

**Begrünungspotential in ariden und semi-ariden Städten**  
**Fallstudie Teheran, Iran**

Von der Fakultät Architektur und Stadtplanung der Universität Stuttgart  
zur Erlangung der Würde einer  
Doktor-Ingenieurin (Dr.-Ing.) genehmigte Abhandlung

Vorgelegt von  
Amena Agharabi  
aus Teheran/Iran

Hauptberichter: Prof. Dr.-Ing. Giselher Kaule  
Mitberichter: Prof. Dr. rer. Pol. Johann Jessen

Tag der mündlichen Prüfung: 21. Juli 2014



## DANKSAGUNG

Diese Dissertation wurde am Institut für Landschaftsplanung und Ökologie der Fakultät für Architektur und Stadtplanung der Universität Stuttgart durchgeführt.

Hiermit möchte ich allen danken, die am Zustandekommen dieser Arbeit beteiligt waren.

Mein ganz besonderer Dank geht an meinem Doktorvater und Erstgutachter Herr Prof. Dr.-Ing. Giselher Kaule, der mir sowohl während der Datenauswertung als auch beim späteren Niederschreiben der Studienergebnisse immer mit Rat und Tat zur Seite gestanden hat.

Frau Prof. Dr. phil. habil. Christine Hannemann danke ich für die Übernahme des Prüfungsvorsitzes und Herrn Prof. Dr. rer. Pol. Johann Jessen für die Übernahme des Zweitgutachtens.

Ein weiterer besonderer Dank gilt Frau Prof. Dipl.-Ing. Antje Stokman und allen Mitarbeitern und Mitarbeiterinnen des Instituts, die meine Arbeit mit ihren wertvollen Kritiken, Anregungen und Tipps zur Dissertationsstrategie sowie zu den theoretischen Inhalten bereicherten.

Ich danke Herrn Prof. Dr. Parviz Kardavani vom Institut für Humangeographie und Herrn Prof. Dr. Seyed Hossein Bahraini und Frau Dr. Behnaz Aminzadeh vom Städtebau-Institut der Universität Teheran, die mich zum ersten Mal auf das Thema, das Gegenstand des vorliegenden Buches ist, aufmerksam machten und mich auf die Idee brachten, es zu erforschen. Sie haben mir mit ihren kreativen Diskussionen und fachlichen Hinweisen sehr weitergeholfen.

Ferner sei mein Dank Frau Dr. Masoumeh Ebtekar und ihren Mitarbeitern der iranischen Umweltschutzorganisation ausgesprochen für die aktuellen Informationen über Umweltprobleme der Stadt Teheran und Pläne zu ihrer Bekämpfung.

Mein Dank gilt ebenfalls allen Mitarbeitern und Mitarbeiterinnen der Stadtverwaltung Teheran und angeschlossener Organisationen, die mir viele nützliche Informationen zur Verfügung stellten. Besonders hervorheben möchte ich die Park- und Grünflächen Organisation, die mir einen freundlichen und unbürokratischen Zugang zu detaillierten Daten der Teheraner Grünanlagen ermöglichte.

Danke auch an Frau Anika Grabenhorst für das geduldige, mehrmalige Korrekturlesen, kritische und konstruktive Anmerkungen und die hervorragende Zusammenarbeit.

Zu großem Dank bin ich auch der Institutssekretärin Frau Sybille Marquardt für die angenehme Zusammenarbeit und ihre stetige Unterstützung verpflichtet.

Zum Schluss möchte ich mich bei dem iranischen Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Technologie für die finanzielle Unterstützung meiner Arbeit durch das mir bewilligte Stipendium bedanken.

Der größte Dank gebührt jedoch meinen Eltern und Geschwistern, die mich all die Jahre in jedweder Hinsicht liebevoll und intensiv unterstützt haben und meinen Kindern, Aryan und Sheyda, die mir mit ihrer Lebensfreude, Geduld und Liebe die Kraft gegeben haben. Ihnen widme ich diese Arbeit.

## ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

<b>BDEW</b>	Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V.
<b>BIP</b>	Brutto-Inlandsprodukt
<b>BMZ</b>	Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung
<b>BNG</b>	Bruttonationalglück (GNH- Gross national happiness)
<b>CBA</b>	Cost-Benefit Analysis (Kosten-Nutzen Analyse)
<b>CCSP</b>	US Climate Change Science Program
<b>CEA</b>	Cost-Effectiveness Analysis (Kosten-Wirksamkeits-Analyse)
<b>CEST</b>	Centre for Earthquake and Environment Studies of Tehran
<b>CSBE</b>	Center for the Study of the Built Environment
<b>CUA</b>	Cost-Utility Analysis (Nutzwertanalyse)
<b>DBO</b>	Design-Build-Operate
<b>DICSA</b>	Departamento de Investigación Científica y Superación Académica (Departement für wissenschaftliche Forschung und akademische Aufarbeitung, Universität von Guadalajara)
<b>ESI</b>	Environmental Sustainability Index
<b>FAO</b>	Food and Agriculture Organization of the United Nations
<b>GTZ</b>	Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit
<b>IADB</b>	Inter-American Development Bank
<b>ICID</b>	International Commission on Irrigation and Drainage
<b>IEEM</b>	Institut für Umwelttechnik und Management an der Universität Witten/Herdecke
<b>IGES</b>	Institute for Global Environmental Strategies
<b>IICHS</b>	The Institute for Iranian Contemporary Historical Studies
<b>IMF</b>	International Monetary Fund
<b>IMO</b>	International Organization for Migration
<b>IPCC</b>	Intergovernmental Panel on Climate Change
<b>IRIMO</b>	I.R. of Iran Meteorological Organization
<b>JICA</b>	Japan International Cooperation Agency
<b>MENA</b>	Middle East and North Africa
<b>MSF</b>	Médecins sans Frontières (Ärzte ohne Grenzen)
<b>NASA</b>	National Aeronautics and Space Administration
<b>NGO</b>	Non Government Organization
<b>NOCR</b>	National Organization for Civil Registration -Iran
<b>OASUS</b>	Open-Air Scaled Urban Surface
<b>QALY</b>	Quality-Adjusted Life Year (Qualitätskorrigiertes Lebensjahr)
<b>TDMMO</b>	Tehran Disaster Mitigation and Management Organization
<b>TEAS</b>	Taj Environmental Attitude Scale
<b>TPWW</b>	Tehran Province Water and Wastewater Company
<b>TSC</b>	Tehran Sewerage Company
<b>UFW</b>	Unaccounted-for Water
<b>UHI</b>	Urban Heat Island
<b>UNDP</b>	United Nations Development Program
<b>UNESCO</b>	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organisation
<b>UNHCR</b>	United Nations High Commissioner for Refugees
<b>URGE</b>	Urban Green Environment (project, supported by the European Commission)
<b>WHO</b>	World Health Organisation
<b>WMO</b>	World Meteorological Organisation
<b>WRMC</b>	Iran Water Resources Management Company
<b>WSSD</b>	World Summit on Sustainable Development
<b>WWAP</b>	World Water Assessment Programme
<b>WWC</b>	World Water Council



## INHALTSVERZEICHNIS

<b>DANKSAGUNG .....</b>	<b>III</b>
<b>ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS.....</b>	<b>IV</b>
<b>INHALTSVERZEICHNIS .....</b>	<b>V</b>
<b>SUMMARY .....</b>	<b>IX</b>
<b>ZUSAMMENFASSUNG.....</b>	<b>XI</b>
<b>EINLEITUNG .....</b>	<b>XIII</b>
<b>AUFGABENSTELLUNG.....</b>	<b>XIV</b>
<b>ZIEL UND FRAGSTELLUNG.....</b>	<b>XIV</b>
<b>METHODE UND GLIEDERUNG.....</b>	<b>XV</b>
Theoretischer Ansatz.....	XVI
Soziohistorischer Ansatz.....	XVI
Analytischer Ansatz .....	XVI
<b>LITERATURÜBERSICHT .....</b>	<b>XVII</b>
<b>1. KAPITEL : ARIDE UND SEMI-ARIDE REGIONEN – EINE EINFÜHRUNG .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 DEFINITION UND DISTRIBUTION DER TROCKENGEBIETE UND IHRE MERKMALE .....</b>	<b>2</b>
1.1.1 Charakter der trockenen Gebiete .....	3
1.1.1.1 Temperatur.....	3
1.1.1.2 Luftfeuchtigkeit und Niederschlag .....	3
1.1.1.3 Strahlung .....	4
1.1.1.4 Wind .....	4
1.1.2 Die Vegetationszonen (Ökozonen) der ariden und semi-ariden Gebiete.....	4
1.1.3 Globale Erwärmung und Ausbreitung von ariden Gebieten .....	5
<b>1.2 STADTKLIMA .....</b>	<b>7</b>
1.2.1 Wärmeinseln in ariden Gebieten .....	8
1.2.2 Aride Städte und traditionelle klimatische Verhältnisse.....	9
<b>1.3 WASSERKNAPPHEIT UND WASSERWIRTSCHAFT IN ARIDEN UND SEMI-ARIDEN REGIONEN .....</b>	<b>11</b>
<b>2. KAPITEL: IRAN ALS FALLBEISPIEL DER ARIDEN LÄNDER.....</b>	<b>17</b>
<b>2.1 IRAN- NATÜRLICHE BEDINGUNGEN IM ÜBERBLICK .....</b>	<b>18</b>
2.1.1 Geografische Lage .....	18
2.1.2 Klima.....	18
2.1.3 Iranische Geobotanik .....	20
<b>2.2 WASSER .....</b>	<b>22</b>
2.2.1 Einzugsgebiet.....	22
2.2.2 Die Wasserbilanz .....	23

2.2.2.1 Das Oberflächenwasser .....	23
2.2.2.2 Grundwasser .....	24
2.2.3 Wasserwirtschaft und Wasserverbrauch .....	25
<b>2.3 STÄDTISCHE BEVÖLKERUNG UND BEVÖLKERUNGSWACHSTUM .....</b>	<b>26</b>
<b>2.4 STADTPLANUNG UND URBANISIERUNG IN IRAN IM LETZTEN JAHRHUNDERT .....</b>	<b>28</b>
<b>2.5 STADTGRÜNFLÄCHE .....</b>	<b>31</b>
2.5.1 Stadtgrünflächen und persische Gärten.....	31
2.5.2 Stadtgrünflächen im Iran der Moderne .....	32
2.5.3 Verteilung der Stadtgrünflächen pro Person .....	34
<b>3.KAPITEL: GRÜNFLÄCHEN IN DER STADT - EIN BEDARF UND EINE GELEGENHEIT FÜR EIN ERWEITERTES NATURVERSTÄNDNIS.....</b>	<b>37</b>
<b>3.1 DEFINITION DER STADTBEGRÜNUNG .....</b>	<b>37</b>
3.1.1 Diskussionshintergrund .....	38
3.1.1.1 Landschaftsarchitektur .....	39
3.1.1.2 Umweltaspekte (Ökologiebereich).....	39
<b>3.2 FUNKTIONEN DER STÄDTISCHEN GRÜNFLÄCHEN .....</b>	<b>41</b>
3.2.1 Ökologische Funktion .....	41
3.2.1.1 Stadtklima.....	41
3.2.1.2 Luftqualität .....	41
3.2.1.3 Wasserhaushalt und Bodenfestigkeit.....	42
3.2.1.4 Lärmschutz .....	42
3.2.2 Soziale Funktion .....	42
3.2.3 Wirtschaftliche Funktion .....	43
<b>3.3 TYPISIERUNG DER GRÜNFLÄCHEN .....</b>	<b>43</b>
3.3.1 Attraktive Grünfläche .....	44
3.3.2 Funktionale Grünfläche .....	44
3.3.3 Unberührte Grünfläche .....	44
3.3.4 Grünlinie .....	44
<b>3.4 HERAUSFORDERUNGEN DER STADTBEGRÜNUNG .....</b>	<b>45</b>
3.4.1 Die Beschränkung der Entwicklung von Stadtgrünflächen .....	46
3.4.2 Quantifizierung der Grünfläche.....	48
<b>3.5 (AUS-)WIRKUNGEN VON GRÜNFLÄCHEN IN ARIDEN STÄDTEN .....</b>	<b>48</b>
<b>4. KAPITEL: TEHERAN, EINE FALLSTUDIE ZUR STADTBEGRÜNUNG .....</b>	<b>53</b>
<b>4.1 EINFÜHRUNG .....</b>	<b>54</b>
<b>4.2 LAGE.....</b>	<b>54</b>
<b>4.3 KLIMA .....</b>	<b>56</b>
4.3.1 Temperatur und Niederschläge.....	56
4.3.2 Wärmeinseleffekt in Teheran.....	57
<b>4.4 GEOLOGIE .....</b>	<b>62</b>

<b>4.5 GESCHICHTE UND STADTENTWICKLUNG .....</b>	<b>63</b>
<b>4.6 BEVÖLKERUNG .....</b>	<b>68</b>
<b>4.7 SOZIALE SITUATION .....</b>	<b>70</b>
<b>4.8 WIRTSCHAFT.....</b>	<b>72</b>
<b>4.9 STADTSTRUKTUR UND LANDNUTZUNG.....</b>	<b>73</b>
<b>4.10 VERSCHMUTZUNGEN.....</b>	<b>77</b>
4.10.1 Luft.....	77
4.10.2 Wasser.....	78
4.10.3 Boden .....	79
4.10.4 Lärmbelastungen.....	79
<b>4.11 GRÜNFLÄCHEN IN TEHERAN .....</b>	<b>80</b>
4.11.1 Grünflächen in den Stadtbezirken.....	83
4.11.1.1 Pflanzen im öffentlichen Raum in Teheran.....	86
4.11.2 Grünflächen in der Umgebung der Stadt .....	87
4.11.2.1 Planungs- und Design-Probleme .....	88
4.11.2.2 Technische Probleme .....	88
<b>4.12 WASSERQUELLE UND HYDROLOGISCHES EINZUGSGEBIET .....</b>	<b>89</b>
4.12.1 Wasserverbrauch .....	93
4.12.2 Wasserverbrauch in Industrie und Landwirtschaft .....	94
4.12.3 Bewässerung der Grünflächen .....	95
<b>4.13 ABWASSER .....</b>	<b>96</b>
4.13.1 Bewässerung mit Abwasser in Teheran .....	99
4.13.2 Qualität des gereinigten Abwassers der Kläranlage von Teheran zur Bewässerung der Stadtgrünflächen.....	100
 <b>5. KAPITEL: STADTBEGRÜNUNGSPLAN FÜR DIE STADT TEHERAN - ANALYSE UND EMPFEHLUNGEN</b> .....	 <b>103</b>
<b>5.1 DIE RÄUMLICHE ENTWICKLUNGSSTRATEGIE FÜR ÖFFENTLICHE GRÜNFLÄCHEN IN TEHERAN .....</b>	<b>105</b>
5.1.1 Qualität und Quantität der Grünflächen Teherans .....	105
5.1.2 Entwicklungsstrategien für die Teheraner Grünflächen unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Stadtbezirke.....	112
5.1.3 Begrünungsplan für einen Stadtbezirk und Beispielblock (Gruppe III-A2).....	116
<b>5.2 ÖKONOMISCHE HINSICHTEN DER STADTBEGRÜNUNG VON TEHERAN.....</b>	<b>124</b>
5.2.1 Kosten der vorhandenen Grünflächen.....	124
5.2.2 Ökonomischer Nutzen der Teheraner Stadtgrünflächen.....	126
5.2.2.1 Der quantitative Gewinn .....	126
5.2.2.2 Qualitative Vorteile .....	127
5.2.2.3 Emotionale Vorteile.....	130
<b>5.3 SOZIALE ASPEKTE, BÜRGERBETEILIGUNG, UMWELTBILDUNG.....</b>	<b>132</b>
5.3.1 Die Ursache der begrenzten öffentlichen Beteiligung an Stadtprojekten und Stadtbegrünung	132
5.3.2 Bildung und Beteiligung .....	133
5.3.2.1 Umweltbewusstsein/Umweltkommunikation in den Schulen .....	134

5.3.2.2 Die Rolle der Medien als Informationsträger .....	135
5.3.3 Patenschaften für öffentliche Grünflächen und der Sinn von Nichtregierungs-organisationen	136
<b>5.4 VERBESSERUNG DER ORGANISATION/VON MANAGEMENTTECHNIKEN.....</b>	<b>138</b>
5.4.1 Verpflichtungen der Teheraner Stadtverwaltung .....	138
5.4.2 Finanzielle Herausforderungen und Haushalt der Metropole Teheran .....	140
5.4.3 Verbesserung der Managementtechniken.....	142
5.4.3.1 Adaptives Management und offene Kommunikation mit freier Information .....	143
<b>5.5 MODIFIZIERUNG UND VERBESSERUNG DER BEWÄSSERUNG UND DES WASSERMANAGEMENTS .....</b>	<b>146</b>
5.5.1 Sauberes Trinkwasser, die oberste Priorität .....	146
5.5.1.1 Trinkwasserverbrauch .....	147
5.5.1.2 Beseitigung des Trinkwassermangels.....	150
5.5.2 Landwirtschaft- und Industrie-Wasserversorgung als zweite Priorität .....	157
5.5.3 Bewässerung der Grünflächen von Teheran .....	160
5.5.3.1 Grünflächenbewässerungsbedarf in Teheran .....	160
5.5.4 Wasserversorgungsmöglichkeiten für Grünflächen .....	162
5.5.4.1 Saisonale Flüsse, Bäche und Wasserläufe .....	162
5.5.4.2 Qanat (Kariz).....	164
5.5.4.3 Abwasser .....	167
5.5.4.4 Tiefbrunnen .....	169
5.5.5 Gesamtbetrag der verfügbaren Ressourcen für die Bewässerung und deren Potential für die Begrünung von Teheran .....	169
<b>5.6 AUSWAHL DER ENTSPRECHENDEN PFLANZENARTEN FÜR TEHERAN.....</b>	<b>173</b>
<b>5.7 FAZIT .....</b>	<b>184</b>
<b>LITERATURVERZEICHNIS .....</b>	<b>187</b>
<b>FARSI-INDEX .....</b>	<b>201</b>
<b>ABBILDUNGSVERZEICHNIS.....</b>	<b>209</b>
<b>TABELLENVERZEICHNIS.....</b>	<b>213</b>
<b>ANHÄNGE .....</b>	<b>215</b>
A.1: Die Merkmale und Bedürfnisse der verschiedenen Bäumen, die häufig in Teheran wachsen ..	216
A.2: Charakterisierung bodenkundlicher Faktoren wie Gestein, Klima und Relief der verschiedenen Bereiche von Teheran .....	224
A.3: Die wichtigsten Pflanzenarten in den öffentlichen Grünflächen von Teheran.....	228
B.1: Aktueller Verwaltungsaufbau der Stadtverwaltung Teheran und ihre Stadtbezirke.....	233
B.2: Die Aufgaben der Stadtverwaltung Teheran, im Vergleich zu anderen Stadtverwaltungen/Gemeinden.....	234

**SUMMARY**

While urban green spaces improve the quality of life and form the necessary foundation to avoid air pollution and achieve sustainable development, in most cases, the rapid growth of cities has been accompanied by destruction or underdevelopment of urban green spaces. In particular, it gets more complicated in arid and semi-arid areas in which water resources are getting more and more scarce. Taking this into consideration, the present work intends to estimate the potential of urban greenery and to identify possible obstacles.

After studying the characteristics of arid and semi-arid regions in general, and those of Iran in particular, the present work has chosen to conduct a case study in the city of Teheran.

In historical documents, the city of Teheran is described as a lush green garden. However, its surface has multiplied by 35 in the last seventy years and the population by 20, which resulted in an extreme water shortage, pollution and a scarce green space. In some districts of Teheran, the green space makes up less than two square meters per person.

A sustainable development of the urban green space in Teheran is a multi-dimensional topic, which is influenced by numerous complex and interwoven economic, political, social and ecological factors.

Hereafter, the main difficulties and proposed solutions shall be presented:

1. Densely built city with scarce free space and an unreasonable division of the ground: Because of the different structure, demographic density and possibilities of each district, various architectural and city planning strategies were suggested.
2. The expenses of green space development in comparison with its benefits: The expenses for the development, construction and maintenance of green spaces can realistically be calculated. However, its benefits are difficult to express in forms of money because of the lack of objects of comparison and no conducted sale. In this research, new methods are suggested for calculation of real costs and benefits of urban green space development to show the cost-effectiveness of such plans.
3. Lack of participation and sensitization for environmental protection and urban greening: By showing some examples, this work intends to appreciate the education and environmental communication in local schools and media, the useful cultural traditions, as well as the role played by environmental NGOs in the act of motivating and coordinating citizens.
4. Legal, administrative and organizational challenges posed by the green space of Teheran: This study describes the Green Space management, Teheran's financial cycle- and budget-planning and the laws considering property, accommodation and the acquisition of land. Furthermore, solutions and reforms, especially of the adaptive management, are being suggested. The article proposes democratic and transparent procedures and the dissemination of information in urban greening projects in order to optimize the system and the participation of citizens.
5. Lack of water to irrigate the green spaces: In order to find a solution to this problem, the water level and the actual consumption of water are being calculated. Apart from the natural causes, the reasons for the lack of water lie in an excessive use and considerable loss of water. Therefore, the common assumption that there is not enough water for the green spaces, can be considered a misconception. A sewage treatment would not only be sufficient for the watering of urban green spaces, but also for local farms. Using treated sewage or water from other sources, such as qanats or watercourses, could considerably reduce the lack of water during the warm period. In the case of such a change in watering

methods to improve its efficiency and the selection of appropriate plant species, the green space in Teheran could be expanded by 5 times its current size, without causing any harm to the environment and drinking-water-supplies.

6. Selection of plant species for Teheran: Even though there is a diversity of plant species in Teheran, there is a limited amount of predominant species. The most appropriate trees species for each district were named after comparing the climate and state of the soil in the different districts of Teheran, compare different sources and consulting the local gardeners, listing the different present trees.

## ZUSAMMENFASSUNG

Aufgrund des großen Wachstums der Städte in ariden und semi-ariden Zonen und der jährlichen Erweiterung der Trockengebiete, mit der in vielen Fällen die Zerstörung oder Unterentwicklung der städtischen Grünflächen einhergeht, versucht diese Arbeit, das Stadtbegrünungspotenzial einzuschätzen und eventuelle Hindernisse zu identifizieren.

Für viele Länder in den ariden, semi-ariden und trocken-subhumiden Regionen der Erde stellt die Desertifikation ein erhebliches ökologisches, wirtschaftliches und soziales Problem dar. Diese Regionen umfassen etwa Viertel der Landfläche, die von Desertifikationserscheinungen betroffen oder bedroht ist.

Während Grünflächen in Städten nicht nur zur Erhöhung der visuellen/ Lebensqualität, sondern auch zur Verbesserung des Klimas, Verbannung der Hitze und Bekämpfung der Umweltverschmutzung eine Notwendigkeit sind, verfügen trockene Länder nur über sehr begrenzte Wasserressourcen, die zudem unter starkem Druck durch das hohe Bevölkerungswachstum stehen.

Diese Studie hat mit der Erforschung der Eigenschaften der trockenen Region im Allgemeinen und insbesondere Irans Teheran als Fallstudie gewählt.

Diese Stadt, die in historischen Aufzeichnungen als üppiges Grün des Gartens dargestellt ist und deren Oberfläche während der letzten 70 Jahre 35 mal größer und Bevölkerung 20fach gewachsen sind, leidet jetzt unter Wassermangel, Umweltverschmutzung und der Knappheit von Grünfläche, die in einigen Stadtbezirken weniger als 2 Quadratmeter pro Kopf beträgt.

Der Nordteil der Stadt liegt in der semi-ariden und der Südteil in der ariden Zone.

Eine nachhaltige Entwicklung der städtischen Grünflächen in Teheran ist ein multi-dimensionales Thema und wird von zahlreichen komplexen und miteinander verwobenen wirtschaftlichen, politischen, sozialen und ökologischen Faktoren beeinflusst.

Die Probleme und vorgeschlagenen Lösungen sind im Überblick:

1. Eine dicht gebaute Stadt, knappe freie Räume und unverhältnismäßige Verteilung der Flächennutzungen: Angesichts der unterschiedlichen Struktur, Bevölkerungsdichte, Bedürfnisse und Möglichkeiten der verschiedenen Stadtbezirke wurde mehrere Strategien in Bezug auf Architektur und Stadtplanung für jeden Stadtbereich vorgeschlagen.
2. Die Kosten für die Grünflächenentwicklung im Vergleich zu ihrem Nutzen: Im Gegensatz zu den definierten Kosten für die Bebauung, Errichtung und Instandhaltung von Grünflächen ist der Preis bzw. der realisierte Wert dieses Gutes in Geldeinheiten bei dem Mangel von Vergleichsobjekten und Verkaufshandlungen schwer zu berechnen. Hier wurden die abstrakten Werte mit Ersatzobjekten und neuen Methoden für einen annähernd konkreten Preis für die langfristige Entwicklung der Grünflächen Teherans, wie auch die Schadensschätzung und Kompensationsmethoden bei Verlusten, manifestiert.
3. Mangelnde Bürgerbeteiligung und Sensibilisierung der Öffentlichkeit für den Umweltschutz und das Stadtgrün: In dieser Arbeit wurden mit einigen Beispielen die Bildung und Umweltkommunikation in den Schulen und Medien sowie die Rolle der Umwelt-NGOs und der nützlichen kulturellen Wurzeln und Traditionen zur Motivierung und Koordinierung der Bürger effektiv geschätzt.

4. Rechtliche, administrative und organisatorische Herausforderungen der Grünflächen von Teheran: Mit der Beschreibung des Grünflächenmanagements und der finanziellen Zyklus- und Budgetplanung in Teheran und der Gesetze, die das Grundstücks-/Wohneigentumsrecht und den Grunderwerb regelten, werden Lösungen und Teilweise eine Reform der Regulierung und besonders das adaptive Management sowie ein demokratisches und transparentes Verfahren und Informationsvermittlung in Grünflächeprojekten als Leitfaden für die Ermutigung zur Bürgerbeteiligung und Systemverbesserung vorgeschlagen.

5. Der Mangel an Wasser für die Bewässerung der Grünflächen: Für eine Antwort werden an dieser Stelle erstens der Wasserstand und die Trinkwasseranfrage/ der Wasserverbrauch berechnet und bewiesen, dass die natürlichen Gründe für den Wassermangel bei einem übermäßigen Verbrauch und hohen Wasserverlust liegen und entgegen der landläufigen Wahrnehmung in Teheran kein grundsätzlicher Mangel an Wasser für die Bewässerung der Grünflächen herrscht, da Teheran in einem Abwassermeer schwimmt und mit einer Abwasserbehandlung ausreichend Wasser nicht nur für öffentliche Grünflächen, sondern auch für die stadtnahe Landwirtschaft zur Verfügung stehen würde und die Nutzung von behandeltem Abwasser und Wasser aus anderen Quellen wie Qanats und Wasserläufen den Wasserstress in der warmen Jahreszeit reduzieren könnte.

Bei einer Veränderung der Bewässerungsmethoden zur Verbesserung der Effizienz der Bewässerung und passenden Pflanzenauswahl werden die Entwicklung und der Ausbau der städtischen Grünflächen um das Fünffache in der Gegend, ohne Schäden für Umwelt und Trinkwasserressourcen, ermöglicht.

6. Die Auswahl der entsprechenden Pflanzenarten für Teheran: Trotz der Vielfalt der Pflanzenarten in Teheran ist die Bandbreite der vorherrschenden Arten beschränkt. Mit einem Vergleich von Klima und Bodenverhältnissen in den verschiedenen Stadtbezirken von Teheran und den bestehenden Bäumen, vorherigen Aufzeichnungen und der Empfehlungen der zuständigen Reviergärtner und einer Kombination dieser Merkmale und Eigenschaften - unter Heranziehung der einschlägigen Literatur - wurden hier die besten Baumarten für die verschiedenen Bezirke ausgewählt.



## **EINLEITUNG**

Das rasante Bevölkerungswachstum und die Konzentration der Menschen in den Städten der Welt beeinflussen die langfristige Aussicht auf menschenwürdige Lebensbedingungen und eine nachhaltige Entwicklung. Trotz der bereits vier Jahrtausende währenden Zentralisation von Kultur und Wirtschaft in großen Siedlungen wohnten bis zu Beginn des letzten Jahrhunderts nie mehr als einige Prozent der Weltbevölkerung in Städten. Jetzt aber sind die Systeme der Städte zum dominierenden Faktor der sozialen, wirtschaftlichen, kulturellen und politischen Agenda geworden.

Für die Realisierung einer nachhaltigen Stadtentwicklung spielen Grünflächen und Stadtwälder eine wichtige Rolle; ihre Bedeutung haben westliche Länder bereits mit dem Beginn des Industriezeitalters erkannt und realisiert. Stadtbegrünung als ein Teil vielseitiger Urbanisierung in Europa und Amerika ist ein eigenes Arbeitsfeld in der Kommunalpolitik wie in der Wissenschaft, denn an ihr hängen die klimatischen und kulturellen Voraussetzungen und Entwicklungsperspektiven der Regionen. Rücksichtnahme auf die Umwelt und Grünflächen in den Städten war allerdings keine neue Errungenschaft im Zuge der Industrialisierung, obwohl mit dem Beginn der neuen Ära neue Perspektiven und Standards eingeführt wurden.

In viele Kulturen und Ländern waren altertümliche lokale Regelungen und Tabus - manchmal auch religiös konnotiert - Aspekte der Umweltbewertung/ des Umweltschutzes. Bei der teilweisen Kopie des westlichen Stadtmusters in anderen Teilen der Erde - besonderes in die aride Zone - wurde aber in der Umsetzung die Verbindung mit dem Klima vernachlässigt bzw. nicht erkannt. In Iran und vielen anderen Ländern der Welt vollzog sich die Modernisierung nur scheinbar und gezwungenermaßen, ohne Rücksicht auf die Unterschiede in der sozialen und wirtschaftlichen Struktur und Kultur und des Klimas. Die Struktur und das Gesicht der Städte haben in der kurzen Zeit die einst traditionellen Formen grundlegend gewandelt, und mit der großen Welle von Zuwanderern aus ländlichen Gebieten in die Städte hat sich der teils dramatische Prozess der Modernisierung noch weiter verstärkt.

Der Wassermangel und die Verschmutzung und Verschlechterung der Bodenqualität führen zu einem weitreichenden Baumsterben; auf der anderen Seite werden angesichts des unkontrollierten Bevölkerungswachstums und der steigenden Bodenpreise viele städtische Grünflächen in Baugrund umgewandelt. Traditionelle Mechanismen von heimischen Organisatoren erwiesen sich in der neuen Situation als ineffizient, und das Fehlen von einheitlicher und umfassender Planung und Management hatte schlimme Folgen für die Stadtplanung, die bis heute sichtbar geblieben sind.

Ungeachtet der erschwerten natürlichen Bedingungen ist auch in den Trockengebieten der Welt ein massives Städtewachstum zu beobachten. In ariden und semi-ariden Stadtgebieten können Grünflächen nur bei künstlicher Bewässerung existieren, aber gerade dort sind sie für das Stadtklima dringend erforderlich. Das Fehlen von Grünflächen führt vielerorts zu starker Staubeentwicklung, Erosion und Hochwasserspitzen. Wo städtische Grünflächen vorhanden sind, müssen sie oft mit dem knappen Trinkwasser aus der öffentlichen Wasserversorgung bewässert werden. In Armutsgemeinden mit Wasserknappheit wird häufig auch unbehandeltes Rohabwasser unter völlig unkontrollierten Bedingungen zur Bewässerung verwendet, mit allen damit verbundenen Problemen für die Volksgesundheit und den Gewässerschutz.

In den vergangenen zwei Jahrzehnten ist in diesem Zusammenhang in verschiedenen trockenen Ländern eine kritische Situation eingetreten, woraufhin einige „Force Majeure“-Pläne durchgeführt worden sind.

## Aufgabenstellung

Aufgrund des großen Wachstums der städtischen Siedlungen in ariden Zonen und der jährlichen Erweiterung der Trockengebiete versucht diese Arbeit, mit der Konzentration auf das Problem der Wasserknappheit und das Wassermanagement das Begrünungspotenzial einzuschätzen und etwaige Hindernisse zu identifizieren.

Im Laufe der Überprüfung der Funktion und positiven Auswirkungen der städtischen Grünflächen und ihrer Varianten berechne ich den aktuellen Status und den Umfang der erforderlichen Grünflächen im Hinblick auf Größe und Einwohnerzahl einer Beispielstadt. Da die Stadtbegrünung ein Teil des komplexen Stoffwechsels zwischen Gesellschaft und Natur ist, beschränkt sich diese Arbeit nicht nur auf fachinterne Aspekte, sondern es kommen auch die kulturellen und historischen Hintergründe sowie die sozioökonomischen und ökologischen Aspekte hinzu. Für eine weitreichende Wirksamkeit der Konzepte von städtischem ökologischem Grün werden die bedeutsamen Strukturelemente, die Funktion, Vielfältigkeit, Dominanz und Ökosysteme beleuchtet.

Unter dem Begriff „städtische grüne Landschaft“ werden alle öffentlichen, halböffentlichen und privaten Grünräume verstanden, die in der Stadt und ihrem unmittelbaren Umland liegen. Sie erfüllen vielfältige Funktionen zur Verbesserung des Stadtklimas und Stadtbildes. Diese Funktionen können als physische, psychische, soziale, ökologisch-klimatische und sanitär-hygienische Wohlfahrtswirkungen von städtischen Freiräumen zusammengefasst werden.

Nach der Darstellung der allgemeinen Funktion der städtischen Grünflächen zeigt der Beispielfall Teheran den traditionellen und historischen Verlauf. Es werden verschiedene Gesetze und Pläne vorgestellt, die für diese unruhige und instabile Stadt von Politikern und Gemeinden entworfen wurden, wie auch die Auswirkungen der Gesetzgebung analysiert. Auch werden der Stellenwert der Grünfläche in der Erinnerung und Kultur der Teheraner und die Gründe für seine Wandlung diskutiert.

## Ziel und Fragstellung

Das Ziel der vorliegenden Arbeit ist die Ermittlung einer optimalen nachhaltigen Stadtbegrünungsstrategie innerhalb eines Trockengebietes unter Berücksichtigung der Belange Wassermangel, Verschmutzung und weiterer spezifischer Rahmenbedingungen. Sie will darüber hinaus einen Beitrag leisten zur Analyse der Wechselwirkungen zwischen Politik, Ökonomie und Ökologie in einem Beispielfall und weiterhin das ungeplante Wachstum, die Verbreitung und Verteilung des urbanen Raumes und damit zusammenhängend Fehler im Management, die die bedeutendste Ursache für das Wasservergeuden waren und sind, kritisieren.

Im Vordergrund steht dabei die Frage, welche Notwendigkeit eine nachhaltige grüne Stadt darstellt und welche Rahmenbedingungen für die Umsetzung bzw. das Wiederanlegen der Grünflächen benötigt werden, die jetzt in ariden Räumen nicht mehr vorhanden sind, obwohl die meisten dieser Städte einmal grün waren.

Weiterhin gilt es, als Schwerpunkt zu untersuchen, warum das Vorkommen des Rohstoffs Wasser selten oder der Verbrauch zu hoch ist und wie diese Knappheit optimal verteilt werden kann, um trotz der Konkurrenz um die Wassernutzung städtische Grünflächen gewinnen zu können.

Der Hauptteil und die Forschungsfrage sind daher in drei Hauptthemenbereiche aufgeteilt:

- Arides Klima, Stadtklima, Wasser:

Welchen Charakter haben die Städte in der ariden Zone? Welche Zukunftsaussichten haben diese Gebiete und Städte? Und wie groß ist die Gefahr der Wasserknappheit?

- Bewertung der Bedeutung und Funktion städtischer Grünflächen:

Welche Bedeutung und Funktionen haben die Grünflächen in ariden Städten? Sind die Bäume und andere Grünflächen eine Luxusware in den Regionen, die nur knappes Trinkwasser zur Verfügung haben?

Was sind die Hauptprobleme bei der Entwicklung von Grünflächen in ariden Städten?

Welche Pflanzenarten haben bereits Verwendung gefunden und welche passenden Sorten stehen für trockene Regionen zur Verfügung?

- Sozialer und administrativer Aspekt des Anlegens von Grünflächen:

Welche Einstellung haben die Stadtbewohner zu der städtischen Grünfläche? Wie werden sie zur Initiative und Beteiligung motiviert?

Welche institutionellen Arrangements und rechtlichen Grundlagen zur Stadtbegrünung sind vorhanden?

Welche technischen und organisatorischen Folgerungen ergeben sich für die Förderung von Stadtbegrünung in der Beispielstadt?

### **Folgende Hypothesen wurden aufgestellt:**

Stadtgrünflächen sind mit ihren vielfältigen Funktionen wie der Verbesserung des Stadtklimas, Wasserretention, Lärmschutz und sozialen Effekten usw. für eine nachhaltige Stadtentwicklung von unbedingter Notwendigkeit. Gleichzeitig ist die Stadtbegrünung in starkem Maße abhängig vom Klima der Region und der sozialen und kulturellen Situation der Bewohner der Stadt.

Die Städte der ariden Zone, besonders in den sogenannten Entwicklungsländern, stehen vor einer Reihe von ökologischen und sozioökonomischen Problemen; mit der Priorität für die wirtschaftlichen und sozialen Themen sind die erforderlichen Umweltaufgaben weitgehend vernachlässigt worden.

Stadtgrünflächen in heißen und trockenen Gebieten haben ihre eigenen speziellen Normen, die nicht unbedingt den Standards der anderen Klimaregionen entsprechen.

Die Analyse der historischen Aufzeichnungen in ariden Regionen zeigt, dass diese trotz der Wasserknappheit durch eine Reform der Verwaltung, die initiative Beteiligung der Einwohner und fundierte Entscheidungen im Hinblick auf die Art der Bäume die Situation ihrer Grünflächen verbessern können.

## **Methode und Gliederung**

In dieser Arbeit werden durch die Darstellung eines Beispielfalls im Forschungsgebiet (Iran/Teheran) nicht nur die Bedeutung der klimatischen Situation der Region, sondern auch die sozioökonomische und ökologische Wirkung der Stadtbegrünung untersucht. Dafür wurde die gesamte internationale Forschung zur Stadtbegrünung und nachhaltigen Entwicklung wie auch eine Informationssammlung anhand von Literatur und Interviews aus der Region und botanische Referenzmaterialien des Irans zugrunde gelegt. Darüber hinaus wird versucht, die zukünftigen Dimensionen der Krise, durch Wasserknappheit und Umweltverschmutzung im Falle einer Weiterführung der bestehenden Verhältnisse, zu visualisieren.

Da die Überbewertung des ästhetischen Aspektes in der Grünflächenplanung für Wüsten-/Halbwüstenstädte ein großer Schwachpunkt der Entwicklung ist, verzichtet diese Arbeit auf eine

Auseinandersetzung mit der Diskussion über grüne Elemente als dekorative Maßnahmen im öffentlichen Raum.

Obwohl die Anlage von Grünflächen und Stadtwäldern vor den geschilderten Problemen des Stadtwachstums wichtige Themen der (Stadt-)Planung in den sogenannten Entwicklungsländern sein sollten, wurden diese Faktoren in dem Fallland Iran, dessen öffentliche Sektoren aus den Öleinnahmen finanziert und dessen Wirtschaft auf der Ausbeutung der Ölvorkommen und nicht auf Landwirtschaft basiert, bewusst nicht beachtet.

Bei der Wahl der Forschungsmethode wurde in dieser Arbeit für eine Hybride oder Mixed-Methode entschieden.

Dieses Modell ermöglicht mit der zielführenden Konzentration auf die Forschungsfrage und eine Kombination zwischen quantitativen und qualitativen Methoden, tiefere Information und genauere Ergebnisse zu erzielen und diese Ergebnisse besser darzustellen.

Die wichtigsten Ansätze in dieser Arbeit sind:

### **Theoretischer Ansatz**

---

Auf dieser Basis vollzieht sich die Annäherung an die Forschungsfragen: aride und semi-aride Städte und ihre besonderen Charakteristika, Grünräume der Städte und ihre Funktionen, ihre Variationen und relativen Qualitäten, wechselseitige Einflüsse von Grünfläche und Stadtklima, Stadtbegrünung und nachhaltige Entwicklung, Wasserkrise und Folgen für die Region, neue Techniken in der Lokalisierung und Verteilung der benötigten Grünflächen.

### **Soziohistorischer Ansatz**

---

Nach dieser Vorgehensweise wurden untersucht: Stadtentwicklung und Grünflächensituation vor dem historischen Hintergrund der Städte in warmen und trockenen Regionen (im Beispielfall Iran) wie auch der kulturelle und historische Ursprung der Begrünung, des Managements und der Verwaltung der Wasserversorgung und Grünanlagen, Gründe für die Verweigerung einer Beteiligung an der Bepflanzung und Pflege von Bewohnern der Städte trotz ihrer Sehnsucht nach Grünflächen.

### **Analytischer Ansatz**

---

Im Zusammenhang mit Merkmalen des Klimas und sozialen Eigenschaften werden die eben genannten Maßnahmen analysiert und nach einer Auflistung der Mängel und Fehler einige Lösungen für die optimale Nutzung von verfügbaren Potentialen vorgestellt.

Die Arbeit besteht aus insgesamt fünf Kapiteln. Ihr Aufbau ist wie folgt:

Nach der allgemeinen Einführung in den Problembereich konzentriert sich das 1. Kapitel auf eine Vorstellung des Untersuchungsfeldes, das die kritische Stadtentwicklung in den warmen und trockenen Regionen, Wüstenverbreitung, Wasserknappheit wie die Lebensbedingungen in ariden und semi-ariden Zonen umfasst.

Im 2. Kapitel werden der historisch-kulturelle Hintergründe einer Gemeinschaft sowie ihre Entwicklung und Veränderung untersucht. An dem Beispiel von Ländern der sogenannten "Dritten Welt" werden die permanente Schwingung der strategischen Politik der Regierungen und die Instabilität der Programme, die Wasser, Boden und finanzielle Reserven vergeuden, kritisiert.

Das 3. Kapitel präsentiert die ökologischen, sozialen und ökonomischen Funktionen der Stadtbegrünung, ihre quantitative und qualitative Einstufung und natürliche wie technische

Hindernisse in ariden Gebieten sowie die Bedeutung von Stadtgrünflächen für eine nachhaltige Stadtentwicklung.

Der Beispielfall Teheran wird im 4. Kapitel im Rahmen einer umfassenden Überprüfung der physischen und sozialen Dimension dargestellt; rechtliche und administrative Aspekte, die Umweltsituation und die Stadtinfrastruktur werden näher erläutert. Weiterhin wird die Verfasstheit des bestehenden Stadtgrüns erklärt und im Hinblick auf Bedürfnisse und Probleme untersucht.

Das 5. Kapitel ist der Versuch, nach der Überlagerung und Durchmischung internationaler und lokaler Daten in Kapitel 1 bis 4 Empfehlungen für die Verbesserung des politischen und rechtlichen Rahmens sowie den Schutz und die Pflege der städtischen Grün-Ressourcen zu geben.

Im beigefügten Botanik-Index befindet sich eine Liste von einheimischen Pflanzen und Gehölzen, die nach Wasserverbrauch, Salztoleranz und Hitzetoleranz bewertet wurden.

## Literaturübersicht

Die weltweite Verstädterung bringt eine Vielzahl von Herausforderungen mit sich. Die Nachfrage nach Grundstücken ist erhöht, und das Bedürfnis der städtischen Bevölkerung nach Energie, Wasserressourcen und Entsorgung muss erfüllt werden. Besonders in den sogenannten Entwicklungsländern, wo sich die meiste Megastädte befinden und die Urbanisierung schnell und nicht unbedingt kontrolliert voranschreitet, ist das Sicherstellen guter Lebensbedingungen eine der wichtigsten Herausforderungen unserer Zeit (UN-HABITAT, 2006).

Das ökologische Profil der städtischen Grünflächen hat sich aus den verschiedensten Wurzeln vor über 100 Jahren entwickelt und ist derzeit in den formalen Programmen für die Forschung der Praxis. Urbane Forstwirtschaft (UF) hat mindestens drei Wurzeln: (I) Urbanes Grünmanagement in Europa, (II) Forstwirtschaft in Nordamerika und (III) die städtische Landwirtschaft in den Entwicklungsländern (Kuchelmeister, 2002).

In den sog. entwickelten Ländern sind die Wohlfahrtswirkungen von begrünten Freiräumen schon seit Beginn der Industrialisierung im 19. Jahrhundert diskutiert worden. Sie fanden Berücksichtigung in den städtischen Freiraumplanungen, z. B. der Anlage von Volksparks und Kleingartenkolonien, später auch von Spiel- und Sportplätzen (Jellicoe, 1987: 80ff.). Zu Beginn der Entwicklung hatten ästhetische Aspekte eine große Bedeutung, aber schon bald rückten die sanitären Belange von Stadtbegrünung in den Vordergrund.

Stadtbegrünung hat eine breite Anhängerschaft auf der ganzen Welt gefunden, aber ihr Potenzial für die Städte und Gemeinden in den sogenannten Entwicklungsländern ist noch nicht realisiert (Konijnendijk et al., 2004: 269). Der Mangel an Informationen und strategischer, koordinierter Aktion behindert die Durchführung der Stadtbegrünung in sog. Entwicklungsländern (Lakany, 1999: 131).

Der Übertragung der westlichen Modelle der Stadtentwicklung auf die Entwicklungsländer folgte die Übertragung von Stadtbegrünungskonzepten. Dennoch wird Stadtbegrünung erst seit etwa zwei Jahrzehnten, vor allem in Bezug auf sog. Entwicklungsländer, als ein Ansatz wahrgenommen, in dem die ökologischen und ökonomischen Beiträge des Stadtgrüns z. B. zum Boden und Wasserschutz, für die Lufthygiene, als Lieferant von Baustoff, Brennstoff und Nahrungsmitteln als bedeutende Komponenten untersucht werden (Kuchelmeister, 1998: vi).

Seit Anfang der 1980er Jahre hat sich in der internationalen Forschung zur Stadtentwicklung sowie in der Entwicklungszusammenarbeit das neue Konzept „urban forestry/urban agriculture“ zur angepassten und multifunktionalen städtischen Grünentwicklung herausgebildet (Randrup et al., 2005:

9). Wichtig war dabei, dass es auf den unterschiedlichen Verwaltungs- und sozialräumlichen Ebenen in Programme der nachhaltigen Stadtentwicklung integriert werden konnte, denn „urban forestry“ berücksichtigt auch die Notwendigkeit sozialer Selbstorganisation.

Urbane Forstwirtschaft ist die Verwaltung der Bäume in den städtischen Gebieten. Obwohl die Definition eines getreuen Abbilds dessen, was urbane Forstwirtschaft historisch-kontextuell ausmacht, eine Herausforderung ist, erschien die erste dokumentierte Verwendung des Begriffs von städtischen Grünflächen offenbar im Jahr 1894 von George R. Cook, Superintendent der Parkkommission Cambridge, Massachusetts (Konijnendijk et al., 2006: 93).

Auch erkannte im Jahr 1841 Andrew Jackson Downing, einer der frühen Landschaftsarchitekten, die Notwendigkeit, die Natur in das städtische Umfeld zu integrieren. Downing befürwortete die Schaffung einer „Ornamental Tree Society“ und erörterte die Notwendigkeit der Gestaltung der Stadtbäume:

*„...Wie viele Städte, wie viele Dörfer könnten wir nennen, wo in solch groben hässlichen Straßen an einem heißen Sommertag einige Blätter von Bäumen uns vor Sonnenschein schützen oder diese schreckliche Eintönigkeit brechen könnten.*

*.. Was sollen wir tun?*

*Es muss mindestens ein richtiger Mensch, wie in jedem solchen Sodom existieren.*

*Lassen Sie ihn, der Arbeit energisch und intensiv verrichten kann, und wenn er seine Nachbarn nicht an sich ziehen kann, sollte er nicht entmutigt werden...*

*Wenn nur ein halbes Dutzend sorgfältig ein paar Bäume pflanzen und pflegen, kommen nach wenigen Jahren von ihren üppigen grünen Armen mehr überzeugende Bewegungen. Und wenn es eine verborgene Liebe zur Natur im staubigen Herzen der Landsleute gibt, prophezeien wir, dass in kürzester Zeit eine große Sehnsucht nach grünen Bäumen zutage tritt, dass es überall voll von frischem Laube und Grün wird“<sup>1</sup> (Downing, 1869: 305).*

Während bei „urban agriculture“ die Betonung stärker auf der gärtnerischen wirtschaftlichen Nutzung städtischer Flächen innerhalb von Siedlungsgebieten oder in deren direktem Umfeld liegt, beschäftigt sich „urban forestry“ mit dem Schutz und der nachhaltigen Entwicklung von Grünräumen und konzentriert sich eher auf die multifunktionale Nutzung von Gehölzen im Stadtgebiet (Halik, 2003: 17). Über dieses allgemeine Verständnis hinaus ist der Begriff bisher in Fachkreisen nicht eindeutig geklärt. In der Regel wird er von den Experten in sog. Entwicklungsländern mit „urban greening“ gleichgesetzt. Urban forestry ist dann „der geplante, systematische und integrierte Managementansatz zur Entwicklung und zum Erhalt der städtischen und stadtnahen Forst- bzw. Waldgebiete und deren Beiträge zum Umweltschutz, zum physiologischen, sozialen und ökonomischen Wohlbefinden der städtischen Gesellschaft (Jorgensen, 1974). Carter (Carter, 1993) schließt ausdrücklich auch Einzelbäume mit ein. Der Ansatz der urban forestry betont als wesentlichen Aspekt die Grundbedürfnisbefriedigung der ärmeren Stadtbevölkerung (Kuchelmeister, 1997).

<sup>1</sup>“ ... how many towns, how many villages, could we name where rude and uncouth streets bask in the summer heat, and revel in the noontide glare, with scarcely a leaf to shelter or break the painful monotony! ...

*What must be done in such cases? There must be at least one right-feeling man in every such Sodom. Let him set vigorously at work, and if he cannot induce his neighbors to join him, he must not be disheartened — let him plant and cherish carefully a few trees, if only half a dozen. In a very few years... their luxuriant leafy arms, swaying and waving to and fro, will make more convincing gestures than any member of congress or stump speaker; and if there is any love of nature dormant in the dusty hearts of the villagers, we prophesy that in a very short time there will be such a general yearning after green trees, that the whole place will become a bower of freshness and verdure.” (Downing, 1869, Rural Essays, University of Michigan's Making of America Collection, original: Geo. A. Leavitt Publisher:305)*



Die Rolle der städtischen Grünfläche für die Verbesserung der ästhetischen Qualität, ökologischen Wartung, Reinigung der Luft und die Modifizierung der extremen Temperaturen wird in verschiedenen Forschungen von Keller (Keller, 1979), Ulrich (Ulrich, 1990), Harris (Harris, 1992) und Dwyer et. al. (Dwyer et al., 1992) dargestellt.

Die Forstbehörde der FAO begann im Jahr 1994 ein Pilotprogramm zur urbanen und peri-urbanen Forstwirtschaft durch die exemplarische Untersuchung der Situation in Millionenstädten wie Quito, Kairo, Teheran, Rio de Janeiro, Singapur, Kuala Lumpur und Hongkong, um ein größeres Verständnis für den Beitrag von Bäumen und Wäldern zum Wohlergehen der städtischen Bevölkerung und zum Erhalt des städtischen Naturhaushaltes zu gewinnen (Konijnendijk et al., 2003).

In den letzten Jahren, besonders nach dem Beschluss des Kyoto-Protokolls, hat die Aufmerksamkeit vieler Forscher und Regierungen für die positiven Auswirkungen der städtischen Grünflächen, den Klimawandel und die fortgeschrittene globale Erwärmung zugenommen. Im Zusammenhang mit einem sich ändernden Klima wird der Zustand des Verbrauchs von natürlichen Ressourcen in der Vergangenheit als Maßstab und Ziel für die Erhaltungsziele zunehmend als problematisch wahrgenommen und kritisiert.

Normalerweise wurde das Naturressourcenmanagement in der Annahme im Rahmen implementiert, dass die Erkennung der Wettermuster, Spezies und Lebensräume und anderer Umweltfaktoren mit historischen Trends konsistent bleiben könnte (sollte). Heute aber ist dies mit der globalen Erwärmung als der größten und allgegenwärtigen Bedrohung für die Welt der ökologischen Systeme nicht mehr gültig. Angesichts der aktuellen Trends wird sich der Umgang mit den auf unserem Planeten vorhandenen Ressourcen - Menschen, Pflanzen und Tieren gleichermaßen – in Zukunft grundlegend von dem Umgang, den wir während des vergangenen Jahrhunderts praktiziert haben, unterscheiden (IPCC, 2007a) und (CCSP, 2008). Es gibt zahlreiche wissenschaftlich fundierte Beweise dafür, dass unsere Welt dramatische Klimaveränderungen in einem erstaunlichen Tempo erlebt. Die Förderung des städtischen Grüns ist als Schutz gegen die Auswirkungen des Klimawandels in städtischen Umgebungen ein weiteres wichtiges Argument für das Einsetzen von mehr Ressourcen und die Priorität der Pflanzung und Pflege von Bäumen in unseren Gemeinden (Behan, 2009: 5ff.).

Auch gibt es für den Bereich der Landnutzungsänderungen durch Wärme erzeugende urbane Prozesse sowie die Auswirkungen des Wärmeinseleffekts umfassende Forschungen von (Rosenfeld et al., 1995); (Jáuregui, 1997) und (Bohaca & Puliafito, 2007), die untersuchen, wie begrünte Flächen anstelle von diversen Baumaterialien positive Auswirkungen auf das Stadtklima haben (Jáuregui, 1990/91); (Kjelgren & Montague, 1998); (Barradasa et al., 1999); (Akbari et al., 2001); (Pomerantz et al., 2003); (Shashua-Bar & Hoffman, 2003) und (Chiesura, 2004).

Das Verhältnis von Stadtbegrünung und ariden Zonen ist Gegenstand der jüngeren Literatur, allerdings zielt diese weniger auf einen direkten Zusammenhang der Grünfläche mit der Stadtplanung in ariden und semi-ariden Städten in den sogenannten Entwicklungsländern ab, die meist nur indirekt über die Kategorie der städtischen Landwirtschaft einbezogen werden. Im Bereich der nachhaltigen Entwicklung in ariden Ländern und der Bewertung ihrer Aktivitäten sind zahlreiche Studien mit dem Fokus auf die Achse der Land-Wasserwirtschaft und des Wassermanagements durchgeführt worden, allerdings wurde darin die Stadtbegrünung kaum angesprochen. Ebenfalls wenige Quellen befassen sich ausdrücklich mit der Schnittstelle zwischen Stadtbegrünung und dem klimatischen Verhältnis in ariden Zonen. Dafür sind besonders die Forschungen der FAO und die hilfreichen Studien von Dr. Kuchelmeister (Coordinator of the TREE CITY Initiative) besonders in China erwähnenswert.

Der Wassermangel in ariden und semi-ariden Gebieten macht das Stadtmanagement schwieriger und komplexer. Informationen über das Grundwasser in Städten haben eine entscheidende Rolle für das Design der Stadtgrünfläche in ariden Zonen. Vor diesem Hintergrund sind die neuen Technologien wie z. B. Geographische Informationssysteme sehr wertvoll. Urbanisierung ist eine große Belastung für die Stadtplaner und -manager, die sich bemühen müssen, konkurrierende Anforderungen an Wohn-, gewerbliche und industrielle Entwicklungen in Richtlinien zu balancieren, um die Umweltzerstörung zu verringern. Dafür greifen sie zunehmend auf die Nutzung von Informationstechnologien und räumlichen Modellierungstechniken zurück, um diesen Entwicklungsprozess auf einer nachhaltigen Basis effektiv zu handhaben.<sup>2</sup> Durch die Verwendung von Multi-Kriterien-Bewertungs-Tools sind Benutzer in der Lage zu spezifizieren, welche Kriterien und welche Gewichte das Modell benutzen soll, um ein zukünftiges Szenario (z. B. Zersiedelung, Überschirmungsgrad von Straßenbäumen oder die Einzugsgebietsqualität) zu erzeugen (Petrov & Sugumaran, 2005).

---

<sup>2</sup> 1962 wurde das erste moderne GIS (Geographisches Informationssystem oder Räumliches Informationssystem) in Ottawa durch das „Department of Forestry and Rural Development“ entwickelt und 1964 gründete Howard T. Fisher das „Laboratory for Computer Graphics and Spatial Analysis“ an der „Harvard Graduate School of Design“. Diese neue Technologie bzw. Datenformat/-transfer für eine bessere Aggregation von Monitoringdaten wurde bis heute weiterentwickelt und standardisiert.



## 1. KAPITEL : ARIDE UND SEMI-ARIDE REGIONEN – EINE EINFÜHRUNG

Aride Zonen sind die Gebiete, in denen für zehn bis zwölf Monate im Jahr die Verdunstung größer als der Niederschlag ist und in der semi-ariden Zone können weniger als die Hälfte des Jahres die Niederschläge größer als die Verdunstung sein. In diesen Trockengebieten gibt keine die Dauerflüsse außer den Fremdlingsflüssen und das Pflanzenkleid tritt dort zurück. Diese Gebiete ordnen sich nahezu symmetrisch zu beiden Seiten der tropischen Zone an. Zwar liegen die meisten Trockengebiete im subtropischen Wüstengürtel, weil die Passatwinde nur bis zu den sogenannten Rossbreiten (zwischen 25° und 35° nördlicher sowie südlicher Breite) gelangen, doch existieren aride Klimate ebenso in anderen Regionen.

35 Prozent der Weltbevölkerung, also etwa 2,6 Milliarden Menschen, leben in ariden und semi-ariden Ländern, die 41 Prozent der Erdoberfläche bedecken und meist mit Armut und Hunger in Verbindung gebracht werden (ICID Bulletin, 2010). Dies entspricht mehr als 50 Mio. km<sup>2</sup> Land und nach Angaben der UNO dem Verlust von fruchtbarem Boden, was zur Folge hätte, dass ca. 900 Mio. Menschen die Lebensgrundlage entzogen würde. Infolge der Zunahme von Wüstengebieten erhöhen sich die Ströme der „Umwelt-Flüchtlinge“ nach Schätzungen um 50 bis 150 Mio. Menschen jährlich.<sup>3</sup>

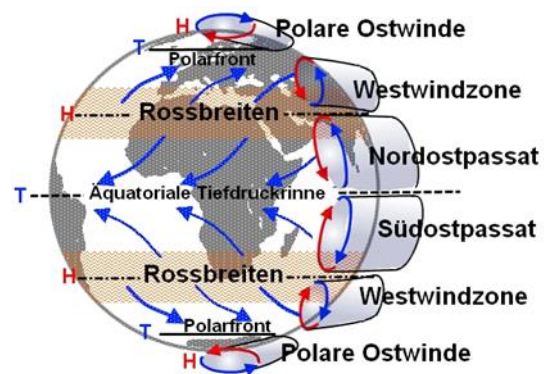


Abbildung 1-1: Die wichtigsten Zirkulationszellen der Atmosphäre, eigene vereinfachte Darstellung

Während in den 1990er Jahren nur etwa 15 Prozent der Trockengebiete der Welt geschädigt waren, stieg es bis 2005 auf 25% an. Jedes Jahr verliert die Erde dadurch momentan etwa 12 Millionen weitere Hektar fruchtbaren Boden, Tendenz weiter steigend (Cholet, 2010).

Die fortschreitende Desertifikation ganzer Erdteile hat keinesfalls nur natürliche Ursachen. Sie ist eine Folge exzessiver Abholzung von Wäldern, falscher Bewässerung, Versalzung und Übernutzung bereits strapazierter Böden vor allem in den verarmten Ländern der betroffenen Regionen (GTZ, 2006: 1). Die Wüstenbildung sollte somit als globales und nicht als lokales Problem der betroffenen Länder behandelt werden.

In diesem Kapitel wird dies versucht; soweit es in dieser Studie erforderlich ist, werden die Merkmale von ariden und semi-ariden Regionen benotet.

- In Abschnitt **1.1** werden die Definition, Merkmale und Distribution der trockenen Gebiete vorgestellt, der Einfluss der natürlichen und menschlichen Faktoren auf die Wüstenbildung und die Prognosen zum Thema Desertifikation in den kommenden Jahren diskutiert.

- Da das Ziel der vorliegenden Studie die Entwicklung der Grünflächen in städtischen Gebieten ist, werden in **1.2** die klimatische Bedingungen und das Wärmeinselphänomen in den warm-trockenen

<sup>3</sup> Als Umweltflüchtlinge werden Personen bezeichnet, die sich aufgrund von Umweltveränderungen oder Naturkatastrophen gezwungen sehen, ihre Heimat zu verlassen (IMO, 2007). Die „Internationale Organisation für Migration“ schätzt die Zahl der Klimaflüchtlinge für das Jahr 2050 auf ca. 200 Mio. Menschen (Brown, 2008).

Die Zahlen zum Ausmaß des Phänomens Umweltflüchtlinge können nicht genau beziffert werden. Schätzungen zufolge beziehen sie sich auf zwischen 50 und 150 Mio. Menschen. Die „Universität der Vereinten Nationen“ (UNU) geht davon aus, dass die Zahl der Umweltflüchtlinge bis zum Jahr 2010 auf bis zu 50 Mio. steigen wird. Die „Internationale Organisation für Migration“ schätzt die Zahl der Klimaflüchtlinge für das Jahr 2050 auf ca. 200 Mio. Menschen.

Städten vorgestellt und danach die typischen traditionellen Städtebaumethoden aufgelistet, die vor Jahrhunderten von den Wüstenbewohnern entwickelt wurden, um mit schwierigen Umweltbedingungen umgehen zu können.

- **1.3** konzentriert sich auf das Hauptproblem dieser Region, den Wassermangel und alte Methoden des Wassertransports mit der beschränkten Verdampfung und einen Vergleich zu der gegenwärtigen Krise besonders im Mittleren Osten und Nordafrika (MENA-Region) als den trockensten Gebieten der Welt.

## Kapitel 1: Aride und semi-aride Regionen – eine Einführung

1.1 Definition und Distribution der Trockengebiete und ihre Merkmale

1.2 Stadtklima

1.3 Wasserknappheit und Wasserwirtschaft in ariden und semi-ariden Regionen

### 1.1 Definition und Distribution der Trockengebiete und ihre Merkmale

Aride Gebiete sind sehr unterschiedlich geprägt in Bezug auf die Landformen, Böden, Fauna, Flora, Wasser und auch menschliche Aktivitäten. Ein verbindendes Element für alle ariden Regionen ist die Trockenheit. Sobald die Verdunstung höher ist als der Niederschlag, wird von aridem Klima gesprochen (FAO, 1989).

Wüstenflüsse liegen wegen der relativ seltenen Niederschläge weit auseinander und werden auf ihrem Weg durch das Gebiet verdunsten oder in Seen enden, die nicht in ein Meer abfließen. Auch wenige Trockengebiete weisen zu bestimmten Jahreszeiten auch humide Verhältnisse auf. Aus diesem Grund unterscheidet die Wissenschaft die ariden Gebiete nach Regen- und Dürrezeit mithilfe eines Dürre-Index.<sup>4</sup>

Der „Globale Trockenheitsindex“ (aridity index, AI) ist ein numerischer Indikator für die Trockenheit des Klimas an einem bestimmten Standort. Er dient dazu, Regionen zu identifizieren, zu lokalisieren oder abzugrenzen, die von einem Wasserdefizit bedroht sind. Der „Globale Luftfeuchtigkeits-Index“ basiert auf dem Verhältnis der mittleren Jahresniederschlagsmenge (P, annual precipitation) und potentiellen Evapotranspiration (PET). Er (P/PET) zeigt das mittlere jährliche Potenzial der Oberflächenfeuchtigkeit, die in vier trockene und eine feuchte Zone eingestuft wird (Hargreaves & Allen, 2003: 54-63). Diese Bereiche grenzen sich wie folgt ab:

Tabelle 1-1: Klassifikation und Erweiterung der Trockenheit (Millennium Ecosystem Assessment, 2005: 627)

Klassifikation	Trockenheitsindex $AI_i = P / PET$	Anteil der globalen Fläche (%)	Anteil der Weltbevölkerung (%)	Städtische Gebiete je nach Subtyp (%)
hyper-arid	$AI < 0,05$	6,6	1,7	1
arid	$0,05 < AI < 0,20$	10,6	4,1	1
semi-arid	$0,20 < AI < 0,50$	15,2	14,4	2
trocken/sub-humid	$0,50 < AI < 0,65$	8,7	15,3	4
Summe		41,3	35,5	2

Von der gesamten weltweiten Landfläche umfasst die hyper-aride Zone 4,2%, die Trockenzone 14,6% und die semi-aride Zone 12,2%. Daher ist nahezu ein Drittel der Gesamtlandfläche der Welt arid (FAO, 1989).

Wie die Karte zeigt (Abb. 1-2), sind inzwischen alle Kontinente, vor allem Afrika mit der Arabischen Halbinsel, Zentralasien, Australien und der Westen des amerikanischen Doppelkontinents, vom Phänomen der Desertifikation betroffen.

<sup>4</sup> Es gibt verschiedene Definitionen von Trockengebieten. UNEP stützt seine Definition auf den Trockenheitsindex und die FAO verwendet die Dauer der Wachstumsperiode zum Vergleich. Diese unterschiedlichen Definitionen führen zu verschiedenen Zahlen.

Diese Zone verläuft in zwei Bändern in den Breiten zwischen etwa 15° und 30° nördlich und südlich des Äquators. Die Hauptmerkmale dieser Regionen sind sehr heiße Sommer und kühle Winter und zudem große Temperaturunterschiede zwischen Tag und Nacht.

Trockengebiete sind aride, semi-aride und trockene sub-humide Gebiete. Im Kontext der nachhaltigen

Entwicklung schließt der Begriff generell hyper-aride Gebiete (Wüsten) aus.

Die Gebiete, in denen der Druck des Menschen auf die Landschaft derzeit wächst, aber noch nicht übermäßig stark ist, sind in der Karte als Desertifikations- Risikogebiete bezeichnet. Dazu zählen alle Wüstenrandgebiete wie Halbwüsten, Steppen und Dornstrauchsavannen, bei denen die Zerstörung von Boden und Pflanzenwelt nicht mehr durch die natürliche Regeneration ausgeglichen werden kann.

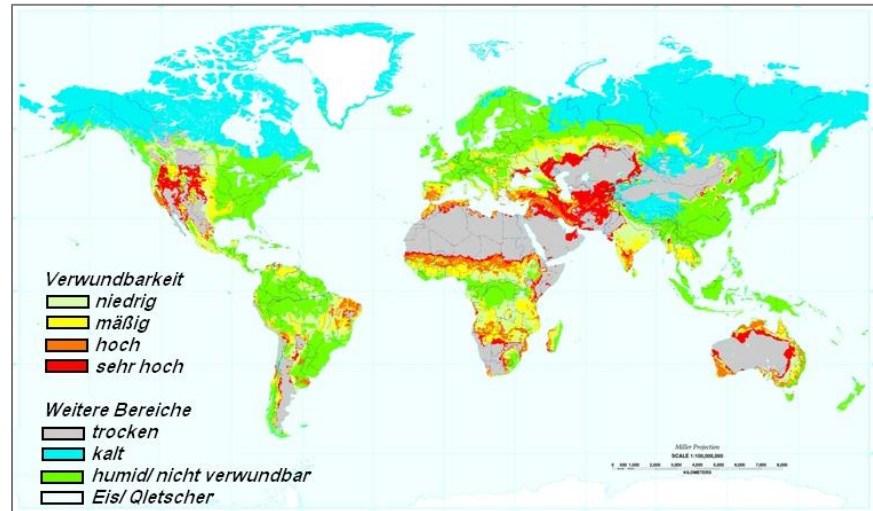


Abbildung 1-2: Für Desertifikation anfällige Gebiete (USDA- NRCS, Soil Science Division, World Soil Resources, Washington D.C., 1998)<sup>5</sup>

## 1.1.1 Charakter der trockenen Gebiete

### 1.1.1.1 Temperatur

Das klimatische Muster in den trockenen Zonen wird häufig saisonal durch eine relative kalt-trockene Zeit und eine relativ heiße Zeit gekennzeichnet, auf die schließlich eine moderat regnerische folgt (FAO, 1989). In der heißen Jahreszeit steigt die Lufttemperatur nach Sonnenaufgang schnell an, bis zu einem mittleren Maximum deutlich über 40°C, mit einem aufgezeichneten Maximum von 58° C. In der Nacht sinkt die Temperatur um etwa 20°C. In der kühlen Jahreszeit liegt das mittlere Maximum bei ca. 30°C und fällt in der Nacht jedoch um etwa 10° bis 20°C oder mehr ab. Dies ist abhängig von der Höhenlage. Darüber hinaus kann es nachts zu Bodenfrost kommen.

### 1.1.1.2 Luftfeuchtigkeit und Niederschlag

Die durchschnittliche jährliche Niederschlagsmenge in ariden und semi-ariden Regionen liegt deutlich unter der jährlichen potentiellen Verdunstung und die absolut trockene Jahreszeit dauert in der Regel mehrere Monate, ebenfalls variiert die Niederschlagsmenge in ariden Zonen beträchtlich von einem Jahr zum anderen (FAO, 1989).

Die Niederschlagsintensität ist ein weiterer Parameter, der berücksichtigt werden muss. Da der Boden und die Pflanzen nicht in der Lage sind, die gesamte Wassermenge während eines heftigen Regenfalls ausreichend schnell aufzunehmen, kommt es zu Oberflächenabfluss oder das wertvolle gelegentliche Wasser geht verloren. Auch der meiste jährliche Niederschlag fällt in der kühleren Jahreszeit, während die meisten Pflanzen sich in ihrer Ruhephase befinden und das vorhandene Wasser in diesem Zeitraum nicht vollständig nutzen können.

<sup>5</sup> <http://soils.usda.gov/use/worldsoils/mapindex/desert.html>.

Insgesamt kann man für die Bewässerung der Grünflächen in städtischen oder ländlichen Gebieten in ariden und semi-ariden Region nicht auf natürliche Niederschläge zählen.

Obwohl der Regen und die Temperatur die primären Faktoren sind, auf denen die Trockenheit beruht, üben andere Faktoren ebenfalls einen Einfluss aus. Die Luftfeuchtigkeit spielt eine Rolle für den Wasserhaushalt im Boden. Wenn der Feuchtigkeitsgehalt im Boden höher als in der Luft ist, gibt es die Tendenz zum Verdampfen des Wassers in die Luft; im gegenteiligen Fall verdichtet sich das Wasser im Boden. Die Luftfeuchtigkeit ist in der Regel in ariden Zonen gering, dann verliert Boden während des Tages ständig sein Wasser.

Das Auftreten von Tau und Nebel ist für das Überleben der Pflanzen wichtig. Tau ist das Ergebnis der Kondensation von Wasserdampf aus der Luft auf Oberflächen während der Nacht, Nebel ist eine Suspension von mikroskopischen Wassertröpfchen in der Luft. Nächtliche Bewässerung der Grünflächen in warmen Zonen bietet die Möglichkeit, dass die Böden das Wasser, das später auf den Blättern der Pflanzen in Form von Tau oder Nebel gesammelt wird, durch die offene Stomata gelangt oder alternativ aufgesaugt werden kann.

#### **1.1.1.3 Strahlung**

---

Der Himmel ist meist klar, so dass während des Tages eine sehr starke Sonneneinstrahlung herrscht. Die Atmosphäre braucht etwa zwei Stunden und die Landoberfläche ca. eine Stunde zur Reaktion auf die Wärme der Strahlung im Tagesverlauf (Bi et al., 2008: 35). Eine Freisetzung eines erheblichen Teils der gespeicherten Tageswärme erfolgt in Form von Strahlung in den kalten Nachthimmel.

Bei hoher Sonneneinstrahlung in den ariden Gebieten ist die Bodenverdunstung größer als die jährlich einsickernde Niederschlagsmenge, dann können sich die Salze zum Teil auf natürliche Weise und auch durch eine ineffiziente Bewässerung in den oberen Bodenschichten akkumulieren (Zech & Hintermaier-Erhard, 2002: 57).

Die jährliche Variationsbreite der Atmosphären- und Landoberflächenstrahlungen in der semi-ariden Region ist viel kleiner als die in der trockenen verlassenen ariden Region. Das heißt, dass der berechnete jährliche Durchschnitt der Wolkendichte in der semi-ariden Region viel größer als in der ariden Zone ist und der Boden in der semi-ariden Zone deshalb reicher ist.

#### **1.1.1.4 Wind**

---

Die Winde, die sehr unterschiedlich ausfallen, werden in der Regel durch die Thermik von Temperatur und Feuchtigkeit verursacht. Winderosion ist vor allem ein Phänomen in ariden und semi-ariden Gebieten, da die Böden dort durch das lose Oberflächenmaterial und entsprechend lose Wurzeln von Pflanzen empfindlich sind (Skidmore, 1986: 195f.) und (Hagen, 1991: 831). Am Tag wehen sie oft stark und heftig mit einer Tendenz, Sand- oder Staubstürme zu entwickeln. Aufgrund der knappen Vegetation, welche in entsprechender Dichte die Luftbewegungen reduzieren könnte, sind die ariden Regionen typischerweise windig. Der Wind entfernt zudem die feuchte Luft um die Pflanzen und an den Böden und als Ergebnis entsteht eine erhöhte Evapotranspiration.

### **1.1.2 Die Vegetationszonen (Ökozonen) der ariden und semi-ariden Gebiete**

---

Die hyper-ariden Zonen (Trockenheits-Index 0,03) umfassen Trockengebiete ohne Vegetation, mit der Ausnahme vereinzelter Sträucher. Hier wird häufig nomadisches Leben praktiziert.

Die jährliche Niederschlagsmenge ist gering und selten größer als 100 mm pro qm. Die Regenfälle treten nur vereinzelt und unregelmäßig auf, manchmal muss die Region für lange Zeiträume, teilweise bis hin zu mehreren Jahren, ohne Regen auskommen.



Die Trockenzone (Trockenheits-Index 0,03 bis 0,20) ist gekennzeichnet durch Beweidung und Landwirtschaft, die nur mit Bewässerung möglich ist. In den meisten Fällen ist die einheimische Vegetation spärlich, wobei ein- und mehrjährige Gräser und krautige andere Pflanzen und Sträucher sowie kleinere Bäume überwiegen. Es kommt zu stark schwankenden Regenmengen, mit jährlichen Beträgen zwischen 100 und 300 mm pro qm.

In den semi-ariden Zonen (Trockenheits-Index von 0,20 bis 0,50) kann die Produktion als Regenfeldbau oder Bewässerungslandwirtschaft nur auf wenig überlebensfähigem Niveau betrieben werden. Die ursprüngliche Vegetation ist vertreten durch viele Gräserarten mit unterschiedlichen Ausprägungsformen und -stärken sowie Sträucher und kleinere Bäume.

Die jährliche Niederschlagsmenge variiert zwischen 300 und 600 bis 700-800 mm/qm mit Sommerregen und von 200-250 bis 450/500 mm mit Winterregen (FAO, 1989).

Der Deckungsgrad der Vegetation in ariden Gebieten ist abhängig von der Höhe der Niederschläge: Er ist in regenreichen Jahren vergleichsweise hoch und in der Zeit der Dürre mit der Reduzierung der Verfügbarkeit von Wasser und steigenden Temperaturen werden jedoch die Pflanzen in ihrem Wachstum gehemmt oder sie vertrocknen. Bei kurzer Dürreperiode und ohne anthropogene Faktoren weisen die Pflanzen eine stark ausgeprägte Regenerationsfähigkeit auf, was sich durch die zeitlich stabile Instabilität stabilisiert und ein haltbares System zeigt (Hammer, 1999).

Das wenige Wasser erhalten die Regionen mit den gelegentlichen Regenfällen, die im Jahresablauf zu finden sind. Die Niederschlagsmenge liegt in den meisten ariden Gebieten weit über 100 mm/Jahr. Die tatsächlich erzeugte Pflanzenmasse in einem Trockengebiet nimmt proportional zu den Niederschlägen ab Erst in Regionen mit einer Regenmasse von weniger als 100 mm/Jahr beginnt die eigentliche Wüste, wie beispielsweise die Dasht-e Lut in Iran.



Abbildung 1-3: Hyper-aride Landschaft: Algerien (F. Devouard, Sahara, Wikimedia Commons, 2004)<sup>6</sup>



Abbildung 1-4: Aride Landschaft: Marokko (William Lorenz, 2003)<sup>7</sup>



Abbildung 1-5: Semi-aride Landschaft: Iran (Z. Karami, A. Hashemipour)<sup>8</sup>

### 1.1.3 Globale Erwärmung und Ausbreitung von ariden Gebieten

Unter renommierten Wissenschaftlern gibt es keine Zweifel mehr darüber, dass die globale Erwärmung eine erhebliche Bedrohung für die Menschheit darstellt. Weltweit hat der Anstieg der Temperaturen tiefgreifende Folgen für die Verfügbarkeit der natürlichen Ressourcen, von denen der wirtschaftliche Wohlstand und die menschliche Entwicklung abhängen (Fahmida, 2007: 15ff.).

Der „Climate Change 2007“ (AR4) Report besagt, dass nach derzeitigem Kenntnisstand die beobachteten Auswirkungen von Klimaänderungen auf die natürliche und menschliche Umwelt den

<sup>6</sup> <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Sahara.jpg>.

<sup>7</sup> [http://gallery.hd.org/\\_c/places-and-sights/\\_more2002/\\_more11/Morocco-High-Atlas-Mountains-Timichi-and-valley-arid-landscape-terraced-fields-white-wispy-clouds-in-sky-WL.jpg.html?sessionVar=spider&sessionVarLocale=de](http://gallery.hd.org/_c/places-and-sights/_more2002/_more11/Morocco-High-Atlas-Mountains-Timichi-and-valley-arid-landscape-terraced-fields-white-wispy-clouds-in-sky-WL.jpg.html?sessionVar=spider&sessionVarLocale=de).

<sup>8</sup> <http://iausrwm-88.blogspot.com/print/post-138/>.

Einfluss des Menschen auf das Klima als einen wissenschaftlichen Fakt manifestieren. Weiterhin wird der hohe Wahrscheinlichkeitsgrad durch die globale Bewertung der Daten seit 1970 belegt und damit postuliert, dass die anthropogene Erwärmung bereits einen erkennbaren Einfluss auf viele physikalische und biologische Systeme hatte (IPCC, 2007b: 40f.).

Globale Erwärmung ist Aufgrund ihrer Auswirkungen auf die menschliche Sicherheit, Gesundheit, Wirtschaft und Umwelt, von denen einige schon heute wahrzunehmen sind, mit großen Risiken behaftet. Diese Veränderungen als die Konsequenzen der globalen Erwärmung, wie zum Beispiel die zu beobachtenden Wetterveränderungen, beeinflussen nicht nur die Aktivitäten des Menschen, sondern auch die Ökosysteme. Einige direkte Nachwirkungen davon sind die steigenden Lufttemperaturen und die Ausbreitung der ariden Gebiete. Da die wärmere Luft mehr Wasser aufnehmen kann, erhöht sich die Verdunstungsrate und führt die zunehmende Verdunstung zu einem höheren Risiko für heftige Niederschläge und damit auch zu Überschwemmungen in Form von Hochwasser (Milly et al., 2002: 515ff.), während in einzelnen Regionen jedoch auch die Trockenheit zunehmen kann (Rahmstorf & Schellnhuber, 2006).

Z. B. kam durch die Erwärmung des Indischen Ozeans im Osten Afrikas zu schwereren Trockenperioden (Hansen, 2008), wenn in den Trockengebieten Pakistans mit hohen Regenfällen gekämpft wurde (Treydte et al., 2006: 1180).

Auch durch gestiegene Niederschlagsmengen, höhere Temperaturen, einen steigenden CO<sub>2</sub>-Gehalt der Atmosphäre, verringerte Bewölkung und die daraus resultierende Zunahme der Sonnenstrahlung hat das Pflanzenwachstum in den letzten Jahrzehnten besonders in den hohen nördlichen Breiten zugenommen.

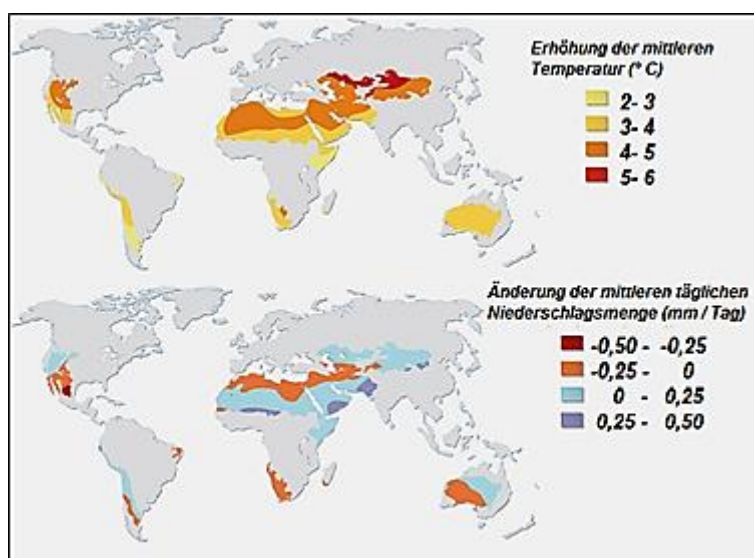


Abbildung 1-6: Klimaszenerien in Wüstengebieten, zeigt die Änderung der Temperatur und Niederschlagsmenge in den 30-Jahres-Mitteln 2071-2100 bezogen auf die Mittelwerte der Jahre 1961-1990 (Hugo Ahlenius, UNEP/GRID-Arendal, 2006)<sup>9</sup>

So vergrößerte es sich zwischen 1982 und 1999 um 6% im weltweiten Durchschnitt und der größte Anstieg war in tropischen Ökosystemen am Amazonas (Nemani et al., 2003: 1560).

Die globale Durchschnittstemperatur stieg in den vergangenen 150 Jahren um etwa 0,8-1°C an. Jedoch sind laut einer Studie von Jeff Knight (Exeter) & Kollegen die Temperaturen global im Zeitraum von 1999-2008 nicht gestiegen, und während sich der größte Teil der Erde mehr oder weniger stark in den vergangenen Jahrzehnten erwärmte, gibt es einige Regionen, deren Oberflächentemperaturen gesunken sind (Kerr, 2009: 28). Z. B. ist in den vergangenen zehn Jahren bereits eine Zunahme der Sahel-Vegetation auf Basis von Satellitenbildern festgestellt worden (Olssona et al., 2005: 563f.). Andere Forscher interpretieren dieses Phänomen (Ergrünen dieser Region) als einen möglichen Effekten der globalen Erwärmung (Allison et al., 2011: 42).

<sup>9</sup> [http://www.grida.no/graphicslib/detail/climate-change-scenarios-for-desert-areas\\_1250](http://www.grida.no/graphicslib/detail/climate-change-scenarios-for-desert-areas_1250)

Auch entfacht sich derzeit eine Diskussion darüber, ob die Temperaturwerte der letzten Dekade überhaupt korrekt ermittelt wurden. Ob die Werte nach oben gehen oder nicht ist letztendlich eine Frage des Betrachtungszeitraums und -gebiets sowie des verwendeten Datensatzes. Die unterschiedlichen Prognosen belasten die Glaubwürdigkeit der zuständigen Institute und Forscher (von Storch, 2009) und (Paterson, 1996).

## 1.2 Stadtklima

Bebauungsdichte, das Wärmespeichervermögen der verwendeten Baustoffe, die Bodenversiegelung, die fehlende Vegetation sowie die vermehrte Emission von Abgasen wie Schadstoffe aus Kfz, Aerosolen und Abwärme können in Städten im Vergleich zum ländlich geprägten Umland zu einer höheren Durchschnittstemperatur und Schadstoffkonzentration einhergehend mit zu geringer Luftfeuchtigkeit und Windgeschwindigkeit führen. Das Stadtklima kann sich infolge dieser Charakteristik negativ auf die menschliche Gesundheit auswirken und Veränderungen der Flora und Fauna verursachen oder verschlimmern (Ludwig, 1970) und (An Inconvenient Truth, 2006).

Das Stadtklima wird von verschiedenen Klimafaktoren geprägt, die sich in zwei Kategorien einteilen lassen, natürliche Faktoren: die geografische Lage, das Relief, die Höhenlage und der Anteil der noch bestehenden naturnahen Oberflächen innerhalb des Stadtgebietes und anthropogene Faktoren: Veränderungen der Erdoberfläche; weitere Eingriffe in den Wärme- und Energiehaushalt auf der Erdoberfläche; Eingriffe in den Wasserhaushalt; Veränderung der chemischen Zusammensetzung der Atmosphäre durch Nutzung fossiler Energieträger (Brandt, 2005: 90f.).



Abbildung 1-7: Dunklere städtische Oberflächen absorbieren während des Tages mehr Wärme und bedingen die städtische Wärmeinsel mit

Durch ihr Zusammenwirken bestimmen diese natürlichen und anthropogenen Faktoren die jeweilige Ausprägung des Stadtklimas. Dies bedeutet, dass jede Stadt über ihr spezifisches Stadtklima verfügt und folglich keine einheitlichen Standards existieren.

Im Gegensatz zu unbebauten Flächen wirken bebaute Flächen wie ein Wärmespeicher (siehe Abbildung 1-7). Über unbebauten Wiesenflächen kühlt sich die Luft nachts daher schneller ab. Die Luft in der Umgebung kann sich infolge der Bebauung nicht mehr abkühlen. Die erhöhte Partikelkonzentration in der städtischen Luft dämpft ihrerseits nochmals die Abstrahlung von Wärme. Ein weiterer Faktor, der zur Erwärmung der Innenstädte führt, ist die großräumige Flächenversiegelung. Da die Verdunstung Wärme verbraucht, führt auch dieser Effekt zu einer geringeren Abkühlung (bzw. umgekehrt zu einer Erwärmung) der Städte (Hupfer et al., 2006).

Als Folge der thermischen Unterschiede sowie des unterschiedlichen Feuchtgehalts der Luft stellen sich innerhalb der Stadt auch Unterschiede in der relativen Feuchte, also im Sättigungsgrad der Luft ein. Höhere Temperaturen bedeuten eine Reduzierung der relativen Feuchte, denn warme Luft kann mehr Feuchtigkeit aufnehmen als kühle. Im Sommer liegt die relative Feuchte in der Innenstadt durchschnittlich bei 5 bis 7% unter den Werten, die in den Außenbezirken gemessen werden.

Durch die Ausprägung der Wärmeinsel ist die relative Luftfeuchtigkeit in Städten geringer als dem Umland; trotzdem sind Starkregen und Gewitter in Städten häufiger und die Niederschlagsmenge größer. Ursache hierfür ist eine 3–5 höhere Konzentration an Kondensationskernen aufgrund der Emissionen von Industrie und Autoverkehr (Curdes, 2010: 14).



Die Strahlungsbilanz hängt grundsätzlich vom Zenitstand der Sonne und der Trübung der Atmosphäre ab. Somit kann auch erklärt werden, warum in der Stadt die Strahlungsbilanz geringer ist als die des Umlands. Durch die Dunstglocke über der Stadt beträgt die Verringerung der Globalstrahlung gegenüber dem unbebauten Umland bis zu 20% (Kuttler, 2004). Bei vielen Betrachtungen wird die Anpassungsfähigkeit des Menschen an klimatische Veränderungen außer Acht gelassen. Die Großstädte haben bereits

einen starken Temperaturanstieg zu verzeichnen und geben die Gelegenheit, einen Blick in die Zukunft zu werfen. Durch den städtischen Wärmeineffekt (verursacht durch zunehmende Bebauung) stiegen beispielsweise im Stadtzentrum von Los Angeles, USA die Höchsttemperaturen im Laufe des vergangenen Jahrhunderts um rund 2,5°C, die Tiefsttemperaturen um rund 4°C. Für New York lässt sich eine ähnliche nächtliche Wärmeinsel von 4°C feststellen. Würde man Teerflächen und Gebäude in großen Städten weiß anstreichen, so würde die Rückstrahlungsfähigkeit stark erhöht und Hitzestaus reduziert. In London könnte dies die Hitze um etwa 10°C verringern (Lomborg, 2007).

Tabelle 1-2: Allgemeine Umgebung-Parameteränderungen in der Stadt im Vergleich zu unbebautem Umland (Met Office, 2011)

Sonnenscheindauer	Jährlich 5 bis 15% weniger
Mitteltemperatur	0.5-1.0°C höher
Maximale Temperaturen im Winter in °C	1 bis 2°C höher
Vorkommen von Frösten	2 bis 3 Wochen weniger
Relative Luftfeuchtigkeit im Winter	2% niedriger
Relative Luftfeuchtigkeit im Sommer	8 bis 10% niedriger
Gesamtniederschlag	5 bis 10% mehr
Zahl der Regentage	10% mehr
Zahl der Tage mit Schnee	14% weniger
Wolkenabdeckung	5 bis 10% mehr
Vorkommen von Nebel im Winter	100% mehr
Menge von Kondensationskernen	10-mal mehr

### 1.2.1 Wärmeinseln in ariden Gebieten

Forscher der NASA haben in einer Landschaftsstudie festgestellt, dass die Intensität einer Wärmeinsel, die durch eine Stadt geschaffen wird, das natürliche Ökosystem ersetzt und sich auf das regionale Klima auswirkt. Städtische Gebiete in ariden und semi-ariden Regionen zeigen weit weniger Abhängigkeit von der Heizenergie im Vergleich mit umliegenden Landschaften als Städte der bewaldeten und mäßigen Klimate.

In den Studien von Städten in ariden und semi-ariden Regionen fanden Wissenschaftler heraus, dass diese Städte im Sommer nur etwas wärmer als die Umgebung und im Winter manchmal kälter als die Umgebung sind. Z. B. ist im Sommer die Temperatur der Wärmeinsel (UHI) in der Wüstenstadt Las Vegas um 0,46°C niedriger als die Umgebung, im Vergleich zur 10°C höheren UHI in Städten wie Baltimore (einer Hafenstadt mit humidem Klima). Weltweit sind die durchschnittliche Temperaturunterschiede zwischen den ariden Städten und ihrer Umgebung nicht so groß (ca. 0,21°C oder weniger) im Vergleich mit dem Klima der bewaldeten Städte, die eine Differenz von bis zu 3,8°C zu ihrer Umgebung aufweisen (Carlowicz, 2009). Diese neue Studie zeigt, dass der „Urban Heat Island Effect“ in ariden Gebieten möglicherweise weniger effektiv ist (Stefanov et al., 2001: 183f.).

Städte in trockenen Gebieten sind ausgezeichnete Modelle für das Verständnis von durch Menschen verursachte Änderungen im Wasserzyklus. In den meisten Fällen zeigten die Städte hohe Wachstumsraten vor allem in den letzten 30 bis 50 Jahren aufgrund neuer Methoden der Bewässerung und des Erhalts von Wasser für den täglichen Gebrauch. Beispielsweise bestätigen die Grunddaten von Landsat (Aster und TRMM) einen beachtenswerten Anstieg des Niederschlags um Riad, das ein bedeutendes Städtewachstum in den letzten Dekaden gezeigt hat. Wichtig erscheint zudem, dass menschliche Aktivitäten wie Flächennutzung, Aerosole und Bewässerung in dieser trockenen städtischen Umwelt den gesamten Wasserzyklus zusätzlich beeinflussen (Shepherd, 2006: 609-28) und (Gutro, 2006).



*„Nachhaltige Entwicklung kann die Verwundbarkeit gegenüber Klimaänderungen senken; und die Klimaänderung könnte viele Nationen in ihren Fähigkeiten, nachhaltige Entwicklungspfade einzuschlagen, behindern“ (IPCC, 2007c: 36).*

Die traditionellen Designs der Städte in Trockengebieten versorgen gleichzeitig eine Makro- (Siedlungs-) und eine Mikro-Ebene (Gebäudeebene), um unangenehme klimatische Bedingungen zu verringern. Die Gebäude mussten (und müssen) den extremen Temperaturen an Sommertagen und Winternächten zur Erreichung eines ausgeglichenen Raumklimas angepasst werden. Auch passive Wärme kann während kalter Nächte erforderlich sein. Des Weiteren muss ein Schutz der Bauwerke vor intensiver Sonneneinstrahlung, Staub, Sandstürmen und Insekten erfolgen. Siedlungen und Gebäude wurden daher kompakt angelegt, um Schatten und eine regulierbare Ventilation zu gewährleisten.

### **1.2.2 Aride Städte und traditionelle klimatische Verhältnisse**

Nach Schätzungen der Vereinten Nationen werden bis zum Jahr 2050 bis zu 70% aller Menschen in Städten leben (86% in den weiterentwickelten Regionen und 67% in den weniger entwickelten Regionen). Die globale Rate der Urbanisierung dürfte sich auch in Zukunft mit dem Entstehen von sehr großen städtischen Agglomerationen in den Entwicklungsländern beschleunigen (UN-HABITAT, 2008b: 11). Viele der am schnellsten wachsenden Stadtgebiete befinden sich in ariden Zonen.

Eine nachhaltige Stadtentwicklung ist nur im stadtregionalen und multidisziplinären Kontext zu erreichen, deshalb sind wissenschaftlich begründete Prognosen und integrierte Konzepte eines langfristig auf Umweltqualität hin orientierten Managements sowohl in stadtregionaler Dimension als auch bezogen auf ihre Teilräume/-landschaften notwendig. Urbanisierung ist ein vielschichtiger Prozess mit einem komplexen Muster treibender Kräfte, die in den meisten dieser Länder nicht offen sichtbar sind. Die Städte der ariden Zonen, besonders in den Entwicklungsländern, stehen vor einer Reihe ökologischer und sozio-ökonomischer Probleme. Mit der Prioritätssetzung auf wirtschaftliche und soziale Themen sind die erforderlichen Umweltaufgaben sehr vernachlässigt worden.

Die Verfasstheit heutiger Städte führt zu einem Beschäftigungsanstieg und einem höheren Lebensstandard, das unkontrollierte Bevölkerungswachstum steigert sich jedoch durch Wassermangel, Verschmutzung und Verschlechterung der Bodenqualität und erhöhte Bodenpreise bedingen die Entwicklungen von Armut und Slums (WWAP, 2009: 84f.).

Möglicherweise sind die traditionellen Mechanismen in der beschriebenen neuen sozialen Situation weitgehend ineffizient, aber die physikalischen und architektonischen Anpassungen der ariden Städte, die die Menschen in tausenden von Jahren entwickelten, können auch aktuell noch sehr hilfreich sein.

Der Mensch musste sich historisch entweder den Umständen der Natur anpassen, um aus dieser trockenen Landschaft landwirtschaftliche Produkte zu gewinnen, wie etwa durch Nomadismus und Oasenwirtschaft. Oder es wurde versucht, die ariden Gebiete mit Wasser zu versorgen, das meist sehr weit geleitet werden musste (Bewässerungswirtschaft). Die letzte Option bildet die Stadtbegrünung bzw. die Begrünung außerstädtischer Gebiete, die in ariden Gebieten sehr häufig angewendet wurde.

Trotz der ökologischen Auswirkungen erhöht sich die Abhängigkeit der Menschen von nicht erneuerbaren Energieträgern weiter. Die Belastung des Ressourcenverbrauchs in Gebäuden oder städtischen Einrichtungen kann in vielfältiger Weise minimiert werden. Die erste Voraussetzung hierfür ist ein grundlegendes Verständnis des Klimas und der örtlichen Verhältnisse. Dieser bioklimatische Umgang mit Architektur kann jedoch nicht nur in der Wüste Anwendung finden. Seine Relevanz begründet sich wie folgt:

- Um akzeptable Lebensumstände zu bieten macht eine aride Stadt erhebliche Vorleistungen an natürlichen Ressourcen wie Wasser und Energie notwendig.
- Die Möglichkeiten zur Nutzung der Sonnenstrahlung, Spaltlüftung, Verdunstung und atmosphärischen Gegenstrahlung bei klarem Himmel (Tag und Nacht) gehören zu den vielen passiven Systemen und Design-Strategien, deren Wirksamkeit besonders in einem trockenen Klima ausgeprägt ist (Faiman et al., 2002: 527f.).

Normalerweise sind architektonische Standardbauweisen überwiegend an Nicht-Wüsten-Gebiete angepasst. Allerdings verursacht die akkumulierte Bevölkerung in den dicht bevölkerten Zentren vieler Länder enormen Druck auf die Stadtumgebung. Diesen in einer nachhaltigen Art und Weise zu verringern ist eine unmittelbare Herausforderung.

Beispielsweise liegt in Israel der Ölverbrauch bei ca. drei Tonnen pro Person im Jahr. Wie in den meisten entwickelten Ländern verbrauchen die Einwohner ca. 40% dieser Energie für Heizung oder Kühlung, um die Gebäude bewohnbar zu halten. Wenn die Energiekosten des Hochbaus und der genutzten Materialien einerseits und andererseits des städtischen Transportes hinzugefügt werden, stellt sich heraus, dass der Großteil des gesellschaftlichen Energieverbrauchs durch die Arbeit der Architekten und Stadtplaner beeinflusst wird (Portnov & Erell, 1998).

Die traditionellen Designs der Städte in Trockengebieten versorgen gleichzeitig eine Makro- (Siedlungs-) und eine Mikro-Ebene (Gebäudeebene), um unangenehme klimatische Bedingungen zu verringern. Die Gebäude mussten (und müssen) den extremen Temperaturen an Sommertagen und Winternächten zur Erreichung eines ausgeglichenen Raumklimas angepasst werden. Auch passive Wärme kann während kalter Nächte erforderlich sein. Des Weiteren muss ein Schutz der Bauwerke vor intensiver Sonneneinstrahlung, Staub, Sandstürmen und Insekten erfolgen. Siedlungen und Gebäude wurden daher kompakt angelegt, um Schatten und eine regulierbare Ventilation zu gewährleisten.

Im letzten halben Jahrhundert haben technologische Veränderungen spürbare Auswirkungen auf die weltweiten städtischen Formen und Gebäudekonstruktionen nach sich gezogen. Auch die Integration der Verkehrsentwicklung, vor allem die des Autos, hat das traditionelle städtische Muster der ariden und semi-ariden Regionen drastisch verändert. Die neuen breiten Straßen verringern beispielsweise das Schattenpotenzial. Zusätzlich tragen die gehäufte Nutzung der Klimaanlagen und die großen gepflasterten Oberflächen zu Änderungen im Mikroklima der städtischen Situationen bei. Außerdem traten einige Veränderungen der Lebensstile ein;



Abbildung 1-8: Schmale winkelige Gassen und Straßen, die Schatten spenden und stürmische Winde verhindern; Yazd-Iran; Foto:IRNA



Abbildung 1-9: Windleitung und Nutzung der Luftströmung durch die Ventilation zur Kühlung & Heraufsetzung der Reflexionswert in den Straßen und offenen Räumen mit weiß gestrichenen Gebäuden; Laft-Iran; Foto: ISNA



Abbildung 1-10: Kompakte Geometrie und Innenhöfe mit High-Albedo-Baustoffen, viel Begrünung und Wasserflächen; Khaneh Borudjerdi, Kashan, Iran; Foto: Hamshahr<sup>10</sup>

<sup>10</sup> <http://hamshahrionline.ir/details/134787>.

beispielsweise gelten Schlamm- oder Ziegelsteingebäude, die dunklen Innenräume, die kleinen Fenster und das Schlafen auf dem Dach als nicht mehr akzeptabel für die Gesellschaft in großen Städten (Clark & Paylore, 1980).

In den ariden Zonen der Welt entwarfen die Menschen – von Mexiko bis zur Sahara – folgende wichtige Ziele in Bezug auf die städtischen Formen und Außenräume:

- Die Form und die topografische Lage der Städte in ariden Gebieten orientierten sich neben der Wasserquellenlage auch an den Faktoren Sonnenstrahlung und Wind.
- Orientierung an der Sonne: Kompakte Siedlungen sollten auf schattigen Hängen und auf höheren Ebenen verortet werden. Die allgemeine Präferenz für gutes Licht ist der Norden (auf der Nordhalbkugel) und die Ausrichtung der Beschattung ist westlich.
- Orientierung am Wind: Obwohl die Winde in ariden Gebieten teilweise stören, sollte die Wirkung des kühlen Luftstroms auch genutzt werden. Die Auswirkung der Sandstürme wurde durch die Lage der Siedlungen in höheren Positionen reduziert.
- Die Bauweise vermied große offene Räume innerhalb der Stadt und die Nutzungspräferenz bei kultivierten Pflanzen lag bei Anpflanzungen, die wenig Wasser erfordern.



Abbildung 1-11: Kompakte Formen zur Minimierung der Windbelastung und Bau mit kleinstmöglichen Gebäudehüllen; Zuni -Pueblo, Südliche Ansicht, New Mexico, 1873; Foto: T. H. O'Sullivan <sup>11</sup>

### 1.3 Wasserknappheit und Wasserwirtschaft in ariden und semi-ariden Regionen

80 Länder der Erde liegen in ariden und semi-ariden Gebieten, welche 30% der Kontinente bedecken. Das bedeutet, dass 40% der Weltbevölkerung in ariden und semi-ariden Regionen lebt. 30 Länder kämpfen mit akuter Wasserknappheit. Heute gibt es etwa 1,2 Mrd. Menschen in entwickelten Ländern und 5,6 Mrd. in den Entwicklungsländern. Bis 2050 bleibt die Anzahl der Bevölkerung in entwickelten Ländern voraussichtlich unverändert, während die Zahl in den sog. Entwicklungsländern auf 7,9 Mrd. ansteigen kann (United-Nations, 2009: 1). Damit vergrößert sich auch die Konkurrenz um den Zugang zur lebenswichtigen Ressource Wasser. Das Wasser in ariden Gebieten ist ein strategischer Schatz und als solcher unersetzlich. In den kommenden Jahren drohen sich weltweit die Wasservorräte weiter zu verknappen, so dass im Jahr 2025 etwa 1,8 Mrd.

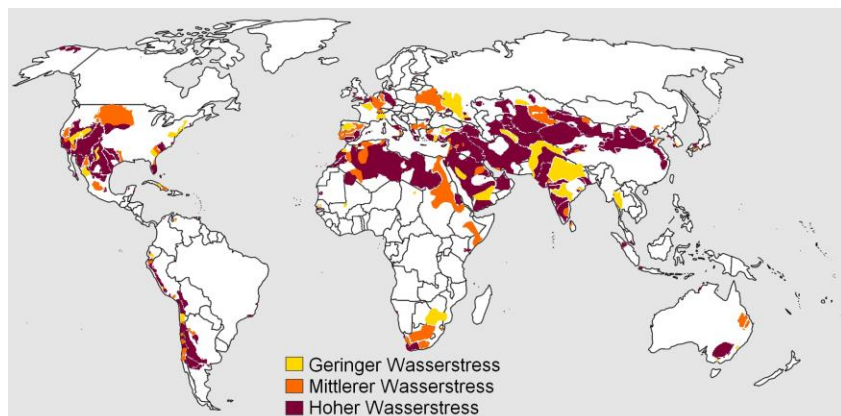


Abbildung 1-12: Globale Wasserknappheit in Anlehnung an Smakhtin, Revenga & Döll, 2004<sup>12</sup>

<sup>11</sup> [http://en.wikipedia.org/wiki/File:Timothy\\_H.\\_O%27Sullivan\\_-\\_Section\\_of\\_South\\_Side\\_of\\_Zuni\\_Pueblo\\_-\\_GEH\\_.197900\\_1\\_40050.jpg](http://en.wikipedia.org/wiki/File:Timothy_H._O%27Sullivan_-_Section_of_South_Side_of_Zuni_Pueblo_-_GEH_.197900_1_40050.jpg).

<sup>12</sup> <http://www.unep.org/dewa/vitalwater/article77.html>.



Menschen keine ausreichenden Trinkwasserressourcen zur Verfügung haben könnten. Zu den langfristigen Risiken der Wasserarmut gehören Konflikte und Kriege um Süßwasser.

Besonders die Bevölkerung in Afrika und Asien, wo jeweils knapp 1/4 aller Einwohner, die in ariden und semi-ariden Regionen leben, sind von dieser dramatischen Situation betroffen. Der Nahe Osten und Nordafrika sind heute die Regionen mit dem am stärksten ausgeprägten Wassermangel. Der durchschnittliche jährliche Niederschlag im Nahen Osten beträgt weniger als 9,8 mm/Jahr, (außer an der Mittelmeerküste und den Berggebieten des Libanon, in Syrien und Irak). Nur die Türkei und Iran verfügen über einen relativen Wasserüberschuss (Beschoner, 1992: 12).

Auch Nutzungskonflikte zwischen Landwirtschaft, Haushalten und Industrie stellen - vor allem in trockenen Ländern- Herausforderungen für die zukünftige Wasserwirtschaft dar.

2002 wurden auf dem UN-Gipfel in Johannesburg für den Zugang zu Wasser und sichere Sanitärtechnologien sehr anspruchsvolle Ziele (sog. Millenniumsziele) festgeschrieben: Die Zahl der Menschen, die keinen Zugang zu sauberem Trinkwasser und zu sanitären Anlagen hat, soll bis 2015 halbiert werden (WSSD, 2002).

Aber dieses globale Problem ist zunehmend transnational und sollte mit dem Global Governance Konzept, durch formelle und verbindliche Abkommen, aber auch durch rechtlich nicht bindende Standardsetzung, Selbstverpflichtungen, Kooperations- und Dialogverfahren und multilaterale Netzwerke sowie Regulierungseffekte, zu

lösen versucht werden, um die Wasserkrise zu verringern (Dobner, 2010).

Wasserknappheit und -versorgung sind keine neuen Probleme (siehe Abbildungen 1-13 bis 1-15). Viele Zivilisationen, die große Zentren der Macht und Kultur ausbildeten, wurden an Orten gegründet, die nicht genügend Wasser zur Versorgung der wachsenden Bevölkerung bereitstellten, oder die Merkmale ariden Klimas erschienen erst im



Abbildung 1-13: Aqüeducte de les Ferreres bei Tarragona, Spanien<sup>13</sup>



Abbildung 1-14: Gonabad-Qanat, ca. 2500 Jahre alt, 32 km lang, Iran<sup>14</sup>



Abbildung 1-15: Tang-e-Mahi, ein großer 700 Jahre alter Staudamm mit der Höhe von 21 Metern. Er wurde zu Verhinderung der Wasserverdunstung und Reduktion des Salzgehalts des Wassers durch den salzhaltigen Boden gebaut und wird mit Sand durch eine spezielle Drainage befüllt und behandeltes, gereinigtes Wasser kommt heraus. Auf dem oberen Teil des Dammes sieht man statt Wasser eine Strauch-Landschaft. Die Menge des ausgegebenen Wassers beträgt 32-82 L/Sec. (Jawaheri & Jawaheri, 1999: 20&43)

<sup>13</sup> [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Roman\\_aqueduct\\_Tarragona.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Roman_aqueduct_Tarragona.jpg).

<sup>14</sup> <http://hamshahrionline.ir/details/18032>.

Laufe der Zeit und konfrontierten diese Ansiedlungen mit neuen Herausforderungen. Im Laufe der Geschichte haben die Menschen in ariden und semi-ariden Ländern unterschiedlichste Strategien entwickelt, um das Problem der Wasserknappheit zu lösen. Sie sammelten Wasser von der Oberfläche z. B. in Form eines Qanats<sup>15</sup>, speicherten Niederschlags-Abflusswasser und zielten auf die Gewinnung von unterirdischem Wasser ab. Auch Wasserleitungssysteme wie Aquädukte<sup>16</sup> und Reserveanlagen wie Staudämme gehören zu den wertvollen menschlichen Erfindungen.

Die Entnahme bzw. die Ableitung von Grundwasser z. B. aus Brunnen, Quellen usw. ist auch in diesen Gebieten üblich. Aber die übermäßige Entnahme von Grundwasser hat bereits in mehreren Regionen zur Senkung des Grundwasserspiegels geführt. Pro Jahr werden ca. 160 Mio. m<sup>3</sup> nicht erneuerbares Grundwasser gefördert. In den meisten ariden/semi-ariden Regionen ist gerade die zur Verfügung stehende Grundwassermenge bei einem nicht ausreichend (WETECH, 2011).

Die fehlende Vegetation bewirkt eine erhöhte Verdunstung und Aridifizierung (Verstärkung der Evaporationsbarriere) des Bodens. Dies hat eine rasche und nachhaltige Austrocknung der Bodendecke zur Folge. Auch eine übermäßige Nutzung des Grundwassers kann zu dessen Absenkung führen. Dies Phänomen ist häufig in Bewässerungsgebieten oder in Gebieten mit hohem Bevölkerungsdruck zu beobachten. Eine Grundwasserneubildung findet in ariden Gebieten kaum oder nicht statt, die Grundwasservorkommen sind fossilen oder quasifossilen Ursprungs. Der veränderte Grundwasserstand kann zu verändertem Abflussverhalten (Menge und Häufigkeit) mit häufigerem Auftreten von Hochfluten und dem Ausbleiben von Flutereignissen in Mündungstälern und Unterläufen führen. Ein weiterer hydrologischer Indikator ist die Versalzung des Bodens, sichtbar in Form von Salzsichten und –krusten.

Stadtgrünflächen in ariden und semi-ariden Gebieten können nur bei künstlicher Bewässerung existieren. Außer beliebten Grünflächen sind sogar in diesen Gebieten künstliche Seen, künstliche Bäche und Brunnen in den letzten Jahren, ebenso wie populäre Wasserlandschaften, in großen Städten, z. B. in China oder den Vereinigten Arabischen Emiraten, als touristische Attraktionen gebaut worden.

Manchmal wird knappes kostbares Trinkwasser aus der öffentlichen Wasserversorgung dafür benutzt und in trockenen



Abbildung 1-16: Bodensenkung infolge einer Grundwasserabpumpung, die das Abfallen des Wasserspiegels verursacht hat, (Hamedan, Iran, Darvish, 2009)<sup>17</sup>



Abbildung 1-17: In ariden Klimagebieten kann die Versalzung bzw. Krustenbildung durch übermäßige Bewässerung und hohe Verdampfung innerhalb weniger Jahre geschehen. In Extremfällen wird das Salz als weiße Kruste oder Salzbank an der Bodenoberfläche ausgeschieden (Mehrnews, 2012)<sup>18</sup>

<sup>15</sup> Qanat: unterirdische Wasserleitung aus dem Hochland bis zur Ebene. Diese Bewässerungssysteme wurden in Persien während des ersten Jahrtausends v. Chr. erfunden. Der horizontale Tunnel des Kanals umfasst allgemein zwischen 10 bis 20 km Länge (auch bis zu 120 km möglich).

<sup>16</sup> Aquädukt: Wasserleitungen in den alten Hochkulturen und in Griechenland. Die ältesten Aquädukte in der historischen Überlieferung werden Ramses dem Großen, Semiramis und dem König Salomo zugeschrieben. Aquädukte gab es zu dieser Zeit nicht nur im Nahen Osten, sondern auch z. B. in China.

<sup>17</sup> <http://mohammaddarvish.com/desert/archives/1088>.

<sup>18</sup> خیرگزاری مهر ۱۳۹۱/۶/۴

Armutsräumen wird teilweise auch Rohabwasser unter völlig unkontrollierten Bedingungen zur Bewässerung verwendet, mit allen damit verbundenen hygienischen und ökologischen Nachteilen (IEEM, 2007).

Die Städte in ariden und semi-ariden Gebieten präsentieren sich teilweise ähnlich einer großen Fabrik zur Abwasserproduktion, und 90% des Abwassers in den Entwicklungsländern werden nicht gereinigt. Mit optimierten Managementstrategien und -maßnahmen und technologischen Verbesserungen im Bereich der Interaktion des Wassersektors mit anderen Bereichen, wie der urbanen Entwicklung und Veränderungen in der Siedlungsstruktur, industrieller Entwicklung und dem Sektor für die Erhöhung der landwirtschaftlichen Produktion, können auch diese Städte Grünflächen anlegen (Ardestani, 2004: 41). Das Risikomanagement muss in diesem Zusammenhang einen eigenen Bereich einnehmen. Pflanzen, die mit Grauwasser<sup>19</sup> bewässert werden, sollten regelmäßig auf Schäden untersucht werden und die Bewässerungsmengen bilanziert und die Inhaltsstoffe berücksichtigt werden (CSBE, 2003: 20).

Die Abwasser Verwendung in der Landwirtschaft ist für viele Länder als eine wichtige Ressource für die jeweiligen Planungsprozesse Gewohnheit. Jordanien oder Saudi-Arabien erließen Gesetze zur Wiederverwendung sämtlichen anfallenden Abwassers. In China stieg die Abwasser Verwendung in der Landwirtschaft seit 1958 rasant auf 1,33 Mio. Hektar an (Pescod, 1992: 8).

Die MENA-Region (Middle East & North Africa) zählt zu den trockensten Gebieten der Welt. Bevölkerungswachstum, Urbanisierung und Industrialisierung haben zu einer Zunahme der Wassernachfrage geführt. Von der Gesamtfläche von etwa 14 Millionen km<sup>2</sup> sind mehr als 87 Prozent Wüste. Die Wasserressourcen sind folglich sehr spärlich. Insgesamt wurden die erneuerbaren Wasserressourcen in der Region auf etwa 335 km<sup>3</sup>/Jahr geschätzt, wobei die Nachfrage bereits mehr als 200 km<sup>3</sup>/Jahr beträgt (ca. 60% der erneuerbaren Ressourcen) und weiterhin rasant ansteigt (WWC, 2006).

Wird Wasser von hoher Qualität knapp, muss Wasser von geringerer Qualität (Wasser mit bedenklichen Eigenschaften) für den Bewässerungslandbau oder die Stadtgrünflächen herangezogen werden (Pescod, 1992: 7).

Wasser ist nicht nur eine Lebensgrundlage, es kann ebenso auch eine Bedrohung sein, denn Flutkatastrophen und erhebliche Wasserschäden werden immer häufiger in den Regionen, in denen dies für gewöhnlich nicht der Fall war. Forscher prognostizierten, dass durch die globale Erwärmung

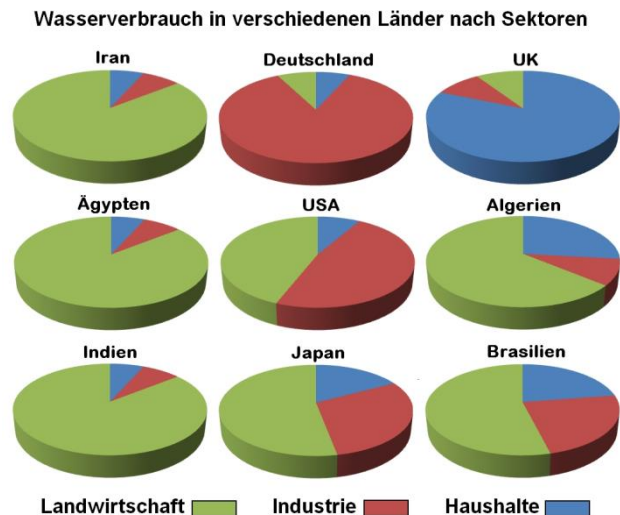


Abbildung 1-18: Wasserverteilung: Ein großes Problem in den trockensten Regionen ist der hohe Wasserverbrauch in der Landwirtschaft, so dass ca. 70% der weltweiten Süßwasserentnahmen zu Bewässerungszwecken von nur 18% der globalen landwirtschaftlichen Flächen genutzt werden (eigene Darstellung nach den Angaben von WIR & UNEP)

<sup>19</sup> Grauwasser ist ein Teil des häuslichen Schmutzwassers, das frei von Fäkalien und hochbelastetem Küchenabwasser ist. Der weitere Nutzen des Grauwassers bestimmt die Behandlungsmethode. Die Reinigungsmöglichkeiten erstrecken sich von einfachen Anwendungen bis hin zu hochentwickelten Verfahren. Das erzeugte Klarwasser ist hygienisch sauber. Es kann für die Landwirtschaft verbraucht werden. Ein Haushalt mit 4-5 Personen produziert 55-90 m<sup>3</sup> Grauwasser pro Jahr. Im Vergleich zur witterungsabhängigen Regenwassernutzung steht aufbereitetes Nutzwasser stets zur Verfügung.



ein Anstieg des Meeresspiegels droht und dadurch auch die Überschwemmungsgefahr in vielen Gebieten (Seck, 2010).

Bei schweren Regenfällen in kurzer Zeit, die räumlich stark konzentriert sind, kann der Boden das Wasser nicht absorbieren und halten, so dass es zusammen mit fluviatilem Sediment in die vegetationsfreie Oberfläche an steilen Hängen abfließt. Dadurch kommt es zu Flussgabelungen und -verzweigungen. Diese Verlagerung von Flüssen führt bei Prallhängen zu Erosion und bei Gleithängen zu Ablagerungen. Transportmaterial

wird abgelagert, wo die Fliessgeschwindigkeit geringer ist und wegen der großen Mengen an Sediment wird die Kapazität des Flussbetts immer geringer und Überschwemmungsgebiete verbreiten sich. Dieser Prozess macht Flüsse in Trockengebieten sehr reizbar, was zu schwer voraussagbaren Systemen führt.

Aber mit einem solchen Vorwort stellt sich die Frage, ob überhaupt Wasser für Bäume und Stadtgrünflächen zur Verfügung gestellt werden sollte. Die Komplexität des Themas macht auf den vielschichtigen Handlungsbedarf aufmerksam, der auf ökologischer, ökonomischer und sozialer Ebene erfolgen muss. Im Diskurs zur Problematik „Wasser“ wird deutlich, dass vielfältige Zusammenhänge bestehen. Ein Bewusstsein für den Umgang mit Wasser zu schaffen ist deshalb eine wesentliche Aufgabe, um den Herausforderungen unserer Zeit adäquat begegnen zu können.

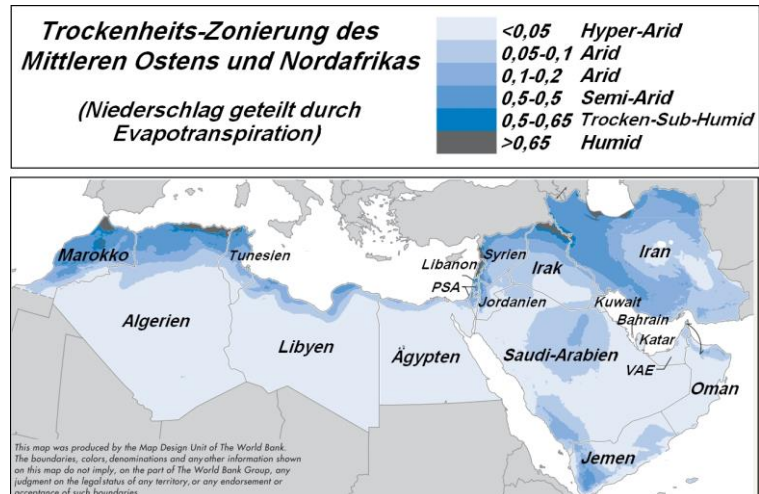


Abbildung 1-19: Die im weltweiten Vergleich extremste Wasserknappheit in der MENA-Region (Mittelost und Nordafrika) ist nicht nur klimatisch und natürlich bedingt, sondern auch ein Problem der Salzintrusion und Grundwasserkontamination, der Wasserverschwendung usw. Daher sind für diese Region vor allem das Wassermanagement und die Agrarbiotechnologie von besonderer Bedeutung<sup>20</sup>

<sup>20</sup> *Making the Most of Scarcity : Accountability for Better Water Management Results in the Middle East and North Africa, Factors Inside and Outside the Water Sector Drive MENA's Water Outcomes, World Bank Report, 2005:17.*





## 2. KAPITEL: IRAN ALS FALLBEISPIEL DER ARIDEN LÄNDER

Wie am Ende von Kapitel 1 geschildert, leidet die MENA-Region (Middle East/North Africa) unter einer im weltweiten Vergleich beispiellosen Wasserknappheit und noch dieses Wasserangebot droht, wegen des Klimawandels zu schwinden.

Zugleich wächst die Bevölkerung in dieser Region zu schnell: zwischen 1950 und 2000 stieg sie von ca. 100 Mio. auf ca. 380 Mio. (BMZ, 2011). Zunehmende Wasserknappheit durch rapide zunehmende Urbanisierung und steigenden Bedarf, ungenügendes Management und Übernutzung von Grund- und Oberflächenwasser neben den Auswirkungen des Klimawandels verursachen Armut und Verteilungskonkurrenz.

Rund 70% der Welterdölreserven (etwa 19% Erdölförderung) und knapp 44% der Welterdgasreserven (etwa 19% der Erdgasförderung) stammen aus dieser Region (Messner & Babies, 2011), die wirtschaftliche und soziale Lage der einzelnen Länder sind jedoch sehr unterschiedlich.<sup>22</sup> Weiterhin bilden die MENA-Staaten eine Schlüsselregion für die internationale Sicherheitspolitik und die Konflikte, die sich auch aufgrund des Wassermangels in diesem Bereich entwickeln werden, sind mehr als ein regionales Problem.

Jedes dieser Länder sollte unterschiedliche Lösungen zur Wasserversorgung, nach den eigenen natürlichen, sozialen und wirtschaftlichen Merkmalen, entwickeln.

Die UNO wendet verschiedene Modelle an, um das Bevölkerungswachstum vorzuberechnen. Iran gehört nach dieser Berechnung zu den Ländern, die bis 2025 unter Wassermangel leiden werden, auch wenn die Bevölkerung nur langsam wächst (HELVETAS, 2005: 2).

Die Autorin dieser Studie wählte aufgrund der Tatsache, dass sie Iran kennt, dieses Land und die Stadt Teheran als Fallstudie für die Stadtbegrünung in ariden und semi-ariden Zonen aus.

Dieses Kapitel enthält allgemeine Informationen über Iran als Hintergrund der Studie:

In 2.1 werden die geographischen und klimatischen Bereiche des Iran und seine Vegetationszone vorgestellt.

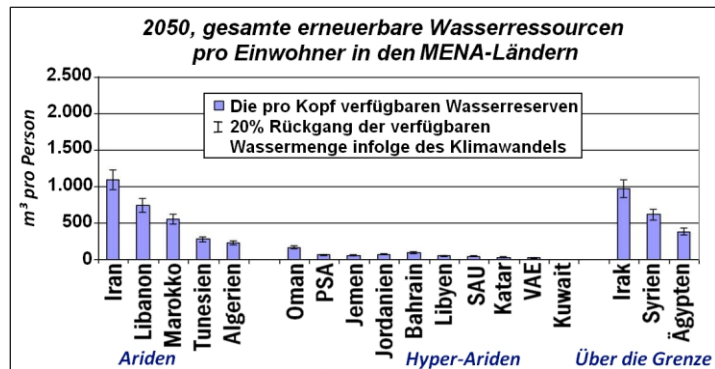


Abbildung 2-1: Erneuerbare Wasserressourcen mit und ohne Klimawandel-Effekte in der MENA-Region, 2050

- Wasserversorgungssicherheit  $\geq 1.700 \text{ m}^3$ , die erneuerbare Wassermenge pro Person und Jahr, für Wasserbedarf im Haushalt, Landwirtschaft, Industrie und Energiewirtschaft sowie die Bedürfnisse der Umwelt. Diese Zahl könnte jedoch je nach geografischen, ökologischen und sozioökonomischen Faktoren schwanken

- Wasser-Stress:  $\geq 1.000$  und  $<1.700 \text{ m}^3$ , die erneuerbare Wassermenge pro Person und Jahr

- Wasserknappheit:  $\geq 500$  und  $<1.000 \text{ m}^3$ , die erneuerbare Wassermenge pro Person und Jahr

- Eine absolute Wasserknappheit:  $<500 \text{ m}^3$ , die erneuerbare Wassermenge pro Person und Jahr

(in Anlehnung an FAO, 2007)<sup>21</sup>

<sup>21</sup> *Climate Change Adaptation in the Water Sector in the Middle East and North Africa: A Review of Main Issues*, [http://www.fao.org/fileadmin/user\\_upload/rome2007/docs/Climate\\_Change\\_Adaptation\\_Water\\_Sector\\_NENA.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/rome2007/docs/Climate_Change_Adaptation_Water_Sector_NENA.pdf).

<sup>22</sup> *Öl exportierende Länder spielen in der Gruppe der Entwicklungsländer eine besondere Rolle: Sie haben ein Gut, das die Industrieländer unbedingt brauchen. Sie haben durch ihre Öleinnahmen ein Potential zur Entwicklung, welches andere Entwicklungsländer nicht haben. Damit sie könnten als „reiche“ Länder bezeichnet werden, aber mit der Berücksichtigung der sozialen Indikatoren ist es nicht richtig, so wie die Öl exportierenden Länder als „Fata Morgana der Entwicklung“ bezeichnet (Sassen, 2008).*

Abschnitt 2.2 widmet sich der Präsentation der Wasserwirtschaft in Iran und diskutiert über hydrologische Einzugsgebiete, die Bilanz aus Niederschlag, Verdunstung, Abfluss, Grundwasser und Speicheränderung und schließlich Wasserverbrauch.

2.3 enthält Informationen über die demographische Situation und Bevölkerungsveränderung des Iran.

2.4 veranschaulicht die Stadtentwicklung des Landes in der 2. Periode vor und nach 1945, während die Rolle der Modernisierung, Steigerung der Öleinkommen, Krieg und sozialer Wandel behandelt wird.

In 2.5 wird während der Vorstellung der Geschichte der persischen Gärten, ihrer Prinzipien und Arten ihre Verringerung (pro Kopf) durch das rasche Bevölkerungs- und Stadtwachstum und ihre Umwandlung zur öffentlichen westlichen Parkanlagen nachgezeichnet und einige Beispiele von Grünflächen in iranischen Städte aufgezeigt.



## 2.1 Iran- natürliche Bedingungen im Überblick

### 2.1.1 Geografische Lage

Iran, gelegen im Südwesten Asiens zwischen dem Kaspischen Meer im Norden und dem Persischen Golf im Süden, erstreckt sich über eine Fläche von 1,6 Mio. km<sup>2</sup>. Im Jahr 2011 betrug die iranische Bevölkerung 75 Mio. Menschen, was einer Bevölkerungsdichte von 46,9 Personen pro Quadratkilometer entspricht. Nur 20% des Landes sind potenziell kultivierbar, Wälder und Weiden bedecken 11% und 7% des gesamten Staatsgebietes. Mehr als die Hälfte des Landes besteht aus Wüste und Hochland.

Geologisch wird das Land durch zwei riesige Gebirgsketten (mehrmals über 4.000 m und fast 10 Breitengrade) gegliedert, die das innerpersische Hochland wie zwei Becken mit einer Zange umschließen. Im zentraliranischen Hochland liegen die großen Wüsten Dasht-e-Kavir und Dasht-e-Lut, nahe der Landesmitte auch ausgedehnte Salzpflanzen. Aufgrund der geologischen Gegebenheiten und der vermutlich weiterhin anhaltenden Gebirgsbildung treten im Iran häufig Erdbeben auf. Irans Lage zwischen 30° und 60° nördlicher Breite und die Entfernung zu großen Gewässern sind die wichtigsten Faktoren, welche die Niederschlagsmuster und die Verfügbarkeit von Wasser bestimmen (Statistisches Zentrum Irans, 2012).

### 2.1.2 Klima

Der Staat liegt in einem Gebiet mit niedrigem Luftdruck im Norden und Süden. Durch diese besondere geografische Lage bilden sich im Land viele Luftbewegungen. Die nördlichen und südlichen Hochdruckgebiete weisen einen Luftdruck von ca. 1.030 mbar auf. Im Winter ist Zentralasien der Ausgangspunkt für kalte feuchte Winde, die nach Iran ziehen. Sie überqueren hierbei den Atlantischen Ozean und das Mittelmeer in Richtung des Plateaus. Über dem Zentrum und dem Nordwesten Asiens treffen sie auf die

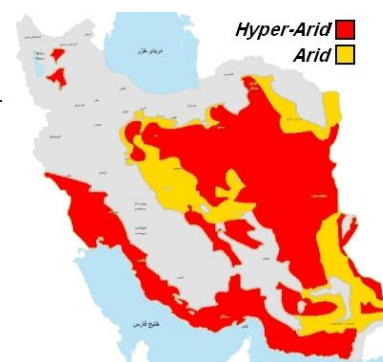


Abbildung 2-2: Aride und hyper-aride Gebiete Irans (in Anlehnung an Khosroshahi<sup>23</sup>)

<sup>23</sup> کویرها و بیابانهای ایران- درگاه کویر

sehr kalte Luft aus Sibirien. Dies verursacht im Norden und Westen des Irans Schnee und Regen. Im Sommer wehen die Winde vom Mittelmeer im Nordwesten und vom Indischen Ozean im Südosten nach Iran. Alle Winde verlieren auf ihrem Weg Luftfeuchtigkeit und wandeln sich in den zentralen Gebieten in heiße, staubige Luftbewegungen um. In verschiedenen Gebieten existieren zudem lokale Winde, die statt Niederschlägen Sand mit sich bringen und häufig zu Sandstürmen führen (Rahmanian, 1991: 6).

Etwa 73% der Landesfläche des Iran sind in den ariden oder semi-ariden Zonen. Im größten Teil des Landes herrscht ein trockenes Kontinentalklima vor mit hohen Temperaturschwankungen zwischen Tag und Nacht sowie Sommer und Winter. Der Niederschlag und seine Trends sind zeitlich und räumlich sehr variabel (Energieministerium Irans, 2012: 37). Das Klima in Iran ist sehr vielfältig:

1. Das milde und feuchte Klima an den Meeresküstengebiete im Norden am kaspischen Meer: Hier fallen die Temperaturen selten unter den Gefrierpunkt und der Bereich bleibt für ganze Jahre feucht. Die Temperaturen im Sommer übersteigen selten 29°C und die Niederschläge überschreiten die 2.000 mm-Menge.

2. Die Gebirgslandschaften mit den beiden Gebirgsketten von Elburz und Zagros, mit milden bis harten kalten Wintern und trockenen, mäßig warmen bis warmen Sommer.

Die Temperaturen der im Westen liegenden Siedlungen sind niedrig. Der Bereich ist geprägt durch strenge Winter mit durchschnittlichen täglichen Temperaturen im Minusbereich und starken Schneefall (Kasmaii, 1992: 268). Die beiden hochgelegenen Gebirgslandschaften sind mit ihrem Trockensteppenklima vergleichbar, beide ähneln klimatisch dem europäischen Mittelmeer.

Im Norden durch das Kaspische Meer hervorgerufen, wird die Luftfeuchtigkeit durch das Elburs-Gebirge zurückgehalten und kann so die südlichen Gebiete nicht erreichen. Aus diesem Grund gibt es große klimatische Unterschiede zwischen den Gebieten nördlich und südlich des Elburs. Der gleiche Unterschied findet sich zwischen den hügeligen Gebieten im Nordwesten und Westen des Zāgros-Gebirges und den östlichen Gebieten dieser Gebirgskette. Zāgros wirkt ähnlich einer Mauer gegen die feuchten Winde, die vom Mittelmeer her in das Land ziehen. An den südlichen Küsten ist die



Abbildung 2-3: Nord-Iran, Hyrcanischer Wald in der Provinz Gilān<sup>24</sup>



Abbildung 2-4: West-Iran, Zagros, Kuhrang in der Provinz Tschahār Mahāl und Bachtijārī<sup>25</sup>



Abbildung 2-5: Zentral-Iran, Yardang-Feld in der Lut-Wüste, Provinz Kerman (Sadeghi, 2009)<sup>26</sup>



Abbildung 2-6: Süd-Iran, Palmenhaine Ab-Pakhsheh, Provinz Buschehr<sup>27</sup>

<sup>24</sup> [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Ghaleye\\_Rud\\_Khan\\_\(40\)\\_4.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Ghaleye_Rud_Khan_(40)_4.jpg).

<sup>25</sup> خبرگزاری مهر ۱۳۹۱/۹/۱۸

<sup>26</sup> خبرگزاری فارس ۱۳۸۸/۰۳/۰۵

<sup>27</sup> خبرگزاری مهر ۱۳۹۱/۱۲/۱

Luftfeuchtigkeit sehr hoch. Die Feuchtigkeit nimmt ab, je weiter die Luftmassen sich von den hügeligen Teilen der zentralen und östlichen Gebiete zu den flachen Ebenen bewegen (Kardavani, 2011: 62f.).

3. Heiß-trockene Wüste und kalte Halbwüste im zentraliranischen Hochland, die an allen Seiten von Gebirgen umgeben sind. Hier ist es sehr trocken mit weniger als 200 mm Regen im Jahresdurchschnitt. Die Durchschnittstemperatur im Sommer erreicht einen Wert von über 38°C. Besonders ist die Dascht-e Lut mit 166.000 km<sup>2</sup> mit einem jährlichen Niederschlag geringer als 50 mm (bei einer potentiellen Verdunstung von 5.000 mm). Mit Oberflächentemperaturen bis zu 70,7°C im Sommer ist sie einer der heißesten Orte der Erde (Mildrexler et al., 2006).

4. Feucht-heißes Klima entlang des Küstenstreifens an den Küstenebenen des Persischen Golfs und Golfs von Oman im Süden Irans mit milden Winter, geringen Temperaturschwankungen, aber mit hohen Temperaturen und extrem hoher Luftfeuchtigkeit im Sommer (Amirahmadian & Maghsoudi, 2008).

Eine Expertenstudie des iranischen Energieministeriums zeigte, dass die durchschnittliche jährliche Niederschlagsmenge 400 Mrd. Kubikmeter beträgt. 77,5% dieses Betrages (310 Mrd. Kubikmeter) verteilen sich auf die Bergregionen mit einer Fläche von 53% des Gesamtgebiets (870.000 km<sup>2</sup>) und die restlichen 22,5% des Niederschlags-volumens (90 Mrd. Kubikmeter) auf das zentrale Wüstengebiet mit einer Fläche von 778.000 (47 % der Landfläche). Im Durchschnitt kommt es in den Höhen- und Bergregionen Irans zu einer jährlichen Niederschlagsmenge von 365 mm und im Inneren des Landes zu 95 mm (Amtsblatt des Energieministeriums, 2008: 11).

Die geringen Wasservorräte in den zentralen Gebieten Irans werden zusätzlich durch geringe Niederschläge und starke Verdunstung belastet. Dazu kommt weiterhin die ungünstige Verteilung der Wasservorräte. Die Provinz Chuzestan mit einer Fläche von 60.000 km<sup>2</sup> (3,6% der gesamten Landesfläche) verfügt z. B. ungefähr über 30% der kontrollierbaren Wasserumsätze und -vorräte des Landes, dagegen ist eine Fläche von etwa 1.200.000 km<sup>2</sup> sehr wasserarm (Kardavani, 2011).

Da Wüsten und wüstenähnliche Gebiete mehr als die Hälfte des Landes einnehmen, gehören Niederschlag und Temperatur zu den wichtigsten Faktoren bei der Gestaltung der verschiedenen Arten von Wirtschaft, der Verteilung der Bevölkerung und den Mustern der Landnutzung.

Der erhebliche Höhenunterschied hat zu großen Variationen in den klimatischen Bedingungen geführt, die vom subpolaren Bereich im Hochland bis hin zu subtropischen Gebieten im südlichen Teil des Landes reichen. Diese klimatischen Unterschiede sind die Hauptursachen für die so verschiedenen städtischen Umgebungen, Kulturen und divergierenden Lebensweisen in der Landeshistorie (Kamari, 1983: 469).

### 2.1.3 Iranische Geobotanik

Rund 90 Mio. ha oder 54,6% der gesamten Landfläche sind Weideland, 12,4 Mio. ha oder 7,5% sind Wälder; 34 Mio. ha (20,6%) sind Wüsten und die Siedlungen, Infrastrukturen und Gewässer besetzen etwa 10,1 Mio. ha. Etwa 33 Mio. ha der Fläche haben eine mittlere bis gute Anbauleistung, aber nur 18,5 Mio. ha werden dazu genutzt (8,5 Mio. ha Bewässerungslandwirtschaft und 10 Mio. ha regenabhängige Ackerflächen) (Badripour, 2006: 6f.).

Die größte botanische Vielfalt findet sich in der irano-



Abbildung 2-7: Karte zu den Geobotanik-Bereichen des Irans (vereinfachte Darstellung in Anlehnung an Heshmati, 2007)



turanischen Zone, die Lebensraum von etwa 8.000 verschiedenen Arten iranischer Blütenpflanzen ist (sie gehören zu 167 Familien und 1.200 Gattungen), von denen fast 1.700 endemisch sind. Das Gebiet erstreckt sich auf 12,4 Mio. Hektar Wald und etwa 8.900 Hektar Mangroven entlang der südlichen Küsten des Irans (Heshmati, 2007: 222).

Das zentrale Einzugsgebiet der persischen ariden Ökoregion entspricht weitgehend dem der iranischen Steppe *Artemisietea herba-alba* (Weiße Wermut), die im *Flora Iranica*<sup>30</sup> durch Zohary im Jahr 1973 auf der geobotanischen Landkarte des Nahen Ostens verzeichnet wurde. Es umfasst weiterhin Bereiche der Salz-Land-Vegetation innerhalb dieser Zone, einschließlich der litoralen Salz-Land-Vegetation aus europäischer Quelle (*Salicornia europaea*), die es vor allem im nördlichen Teil dieser Ökoregion gibt; die *Halocnemum strobilaceum* (*Chenopodiaceae*)-Vegetation im iranisch-turanischen Salz-Land und die Sahara-Arabien *Suadetea deserta* Salz-Land-Vegetation. Kleinere verstreute Gebiete der irano-turanischen *Psammophilous*-Vegetation, mit *Haloxylon persicum* (Saxaul) und *Blinkhaar-Federgras pennata*, sind ebenfalls enthalten (Zohary, 1973).

Landwirtschaft, Weidewirtschaft und großflächiger Holzschnitt haben einen Verlust der natürlichen Vegetation verursacht. Eine andere schwerwiegende Bedrohung für einen Großteil der iranischen Ökosysteme ist die Dürre, die aride Probleme verschärft. Zu den weiteren Gefahren für Pflanzen gehören: Überweidung, Brennholz-Extraktion, Umwandlung von Wald- und anderen Wildlandflächen für die Landwirtschaft, Straßenbau, Überfischung und das unwissenschaftliche Entnehmen pflanzlicher Rohstoffe für Medizin, Nahrung und andere Verwendungsbereiche. Beispielsweise sind



Abbildung 2-8: *Artemisia sieberi*, irano-turanische Zone, der Nationale Botanische Garten Irans<sup>28</sup>



Abbildung 2-9: *Carpinion betuli*, *Quercus Castaneifolia*, Hyrkanien-Zone, der Nationale Botanische Garten Irans<sup>28</sup>



Abbildung 2-10: *Acacia tortilis*, Khalidj-o-Oman-Zone (Golf), (Mohamadian)<sup>29</sup>

<sup>28</sup> <http://rifr-ac.org/Last/Gardens/map.htm>.

<sup>29</sup> <http://fa.wikipedia.org/wiki/بهروندہ/ChahMosalam.1.jpg>.

<sup>30</sup> Die *Flora Iranica*: Die *Flora Iranica* gehört zu den großen Florenwerken. Dies ist ausschließlich dem fast übermenschlichen Einsatz von K.H. Rechinger wie auch M. Zohary zu verdanken.

„Das Gebiet der *Flora Iranica* ist nicht nur sehr umfassend, sondern ist in seiner geomorphologischen, klimatischen, bodenkundlichen und vegetationskundlichen Diversität einzigartig. Die Höhenamplitude reicht von der Küste des Kaspischen Meers (28 m unter dem Meeresspiegel) bis zum Gipfel des Demawend (5670 m). Riesige und reich gegliederte Gebirgssysteme bedecken große Flächen... Im Südwesten des Irans liegt das sehr reich gegliederte Zāgros-System mit seinen zahllosen, zum Teil isolierten und sehr hohen Teilmassiven. Es bot durch eine Vielfalt von ökologischen Nischen schon immer zahlreiche Endemiten eine hohe Überlebenschance. Das Gleiche gilt für die weiter im Osten gelegenen, isolierten, aber meist viel trockeneren Gebirgsmassive etwa in den mittleren Provinzen (Kerman, Yasd und Khorasan). Ähnliche Verhältnisse finden sich in Afghanistan und im angrenzenden nordwestlichen Pakistan....Im Süden und Osten des Iran sowie im Norden, Westen und Süden Afghanistans finden sich ausgedehnte Wüsten, Halbwüsten und Steppengebiete. Parallel zu der orographischen Gliederung finden wir sehr verschiedene Klimazonen...Im Norden sind reiche Niederschläge die Grundlage für die sehr artenreichen hirkanischen Wälder, die bis zum Gebirgskamm emporreichen. Auf der Südabdachung herrscht ein weit nach oben reichendes Steppenklima ohne Waldbewuchs. An der windabgewandten Seite der hohen Gebirge in der Provinz Kerman findet sich die in großen Teilen völlig abiotische Wüste Lut. Größer können die klimatischen Unterschiede in einem Land kaum sein...Auch die bodenkundlichen Parameter zeigen eine ungeahnte Vielfalt. Neben kalkigen und vielfältigen silikatischen Fels- und Gebirgsböden finden wir Sand-, Lehm-, Ton-, Mergel- und Lößböden mit und ohne mehr oder weniger hohe Beigaben von Salz und Gips, um nur die wichtigsten zu nennen. Auch hierdurch wird die Reichhaltigkeit und Diversität der Flora und der Vegetation stark gesteigert“ (Podlech, 1996: 58f.).

einige Heilpflanzen, die bis vor wenigen Jahrzehnten sehr reichhaltig vertreten waren, jetzt in ihren natürlichen Lebensräumen gefährdet (Heshmati, 2007: 223).

Das extrem anfällige Ökosystem Irans mit all seinen ungünstigen Naturfaktoren, mit seiner teilweise schon Jahrtausende währenden Nutzung gekennzeichnet durch eine zunehmende Belastung infolge des schnellen Bevölkerungswachstums sowie seine traditionelle und kaum auf Ressourcenkonservierung bedachte Landnutzung, ist heute fast überall gefährdet bzw. bereits aus dem Gleichgewicht geraten. Irans Entwicklung stellt zwar keinen Einzelfall dar, da seine Nachbarn gleiche oder ähnliche Probleme haben, jedoch werden in Iran die Umweltprobleme durch das in den letzten Jahren explosive und fast zügellose industrielle Wachstum sowie durch die Auswirkungen der letzten beiden Golfkriege vervielfacht.

Vegetationszerstörung durch den Raubbau am Wald, Überweidung und un gelenkte Rodungen mit dem Ziel der Ausweitung landwirtschaftlicher Nutzflächen einerseits und Bodenerosion durch fließendes Wasser und Wind andererseits sind die physiognomisch auffälligsten Konsequenzen menschlicher Misswirtschaft. Hinzu kommen die Verschwendung und unkontrollierte Nutzungen des besonders kostbaren Wassers, deren unheilvolle Konsequenzen in absterbenden Oasen oder in den Versalzungs- und Versumpfungerscheinungen neu bewässerter Agrargebiete sichtbar werden (Djohartschi, 1999).

#### **Exkurs 1: Wüstenbekämpfung?**

Der Strauch *Haloxylon persicum* (Weißer Saksaul, Chenopodiaceae) bildet eine ökologisch abzugrenzende Gruppe unter den höheren Pflanzen, der an erhöhte Gehalte von leicht löslichen Salzen am Standort angepasst ist und sich unter diesen Bedingungen fortpflanzen kann.

Sanddünen können durch die Bepflanzung mit dieser Vegetation stabilisiert werden.

Im Zentrum Irans wurden in den Jahren 1975 bis 1985 *Haloxylon*-Wälder in der Wüste gepflanzt (im irano-turanischen Bereich). Mit einer Senkung des Wasserspiegels um 3 m verloren die Wälder in der Folge ihre Wachstumsbedingungen (ab 15 m im Jahr 1985, bis 80 m im Jahr 2008). Als Konsequenz des *Haloxylon*-Wüstenwäldersterbens gelangen die Mineralien, die durch die Blätter aufgenommen wurden, zurück in den Boden und geben die absorbierten Salze ab. So entstand in 30 bis 60 cm Tiefe unter den getrockneten Bäumen ein Bereich mit salziger Erde.

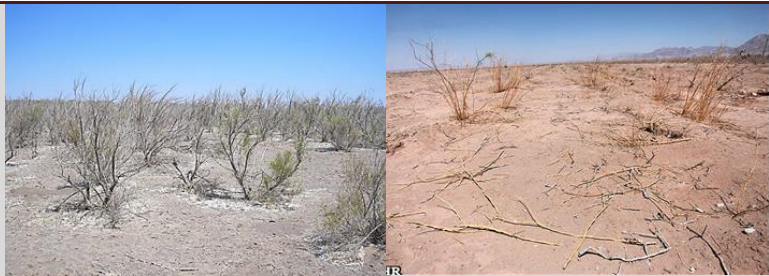


Abbildung 2-11: Harte klimatische Bedingungen, wie die hohen Temperaturen und häufigen Dürren in den letzten Jahren, das vermehrte Auftreten von Schädlingen und Krankheiten, die Überweidung und vor allem Übernutzung des Grundwassers in der Region haben eine Krise in dem Lebensraum iranische Wüste geschaffen (linke Abb. Zavareh, Darvish, 2008; rechte Abb. Semnan, Mehrnews, 2012)

## **2.2 Wasser**

### **2.2.1 Einzugsgebiet**

Wasser stellt eine unverzichtbare Voraussetzung für jede soziale und ökonomische Entwicklung in allen Ländern dar. Die Wasserknappheit in Iran und anderen Ländern der Region – in Verbindung mit der Verkleinerung der Pro-Kopf-Wasserverfügbarkeit und der fortschreitenden Verschmutzung der vorhandenen Reserven – gefährdet die Nachhaltigkeit der zukünftigen Entwicklung dieser Länder.

Das Land ist in sechs Haupteinzugsgebiete – in Abhängigkeit zu den Wasserressourcen – aufgeteilt: das Kaspische Meer im Norden, der Persische Golf und Golf von Oman im Süden, der Urmia-See im Nordwesten, die Markazi-Hochebene im Zentrum, Hirmand und Maschel im Osten und Sarachs im Nordosten (National Geographical Organization of Iran, 2003-2005). Wie in der Tabelle 2-1 ersichtlich ist, haben jedes Jahr die Niederschläge und Oberflächenwasser in meisten Bereichen deutlich abgenommen.

Tabelle 2-1: Haupthydrologische Einzugsgebiete des Iran (WRMC, 2011)<sup>31, 32</sup>

	Fläche (ha)	% der gesamten Landfläche	Durchschnittliche Niederschläge 2010-2011 (mm)	Durchschnittliche Niederschläge 2009-2010 (mm)	Durchschnittliche Niederschläge 1968- 2010 (mm)	Oberflächen-wasser 2010- 2011 (Mio. m³/J)	Oberflächen-wasser 2009- 2010 (Mio. m³/J)	Oberflächen-wasser 2068- 2010 (Mio. m³/J)	Grundwasser-entnahme 2010-2011 (Mio. m³/J)
1. Kaspisches Meer	18	10.8%	383	448	422	7904	10409	17217	7769
2. Persischer Golf & Golf von Oman	43	26.2%	278	351	364	23290	27520	50009	22434
3. Urmia-See	5	3.2%	294	383	338	2947	3139	5387	2175
4. Markazi (zentrale Hochebene)	83	50.8%	132	145	162	8718	9294	13709	34142
5. Hirkand (Helmand) & Maschkel	11	6.4%	80	99	104	293	478	1598	1258
6. Sarachs (Saraks)	4	2.7%	147	201	218	1034	1229	3121	2704
Gesamtes Land	164	100,0%	199	237	246	44187	52067	91041	70482

### 2.2.2 Die Wasserbilanz

Iran, mit ca. 129 Mio.m<sup>3</sup> jährlicher erneuerbare Wasserressourcen hat nur 1,681 m<sup>3</sup> Frischwasserverfügbarkeit pro Person (The World Bank, 2012) und nimmt im internationalem Umwelt-Nachhaltigkeitsranking der Yale/Columbia University den 103. Platz von 146 Ländern der Welt ein (ESI, 2005: 5).

#### 2.2.2.1 Das Oberflächenwasser

Der durchschnittliche Niederschlag im Iran in den 30 Jahren von 1961 bis 1991 liegt bei 250 mm (600-2000 mm am Kaspischen Meer, 300-600 mm in den Bergen, 20-180 mm in den Ebenen) und angesichts der Weite des Landes beträgt das Gesamtvolumen der jährlichen Niederschlagsmenge rund 413 Mrd. m<sup>3</sup>. Von diesem Betrag gehen ca. 290 Mrd. m<sup>3</sup> durch Verdunstung und Kondensation verloren (von der Landoberfläche, den Wiesen, den Wäldern, von den Wasserflächen und von den landwirtschaftlichen Feldern). 92 Mrd. m<sup>3</sup> Flusswasser als Oberflächenwasser und nur 25 Mrd. m<sup>3</sup>

Tabelle 2-2: Charakteristik und Indikatoren des iranischen Wasservorkommens (Km<sup>3</sup>/Jahr) AQUASTAT, FAO, Wasserreport, 2013<sup>33</sup>

Intern erneuerbare Wasserressourcen	Niederschlag	397,9
	Oberflächenwasser	97,3
	Grundwasser	49,3
	Über Lagerung	18,1
	Summe	128,5
Externe erneuerbare Wasserressourcen	Oberflächenwasser	10
	Grundwasser	0
	Summe	10
Gesamte erneuerbare Wasserressourcen	Oberflächenwasser	107,4
	Grundwasser	49,3
	Überlagerung	18,1
	Summe	138,6

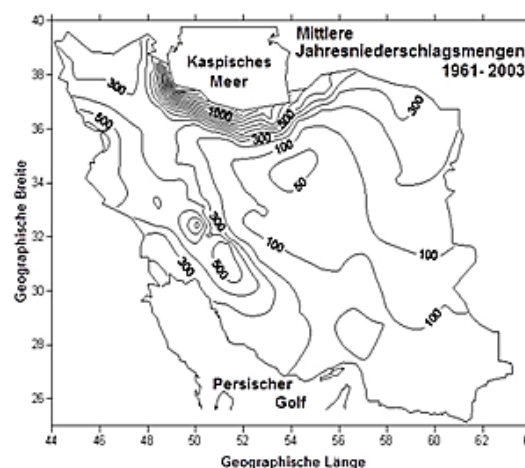


Abbildung 2-12: Niederschlagverteilung in Iran, 1961-2003 (Asakere, 2007<sup>34</sup>)

<sup>31</sup> شرکت مدیریت منابع آب ایران و سازمان هواشناسی: گزارش میزان بارندگی، جریانهای سطحی و آب مخازن سدها شهریور ۱۳۹۰ و گزارش خلاصه وضعیت منابع آب زیرزمینی تا پایان سال آبی ۱۳۸۹-۱۳۸۸

<sup>32</sup> Iran Water Resources Management Co., <http://daminfo.wrmc.ir/fa/dam>.

<sup>33</sup> [http://www.fao.org/nr/water/aquastat/data/wrs/readPdf.html?f=WRS\\_IRN\\_en.pdf](http://www.fao.org/nr/water/aquastat/data/wrs/readPdf.html?f=WRS_IRN_en.pdf).

<sup>34</sup> حسین عساکره، تغییرات زمانی و مکانی بارش در ایران زمین طی دهه های اخیر، جغرافیا و توسعه - شماره ۱۰ - پائیز و زمستان ۱۳۸۶



Niederschläge ergänzen direkt die alluvialen Grundwasserleiter (WRMC, 2010: 2).

### 2.2.2.2 Grundwasser

Mit der Nutzung seiner Wasserressourcen bewegt sich Iran an der Obergrenze des Möglichen. Das gilt sowohl in quantitativer als auch in qualitativer Hinsicht. Das Gesamtpotenzial des Grundwasservorkommens umfasst ca. 50 Mrd. m<sup>3</sup>, bedingt durch die direkte Auffüllung mit Niederschlagswasser, 13 Mrd. m<sup>3</sup> abzüglich der Rückflüsse führen die Oberflächenströme zu.

1974 betrug das gewonnene Wasser aus tiefen und halbtiefen Brunnen ca. 9 Mrd. m<sup>3</sup>, aus den Qanats ca. 6 Mrd. m<sup>3</sup> und aus den Quellen ca. 3 Mrd. m<sup>3</sup>, insgesamt also ca. 19 Mrd. m<sup>3</sup>. Nach dem großen Bevölkerungswachstum ab Ende der 1960er Jahre wurde die Anzahl der Brunnen und Quellen jährlich gesteigert, so dass in 40 Jahren tiefe und halbtiefe Brunnen um das Zehnfache vermehrt wurden (von 47137 zu 468049) (WRMC, 2012).

Jedoch erhöhte sich die Wachstumsrate der Wassergewinnung nicht parallel zu der Anzahl der Brunnen und Quellen; jedes Jahr sank der Wasserstand.

Mit dem kontinuierlichen Wachstum der Bevölkerung steigerte sich die Wassernachfrage und parallel die Anzahl von Brunnen ständig. Diese übermäßige Entnahme von Grundwasser führt zu einer großflächigen Absenkung der Grundwasseroberfläche und zu entsprechenden Umweltschäden. Grundwasserstände von 10 bis 15 Metern in den 1950er Jahren sanken bis 2010 auf bis zu 100-150 Meter und in einigen Teilen des Landes sogar bis zu 200 Meter.

Es sollte darauf hingewiesen werden, dass nach den vorliegenden Berichten die jährlichen negativen Wasserbilanzen der Landesebenen bis zu 45 Mrd. m<sup>3</sup> umfassen. Trotz der Beschränkungen von 1993 zeigt sich die Möglichkeit zur Entwicklung des Grundwasservorkommens von bis zu 2 Mrd. m<sup>3</sup> aus den wassertragenden Formationen und von 3,6 Mrd. m<sup>3</sup> aus alluvialen Ressourcen (Ghodratnama, 2001: 26).

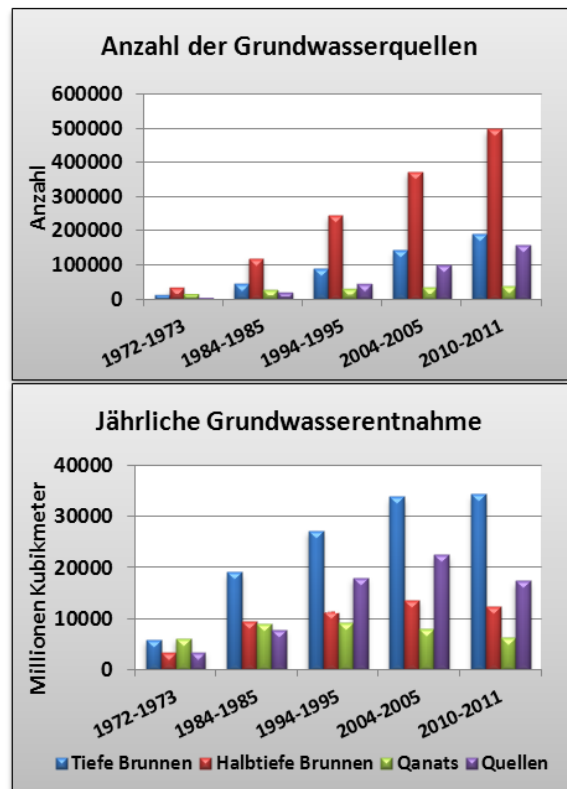


Abbildung 2-13: Anzahl der Grundwasserquellen und jährliche Menge des geschöpften Wassers in 40 Jahren, die keine proportionale Beziehung haben (eigene Darstellung nach der Angabe von WRMC, 2012)<sup>35</sup>

#### Exkurs 2: Dürrejahre in Iran

Zargar, der stellvertretende Generalsekretär des Energieministeriums Irans, gab an, dass die Niederschlagshöhe in den letzten sieben Monaten 190 Mrd. m<sup>3</sup> Wasser betrug. Das Spektrum der Niederschläge war im Vergleich der letzten 39 Jahre um 42% gesunken und im Vergleich zum Vorjahr sogar um 44%. Er gab an, dass obwohl die Jahre 1999 und 2000 mit nur 16 mm durchschnittlicher Niederschlagsmenge pro Meter die trockensten Jahre in über 40 Jahren waren, in diesem Jahr (2008) nur 8 mm Niederschlag fielen. Das Wasservolumen hinter den Dämmen wird auf 14 Mrd. m<sup>3</sup> geschätzt, dies zeigt eine Abnahme im Vergleich zum vergangenen Jahr um fast 23 Mrd. m<sup>3</sup> (entspricht nahezu einer Abnahme von 40%). 400 Mrd. m<sup>3</sup> umfasste die Menge an Regen und Schnee im letzten Jahr, hiervon wurden 38 Mrd. vom Boden absorbiert, 240 Mrd. m<sup>3</sup> verdampften und der Rest floss in den Boden (Zargar, 2008b).

<sup>35</sup> گزارش خلاصه وضعیت منابع آب زیرزمینی تا پایان سال آبی ۹۱-۹۰، دفتر مطالعات پایه منابع آب  
<http://wrs.wrm.ir/tolidat/ab-zirzamini-8.asp>.



### 2.2.3 Wasserwirtschaft und Wasserverbrauch

Die Wasserwirtschaft hat in Iran eine lange Geschichte. Seit Jahrhunderten griff die Bevölkerung auf die zur Verfügung gestellten, erreichbaren Wasservorkommen zurück. In der Folge fand die Umsetzung des Flussbettes in Karoon und in Karkheh statt, die Bewohner legten Diversion-Dämme an (Karoon, Korr, Zayandeh Rud usw.), initiierten den Bau von Staudämmen wie Fariman (ca. 1100 n.Chr.) oder Korit (ca. 1400 n.Chr.) und begannen den Aufbau von mehr als 30.000 Qanats.

Neben diesen Infrastrukturen existieren die traditionellen Methoden der Wassergewinnung (Ardestani, 2004: 28) & (Kardavani, 2011: 92).

Trotz im Hinblick auf den Wassereinsatz geringer Produktivität im landwirtschaftlichen Sektor werden in diesen Ländern 92% des verfügbaren Wassers der Landwirtschaft zugeteilt, 6% werden in der kommunalen Wasserversorgung und nur 2% in der Industrie eingesetzt (Energieministerium Irans, 2012: 41).

Wasserversorgung und Abwasserentsorgung erlebten im Iran in den letzten Jahrzehnten wichtige Verbesserungen, vor allem in Hinblick auf den verstärkten Zugang zur städtischen Wasserversorgung, während wichtige Herausforderungen, insbesondere im Bereich der Hygiene und der Erbringung von Dienstleistungen, in ländlichen Gebieten defizitär blieben. Das Energieministerium ist verantwortlich für die Politik der Landesgesellschaften und die Erbringung von Dienstleistungen.



Abbildung 2-14: Verteilung des Wasserverbrauchs

#### Exkurs 3: Tod des Urmia-Sees?

Aufgrund der natürlichen Klimaschwankungen und menschlicher Nutzung war der Spiegel des Urmia-Sees mehrmals großen Schwankungen unterworfen und die Experten meinen, dass er in sieben Jahren nahezu austrocknen wird. In diesem Fall kommt es, außer der Vermehrung der Wasserknappheit, voraussichtlich auch zu Salzablagerungen in Höhe von 8 Mrd. Tonnen, so Schätzungen der Experten der iranischen Umweltschutzorg. (Iran environment and wildlife watch Group, 2011). Dies entspricht 800 kg Salz pro Person in Iran. Aufgrund der hohen Seelage würde es dann nach Windbewegungen zur negativen Beeinflussung der Städte und landwirtschaftlichen Flächen rund um den See kommen. Gegen diese Naturkatastrophe wurden einige Pläne entwickelt, doch ob diese erfolgreich sein werden oder dem See das gleiche Schicksal wie dem Aralsee droht, ist noch unklar.

Zurzeit beträgt der Salzgehalt des Sees über 300 g/l, so dass die Krebsgattung *Artemia*, eine einheimische Tierart des Urmia-Sees, nicht mehr lebensfähig ist. Die hohe Salzkonzentration gefährdet auch Flamingos, die sich von den Krebsen ernähren. Die genannten Beispiele spiegeln jedoch nur ein Bruchteil des Risikos wider, das den Verlust der vielfältigen biologischen Bedingungen dieses einzigartigen Ökosystems zur Folge hätte (International conference of Urmia Lake, 2012).



Abbildung 2-15: Der Urmia-See hat mehr als die Hälfte seiner Fläche in den letzten 15 Jahren durch Dürren und das Abzapfen von Wasser für die Landwirtschaft eingeüßt (ISNA)

In den letzten Jahren jedoch fand das Management des Wasservorkommens im Rahmen des städtischen Trinkwassers, der Wasserversorgung und der Arbeit an größeren Projekten auf nationaler Ebene statt. Mit der Implementierung von vier nationalen Sozial-, Wirtschafts- und Entwicklungsplänen in den letzten 30 Jahren sind 180 große Staudämme mit der Gesamtkapazität von 30 Mrd. m<sup>3</sup> und 320 kleine Dämme mit 570 Mrd. m<sup>3</sup> Wasservolumen konstruiert worden. Die 88 großen Staudämme mit einer Kapazität von 10 Mrd. m<sup>3</sup> werden bis zum Ende des vierten Programms

abgeschlossen sein und 176 andere große Staudämme sind noch in der Konstruktionsphase (Energieministerium Irans, 2009).

Es wird prognostiziert, dass sich bis zum Jahr 2021 der Zugang zum vorhandenen Wasser um 103 Mrd. m<sup>3</sup> vermehren soll. Das bedeutet, dass die Verbrauchsmenge in der Landwirtschaft 95 Mrd. m<sup>3</sup> und der häusliche und industrielle Wasserverbrauch 8 Mrd. m<sup>3</sup> übersteigen wird. Nach dieser Schätzung wird der Anteil des Oberflächenwassers von 46 auf bis zu 54 Prozent steigen, während sich das Grundwasser von 54 auf bis zu 46 Prozent verringern wird. In anderen Worten werden etwa 103 Mrd. m<sup>3</sup> der gesamten 120-130 Mrd. m<sup>3</sup> erneuerbaren Wassers für den Entwicklungsplan verbraucht. Damit bleibt die Gesamtkapazität für die zukünftigen Entwicklungsressourcen nur bei 12 bis 15 Mrd. m<sup>3</sup> (Forschungszentrum des Parlaments, 2005: 12ff.) & (United Nations, 2004: 5)

Tabelle 2-3: Der Zustand des Wassers im Jahr 2021 (Management und Planungsorganisation Irans, 2004)

Durchschnittlicher Niederschlag im Land	400 Mrd. m <sup>3</sup>
Verdampfung, Filtration und Transpiration	270 Mrd. m <sup>3</sup>
Abfluss	130 Mrd. m <sup>3</sup>
Grundwasserneubildung	38 Mrd. m <sup>3</sup>
Ausnutzung der Grundwassertabellen	59 Mrd. m <sup>3</sup>
Oberflächenwasser-Erwerb	33 Mrd. m <sup>3</sup>

In Bezug auf das Bevölkerungswachstum und abnehmende landwirtschaftliche Flächen werden die Wasserversorgung und Nahrungsmittelerzeugung die zwei großen Herausforderungen für die Zukunft Irans sein (United Nations, 2004: 5).

### 2.3 Städtische Bevölkerung und Bevölkerungswachstum

Ein rasantes Wachstum der Bevölkerung und ihre Konzentration in den Städten haben Auswirkungen auf die langfristige Entwicklung des Landes und deren Nachhaltigkeit.

Während der zweiten

Tabelle 2-4: Verteilung der Bevölkerung in städtischen und ländlichen Gebieten zwischen 1956 und 2011 (Statistisches Zentrum Irans, 2012)

Jahr	Gesamtbevölkerung	Städtische Bevölkerung in %		Ländliche Bevölkerung in %	
1956	18,954,704	5,953,563	31.4	13,001,141	68.6
1966	25,788,722	9,794,246	38.0	15,994,476	62.0
1976	33,708,744	15,854,680	47.0	17,854,064	53.0
1986	49,445,010	26,844,561	54.3	22,600,449	45.7
1996	60,055,488	36,818,000	61.3	23,237,488	38.7
2006	70,495,782	48,259,964	68.46	22,235,818	31.39
2011	75,149,669	53,656,864	71.4	21,492,805	28.6

Hälfte des 20. Jahrhunderts stieg Irans Bevölkerung sehr schnell an und erreichte bis zum Jahr 2011 einen Wert von ca. 75 Mio. Menschen. Im Jahr 2011 betrug die Zahl der Haushalte 21 Mio. bzw. 3,55 Personen pro Haushalt (Statistisches Zentrum Irans, 2012: 25).

In den vergangenen Jahrzehnten bewirkten Urbanisierungsprozesse in der iranischen Gesellschaft und in den sozialen Beziehungen der Iraner große Veränderungen. Nach der Volkszählung im Jahr 1956 lebten 31,4% der iranischen Bevölkerung in Städten und 68,6% in ländlichen Gebieten. Aber in den Folgejahren, mit den politischen und wirtschaftlichen Veränderungen und der Zunahme von Programmen zur Entwicklung der städtischen Gebiete, änderte sich diese Verteilungsquote. Bereits 1976 betrug der Anteil der städtischen Bevölkerung 47%. Die treibenden Kräfte für die Urbanisierung waren hierbei die Entdeckung des Öls und weiterer fossiler Brennstoffe sowie ihre Produktion. Das Einkommen aus der Öl-Wirtschaft erhöhte die Finanzausgaben des öffentlichen Sektors für die städtischen Gebiete (Statistisches Zentrum Irans, 1966-2006). Wie in anderen

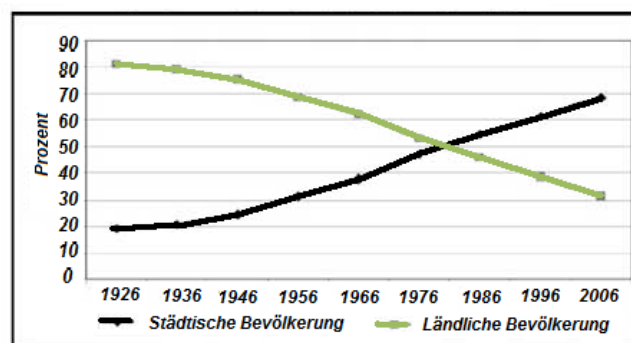


Abbildung 2-16: Veränderungen in der relativen städtischen und ländlichen Bevölkerung innerhalb von 80 Jahren (Eigene Darstellung basierend auf Daten des Statistischen Zentrum Irans)

Entwicklungsländern der Region bestand aber das Problem der schlechten Verteilung der Städte, so dass sich die Binnenmigration auf einige große Städte mit kleinen städtischen Infrastrukturen konzentrierte.

Die Islamische Revolution im Jahr 1979 bildete einen historischen Wendepunkt für den Iran. Die vorherrschenden Bedingungen in den späten 1970er Jahren wirkten unterstützend, als die revolutionäre Bewegung der städtischen Armen den Untergang der politisch-wirtschaftlichen Führungsschicht forderte. Es bestand die Hoffnung, dass diese Revolution das Land dementsprechend reformieren würde, so dass sich die Abhängigkeit vom Öl verringern könnte. Seit dem Jahr 1979 begann Iran zudem die Einführung einer neuen Wirtschaftsform, die auf landwirtschaftlichen und industriellen Entwicklungen basierte und die Förderung anderer Bereiche einschloss, um aktiv in die staatliche Zukunft einzutreten. Leider flossen aber mit dem Beginn des Krieges mit dem Nachbarland Irak im September 1980 große Finanzinvestitionen in die schnellen Aufrüstungen der Armee. Die benötigten Gelder sollten vordergründig in der Ölbranche erwirtschaftet werden (Sharbatoghlie, 1992: 72).

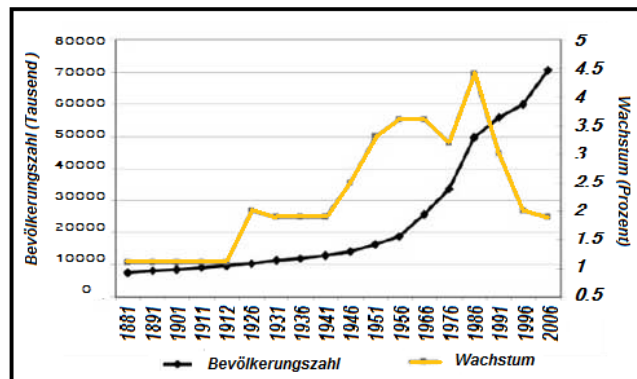


Abbildung 2-17: Bevölkerungsentwicklung und Bevölkerungswachstum Irans in 125 Jahren (Eigene Darstellung basierend auf Daten des Statistischen Zentrum Irans)

Der acht Jahre währende Golfkrieg zwischen Iran und Irak (1980-1988) spielte ebenfalls eine wichtige Rolle bei der Umverteilung der Bevölkerung. Im Jahr 1996 lebten ca. 61,3% in Städten. Obwohl die Regierung nach dem Krieg anstrebte, die strukturellen Unterschiede zwischen großen und kleinen Städten bzw. Dörfern zu minimieren, konnte dies nicht umgesetzt werden. Vielmehr wurden in einer nur zehnjährigen Periode (1996-2006) 12 Mio. Menschen im Land umgesiedelt. Nach der letzten offiziellen Teil-Volkszählung 2011 verfügt der Iran über 75 Mio. Einwohner mit einer Dichte von 46 Personen je km<sup>2</sup> (Statistisches Zentrum Irans, 2012: 23&46).

In den 80er Jahren hat die Irans Bevölkerung mit 4,5 Prozentpunkten sehr stark zugenommen, in den letzten Jahren jedoch sank die Geburtenrate in Iran deutlich und das Bevölkerungswachstum wird sich auch weiterhin verlangsamen. Im Jahr 2011 betrug die Fertilitätsrate (Zusammengefasste Fruchtbarkeitsziffer) um 1,9% und lag das durchschnittliche jährliche Bevölkerungswachstum bei 1,29% (Statistisches Zentrum Irans, 2012: 24).

Iran hat weltweit eine der höchsten Flüchtlingszahlen zu bewältigen – mit ca. 1,5 Millionen Flüchtlingen überwiegend aus Afghanistan und Irak. Seit 2002 arbeiten iranische Vertreter mit dem UNHCR (United Nations High Commissioner for Refugees) und afghanischen Beamten an ihrer Rückführung (UNHCR, 2013: 176) und (Statistisches Zentrum Irans, 2012: 27).

Doch der Iran ist nicht nur ein Einwanderer-, sondern auch ein Auswandererland. Nach Schätzungen migrierten zwei bis fünf Millionen iranische Bürger in andere Länder, vor allem seit der iranischen Revolution im Jahr 1979 (Hakimzadeh, 2006) und (Karami, 2012).

Vorhersagen über das künftige Bevölkerungswachstum wurden mit zwei möglichen Varianten (1,3 und 2,1 Geburtenrate von Kindern pro Frau) berechnet und damit wird erwartet, dass die iranische Bevölkerung im Jahr 2050 zwischen 91 bis 102 Millionen Menschen groß sein soll (Azar, 2012).

Iran verfügt auch über eine der höchsten städtischen Wachstumsraten der Welt. Die UN prognostiziert, dass bis 2030 80% der Bevölkerung in urbanen Zentren sesshaft sein werden. Die aufgeführten Einwohnerzahlen beziehen sich auf die Teil-Volkszählung von 2011 in Teheran, das mit einer Bevölkerung von 8.5 Millionen Einwohnern die größte Stadt in Iran und gleichzeitig Hauptstadt ist. In Teheran leben mehr als 11% der iranischen Bevölkerung.

Etwa 40% der Gesamtbevölkerung konzentrieren sich in nur acht größeren Städten Irans, die wie in vielen Industriestaaten unter starker Luftverschmutzung leiden. Sie sind gleichzeitig die Drehscheiben des Landes und Mittler für Kommunikation und Verkehr.

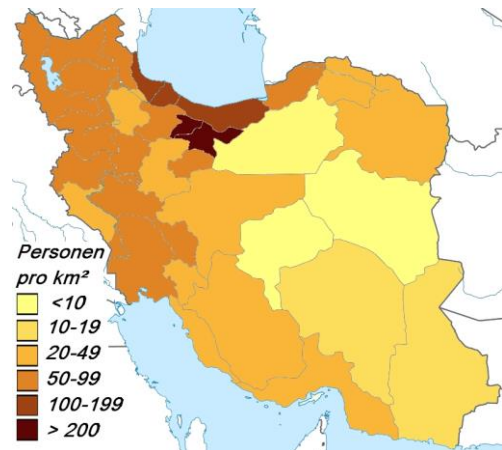


Abbildung 2-18: Relative Bevölkerungsdichte in Iran, nach Angabe der statistischen Zentrum Irans, 2012

## 2.4 Stadtplanung und Urbanisierung in Iran im letzten Jahrhundert

Die bauliche Anpassung und Modernisierung der Städte im Iran wurde erstmals durch die Regierung des Irans im Jahr 1929 eingeleitet<sup>36</sup> und die erste iranische Verordnung bezüglich der städtischen Planung stellte ein Gesetz über die Entwicklung der Durchgänge und Straßen im November 1933 dar, das im August 1941 nochmals angepasst wurde. Die rechtliche Unterstützung für die Umsetzung dieser den Gesetzen vorgelagerten Pläne war jedoch sehr schwach (Hashemi, 1992).

Nach diesem Gesetz wurden neue Straßen und Plätzen in den Kernen und Zentren der großen und einiger mittlerer Städte geplant. Diese Straßen sollten als eine Art Quadratnetz in Nord-Süd- oder in West-Ost-Richtung verlaufen. Die Schwerpunkte lagen hierbei nur auf dem guten Zugang zu allen zentralen Einrichtungen und der Verkehrsfunktion, während die historischen Werte der Städte und Bodennutzung- Management vernachlässigt wurden (Saidnia, 2003: 17).

Mit der allmählichen Zunahme der Bevölkerung wurden die Erhöhung der städtischen Infrastrukturen und Dienstleistungen notwendig. 1941 bis 1974 wurde eine Erweiterung der städtischen Infrastruktur, öffentliche Einrichtungen und Anlagen wie Kliniken, Schulen, Krankenhäuser in allen großen Städten durchgeführt. Trotz dieser Maßnahmen, die alle unter Kontrolle des öffentlichen Sektors, vor allem der Zentralregierung standen, gelangen keine wirksamen und geeigneten Regelungen für die Stadtplanung. Ein Wiederaufbau und die Rehabilitation der Städte wurden nur marginal erreicht (Saidnia, 2003: 17-24).

Nach dem Zweiten Weltkrieg liefen die Stadtplanungsprogramme erneut an, aber dieser Prozess gestaltete sich sehr langsam. Merkmale der städtebaulichen Aktivitäten während der folgenden 25 Jahre waren, dass sich die Städte ohne Kontrolle über ihre Grenzen hinaus erweiterten und die Gemeinden verpflichtet waren, sie mit städtischer Infrastruktur und Abfallentsorgung zu unterstützen.

1960 wurde das Gesetz über den Erwerb von Landbesitz und Kaufmethode durch iranische Parlament genehmigt und danach begannen die modernen integrierten Renovierungsprogramme nach 1964 mit der Gründung eines zuständigen Ministeriums für Wohnungswesen, das für die Umsetzung der Planungen, Verordnungen und Gesetze verantwortlich war (Hashemi, 1992).

<sup>36</sup> Die 3000 Jahre alte Stadt Hamadan wurde im 1929 durch der deutsche Ingenieur Karl Frisch das Strassennetz komplett neu gestaltet (Saidnia, 2003: 16).



Den modernen Städtebau kennzeichneten die vorausschauende Planung und die Entwicklung, die durch öffentliche und private Einrichtungen gefördert wurden. Anfang 1966 kam es zu einer Verbesserung der bestehenden Regelungen und dem Erlass neuer Gesetze.

1961 arbeiteten 75% der iranischen Bevölkerung in der Landwirtschaft. Eine Landreform, welche die wirtschaftliche Situation der Bevölkerung verbessern sollte, musste somit auf dem Agrarsektor beginnen. Als besondere Herausforderung galt die Durchführung einer Reform, mit der die Eigentumsverhältnisse des agrarischen Grundbesitzes grundlegend verändert werden sollten (Pahlavi, 1976: 144ff.).

Leider bewirkte die Aktion „Abschaffung des Feudalsystems und Verteilung des Ackerlandes von Großgrundbesitzern an Bauern“ in der Praxis andere Ergebnisse. Viele Bauern, die kein Geld für den Kauf von Land hatten, wurden arbeitslos und wanderten in die Städte ab. Aber auch viele Bauern, die Ackerland kauften, konnten dieses nicht bewirtschaften oder verfügten nicht über ausreichend Arbeitskräfte. Auf diese Weise gingen viele fruchtbare Agrarflächen verloren (Habibi, 2012: 185-92).

Die Gründung des „Rates für Städtebau“ im Jahr 1972 verfolgte das Ziel, rechtliche Grundlagen für die Planungsverfahren zu liefern, klarere Definitionen der urbanen Stadtentwicklungspläne zu gewährleisten und detaillierte Pläne als Masterpläne zu managen (Saidnia, 2003: 5).

Aufgrund seiner strategischen Lage in Südwestasien und seiner Ölreserven besitzt Iran einen besonderen geopolitischen und wirtschaftlichen Vorteil, der es dem Land erlaubte, sich in bestimmten

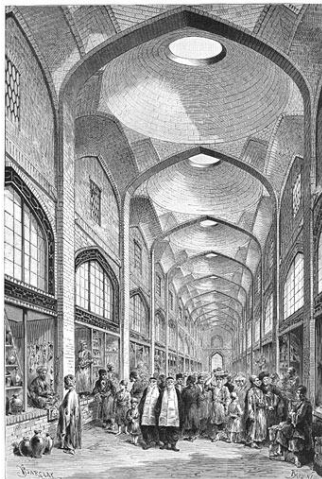


Abbildung 2-19: Vakil-Basar von Jane Dieulafoy, 1881<sup>37</sup>

Bereichen schneller als andere zu entwickeln. Das Vorhandensein von Öl gab Iran die Macht, die Veränderung von einer vorindustriellen Gesellschaft zu einem modernen Land innerhalb kürzester Zeit zu durchleben. Das Ergebnis waren fortschrittliche Wirtschaftszweige und Sozialstandards, obwohl die Abhängigkeit der iranischen Wirtschaft vom Öl andererseits auch zur Vernachlässigung und Schwächung von



Abbildung 2-20: Zand-Straße 1931<sup>38</sup>

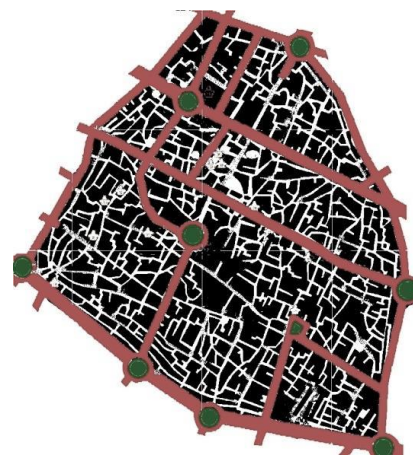


Abbildung 2-21: Die Zand-Straße, die seit 1806 durch historischen Stadtkern von Shiraz (Zitadelle, Schloss, Bazar, Moschee, Bad und Gärten) verlief, wurde im vierten Jahrzehnt so breiter gemacht wurde, dass die historische Struktur und Gebäude beschädigt wurden.



Abbildung 2-22: Shiraz, Altstadt; Rücksichtslose Einfügung breiter Straßen in der historischen Stadtstruktur folgte mit der Beschädigung des netzförmigen traditionellen Straßennetzes und Umwandlung der traditionellen homogenen introvertierten zu einer meist extrovertierten Bauweise (Hervorhebung auf Basis des Stadtplans Shiraz)

<sup>37</sup> <http://www.gutenberg.org/files/13901/13901-h/13901-h.htm>.

<sup>38</sup> <http://www.eshiraz.ir/zone7/fa/shiraz,233>.

Industrie und Landwirtschaft führte. Nach der Revolution von 1979 hing die Wirtschaft des Irans auch weiterhin stark vom Ölpreis und der westlichen Welt ab (Madanipour, 2002: 80-86).

#### **Exkurs 4: Steingarten des Darvish-Khans**

Der Steingarten liegt etwa 45 Kilometer von Sirjan entfernt in der iranischen Provinz Kerman. Er wurde von Darvish Khan Esfandiarpour infolge des Verlustes seines wertvollen Gartens angelegt.

Er gehört zu den Grundbesitzern, die wenige Jahre nach der Bodenreform (Weiße Revolution) im Jahr 1960 ihr Land verloren. Darvish-Khan hat den Garten als Zeichen des Protests und der Erinnerung an seinen üppigen Garten, der nicht mehr existiert, mit angetrockneten Stämmen und Ästen der Bäume und hängenden Steinen geschmückt.

<sup>39</sup> Darvish-Khan war ein tauber und stummer Gärtner, der aufgrund seiner Behinderung nur erschwert kommunizieren konnte, aber mit seiner abstrakten Arbeit machte er auf den Verlust seines heiligen und beliebten Gartens aufmerksam.

Die Geschichte Darvish-Khans wurde 1976 im Film "The Stone Garden", der von Parviz Kimiavi produziert wurde, umgesetzt.

Kimiavi hat im Jahr 2004 einen weiteren Film von Darvish mit dem Titel „The Old Man and His Stone Garden“ gedreht. Die ursprüngliche Version des Films wurde auf den Internationalen Filmfestspielen in Berlin vorgestellt.

Darvish Khan verstarb am 8. April 2007 im Alter von 90 Jahren und wurde in seinem Steingarten begraben (Molahosseini, 2010).



Abbildung 2-23: Steingarten und Darvish-Khan <sup>38</sup>



Der Autor des Buches „Urbanisierung und regionale Disparitäten im post-revolutionären Iran“ gibt an, dass die Ereignisse, die eine wichtige Rolle bei der Bildung räumlicher Strukturen im Iran des 20. Jahrhunderts spielten, 1. die Entdeckung von Öl, 2. der Aufstieg von Reza Schah (1925-1939) und die anschließende Zentralisierung des Staatsapparates, 3. die Revolution von 1979 und 4. der Iran-Irak-Krieg (1980-1988), der Millionen von Kriegsflüchtlingen und die Zerstörung und Beschädigung vieler Städte und Dörfer nach sich zog, gewesen seien (Sharbatoghlie, 1992: xvii).

Diese schnellen Änderungen erfolgten ohne eine kommunalpolitische Führung, ohne aufeinander abgestimmte Entwicklungen und mit nicht miteinander verknüpften Formen des sozialen Wandels, d. h., insgesamt bildeten sie eine nicht umfassende Entwicklung und verursachten eine Diskrepanz zwischen der Qualität des sozialen Lebens und den technologischen Veränderungen. In letzten 50 Jahren stieg die Zahl der Städte im Iran von 201 (im Jahr 1956) auf 1.331 (im Jahr 2011) an (Statistisches Zentrum Irans, 2012). Basierend auf der Definition des Statistischen Zentrums Irans wird jede Siedlung mit mehr als 5.000 Einwohnern als Stadt anerkannt und kann eigene Gemeinden besitzen. Im Zusammenhang mit dieser Definition erhöht sich die Anzahl der Städte jedes Jahr, aber in Wirklichkeit bezieht sich die Bevölkerungszahl nur auf „demografische Verstärkung“ durch Urbanisierung. Die Existenz von einigen wenigen Städten mit sehr großen Populationen ist eines der wichtigsten Merkmale Irans und auch in vielen anderen Entwicklungsländern zu finden. Die Kluft zwischen den sozialen und wirtschaftlichen Entwicklungen, zusammen mit der Konzentration der städtischen Infrastruktur und der sozialen Wohlfahrt in großen städtischen Gebieten, lässt die Menschen ihre kleinen Städte für ein vermeintlich besseres Leben in den großen Städten verlassen.

Die Entwicklung der Städte und besonders Vororte war so schnell, dass die meisten Berechnungen und vorgesehenen Prognosen der Master-Stadtplänen nicht zutrafen.

<sup>39</sup> <http://hamshahrionline.ir/details/89281>.

Seit 1984 sollte der Einflussbereich der Städte in allen Stadtentwicklungsplänen beachtet werden und die Entwicklungskonzepte für die großen Städte mussten gleichzeitig mit ihren Trabanten/Satellitenstädten entwerfen. 1997 wurde mit der Genehmigung des Ministers für Wohnen und Stadtentwicklung die traditionelle Weise des "Master-Stadtplans" durch "strategische kooperative Ansätze für die Stadtentwicklung" ersetzt, die eine Veränderung und Anpassungsmöglichkeiten in demokratischer Weise während der Projektlaufzeit haben, was jedoch nur auf dem Papier existiert (Saidnia, 2003).

Die ungeplanten Migrationen vergrößern diese Städte, heben aber nicht das unterentwickelte Sozialniveau. Die entsprechende Höhe der Bevölkerungszahl in einer akzeptablen Umweltsituation in Städten ist ein auch auf akademischer Ebene viel diskutiertes Thema. Eine Stadt, sogar mit starker Infrastruktur, darf aufgrund der politischen und sozialen Stabilität wie auch der Gefahr der Umweltverschmutzung einen bestimmten Grenzwert für das Bevölkerungswachstum nicht überschreiten.

Die rapide ökonomische und soziale Veränderung in Iran mit neuer Technologie überlastete und beeinträchtigte die traditionellen Städte. Leider bewirkte in einigen Fällen die Stadtplanung der letzten Jahrzehnte die Zerstörung großer traditioneller historischer Stadtstrukturen. Dies geschah meist unbeabsichtigt oder infolge einer übertriebenen Modernisierung. Viele Städte (die meisten davon mit historischen Zentren) waren das Ziel dieser sogenannten Rekonstruktions- und Verbesserungstätigkeiten. Unter dem Einfluss dieser neuen Entwicklungspolitik emigrierte eine große Anzahl der Iraner aus ländlichen Gebieten und kleinen Städten in die größeren städtischen Zentren. Innerhalb weniger Jahrzehnte veränderten sich die betroffenen Städte laut Definition in Metropolregionen. Die Qualität des Wohnraums allerdings konnte mit dieser Entwicklung nicht Schritt halten. Eine realistische Bewertung der städtischen Situation des Irans für das letzte halbe Jahrhundert zeigt die unkontrollierte Stadtentwicklung von einigen städtischen Gebieten.

Glücklicherweise waren manche kleinen Städte von diesen großen Veränderungen nicht betroffen. So konnten sie die traditionelle Sozialstruktur beibehalten, blieben aber wirtschaftlich unterentwickelt. In größeren Städten aber hatte der Kontrast zwischen der Moderne und den traditionellen kulturellen Werten negative Auswirkungen auf die historischen Stadtteile, die die kulturelle Identität ihrer Einwohner beeinflussten.

Tradition bedeutet die Kette der offenbaren Wahrheiten, Weisheiten und des Wissens, die von Generation zu Generation übertragen wird; so verbinden sich verschiedene aufeinanderfolgende Schichten der zeitlichen Existenz nach der ursprünglichen Wirklichkeit (Bianca, 2000). Diese Kette wurde durch die Implementierung der modernen Stadtplanung unterbrochen. Der Iran schwankte schon immer zwischen Tradition und Moderne, was für die Einwohner eine gewisse Zerrissenheit mit sich brachte, da es nicht zur Durchmischung dieser Elemente kam, sondern sie, ähnlich wie Ölflecken auf Wasser, getrennt existierten wie zwei Welten in einem Land.

## **2.5 Stadtgrünfläche**

### **2.5.1 Stadtgrünflächen und persische Gärten**

Öffentliche Grünflächen gab es in europäischen Ländern dank ihres gemäßigten Klimas schon vor langer Zeit, so dass sie manchmal mehr als 20 Prozent der ganzen Stadtfläche ausmachen (Ardalan, 1980: 10). In den Ländern mit trockenem Klima kann niemand grüne Wälder wie im Schwarzwald oder Ähnliches erwarten.



Abgesehen von einigen Hochebenen gibt es natürlich nur eine karge Vegetation in trockener Region, die kaum Wasser und Nährstoffe braucht. Aber diese natürliche Vegetation kann sich weiterhin bei der Überweidung von Grünflächen nicht mehr selbst regenerieren und mit der übermäßigen oder falschen Bewässerung von wasserintensiven Anbaupflanzen wegen der starken Verdunstung werden zusätzlich die Versalzung der Fläche und langfristig die Unfruchtbarkeit des Bodens gefördert. Die seltenen Grünflächen und Gärten waren einer der faszinierendsten Teile der historischen Städte im heißen und trockenen Klima, die meistens im geschützten privaten Bereich lagen.

Erst im Zuge der modernen Urbanisierung entstanden vor wenigen Jahrzehnten im Iran öffentliche Grünflächen als neue Stadträume. Früher waren, abgesehen von einigen Ausnahmen wie Meidans (Plätze), ausschließlich private Grünflächen im ganzen Land verteilt, die der königlichen Familie oder dem Adel gehörten. Der größte Teil der Städte in ariden und semi-ariden Gebieten verzichtet trotz der großen Affinität der Perser zu Grünflächen aufgrund der unzureichenden Wasserressourcen und der häufigen Dürren auf öffentliche Begrünung.

Private Grünflächen (Gärten), die komplett von einer Mauer begrenzt wurden, konnten aber allgemein vom Volk genutzt werden und regten auch die Fantasie vieler Künstler an. Diese Paradiesvorstellungen von einem Garten flossen auch in die iranische Malerei und Teppichknüpferei ein. Der Garten Eden fungierte in diesem Zusammenhang als eine gebräuchliche Metapher für Glück. Das Wort „Paradies“ leitet sich von *paridaida* ab, dem altiranischen Begriff für Garten. Das Wunschbild vom irdischen Paradies steckte im überlieferten Zauber persischer Gartenanlagen ebenso wie in jedem noch so kleinen und bescheidenen Stück Garten. Die Bezeichnung ging in viele europäische Sprachen wie auch in das Hebräische ein, wo bis heute der Ausdruck *Pardes* verwendet wird. 2011 wurden einige persische Gärten von der UNESCO zum Weltkulturerbe erklärt (World heritage list, 2011).

Der iranische Garten mit seiner perfekten Struktur stellte eine enge Beziehung zwischen kulturellen und natürlichen Hintergründen dar und zeigt eine Angleichung zwischen menschlichen Bedürfnissen und der Natur (Irani-Behbahani & Khosravi, 2006: 79).

Die Kunst der Gartenbautradition blickt in Iran auf eine lange Geschichte zurück und kann als einer der wichtigsten Gartenstile in der ganzen Welt eingeordnet werden. Von der Antike bis zum 19. Jahrhundert erfolgten Gartenkonstruktionen mit dem Vertrauen auf empirisches Wissen, und brachten außer Schönheit und Nützlichkeit zusätzlich einen stabilen natürlichen Zyklus und reiches Ökosystem (Irani-Behbahani & Khosravi, 2006: 80).

### 2.5.2 Stadtgrünflächen im Iran der Moderne

Moderne Stadtparks und Grüngürtel im Umfeld iranischer Städte wurden seit Beginn der Öl-Wirtschaft, der Förderung der Industrialisierung und der Stadtentwicklung in den 1960er Jahren



Abbildung 2-24: Shazde-Mahan-Garten - im Herzen der Wüste-Kerman, Iran<sup>40</sup>



Abbildung 2-25: Shazde-Mahan-Garten, gebaut von 1919 bis 1930, Kerman, Iran<sup>41</sup>

<sup>40</sup> <http://www.mehrnews.com/detail/classicPhoto/2020680>.

<sup>41</sup> <http://www.mehrnews.com/detail/News/%202018925>.



errichtet. 1968 fungierte das Gartenamt von Teheran als erste offizielle Einrichtung und Fachabteilung in diesem Bereich, 1971 wurde der Name in „Parkorganisation“ umgewandelt. Diese Institution agierte in den Parkprojekten als Auftraggeber und Inspizient.



Abbildung 2-26: Kennnummer auf den Bäumen, Teheran, Iran, 1978

1973 genehmigte die Regierung das erste staatliche Gesetz zur Pflege und Erweiterung der Stadtgrünflächen, um die unkontrollierte Abholzung zu verhindern. Dieses Gesetz verbot die Abholzung jedes Baumes mit einem Mindestquerschnitt von 50 cm in den Straßen, Parks, Gärten und auf Plätzen sowie an Kreuzungen und Autobahnen, die eine Größe von 500 m<sup>2</sup> überschritten und als Gärten des Stadtrandes bekannt waren. Wurde eine Abholzung des entsprechenden Baumbestandes nötig, musste eine Erlaubnis eingeholt werden. Auch die Errichtung, der Schutz und die Bewässerung der Stadtbäume lagen nun im Aufgabenbereich der Kommune, deren Verpflichtung ebenfalls darin bestand, alle Bäume der Stadt mit Kennzialschildern zu versehen und eine Datenbank für den Baumbestand aufzubauen (Forschungszentrum des Parlaments, 1973).

Nach der Revolution von 1978 rückte die Pflanzung und Pflege der Stadtbäume verstärkt in den Fokus der Stadtplanung und mit einem Ergänzungsgesetz von 1980 durch den Revolutionsrat verschärfen sich die Strafen und das Bußgeld für Baumfällungen (Rechtsbüro der Stadtverwaltung Teheran, 2009). In Wüstengebieten fand die Anpflanzung urbaner Wälder zur Stabilisierung der Sanddünen und zum Schutz der Bevölkerung und Gemeinden vor Staubverwehungen statt. Des Weiteren dienten sie als Lieferanten für Rohstoffe, Holz und Futter. In den nördlichen Teilen Irans entstanden Pappelpflanzungen für die Holz-, Streichhölzer- und Zellstoff-Industrie (Management und Planungsorganisation Irans, 1989: 73).

Zwischen 1979 und 1994 vollzog sich die Bepflanzung von bis zu 252.074 ha städtischer und stadtnaher Wälder im westlichen Iran, die Bepflanzungen im östlichen und südlichen Iran erfolgten bis 1996 mit insgesamt 320.288 ha (FAO, 2006: 22).

Seit 1979 kam es zu einer erheblichen Ausweitung des öffentlichen Parksystems und die Zahl der öffentlichen Parks stieg von 20 im Jahr 1979 auf über 100 im Jahr 1999. Des Weiteren pflanzten die zuständigen Stellen Bäume in den südlichen Vororten zur Hitzeregulierung und auch der Umfang dieser Neupflanzungen ist gestiegen (FAO, 2006: 22).



Abbildung 2-27: Für Wüstenmenschen sind die Bäume heilig, und außer gesetzlichen bekommt man in kleinen Städten und Dörfern besondere soziale Strafen für die Baumfällung - sogar im eigenen Garten. Am 29.03.2010 wurde jemand wegen mehrmaliger Holzfällerei bestraft. Er musste neben einer Geldstrafe und dem Ersatz der Bäume einen Tag an die geschnittenen Stämme gefesselt verbringen (Foto von Irna<sup>42</sup>).

2009 wurde eine Korrektur des Gesetzes der zu erhaltenden und auszubauenden Grünflächen in Städten genehmigt. Infolgedessen verringerte sich der Mindestquerschnitt der Baumstämme für geschützte Bäume von 50 cm auf 15 cm. Gärten unter 500 m<sup>2</sup> wurden ebenfalls unter Schutz gestellt und für neue Grundstückverteilungen legten die zuständigen Institutionen einen Mindeststandard von 2.000 Quadratmetern fest. Sollten diverse Gründe das Fällen einiger Bäume nötig machen, muss ein zweifacher Baumbestand gepflanzt werden. Obstbäume wurden von dieser Regelung ausgenommen und dürfen unter keinen Umständen gefällt werden (Schlichtungsrat, 2009).

<sup>42</sup> عامل قطع درختان در زنجان به درخت بسته شد، ایرنا، ۰۹ فروردین ۱۳۸۹

### 2.5.3 Verteilung der Stadtgrünflächen pro Person

Zur Bestimmung des Umfangs und der Pro-Kopf-Grünfläche in Iran wurde bisher vor allem auf die Normen in anderen Ländern zurückgegriffen.

Grünflächen hängen ab von der Klimasituation und den Besonderheiten der Regionen. Aus diesem Grund sind in einer Wüstenstadt wie Yazd, einer Küstenstadt wie Sari und einer Megastadt wie Teheran gleiche Normen zu wählen. Die Informationen über den internationalen Standard der Grünfläche können hierbei als Navigation und Führer der Maßnahmen und Vergleiche betrachtet werden.

Die Frage nach den erforderlichen Grünflächen pro Kopf in urbanen Systemen ist noch umstritten. Im 20. Jahrhundert schlugen Experten aus Deutschland, Japan und einigen anderen Ländern einen Standard von 40 m<sup>2</sup> für städtische Grünflächen in hoher Qualität oder 140 m<sup>2</sup> Waldfläche pro Kopf vor, damit ein Gleichgewicht zwischen der Produktion und dem Verbrauch von Kohlendioxid und Sauerstoff erreicht wird und die ökologischen Werte für menschliches Wohlbefinden erfüllt werden. Aktuelle Entwicklungen in den Ländern schlagen tendenziell eine allgemeine Grünflächen-Norm von 20 m<sup>2</sup> Parkanlage pro Einwohner vor (Wang, 2009: 80) und (Sukopp et al., 1995).

Der Mindeststandard, der durch die World Health Organisation (WHO) angeregt wurde und durch die Veröffentlichungen der Ernährungs- und Landwirtschaftsorganisation der Vereinten Nationen (FAO) akzeptiert ist, legt eine Mindestverfügbarkeit an Grünflächen von 9 m<sup>2</sup> pro Einwohner fest (Kuchelmeister, 1998: 7).

Die Studien und Beiträge des Ministeriums für Wohnen und Stadtentwicklung bestimmen als akzeptablen Wert für die städtischen Grünflächen Irans zwischen 7 und 12 m<sup>2</sup> pro Person. Allerdings schwankt diese Zahl in verschiedenen Städten aufgrund unterschiedlicher geografischer und klimatischer Eigenschaften. Diese Norm könnte mit einer grünen Umgebung oder Grüngürteln auf bis zu 15 m<sup>2</sup> pro Kopf angehoben werden.



Abbildung 2-28: Verteilung der größeren Städte des Iran und klimatische Regionen

Tabelle 2-5: Stadtgrünfläche im Vergleich, große Städte in Iran (mehr als 350.000 Einwohner)

	Stadt	Bevölkerung 2006	Klimatische Zonen	m <sup>2</sup> pro Kopf 2007/8	m <sup>2</sup> pro Kopf Ziel für 2011
1	Teheran	7705036	Halbwüste - kalt	siehe Kapitel 4	
2	Maschhad	2427316	Mittelmeer mit Frühlingsregen	9,8	12
3	Isfahan	1602110	Halbwüste - kalt	23,8	30
4	Täbris	1398060	Mittelmeer mit Frühlingsregen	12	15
5	Karadsch	1377450	Halbwüste - kalt	8	12
6	Schiras	1227311	Mittelmeerklima	10,13	20
7	Ahvas	969843	Heiß-trockene Wüste	9,5	14
8	Qom	951918	Trockene Wüste	14,5	27
9	Kermanschah	784602	Kaltes Gebirge	9	12
10	Urmia	583255	Mittelmeer mit Frühlingsregen	7	12
11	Zahedan	552706	Heiße Halbwüste	2,7	7
12	Rasht	551161	Kaspisches Klima – mild u. feucht	3	15
13	Kerman	496684	Trockene Wüste	11,2	15
14	Hamadan	473149	Mittelmeer mit Frühlingsregen	8,84	12
15	Arak	438338	Halbwüste - kalt	12,5	20
16	Yazd	423006	Heiß-trockene Wüste	12,1	15
17	Ardabil	412669	Mittelmeer mit Frühlingsregen	4,8	12
18	Bandar Abbas	367508	Heiß-trockene Küsten	7	10

Dieser Wert wurde in den meisten iranischen Städten erreicht, dies geschah aber leider ohne gründliche Forschung, gute Auswahl und Verteilung der Grünflächen, was große Verluste von Wasser, Quellen, Boden und natürlich auch finanziellen Mitteln verursachte.

Neben der Menge sollte auch die Qualität beachtet werden, somit müssen Grünflächen mit ihren Ausstattungen erfasst, bewertet und kontrolliert werden. Aber bis jetzt existieren hierfür keine Gesetze in den kommunalen Stadtverwaltungen oder bei anderen offiziellen Organen des Irans. Zwar wird vorgegeben, dass die Städte 12 m<sup>2</sup> Grünfläche pro Kopf bereitstellen sollen, aber welche Maßstäbe angelegt und wie sie berechnet werden, ist nicht geregelt. Z. B. wurden breite Flächen der Städte mit nicht einheimischem Rasen (wie *Poa pratensis*) bedeckt, obwohl dieser Rasen keine Schatten-Funktionswerte wie Bäume bietet und im Vergleich größeren Wasserverbrauch und Verdampfung hat. Dies geschah, obwohl Rasenflächen normalerweise mehr Wasser als Sträucher und Bäume benötigen, um gesund zu bleiben und weiterhin über weniger Kühlwirkungen verfügen. Auch sind viele kleinere Blumengärten als Grünfläche gezählt worden, die von minderer ökologischer Qualität sind.

Die Kosten der Bepflanzungen, Pflege und der Bewässerung von Pflanzen, die nicht zur einheimischen Vegetation zählen, können des Weiteren erwähnt werden. Dieses Thema soll detailliert jedoch im 5. Kapitel aufgegriffen werden.



### 3. KAPITEL: GRÜNFLÄCHEN IN DER STADT - EIN BEDARF UND EINE GELEGENHEIT FÜR EIN ERWEITERTES NATURVERSTÄNDNIS

Die empirische Evidenz zeigt, dass die naturnahen Stadtgebiete in vielerlei Hinsichten zur Verbesserung der Lebensqualität beitragen.

Neben vielen Umwelt- und ökologische Dienstleistungen bietet die Stadtgrünfläche wichtige soziale und psychologische Vorteile für die Gesellschaft, das Wohlbefinden der Menschen als auch für die Nachhaltigkeit der Städte.

Dieses Kapitel wird den Werten und Funktionen der städtischen Grünflächen im Allgemeinen zugeordnet:

In **3.1** werden die Definitionen und unterschiedliche architektonische und ökologische Aspekte von Grünflächen im Stadtgebiet mit ihrem historischen Hintergrund vorgestellt.

**3.2** veranschaulicht die ökologische, soziale und wirtschaftliche Funktion von Stadtgrünflächen.

In **3.3** werden die Grünflächentypen, ihre Merkmale und Ziele eingeführt und **3.4** beziffert die erforderliche Stadtgrünfläche, basierend auf verschiedenen Standards. Anschließend wird es den Entwicklungs- und Verwaltungsproblemen, ökologischen und technischen Barrieren gewidmet.

Zum Schluss wird in **3.5** die Erfordernis und Funktion von Grünflächen in ariden Städten vorgestellt.

#### Kapitel 3: Grünflächen in der Stadt - Ein Bedarf und eine Gelegenheit für ein erweitertes Naturverständnis

3.1 Definitionen der Stadtbegrünung

3.2 Funktionen der städtischen Grünflächen

3.3 Typisierung der Grünflächen

3.4 Herausforderungen der Stadtbegrünung

3.5 (Aus-)Wirkungen von Grünflächen in ariden Städten

#### 3.1 Definition der Stadtbegrünung

Das Stadtgrün kann definiert werden als *“ die Summe aller holziger und ähnlicher Vegetation in und um dichte menschliche Siedlungen, von kleinen Siedlungen in ländlicher Umgebung bis zu Metropolregionen<sup>43</sup>“* (Miller, 2007: 27).

Urban Forestry *„ist die Kunst, Wissenschaft und Technik der Verwaltung von Bäumen und Waldbeständen in und um Ökosysteme urbaner Gemeinschaften für den physiologischen, sozialen, wirtschaftlichen und ästhetischen Nutzen, den Bäume der Gesellschaft bringen<sup>44</sup>“* (Helms, 1998: 193). Stadtbegrünung ist die Pflege und Entwicklung städtischer Grünräume innerhalb der Grenzen der Städte und aller Pflanzenarten von Bäumen über Sträucher, Stauden, Gräser, Blumen usw. in natürlichen Waldgebieten, Parks, Gärten und Konversionsflächen, Grüngürteln und als Bäume entlang der Autobahnen und Straßen, in Höfen und Hausgärten, in öffentlichen Gebäuden und auf Spielplätzen und anderen öffentlichen Plätzen usw.

Ihre Funktionen sind unter anderem *„die Erholung, Spiel und Sport, die städtebauliche Gliederung und die Stadtgestaltung, weiterhin ist das Stadtgrün stadthygienischen, verkehrstechnischen und*

<sup>43</sup> *“The sum of all woody and associated vegetation in and around dense human settlements, ranging from small communities in rural settings to metropolitan regions.”* ( Miller, 2007, *Urban Forestry: Planning and Managing Urban Greenspaces*:27)

<sup>44</sup> *“...the art, science and technology of managing trees and forest resources in and around urban community ecosystems for the physiological, sociological, economic and aesthetic benefits trees provide society. “*(Helms,1998, *The Dictionary of Forestry. Society of American Foresters*:193)



*kulturellen Zwecken gewidmet. Zu den Grünflächen zählen die Anlagen zu ihrer Erschließung und alle sonstigen erforderlichen Einrichtungen. Eingeschlossen sind auch Grünelemente von Straßen, Plätzen und Fußgängerbereichen“ (Bahmani, 1994: 86).*

Arboristik oder Stadtbegrünung umfasst ein Multi-Managementsystem, das das städtische Einzugsgebiet umfasst, den Lebensraum für Wildtiere, die Gelegenheit zur Erholung im Freien und Landschaftsgestaltung. Es gibt fünf Komponenten der städtischen Forstwirtschaft (Costello, 1993):

1. Baumzucht: Sie konzentriert sich auf die Pflanzung, Pflege, Gesunderhaltung und Bewirtschaftung der städtischen Bäume. Aktivitäten wie Beschneiden, Düngen, Bewässern, Anbinden und Schädlingsbekämpfung sind mit eingeschlossen.
2. Arborökologie: Sie konzentriert sich auf die Verbesserung und den Schutz des Lebensraums für Menschen und andere biologische Organismen.
3. Arboreconomics: Der Wirtschaftsaspekt der städtischen Forstwirtschaft liegt im Bereich der Arbor-(Laub)Wirtschaft wie der Bestimmung und Entwicklung von Kosten und Budgets, der Kalkulation/Planung der Einrichtung oder der Erhaltung von Arbeitsplätzen.
4. Arborplanung: Das Arborplanung identifiziert die geeigneten Arten für einen bestimmten Ort, bestimmt Spezifikationen für die Bepflanzung und untersucht, welche Bedürfnisse die städtischen Wälder in Zukunft haben werden.
5. Arborsoziologie: Sie betrachtet Bäume als Mittel zur Verbesserung der Qualität des städtischen Lebens und als psychologischen Wert.

### **3.1.1 Diskussionshintergrund**

Stadtbegrünung ist ein sehr interdisziplinäres Gebiet. Einige der vielfältigen Professionen im Bereich Stadtbegrünung sind Soziologie, Psychologie, Wirtschaft, Landschaft, Architektur, Geographie, Hydrologie, Bodenkunde, Botanik, Biologie, Geologie, Gesundheit und öffentliche Verwaltung. Die angemessene Berücksichtigung und Nutzung jedes Feldes im Gleichgewicht mit den anderen Feldern ist eine der besonderen Herausforderungen des Stadtbegrüens und oft bestimmend dafür, ob ein Projekt gelingt oder scheitert.

Es wurden daher neue Formen von interdisziplinärer Stadtplanung, Landschaftsarchitektur und Entwurfspraktiken gefunden, die sich an der Schnittstelle zwischen Landschaftsökologie und Urbanismus bewegen und die Grenze zwischen der Vorstellung eines „natürlichen“ Ökosystems und dem bebauten „kultivierten“ Stadtraum verwischen (Sukopp et al., 1995).

Die Stadt hängt ab von ihrer Umgebung und umgekehrt. Der urbane Raum lehnt sich an seine Lokalität und seine sozialen Wirtschaftskreisläufe an. Obwohl die Ökologie und der Städtebau noch deutlich getrennte Begriffe in den Fachdisziplinen sind, stellen sie nur im Zusammenhang das komplexe Stadtbild dar.

Ökologie wird oft als das grundlegende Element oder ein „natürliches“ System der Umwelt interpretiert, die Potential zur Führerschaft der „nachhaltigen Stadtentwicklung“ und Entwurfslösungen in ihrem Besitz hat.

Allerdings ist die Tatsache, dass Stadtplanung, -design und Landschaftsarchitektur Praktiken sind, die sich in Anbetracht des verstärkten Fokus auf Ökologie und Nachhaltigkeit in Bezug auf die Stadt verändern, ein entscheidender Aspekt in dieser Angelegenheit (Jochumsen, 2010).

Was wir heute als Stadtgrünfläche und ihre Funktionen und Planung kennen, hat zwei verschiedene Wurzeln: den architektonischen Vorgang (Landschaftsarchitektur) und Umweltaspekte (aus dem Bereich Ökologie).

### **3.1.1.1 Landschaftsarchitektur**

Diese definiert sich als ästhetisch-künstlerische Disziplin auf naturwissenschaftlich-technischer Grundlage, deren zentrales Ziel es ist, die Menschen näher an die Natur heranzuführen. Erst später kam der Gedanke des Schaffens einer ökologisch und sozial intakten Lebensumwelt dazu.

Nachdem die Gartenkunst im Altertum im Alten Ägypten, von den Assyrern und Babyloniern, in Persien, im Alten Griechenland und Rom wie auch China kultiviert wurde und sich im Mittelalter auch in Europa entwickelte, begann um 1500 ein neuer Abschnitt, in dem Gartenkunst eng mit Schlossanlagen zusammenhing. Erst mit dem Beginn der bürgerlichen Herrschaft im 19. Jahrhundert wurden öffentliche Grünflächen (Parks) gebaut.

Das Stadtwachstum im Zuge der Industriellen Revolution veränderte das allgemeine Verständnis von Natur und Landschaft allmählich tiefgreifend. Die bäuerlich geprägte Landschaft außerhalb der Städte rückte in immer größere Entfernung und konnte nicht mehr ohne Mühe und jederzeit erreicht werden.

Seit etwa 1750 entwickelte der Englische Landschaftsgarten, der sich durch seine Natürlichkeit auszeichnet und sich an der Ästhetik eines Landschaftsgemäldes orientiert, und damit in Gegensatz zu dem strengen und tektonisch-geometrischen Barockgarten steht. Er konzentrierte sich auf eine sozialverträgliche Stadtplanung, indem er Grünanlagen für die Naherholung der Bevölkerung schuf. In Deutschland war Peter Joseph Lenné (1789-1866) neben Fürst Pückler-Muskau, Friedrich Ludwig Sckell bedeutendste Landschaftsgärtner/-architekt des Klassizismus und prägte maßgeblich Parks und Gartenanlagen nach dem Vorbild englischer Landschaftsgärten (Buttlar, 1993).

Im Jahr 1841 veröffentlichte Andrew Jackson Downing sein Buch, „A Treatise on the Theory and Practice of Landscape Gardening“, über die Theorie und Praxis der Gartengestaltung; es war das erste Buch dieser Art (Gerhold & Frank, 2002: 21). Er betonte die sozialen Wurzeln von Architektur und reagierte auf den Wunsch der Bevölkerung nach einem Erholungsgebiet, da es in damaligen Städten kaum Freizeit- und Unterhaltungsmöglichkeiten gab. In einem Artikel der Zeitschrift „Horticulturist“ brachte er 1848 den Anstoß zu Überlegungen in Richtung eines großen öffentlichen Parks, in dem man spazieren gehen, reiten, rudern, Baseball oder Cricket spielen könne, außerdem sollte es Spielplätze für die Kinder geben.

Etwa zur gleichen Zeit arbeiteten Frederick Law Olmsted (1822-1903) und Calvert Vaux (1824-1895) am „Prospect Park“, der ersten naturalistischen Stadtlandschaft in den USA (Gerhold & Frank, 2002: 22).

Auf dem, was diese Männer als komplexe Beziehung zwischen Menschen und Bäumen verstanden haben; dem „naturnahen Leben“, basierte der neue Ansatz in Gartenkunst und Landschaftsarchitektur, obwohl der einseitige Nutzungsanspruch des ästhetischen Vergnügens von Grün- und Freiflächen und die erstarrten Landschaften später zunehmend kritisiert wurden.

### **3.1.1.2 Umweltaspekte (Ökologiebereich)**

Umweltprobleme sind vom Menschen verursachte Veränderungen in der Umwelt. Sie wirken sich nachteilig auf die aktuelle oder zukünftige Existenz oder das Wohlergehen der Menschen aus.

Mit dem Beginn der fest gebauten Siedlungen sind auch Probleme durch Abfälle und Abwässer entstanden. Schon im Altertum befasste man sich mit dem Problem der Abwasserbeseitigung.

Entwässerungskanäle lassen sich bereits für 3000 v. Chr. im Euphrattal nachweisen. Die großflächige Umweltverschmutzung kam jedoch mit der Industriellen Revolution, als die Fabriken mit der Verbrennung großer Mengen von Kohle und anderer fossiler Brennstoffe zur zunehmenden Luftverschmutzung beitrugen.

Erst in den 1960er Jahren lenkte sich die ernsthafte Aufmerksamkeit der Politik und der Öffentlichkeit auf die Verschmutzung in den Städten und den Klima-, Wald- und Gewässerschutz und später wurden vor allem die Probleme der globalen Erwärmung und Luftverschmutzung breit diskutiert. Die UNO-Konferenz 1972 über die menschliche Umwelt (kurz Umweltschutzkonferenz) in Stockholm war die erste weltweite Konferenz zum Thema Umwelt und gilt als der eigentliche Beginn der internationalen Umweltpolitik.

Zahlreiche Begründungen und auch Empfehlungen zum Umweltschutz wurden gegeben, darin enthalten auch zur Stadtbegrünung. Der Rolle des städtischen Grüns für die Verbesserung der ökologischen Wartung, Reinigung der Luft, Modifizierung der Temperaturextreme, von verschiedenen Forschern (Harris, 1992) und (Dwyer et al., 1991)<sup>45</sup> postuliert, wurde neben der ästhetischen Qualität der Grünflächenwirkungen eine große Bedeutung zugestanden.

Unabhängig davon, ob ein Land wachsende oder sinkende Bevölkerungszahlen hat, in welchem Gebiet oder Klimazone es liegt oder wie sein Entwicklungsstatus ist, werden immer mehr Flächen für städtisches Wachstum, Verkehrsbauten und Produktionsstätten benötigt. Damit verschwinden Wälder und Grünflächen.

Zurzeit muss sich die Stadtplanung nach Ansicht der Strategien und Konzepte im Rahmen des Vorsorgeprinzips an den Klimawandel anpassen, um die zu erwartenden Hitzebelastungen für Menschen in städtischen Räumen wirksam zu reduzieren und möglichst wenig Grünflächen und Wälder zu zerstören. Das heißt, dass die Landschaftsarchitektur das Verbindungsstück zwischen der natürlichen und der gebauten Umwelt des Stadtdesigns ist.

*Städte werden aufgrund ihrer Struktur von den Belastungen des Klimawandels besonders betroffen sein. "Die versiegelten Flächen, eine verdichtete Bebauung, fehlende Verdunstung und der geringere Luftmassenaustausch führen in den Städten zu einem sogenannten Wärmeinseleffekt, der sich bei der zunehmenden globalen Erwärmung besonders bemerkbar macht" (Bruse, 2009).*

Abschließend wird der Versuch einer Definition der englischen Begriffe „urban forestry“, „urban greening“, „urban agriculture“ und „Arboriculture“ gemacht, obwohl die Abgrenzung zwischen diesen Begriffen in der Literatur nicht klar ist, da sie alle die gleichen Objekte der Stadtbepflanzung bezeichnen. Die meisten Darstellungen, die die Verschönerung des Stadt- oder Ortsbildes diskutieren (in überwiegend europäischem Bezugsrahmen), haben für die gesamten Gehölze und Grünräume im Siedlungsbereich den Begriff urban greening = Stadtbegrünung gewählt. Urban agriculture = urbane Landwirtschaft hingegen ist der Anbau oder die Verarbeitung von Nahrungsmitteln oder anderer landwirtschaftlicher Produkte innerhalb des städtischen oder peri-urbanen Raumes. Ein meist in amerikanischen Forschungen beliebter Begriff ist in diesem Bezug urban forestry (= urbane

---

<sup>45</sup> Die Liste der „Dienstleistungen“ der Grünfläche für die Stadt könnte beeindruckend sein. Das Abfangen von gasförmigen Schadstoffen durch Bäume und andere Vegetation ist nur ein Nutzen, den eine Grünfläche bringt. Darüber hinaus wirken sie als Kohlenstofffänger, die gegen die globale Erwärmung funktionieren können (McPherson & Simpson, 1999: 1-9). Sie helfen, die Städte kühl zu halten, treten als natürliche Filter und Geräuschkämpfer auf, verbessern das Mikroklima, regulieren Abflusswasser und stehen als Lebensräume für einige Tiere im Allgemeinen und den Vögeln insbesondere zur Verfügung. Stadtgrün schützt Böden und reguliert das Stadtklima. In ariden Gebieten helfen Wälder als Windschutzstreifen, um in den Städten die Wüstenbildung und Staubstürme zu bekämpfen. Das Niveau der biologischen Vielfalt der städtischen grünen Bereiche ist häufig überraschend hoch und stellt Natur unmittelbar dort dar, wo viele Menschen leben (Konijnendijk & Randrup, 2004: 475).

Forstwirtschaft), er bezeichnet die sorgfältige Pflege und Bewirtschaftung der städtischen Wälder zum Zwecke der Verbesserung der städtischen Umwelt. Schlussendlich sind die zentralen Aufgaben der arboriculture = der Arboristik (auch urban forestry) der Schutz, die Pflege und die Unterhaltung von Bäumen, inklusive Naturschutz und urbaner Gehölz- und Standortkunde, Planung und Entwicklung von städtischem Grün.

## **3.2 Funktionen der städtischen Grünflächen**

Grünflächen sind verbreitete Bestandteile des städtischen Gefüges und haben vielfältige Funktionen, die nach ökologischen und klimatischen Wirkungen, sozialen Belangen und ökonomischen Aspekten gliedert werden können. Der Fokus der Stadtplanung liegt offensichtlich nicht auf einem einzigen Gesichtspunkt, sondern auf allen ökologischen, sozialen und ökonomischen Aspekten gleichermaßen.

### **3.2.1 Ökologische Funktion**

Wissenschaftler haben bewiesen, dass Grünflächen in allen Formen umfangreiche ökologische Vorteile bieten, wie z. B. Kohlendioxid-Bindung, Energieverbrauchsreduzierung, Verringerung der Luft- und Umweltverschmutzung und Verbesserung der Wasserqualität. Bäume senken die Lufttemperatur durch das Eindampfen von Wasser in ihren Blättern, die Baumwurzeln stabilisieren den Boden und verhindern Erosion.

#### **3.2.1.1 Stadtklima**

Die Temperatur von Vegetationsflächen liegt dennoch unter denjenigen anderen Stadtstrukturtypen. Chandler (1976), Landsberg (1981) und Oke (1982) merken an, dass mikroklimatische Effekte der städtischen Parameter Wärmeinseln, Bevölkerungsgröße, Topographie, Flüsse und andere Wasserflächen, Windgeschwindigkeit, anthropogene Hitze, Wasserabfluss und Vegetationsabdeckung sind (Emmanuel, 2005: 26).

Bewässerte Vegetation kann eine tiefgreifende Auswirkung auf das Klima von Stadtgebieten haben, und der relative Mangel an Vegetation in vielen Städten ist als eine der Hauptursachen der städtischen Hitzeinsel identifiziert worden. Dennoch kann die Situation in den trockenen Regionen mit einer bewässerten Landschaftsgestaltung innerhalb des aufgebauten Bereichs eine „kühle Insel“ inmitten der vegetationsarmen natürlichen Umgebung sein.

Auch erhöhen die Pflanzen die relative Luftfeuchte durch die Verdampfung der Blätter und strukturieren die Windzirkulation. Darüber hinaus zeigen sich lokale Abkühlungseffekte durch Schattenzonen und erhöhte Verdunstungsraten: an einem sonnigen Tag (400 Lux) steigt die relative Luftfeuchte unter einem Baum um bis zu 10% und senkt die Temperatur um 2 Grad Celsius (DICSА, 1990).

#### **3.2.1.2 Luftqualität**

Feine Staubpartikel in der Luft stellen eine erhebliche Gesundheitsgefahr dar. Neben natürlichen Quellen, beispielsweise vom Boden aufgewirbelte feine, mineralische Stäube, sind es vor allem durch Verbrennungsprozesse verursachte Feinstäube aus Industrie, Haushalten und dem Straßenverkehr, die den Kommunen Probleme bereiten.

Stadtpflanzen wirken durch ihre Filterleistung und eine Veränderung der Luftströmung auf eine Verringerung der Feinstaub und anderen Schadstoffe in der Luft (Moore, 2008: 9).

Auch haben alle grünen Pflanzen die Fähigkeit, durch den Verbrauch von Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) und Wasser Kohlenhydrate aufzubauen und dabei Sauerstoff (O<sub>2</sub>) an die Umwelt abzugeben.

Z.B. leistet ein Hektar Wald, mit 100 ausgewachsenen Bäumen, deren Kronen einen Durchmesser von 14,3 Metern und eine Grundfläche von 160 Quadratmetern haben, eine Reduzierung der Windgeschwindigkeit um bis zu 60%, und Bindung von über 30 Tonnen Staub pro Jahr. Je Hektar von dieser Wald verbraucht 2,55 kg CO<sub>2</sub> pro Stunde, was etwa 4000 Litern Luft entspricht und erzeugt bis zu 1,77 kg Sauerstoff pro Stunde. Das Output von Sauerstoff pro Tag ist gleich dem, was 64 Personen pro Tag benötigen (DICSA, 1990).

Das Projekt Benefits of Urban Green Space in Antwerpen (Belgien) hat auch gezeigt, dass bei Vorhandensein vieler Bäume in der Stadt die Spitzenkonzentrationen von Ozon mehr als 8 Prozent niedriger sind als ohne Bäume (Lefebvre & De Ridder, 2003: 1ff.).

### 3.2.1.3 Wasserhaushalt und Bodenfestigkeit

Da Straßen und Bauwerke die Wasserversickerung stören, fließt das Niederschlagswasser über die Kanalisation ab und der Boden erhält kein Wasser, die Bodenfeuchte nimmt ab. In Pflanzenbeständen gelang das Abfangen der Niederschläge entweder als Stammabfluss oder es wird über den Kronendurchlass verdunstet, was eine große Bedeutung für den Wasserhaushalt und Wasserkreislauf hat (Baumgartner & Liebscher, 1995). „*Das Wurzelwerk der Pflanzen vermindert die Bodenerosion effektiver als die meisten technischen Verfahren*“, besonders auf Hängen und Schrägen. „*Das sich regenerierende Material reagiert elastisch auf Bodenbewegungen*“ (Kolenda, 2001: 10).

Bäume leisten außerdem einen wichtigen Beitrag zum Erhalt von sauberem Grundwasser und für einen hohen Grundwasserspiegel. Die Bäume verhindern den Oberflächenabfluss von Regenwasser, das dann gefiltert ins Grundwasser abfließen kann.

### 3.2.1.4 Lärmschutz

Heute stellt der Lärm eine der größten Umweltbelastungen dar. 60% der Menschen empfinden Lärm, besonders Verkehrslärm, als eine Qual, die die Wohn- und Lebensqualität beträchtlich einschränkt. Schalldämmende Effekte treten bei Pflanzungen mit großer Bewuchstiefe und -staffelung auf. Einzelne Bäume, Baumreihen oder Hecken dagegen haben praktisch weniger Schutzfunktion. Neben den Bäumen sind auch Hecken im Einsatz gegen Lärmbelästigung wirksam. Durch ihre dichte Strukturierung haben sie eine besonders gute Dämmwirkung. Darüber hinaus sind sie als biologischer Lebensraum für Klein- und Kleinsttiere von großem Wert.

## 3.2.2 Soziale Funktion

„*Durch eine bessere Verbindung zwischen Mensch und Natur soll ermöglicht werden, dass Stadtmenschen die Natur aus erster Hand erleben.*“ (Braun, 2005: 660)

Die Stadtgrünfläche hat eine soziale Funktion durch die Zusammenführung von Menschen unterschiedlichen Alters, Gender und Herkunft, und auch eine kulturelle Funktion durch die Darstellung von Gartenkunst in Beziehung zur Baukunst sowie gestaltende Ausprägungen ethnischer Besonderheiten.

Städtisches Grün hat einen positiven Einfluss auf die körperliche und geistige Gesundheit des Menschen, der leider nicht genau messbar ist. Durch die Industrialisierung entstanden dicht bebaute Wohn- und Industriegebiete, die den Bedürfnissen der Menschen in Bezug auf Licht, Luft, Sonne, Freiraum und Grün nicht mehr entsprachen (Ulrich, 1990: 25-29). Grünflächen verbinden und drücken die Identität und Kultur der Stadtviertel aus und besonders Straßenbäume funktionieren abgesehen von ihrem dekorativen und ökologischen Wert auch als eine Verkehrsregulierung.



Für viele Stadtkinder sind die städtischen Parks die einzige Möglichkeit, um eine direkte Erfahrung mit Natur zu machen (IADB, 1997: 20). „Aktives Engagement in Baumpflanz-Programmen bewirkt ein besseres Gefühl der sozialen Identität in der Gemeinschaft und fördert die Selbstachtung“<sup>46</sup> (Nowak & Dwyer, 2007: 37).

Parks, Spielplätze und Grünflächen müssen den Bedürfnissen aller Stadtbewohner dienen. Doch die Manager und Designer müssen oft die Konzentration auf die Planung für besondere Zielgruppen richten, um die städtischen Grünflächen für Kinder und Jugendliche, Menschen mit Behinderungen und soziale und ethnische Minderheiten nutzbar zu machen.

### 3.2.3 Wirtschaftliche Funktion

In vielen sogenannten Entwicklungsländern sind große Teile der städtischen Bevölkerung in ihrem Energiebedarf immer noch stark abhängig von Brennholz (Kuchelmeister, 1998: 57). Grüne Bereiche haben auch das Potenzial, den Bürgern die Möglichkeit zur direkten wirtschaftlichen Aktivität durch die städtische Land- oder Forstwirtschaft zu geben (IADB, 1997: 22).

Jedoch werden die Bemühungen ohne lokale Beteiligung an der Planung und Pflanzung der Bäume von den Bewohnern oft als negativ angesehen. Eine Gewinnbeteiligung vermehrt die Aufmerksamkeit und Mitbeteiligung der Bevölkerung (Miller, 2007).

Tabelle 3-1: Verschiedene Funktionen der Stadtgrünfläche und ihre Bereiche

Städtische Grünfläche		
Ökologische Funktion	Soziale Funktion	Ökonomische Funktion
1- Verbesserung des Stadtklimas; Temperatur und relative Luftfeuchte; Strukturwindzirkulation; Herabsetzung der Windgeschwindigkeiten Einflussfaktoren auf Luftmassenverlagerung 2- Erhöhung der Luftqualität; Sauerstoffproduktion durch Photosynthese; Filterwirkung 3- Wasserschutz in dem Einzugsgebiet, Interzeption von Niederschlag, Veränderung des wirksamen Niederschlags 4- Bodenfestigkeit; Reduzierung von Bodenerosion 5- Schatten spenden, Reduzierung der Sonnenstrahlung und Wärmedämmung 6-Lärmschutz 7- Erhöhung der Biodiversität, Lebensraum für viele Lebewesen	1- Erholung; Naturerleben; Kommunikation und Aufenthalt, Spiel und Sport, Bewegungsraum (insbesondere für Kinder) 2- Sozialisation: Persönlichkeitsentwicklung; Trägt zur Entwicklung der ästhetischen Kompetenz und des Umweltbewusstseins der Stadtbewohner bei 3- Gesundheitsvorsorge: Verringert sommerliche Schwülebelastung 4- Bewahrung der Eigenart des Landschaftsbildes; Landmarkencharakter und Kultur- und Geschichtswert, Verschönerung der Stadtlandschaft; Aufwertung des Stadtbildes 5- Ästhetische Wirkung und Harmonie 6- Stadtgliederung; Strukturwert; stadtgestalterische Funktionen; Raumgliederung, Repräsentation	1- Produktionsfläche für städtische Land- und Forstwirtschaft; Nahrungsmittel, Brennstoff, Tierfutter, Bauholz, Heilmittel, Öl und Industrierohstoffe 2- Erhöhung der Standortqualität und der benachbarten Grundstückspreise; steigert ökonomischen Wert von Wohnanlagen 3- Zunahme der Aufmerksamkeit der Touristikbranche sowie des Stadtmarketings 4- Erhöhung der Subsistenz Einkommen der ärmeren Stadtbevölkerung 5- Energieeinsparung 6- Flächenreserve für zukünftige Stadtentwicklung

Da die Grünflächen in Stadtvierteln oder Straßen die Lebensqualität erhöhen und ein vermehrtes Interesse der Menschen wecken, steigen in der Regel die Preise der Grundstücke, Wohnungen oder Geschäfte daneben.

Auf der anderen Seite sind auch Einsparungen bei den Heizungs- und Kühlungskosten für Gebäude in der Nähe von städtischen Bäumen nachgewiesen (Erickson, 2004: 5f.).

### 3.3 Typisierung der Grünflächen

Alle Grünflächen helfen dabei, städtische Gebiete anzupassen, um die Auswirkungen des Klimawandels abzumildern, unabhängig davon, ob es sich um Parks, Privatgärten oder Straßenbäume

<sup>46</sup> „Active involvement in tree-planting programs has been shown to enhance a community’s sense of social identity, self-esteem, and territoriality“ (Nowak & Dwyer, 2007: 37)

handelt. Die Größe, Qualität und Form eines Raumes, die Vegetationsart und der Anteil der Berichterstattung haben großen Einfluss auf den Umfang und die Qualität der Auswirkungen.

Städtische Grünflächen können durch verschiedene Zielsetzungen typisiert werden: nach Größe, Funktion, Ziel, Besuchern oder den Eigentümern. Eine Typologie der städtischen Grünflächen basiert auf einer Einteilung in die Kategorien, in denen Definitionen der verschiedenen vorgeschlagenen Arten von städtischen Grünflächen enthalten sind. Klassifizierungen sollen das gesamte Spektrum der verschiedenen Grünflächensysteme, sowohl des öffentlichen als auch des privaten Bereichs, erfassen, weiterhin teilt die Typologie das Konzept der städtischen Grünflächen in erster Linie in vier Hauptkategorien ein: annehmbare öffentliche Grünfläche, funktionale Grünfläche, natürliche Grünfläche und die Grünlinien.

### 3.3.1 Attraktive Grünfläche

Alle Grünflächen, die zum Zwecke der Erholung nach ästhetischen Gesichtspunkten, sowohl zum visuellen Genuss wie auch für Spaß und Spiel geplant wurden und deren Zugänglichkeit im Allgemeinen unbeschränkt wie bei einem Nationalpark ist. Die Kategorie umfasst nicht nur staats eigenes Land, sondern auch private Grundstücke wie z. B. Hausgärten.

#### **Exkurs 5: Dachbegrünung und die Begrünung von Fassaden**

*Die Begrünung der Mauern und Dächer verbessert die optische Erscheinung und Lebensqualität in der Stadt. Neben den ökologischen und ästhetischen Vorteilen entlasten grüne Dächer und Fassaden durch Lärm- und Hitzedämmung und haben eine isolierende Wirkung für Gebäude und in Bezug auf die Regenwasser-Bewirtschaftung. Dazu könnte ein neuer Lebensraum für Tiere, beispielsweise Vögel und Schmetterlinge, geschaffen werden.*

*In verschiedenen Teilen der Welt, besonders in Europa, haben die Menschen bekanntermaßen erfolgreich die Energieeffizienz von Gebäuden durch den Einbau des grünen Dachs und grüner Fassaden erhöht. Aber es gibt nur begrenzte Studien über die Dachbegrünung in den heißen und trockenen Regionen, wo der Regen begrenzt ist und die hohe Verdunstung kostbares Wasser verschwendet. Auch die ordnungsgemäße Umsetzung und Pflege erfordern eigenes Fachwissen und -techniken.*

### 3.3.2 Funktionale Grünfläche

Grünflächen, die eine andere primäre Funktion als die Annehmlichkeit oder Erholung haben, die für einige Gruppen oder für alle öffentlich zugänglich sind, jedoch einen einheitlichen Zweck bzw. Funktion haben, gehören in diese Kategorie, wie Sportplätze, Schulgelände und Friedhöfe.

### 3.3.3 Unberührte Grünfläche

Grünflächen in naturnahen Lebensräumen, die vor dem Stadtgebiet ausgebaut oder von der wachsenden bzw. gebauten Stadt eingeschlossen wurden. Sie können auch durch natürliche Prozesse gebildet oder durch die gezielte Schaffung neuer Lebensräume oder urbane Landwirtschaft entstehen. Alle diese Lebensräume bilden einen lebenswichtigen Beitrag zur städtischen Landschaft, sind möglicherweise jedoch nicht zur allgemeinen Erholung zugänglich.

### 3.3.4 Grünlinie

Alle säumenden Grünlinien an Transportwegen wie Straßen, Bahnschienen und Kanälen oder Flüssen gehören in diese Kategorie, ebenso grüne Plätze inmitten des Verkehrsraums. Was diese Kategorie von der vorherigen trennt ist nicht die Form, sondern ihr Zweck und ihre Gliederungs- oder Begrenzungsfunktion. Obwohl Grünlinien kulturelle und ästhetische Funktionen haben, gehören sie nicht zur Erholungsgruppe, da in vielen Fällen diese Flächen nicht zugänglich sind und auch keinen Erholungswert haben. Die Bäume verteilen sich in der ganzen Stadt und wandeln die Straßen in eine ästhetisch angenehme Umgebung um. Es gibt keine Symbole an Straßen, die so viele positive Nebenwirkungen für ihre Umgebung haben, wie z. B.:

- Reduzierung der Geschwindigkeit des städtischen Verkehrs: Städtische Straßenbäume schaffen „vertikale Wände“ und geben den Straßen damit einen definierten Rand, damit die (Auto-)Fahrer ihre Bewegung und ihre Geschwindigkeit anpassen können
- Schaffen einer sicheren Umgebung für Fußgänger, durch ihre Form und gestaltende Sichtwände und Herstellung eindeutiger Begrenzungen zu den Bürgersteigen
- Verbesserung des Geschäfts: Geschäfte an grünen Straßen zeigen einen 20% höheren Umsatz, was häufig ein wesentlicher Wettbewerbsvorteil ist, der für eine langfristige Etablierung der Geschäfte in den Hauptstraßen benötigt wird
- Geringere Kosten für die Drainage von Infrastruktur: Bäume fangen die ersten 30% des Niederschlags durch ihre Blätter ab und führen das Wasser durch Verdampfung in die Atmosphäre zurück. Bis zu 30% des Niederschlags werden weiterhin durch den Boden und die Wurzelstruktur aufgesogen und gespeichert, und folglich wird der Regenwasserabfluss verbessert und das Überschwemmungspotential verringert
- Schutz gegen Regen/Sonne/Wärme und Verringerung des Schadens durch Emissionen

Leistungsfähigkeit in der Gasumwandlung: Bäume in Straßennähe saugen neunmal mehr Verschmutzungsstoffe auf als weiter entfernte Bäume und wandeln schädliche Gase zurück in Sauerstoff und andere nützliche und neutrale Gase um (Burden, 2006).

Tabelle 3-2: Allgemeine Typologie der Stadtgrünflächen

	Typ	Zweckbestimmung	Beispiel
Alle Formen und arten der Grünen	Attraktives Grün	Öffentliches Grün zur Erholung und Repräsentation	Parks, Gärten, Spiel- und Sportplätze
		Neben-Grünfläche	Gärten von Krankenhäusern, Hotels, usw. Grünflächen von Wohnanlagen
		Private Grünfläche	Grüne Höfe, Dächer und Fassaden
	Funktionales Grün	Produktionsfläche	Obstgärten, urbane Landwirtschaftsfläche
		Friedhöfe	Friedhof
		Instituts-Grünfläche	Grünflächen von Schulen, Universitäten, Ämtern, Industriegrün und Sportplätze
	unberührte Naturflächen	Wasser	Teiche, Kanäle, Quellen
		Wälder	Stadtwald
		Sonstige	Hügel, Wiesen
	Grüne Linie		Grüngürtel, Straßenbäume, Flussstrand

### 3.4 Herausforderungen der Stadtbegrünung

Stadtbegrünung ist eine praktische Disziplin; ihre Aufgaben sind die Anpflanzung von Bäumen, Sträuchern, Hecken und sonstigen Bepflanzungen, ihre Pflege und ihr Schutz sowie die gesamte Verwaltung der Grünfläche und ihre Erhaltung als kollektive Ressource. Die Herausforderungen der Baumpflege und des Schutzes der Bäume vor Schädlingen und Bedrohungen sind im urbanen Umfeld mit der engen räumlichen Begrenzung des Wachstums der Wurzeln und wenig Raum für die Baldachine, schlechter Bodenqualität, einem Mangel oder Überschuss von Wasser und Licht, Hitze, Verschmutzung sowie der Gefahr mechanischer und chemischer Schäden an Bäumen sehr groß.

Zu den Herausforderungen für das Grünflächenmanagement zählen die Aufrechterhaltung des Baum- und Pflanzenguts und die Bestandsaufnahme vor Ort zur Quantifizierung und Maximierung der Vorteile von Bäumen, die Kostensenkung, die Erlangung und Aufrechterhaltung der öffentlichen Unterstützung und Finanzierung, das Erlassen von Gesetzen und die Gestaltung einer Politik für Bäume von öffentlicher oder privater Seite.

Schnelles Wachstum in vielen Städten führt zu erhöhten Bodenpreisen und damit auch zu veränderten Flächennutzungskonzepten, um den Profit zu maximieren. Dieser Prozess verschärft auch den Druck auf Grünflächen, Parks, etc. zur Umwandlung in Bauland (Glickman, 1999). Entsprechende Gesetze und Pläne sollen den Ausverkauf der Grünflächen verhindern.

Fehlende Informationen über nicht einheimische Pflanzen und mangelndes Bewusstsein über Bedeutung und Vorteile der Grünfläche für die Stadtökologie führen zu der geringen Beteiligung der Stadtbürger, worin weitere Probleme der Stadtbegrünung liegen.

Die Auswahl der passenden Baumarten und Bezugsquellen wird immer schwieriger und forschungsintensiver, da eine Temperaturerhöhung im Zuge der Klimaerwärmung von bis zu 6,4°C bis zum Jahr 2100 (IPCC, 2007a) und der Rückgang der Niederschläge in der Vegetationsperiode sowie die Zunahme extremer Starkniederschläge (Umweltbundesamt) für die meisten Städte nachgewiesen sind und eine größere Trockenheitstoleranz und Winterhärte der Bäume erfordern.

Die Zunahme der städtischen Bevölkerungszahlen und damit verbunden besonders eine Ernährungsunsicherheit ist ein ernstes Thema, das die Boden- bzw. Wasserressourcen bereits jetzt stark belastet. Über 75% der Erdbevölkerung leben in sog. Entwicklungsländern und fast alles städtische Bevölkerungswachstums in den nächsten 30 Jahren wird in den Städten der sog. Entwicklungsländer auftreten. Etwa ein Drittel der städtischen Bevölkerung lebt in Elendsvierteln (Slums) und in Armut. Von 2009 bis 2050 wird sich die städtische Bevölkerung dort von 2,5 auf etwa 5,2 Milliarden Menschen verdoppeln. Gleichzeitig ist ein Phänomen der Urbanisierung in den sog. Entwicklungsländern das Wachstum der Megastädte und Metropolen. Dazu steigen immer mehr Großstädte in den ärmeren Ländern durch ihr enormes Bevölkerungswachstum in diese Kategorien auf (WHO & UN-HABITAT, 2010: 4f.). Daher lassen sich eine Erweiterung des Fokus auf die Frage des Bodenmanagements und wachsende Besorgnis über die zukünftige Entwicklung beobachten (De Kimpe & Morel, 2000: 32). Die zunehmende Verstädterung und das steigende Interesse an der städtischen Gärten-, Rasen- und Erholungsflächennutzung und einer Entwicklung der Infrastruktur erfordern zur Sicherung der vielen Vorteile eine Studie der Bodenqualität der städtischen Grundstücke.

Es gibt Anzeichen dafür, dass die Grünfläche zwischen den Stadtvierteln viel effektiver als ein Grüngürtel für die Unterstützung des Anpassungsprozesses sein könnte, da sie Schatten, Hochwasserschutz und bessere Interzeptierung für das gesamte Stadtgebiet bieten könnte (NCAR, 2007: 3). Dies hat offenbar auch das Stadtmanagement angeregt, eine Lückenschließungs(infill)-Entwicklung, höhere Bebauungsdichte und geringeren Verlust der Gärten sowie die Planung neuer Einheiten als Gruppierungen von Zeilenbau in kleineren Einheiten zu fördern.

Das Management der städtischen Grünflächen und Erholungsgebiete ist eine energieintensive Tätigkeit mit einem umfangreichen Einsatz von Düngemitteln, Pestiziden, Bewässerung und der Verbrennung fossiler Brennstoffe durch Mähen und Wartungsarbeiten (Pouyat et al., 2009: 46f.). Es gibt einer Stadtlandschaftsstudie zufolge ein großes und dringendes Erfordernis, Flüsse von Gasen und Schadstoffen zu befreien, insbesondere von CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O und CH<sub>4</sub>. Gleichzeitig besteht ein deutlicher Bedarf an städtischen Ökosystemen (Lal, 2007: 1427ff.).

### **3.4.1 Die Beschränkung der Entwicklung von Stadtgrünflächen**

Das Design und die Verteilung der Grünflächen in neugebauten und alten Städten stehen vor zahlreichen Hindernissen. Mit dem Stadt-Grünraum-Verbundsystem sollen die folgenden Ziele für die Bevölkerung erreicht werden:

- Verbesserung der klimatischen und lufthygienischen Bedingungen und Förderung des Biotopverbundsystems für eine artenreiche Flora und Fauna
- Erhalt der naturräumlichen Gliederung und Förderung der Orientierung und Identifizierung der Bewohner mit ihrer Stadt
- Erhöhung des Wohn- und Freizeitwertes der Stadt und Versorgung der Bevölkerung mit unterschiedlichen Freiräumen für die Erholung.

Aber selbst wenn genügend offene Fläche gefunden würde (was in der Regel als unwahrscheinlich erscheint), erfordert der Beginn des Anlegens der Grünfläche die Beachtung und Einbeziehung zahlreicher technologischer, ökologischer und gesellschaftlicher Faktoren.

Natürliche und menschliche Faktoren und Elemente können Grenzen und Beschränkungen für die Entwicklung der Grünflächen in den städtischen Gebieten sein.

Tabelle 3-3: Ökologische und Technische Beschränkungs-Faktoren für die Stadtbegrünung (in Anlehnung an IADB, 1997)

Faktoren	Umstand	Beispieltypen
Natürliche Faktoren	Boden	Bodentypen, Versalzung und Alkalisierung, Erosion, Durchlässigkeit von Böden
	Topographie, Hänge	Verschiedene Variablen der Höhe, Steigung und des Gefälleggrads, Winkel des Hangs, Hangrutschung
	Geologie	Grundgesteinsarten, Erosionsgefahr
	Meteorologie und Klima	Geringer, unregelmäßiger Niederschlag, hohe Verdunstungsrate, zu geringe relative Feuchte, zu hohe Sommertemperatur/zu kalte Winter oder tägliche Temperaturschwankungen, starke Sonnenstrahlung, hohe Windgeschwindigkeit, Sand oder Staubsturm
	Hydrologie	Begrenzte Wasserverfügbarkeit, komplizierter Wasserhaushalt und Wasserbilanz, geringe jährliche Abflussmenge, Grundwasserspiegel, hoher Mineralgehalt
	Vegetation	Exotische, unpassende Kronentypen, geringe Belastbarkeit durch Wasserentzug oder Geschwindigkeit des Wachstums, niedriger Bedeckungsgrad und Vitalität, instabiles und schwaches Regenerationsvermögen, geringe Artenvielfalt, biologische Beschädigung durch Pilze, Bakterien usw.
Menschliche Faktoren	Landnutzung	Wachsende Bevölkerungszahl und Ausbreitung der Stadt
	Bodenbedeckung	Bodenbedeckung mit Asphalt usw., bebautes Gebiet
	Umwelt Beschädigungen	Umweltverschmutzung, Umweltvergiftung, Luft/ Wasserverschmutzung
	Wirtschaftliche und politische Beschränkung	Administrative Grenzen, fehlende Umwelt-Gesetze, Finanzquelle
	Druck auf die Wasserressourcen	Wasservergeudung

Die bestimmenden Faktoren des Grünflächendesigns sind stark durch die funktionellen Anforderungen des Standortes definiert. Die Finanzierung eines Projekts nicht nur in den armen Ländern, sondern auch in „entwickelten Ländern“ spielt immer eine große, wenn nicht entscheidende Rolle und auch der soziale und historische Hintergrund haben einen großen Einfluss auf das Design.

Tabelle 3-4: Design-Faktoren für die Stadtbegrünung (in Anlehnung an IADB, 1997)

Faktoren	Beispiel-Typen
Ästhetische/funktionale Kriterien	Maßstab und Größe der Krone, Dichte des Laubes, Wachstumsrate, Zeitliche Attribute Verhältnis zur Umgebung, Textur, Spezielle Eigenschaften, Funktion der Grünflächen
Operationale Kriterien	Klientenanforderungen, Umpflanzungs-Einschränkung, Wartungsbedarf, Finanzierung der Pflanzung/Transplantation, Verfügbarkeit von Arten, Räumliche Verfügbarkeit
Geophysikalische Kriterien (in Städten sind sie durch den Menschen drastisch verändert)	Topographie und Bodenzustand, Wasserquellen und relative Anlage, Mikroklima Menge des zur Verfügung stehenden Sonnenlichts
Sozioökonomische Kriterien	Grundstücksrechte, Lebensmuster der Stadtbewohner, Wachstumsrate und -dichte und Muster der Stadtbevölkerung, Wirtschaftliche Basis der Stadt, Administration und Verwaltung, Gesetze und lokale Regelungen, Lokale Gewohnheiten bzw. Eigenschaften Zielgruppe/Besucher der funktionalen Grünflächen



### 3.4.2 Quantifizierung der Grünfläche

Bisher erhobene Daten über bestehende städtische Grünflächen können den Städteplanern und -managern bei der Bestimmung des Umfangs und der Verteilung der benötigten städtischen Vegetations-Ressourcen und der damit verbundenen Kosten wichtige Unterstützung bieten. Allerdings gibt es einen Mangel an Informationen über Grünflächen im Bereich der sogenannten Entwicklungsländer (Kuchelmeister & Braatz, 1993: 5).

Probleme im Zusammenhang mit der Bewertung der städtischen Begrünungsressourcen sind: (1) Die Nichtdurchführung von umfassenden Bestandsaufnahmen in den meisten Städten der sog. Entwicklungsländer, (2) die ausschließliche Verwaltung und Sammlung von Daten über die städtischen Wälder durch die Regierungen, (3) das Variieren von Definitionen und Klassifizierungen der städtischen Wälder zwischen den Ländern und Städten, (4) das Variieren der Definitionen innerhalb der städtischen Gebiete sowie ihre Veränderung (Kuchelmeister, 1998: 7).

Quadratmeter-Angaben sagen aber wenig über die Anzahl und Qualität möglicher Grünflächen aus. Die ökologische Wirkung des Grüns ist nicht nur abhängig von der Quadratmeterzahl, sondern von der Pflanzung funktionaler Pflanzenarten, ihrer Gesundheit, Anpassungsfähigkeit und ihrer Biotopvielfältigkeit (Vielgestaltigkeit oder Variabilität der verfügbaren Lebensräume - Biotope - pro Fläche) (Burel & Baudry, 2003).

Große Grünanlagen können ihren Besuchern qualitativere und unterschiedliche Erholungsaktivitäten anbieten, aber auch Lebensraum für Pflanzen und Tiere sein und auf diese Weise einen Beitrag zur Erhaltung der Artenvielfalt leisten. Die Form einer Grünanlage ist ebenfalls wichtig, insbesondere vom ökologischen Standpunkt aus gesehen. Schmale Grünstreifen können Populationen enthalten, die typisch für Randlagen sind und normalerweise in diesem Lebensraum kaum vorkommen würden. Große zusammenhängende Grünflächen können hingegen größere Populationen aufnehmen und deren Lebensansprüchen zur Erhaltung der Art gerecht werden.

Die durchschnittliche Entfernung zur nächstgelegenen Grünfläche sollte nicht mehr als 500 m betragen. Beträgt der ermittelte Wert mehr als 1 km, so ist der Isolationsgrad hoch. Obwohl es wünschenswert ist, dass einzelne Grünanlagen nicht isoliert voneinander sind, so muss doch akzeptiert werden, dass dies keine Voraussetzung für alle Grünanlagen sein kann. Individuelle Grünflächen können sehr unterschiedlich sein und in unterschiedlichem Maße in Abhängigkeit der Bewirtschaftung zur Biodiversität beitragen. Auch Grünanlagen, die hauptsächlich der Erholung dienen, leisten einen Beitrag zur Biodiversität, obwohl darin nicht deren eigentliches Bewirtschaftungsziel besteht (URGE, 2003a).

### 3.5 (Aus-)Wirkungen von Grünflächen in ariden Städten

Umfangreiche Recherchen über die städtischen Grünflächen zeigen ihre ökologischen, sozialen und wirtschaftlichen Vorteile, dennoch wurden die meisten dieser Studien in Städten durchgeführt, in denen es ein feuchtes Klima und eine breite Palette von nativer dichter Vegetation gibt.

In ariden und semi-ariden Regionen, in denen Grün eine Bewässerung erfordert, variieren die Grünräume wesentlich in ihrer Qualität und dem Umfang. Die meisten zugänglichen Naturgebiete bestehen aus Sträuchern mit einer kleinen Anzahl von Bäumen und wenigem oder keinem Rasen. Die Stadtgrünflächen sind bewässerte Vegetationsabdeckungen, die einen größeren Aufwand der Bewirtschaftung erfordern. Dies bedeutet, dass in ariden Städten die Kommunikation der Bürger mit der Natur nicht die gleiche wie in feuchten Gebieten und es daher notwendig ist, die Nutzung, das Verhalten und die Mitbeteiligung an der offenen Grünfläche richtig und effektiv einzuschätzen.

**Die menschliche Beziehung zu Pflanzen in heißen und trockenen Gebieten sollte von größerer Verantwortung geprägt sein, denn aride Grünflächen haben ohne die Pflege und Unterstützung von Menschen keine Lebenschance. Gleichzeitig benötigen die Bürger Grünflächen für die eigene Lebensqualität.**

Daraus ergibt sich im ersten Schritt der Auswahl der Pflanzen und Gestaltung der Grünfläche das Erfordernis, über die Situation vor Ort und mögliche Pflegebedürfnisse wie auch die Landschafts- und Ökoeffizienz im Vergleich zu ihren Kosten für die Stadt nachzudenken.

Die folgenden Fakten, die in ariden und semi-ariden Städten unterschiedlich sein können, sollten sorgfältig geprüft werden:

- Ökologische Wirkung der Grünfläche: Kleine Stücke oder schmale Grünstreifen können die Luftqualität nicht verbessern oder die städtische Wärmeinsel mildern. Große, zusammenhängende Grünflächen können hingegen größere Populationen aufnehmen und deren Lebensansprüchen zur Erhaltung der Art gerecht werden. Obwohl die Vegetation einen wesentlichen Beitrag für den menschlichen thermischen Komfort leisten kann, ist ihre Wirkung auf die Lufttemperatur vernachlässigbar. Bewässerte Vegetation kann eine profunde Auswirkung auf das Klima von Stadtgebieten haben, und der relative Mangel an Vegetation in vielen Städten ist als eine der Hauptursachen der städtischen Wärmeinsel zitiert worden. Dennoch kann diese Situation in trockenen Regionen mit einem relativen Überfluss an bewässerter Landschaftsgestaltung innerhalb des aufgebauten Bereichs theoretisch zu einer Umwandlung in eine „kühle Insel“ führen. Beobachtungen in Wüstenstädten haben gezeigt, dass sich in der Tat solch ein Phänomen einer städtischen kühlen Insel zur Tageszeit eher als nachts entwickeln kann (Brazel et al., 2000: 129). Auch ein „Oaseneffekt“ könnte in bewässerten Grünflächen in ariden Städten vorkommen (Potchtera et al., 2008: 1729f.) und (Baker et al., 2002: 184).

- Soziale Wirkung der Grünfläche: Menschen können unterschiedliche Nutzungskonzepte und einem differierenden Grad der Zufriedenheit mit unterschiedlicher Qualität des Grüns in städtischen Freiräumen haben. Eine Studie in Kanada bestätigt, dass Menschen mit unterschiedlichen kulturellen Hintergründen unterschiedliche Wahrnehmungen der Stadtgrünfläche haben (Fraser & Kenney, 2000: 110f.).

- Ökonomische Auswirkungen der Grünfläche: Die Auswirkung der offenen Räume auf die Immobilienpreise in ariden und semi-ariden Städte können deutlich variieren. Die Aussicht auf steigende Immobilienpreise in der Umgebung der Grünfläche kann ein sehr wirksames Mittel in der Entwicklung von Grünflächen und eine gute Motivation für die öffentliche Beteiligung sein

- Die niedrige relative Luftfeuchtigkeit, extrem hohe Temperaturen, das Fehlen eines konsistenten Regens, enorme Verdunstung und nährstoffarmer Boden in Wüstenstädten spielen in Verbindung miteinander eine Rolle für den Wasserverlust von Boden und Pflanzen.

Diese Faktoren sind entscheidend für die Nutzung restaurativer, am besten geeigneter und kostengünstiger Mittel, um Wasser für die Wurzeln der neu gepflanzten Pflanzen zu liefern und damit das Überleben und Wachstum zu maximieren.

Vegetation kann einen wesentlichen Beitrag zum menschlichen thermischen Komfort leisten, selbst wenn ihre Auswirkungen auf die Lufttemperatur unwesentlich sind. Givoni (1998) erklärte, dass die Unterschiede zwischen den städtischen und ländlichen Temperaturen von zwei Arten von Faktoren beeinflusst werden können: (1) von Meteorologischen Faktoren wie der Wolkenabdeckung, der Feuchtigkeit und der Windgeschwindigkeit aufeinander bezogen und (2) städtischen Parametern und

den Eigenschaften der städtischen Struktur wie die Größe der Städte, die Dichte der aufgebauten Bereiche und das Verhältnis der Höhe der Gebäude (Givoni, 1998: 241).

Der primäre Mechanismus, um die diese Art von städtischer Kühlung zurückzuführen, ist Evapotranspiration, die die Strahlungsenergie der Oberflächen in eine latente Form umwandelt. Neue Studien in der israelischen Negev-Wüste (das OASUS-Modell) zeigten, dass der Anteil der latenten Wärme direkt mit dem Gesamtanteil der Vegetation der Stadt und dem Verhältnis zwischen der Summe der Grünflächen und der kompletten dreidimensionalen städtischen Fläche verbunden ist (Pearlmutter et al., 2009: 915-19). Dies zeigt, dass die Verdampfungskühlung nicht nur vom Umfang der städtischen grünen Räume abhängt, sondern dass es auch auf die Höhe und die Dichte der Gebäude innerhalb der Stadt ankommt.

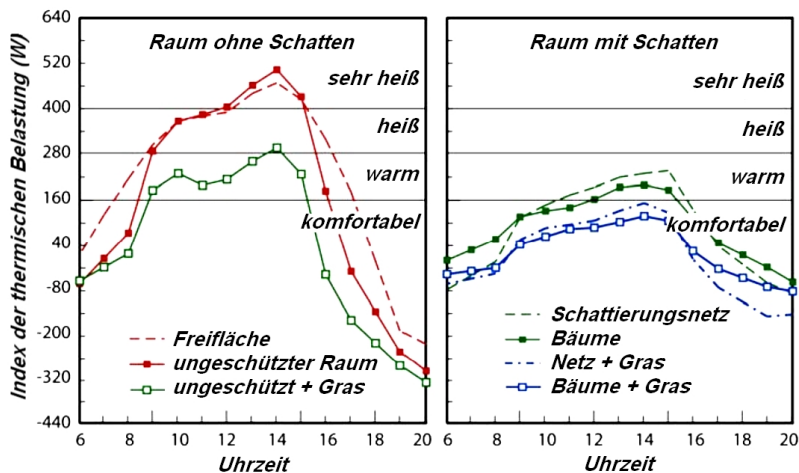


Abbildung 3-1: Normalisierte Werte des Thermischen Belastungsindex (ITS) im Sommer tagsüber für nicht beschattete Orte (links) und für Hof-Konfigurationen mit Overhead-Shading entweder durch Bäume oder Gitter (rechts), mit entsprechenden Ebenen der thermischen Empfindung, in Anlehnung an (Shashua-Bar et al., 2009a- mit Bearbeitung)

#### Exkurs 6: Xeriscape - wassersparende Landschaft

Die Xeriscape-Anbautechnik ist eine effiziente Bewässerungsmethode der Gartenarbeit und konzentriert sich auf die im einheimischen Landschafts. Xeriscape vermindert die Nutzung des Wassers durch Herabsetzung der Pflanzungen, die Trockenheit gegenüber tolerant sind und weniger Bewässerung benötigen.

Bei der Planung und dem Entwurf eines Xeriscape-Gartens sollte schwierigen Bereichen wie Steigungen besondere Aufmerksamkeit gegeben und je nach Wasserverbrauch und ähnlichen Wachstumsbedürfnissen und -anforderungen der Pflanzen in verschiedene Zonen eingeteilt werden, weil der Gewässerschutz das Ziel von Xeriscape ist. Der Charakter des Bodens ist als ein wichtiger Faktor zu beachten. Alle Pflanzen profitieren von der Verwendung von Kompost oder Mulch mit weniger Bodenverdichtung und verhelfen so dem Boden zu mehr Wasserspeicherung und reduzieren Unkraut.

Xeriscape-Pflanzen sollten nicht übermäßig auf Wasser angewiesen sein. Es gibt viele dürrerotolerante Pflanzen, für die noch weitere Studien zur Erkennung und Erweiterung in verschiedenen Gebieten benötigt werden.

Effiziente Wassernutzung macht die Pflanzen stärker und folglich besser, Dürre, Insekten und Krankheiten zu widerstehen. Die Bewässerung kann zu begrenzten Tageszeiten und mit der Nutzung von Grauwasser erfolgen. Besonders macht es die Tropfbewässerung einfacher für Pflanzenwurzeln, Wasser aufzunehmen (Wade & Midcap, 2007).

Obwohl in mehr als 40 Bundesstaaten der USA, besonders in Colorado, Arizona und Texas, wie auch Kanada und Australien die Förderung der Verwendung von nativen und der Entwicklung trockenheitstoleranter Arten und Xeriscaping im öffentlichen Raum vorgeschlagen wurde, waren die meisten getesteten Flächen auf private Höfe begrenzt. Es werden weitere Studien für andere Länder und Pflanzenarten wie auch ökologische Werte zum Design in großem Umfang benötigt.

In ariden und semi-ariden Stadtgebieten können Grünflächen nur bei künstlicher Bewässerung existieren, sind aber gerade dort für das Stadtklima dringend erforderlich. Dass es an ihnen fehlt, führt vielerorts zu starker Staubentwicklung, Erosion und Hochwasserspitzen. Wo städtische Grünflächen vorhanden sind, müssen sie jedoch oft mit dem knappen Trinkwasser aus der öffentlichen Wasserversorgung beregnet werden. In wasserarmen Armutsgebieten wird häufig auch unbehandeltes Rohabwasser unter völlig unkontrollierten Bedingungen zur Bewässerung verwendet, mit allen damit verbundenen Problemen für Volksgesundheit und Gewässerschutz (Rudolph et al., 2007).

Der Evapotranspirationswert spielt eine wichtige Rolle in der Hydrologie und im Landwirtschafts- und Gartenbausektor. Durch Beschattung und Senkung der Evapotranspiration steigt die "Kühlleistung" der Grünfläche und ihr Wasserbedarf sinkt. (Shashua-Bar et al., 2009b).

**Exkurs 7: Wiederverwendung der gereinigten Abwässer zur Bewässerung von Grünflächen in der ariden Region**

Eine Studie im Auftrag der Abfallwirtschaft in Form einer Pilotprojekts in den Provinzen Sistan und Belutschistan in Iran untersucht die Möglichkeit der Wiederverwendung von gereinigtem Abwasser der Kläranlagen für die Grünflächenbewässerung. Dafür wurden zwei Untersuchungsgrundlagen in den Städten Zahedan und Zabol entwickelt und durchgeführt.

Auf der Grundlage der Ergebnisse der qualitativen Tests des Bodens vor und nach der Errichtung der Zahedan-Versuchsanlage wurde die Bodenqualität verbessert.

Die Werte der Böden EC (elektrischer Leitfähigkeit), PH, SAR (Natrium-Absorptionsverhältnis), und ESP (austauschbarer Natriumanteil) waren vor Errichtung der Versuchsanlage jeweils 27,8, 8,05, 44,73 und 38,87 und nach der Bewässerung verringerten sich die genannten Werte für einen Zeitraum von fünf Monaten auf 8,5, 8,34, 13,62 und 15,61 bzw. zeigten der EC, SAR und ESP jeweils die Abnahme von 30, 30,5 und 40,2 Prozent und nach der Fortsetzung der Bewässerung für 12 Monate wurden die Werte auf 8,34, 7,89, 13,76 und 15,75 Prozent abgesenkt.

Auch wurden in der Zabol-Versuchsanlage die genannten Werte für einen Zeitraum von fünf Monaten auf 5,05, 8,59, 7,35 und 7,81 verändert.

Nach der Fortsetzung der Bewässerung für 12 Monate fielen sie auf 3,93, 8,02, 7,91 und 21,82.

Die Ergebnisse zeigten keine nachteiligen Auswirkungen auf die Bodenqualität und das Wachstum der ausgewählten Pflanzen und die meisten Qualitätsfaktoren waren auf einem optimalen Niveau und nur der Boden-ESP war in der Zabol-Versuchsanlage maßgeblich erhöht.

Daher hat die Verwendung von behandeltem Abwasser keine negativen Auswirkungen auf den Boden und ist somit zu empfehlen (Badalians Gholikandi et al., 2009).

Urbane Bäume sollten als integraler Bestandteil der städtischen Infrastruktur und als ein Vermögenswert in ariden Siedlungen betrachtet werden. Die Lebensqualität, insbesondere von benachteiligten Gruppen in ariden Zonen, kann durch eine bessere Integration des Mehrzwecks städtischer Bäume und Sträucher in die Stadtgestaltungs- und Stadtentwicklungsinitiativen verbessert werden. Allerdings hat städtischer Forst noch nicht die ihm gebührende Aufmerksamkeit in der Entwicklungszusammenarbeit erhalten.

Mit der Mulchen-Methode in Gärten, Parks und beim Obst- und Gemüsebau wird der Feuchtigkeitsverlust des Bodens vermindert und Unkrautwuchs gebremst. Der offene Boden zwischen Gemüsepflanzen, Blumen, Sträuchern und Bäumen wird hierbei mit Rasenschnitt, Laub, Blattwerk und Ähnlichem bedeckt.





## 4. KAPITEL: TEHERAN, EINE FALLSTUDIE ZUR STADTBEGRÜNUNG

Da der Zweck dieser Forschung die Entwicklung von Grünflächen der Städte in ariden und semi-ariden Gebieten ist, wurde hier die Stadt Teheran, deren Nordteil in der semi-ariden und im Südteil in der ariden Zone liegt, als Fallstudie ausgewählt.

Obwohl diese Stadt in historischen Aufzeichnungen als üppiges Grün des Gartens dargestellt wird, leidet es jetzt aufgrund des hohen, raschen physikalischen Wachstums verbunden mit Missmanagement unter Wassermangel und damit unter einer Krise; der Knappheit von Grünflächen und gravierenden Umweltverschmutzung. Diese Fälle machen die Stadt Teheran zu einem guten Forschungsobjekt.

Dieses Kapitel präsentiert eine umfassende Vorstellung von der Stadt Teheran und beschäftigt sich besonders mit den Problemen und Mängeln von städtischen Grünflächen und ihren Ursachen.

Abschnitte **4.1** bis **4.4** definieren die Lage dieser Stadt und führen zu ihren natürlichen und geographischen Merkmalen.

Abschnitt **4.5** behandelt die Geschichte von Teheran, ihren Entwicklungsverlauf und es zeigt, wie ein kleines grünes Dorf zu einer gigantischen Metropole mit mehreren Satellitenstädten konvertiert ist.

**4.6** betrachtet das Teheraner Bevölkerungswachstum in den letzten 400 Jahren und erklärt die Ursachen und Folgen dieses ungebremsten Wachstums in den vergangenen 60 Jahren.

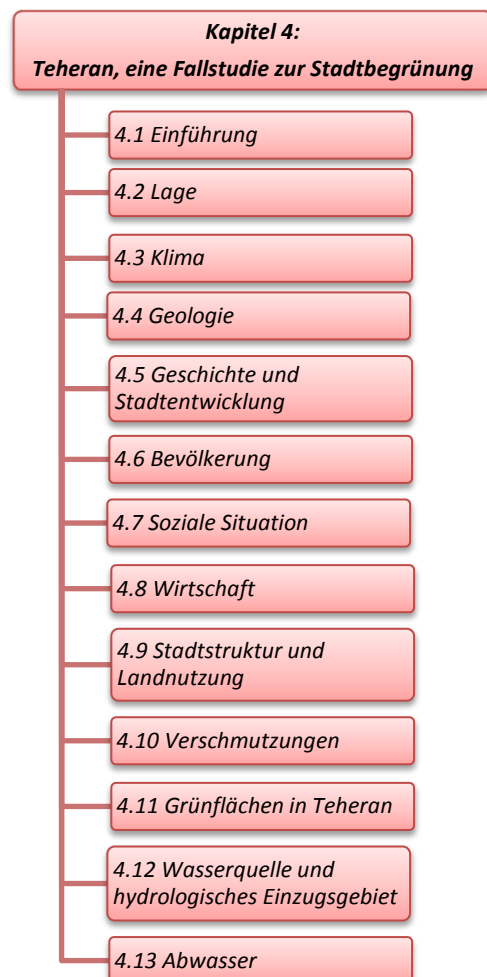
**4.7** und **4.8** führen die soziale und wirtschaftliche Situation der Teheraner Bewohner in verschiedenen Bereichen der Stadt Teheran und die Ursachen und Gefahr der wirtschaftlichen Konzentration in Teheran aus nationaler Sicht ein, um ein Bild von dieser polarisierten Stadt nach dem Einkommen der Bewohner und städtischen Einrichtungen zu erhalten.

Abschnitt **4.9** stellt die physikalische Struktur von Teheran, die Art und den Umfang der Flächennutzung in den vergangenen 150 Jahren vor.

**4.10** diskutiert separat über die ökologische Probleme der Stadt: Wasser-, Boden- und Luftverschmutzung wie auch Lärmbelastung, von denen alle in einem kritischen Zustand sind.

Abschnitt **4.11** beschreibt den Stand der aktuellen Teheraner Grünflächen und die zuständigen Organisationen für die Grünflächen und ihre Aufgaben. Dann präsentiert es die Arten und Flächengröße des städtischen Grüns in den verschiedenen Stadtbezirken im Vergleich mit der Bevölkerungszahl.

Die Liste der Pflanzenarten öffentlicher Grünflächen in Teheran und Vororten und ihre Klassifizierung nach der Häufigkeit, Herkunft usw. sind hier auch zur Verfügung



gestellt und Stadtbegrünungspläne und die Gründe für das Scheitern dieser Entwicklungsprojekte werden dargestellt.

**4.12** beschäftigt sich mit den Wasserressourcen von Teheran. Da die Wasserknappheit das Hauptproblem der aktuellen Grünflächen und die wichtigste Verhinderung zu ihrer Entwicklung ist, wie in allen anderen ariden Städten, enthält dieser Abschnitt Details darüber, wie und wie hoch die Wasserversorgung, Wasserverbrauch bzw. ihr Wachstum in Teheran sind und welche negativen Folgen dieser hohe Wasserverbrauch hat.

Auf welche Weise die Grünflächen in der Stadt Teheran bewässert werden und ihr Anteil am Wasserverbrauch wird ebenfalls hier beschrieben.

Schließlich widmet sich **4.13** der Abwasserentsorgung von Teheran. Der Zweck dieses Abschnitts ist die Berechnung der Menge des Abwassers von Teheran und die Machbarkeit der Verwendung der behandelten Abwässer für die Bewässerung der öffentlichen Stadtgrünflächen und vorstädtischen Landwirtschaft. Dafür wurden die Ergebnisse der Studie über die Qualität des gereinigten Abwassers und deren Auswirkungen auf die Grünfläche vorgestellt.

## 4.1 Einführung

Teheran ist die Hauptstadt vom Iran und größte Stadt des Landes. Man nannte sie einst die „Stadt der Platanen“ und manche Reisenden beklagten sich über die Dichte der Bäume und Gärten, da sie die Gebäude vor den Besuchern versteckten (Bell, 1894: 45f.). Nun ist Teheran eine riesige Metropole, die die grünen Grenzen verschlungen hat und deren zwei Revolutionen und viele weitere Umbrüche in diesem Jahrhundert sie verändert und die Welt um sie herum erschüttert haben.

Der Name des Dorfes Teheran wurde erstmals in einer Chronik im elften Jahrhundert als der Geburtsort eines bekannten Gelehrten erwähnt [von Khatib Baghdadi, ca. 1050 n. Chr., in (Semsar et al., 2008)]. Im zwölften Jahrhundert war es berühmt für seinen Reichtum und Granatäpfel. Im 13. Jahrhundert wurde es als ein großes Dorf 6 km entfernt von der Stadt „Ray“ beschrieben, mit unterirdischen Häusern und einem Gürtel von Gärten umgeben [ von Yāqūt al-Ḥamawī ar-Rūmī, ca.1200, in (Semsar et al., 2008)].

Der spanische Botschafter in Timur, Clavijo, beschrieb Teheran 1404 als sehr große Stadt ohne Mauern, mit allem versorgt und „lieblich“ (Sykes, 1902: 178).

Es ist jetzt mehr als 200 Jahre her, dass Teheran am 20. März 1785 die Hauptstadt Irans wurde (Etemad-al-Saltane, 1907).

Seit dieser Zeit wuchsen die Einwohnerzahlen und Ressourcen in Größe und Bedeutung, und die Stadt wurde mit prächtigen Denkmälern und öffentlichen Gebäuden verschönert. Teheran ließ Veränderungen zu, die es von einem kleinen Marktflecken zu einer der größten Städte der Welt auf bis zu 730 Quadratkilometer (Metropole 18, 800 km<sup>2</sup>) wachsen ließ.

## 4.2 Lage

Die Stadt liegt südlich des Elburs-Gebirges und des Kaspischen Meeres im iranischen Hochland durchschnittlich 1.191 Meter über dem Meeresspiegel und dehnte sich auf einem halb-schüsselförmigen geringdurchlässigen Festgestein aus. 66 Kilometer nordöstlich befindet sich der 5.671 Meter hohe Damavand, ein erloschener Vulkan und höchster Gipfel des Iran. Die Elburs-Gebirgskette, die sich von Nordwesten nach Nordosten erstreckt und eine durchschnittliche Breite von etwa 100 km hat, ist ungewöhnlich hoch und begrenzt die Stadt von Norden. Die Stadtbezirke im Süden grenzen an die Salzwüste Dasht-e Kavir, die zentrale Wüste Irans. Das Zentrum der Stadt liegt

am Längengrad  $51^{\circ} 29' O$  und Breitengrad  $35^{\circ} 46' N$  (Teheraner Stadt- und Forschungszentrum, 2011: 16).

Die nördlichste Grenze der Stadt ist die Kontur des 1.800 m über dem Meeresspiegel liegenden Gebirgszugs; verglichen mit der Höhe von 1.050 m an ihrer südöstlichen Grenze zeigt sich eine Differenz von ca. 700 m zwischen den beiden Außenkanten der Stadt. Die Differenz vergrößert sich, wenn sie mit der Wüste am südlichen Rande der Stadt, etwa 30 km entfernt vom nördlichen Höhenzug, verglichen wird. Dieser große Unterschied in der Höhe hat bedeutende Auswirkungen auf die Merkmale des urbanen



Abbildung 4-1: Teherans Lage in Iran

Raumes in Teheran. Zum Beispiel ist Teheran anfällig für die große Durchflussmenge des Wassers durch heftige Regenfälle, die manchmal in Form von Überschwemmungen vor allem im Süden der Stadt große Schäden verursachen (Teheraner Stadt- und Forschungszentrum, 2011: 18) und (Madanipour, 2002: 172).

Die Wand von Bergen am nördlichen Ende der Stadt und das Gefälle haben eine wichtige Funktion als Orientierungspunkte, die in vielen Bereichen der Stadt gut wahrgenommen werden können. Da das Straßensystem an die Steigung der Berge angepasst werden musste, sind fast alle von Norden nach Süden verlaufenden Straßen durch ihr Gefälle und den Blick auf die schneebedeckten Berge im Norden erkennbar. Die Steigung gibt daher den Städtereisenden eine klare Orientierung.

Die Nord-Süd-Steigung, in der die Stadt gebaut ist, ist bestimmend für den Prozess der sozialen Schichtung. Der Norden ist traditionell mit Privilegien wie einer besseren Wasserversorgung, einem höheren defensiven Wert, einer höheren (ästhetischen) Lebensqualität gegenüber dem Süden durch die mit ihm verbundene Landschaft und einem besseren Klima ausgestattet. Aus diesen Privilegien ergab sich der Standort der Zitadelle auf der nördlichen Seite der alten Stadt. Später wurden im Norden auch die Sommerfrischen der königlichen und adligen Familien und die wichtigsten ausländischen Botschaften gebaut. Dieses Muster etablierte sich schrittweise und wurde zu dem weit verbreiteten Phänomen, dass diejenigen, die sich die Wahlfreiheit leisten können, im Norden leben. Der Süden blieb der Lebensort für diejenigen, deren Freiheit der Wahl begrenzt war bzw. ärmere Leute (Madanipour, 2002: 173).

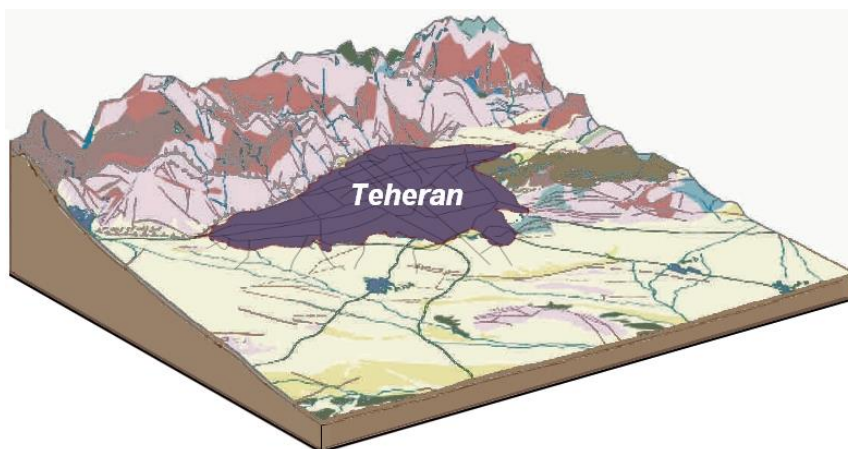


Abbildung 4-2: Teheran ist von Norden und Osten durch die Berge begrenzt und von Süden durch die Wüste, die sich weiter nach Westen ausbreitet (originale Karte aus dem „Atlas der Teheraner Metropole“<sup>47</sup>, bearbeitet von der Verfasserin)

<sup>47</sup> Amt für Informations- und Kommunikationstechnik, 2011

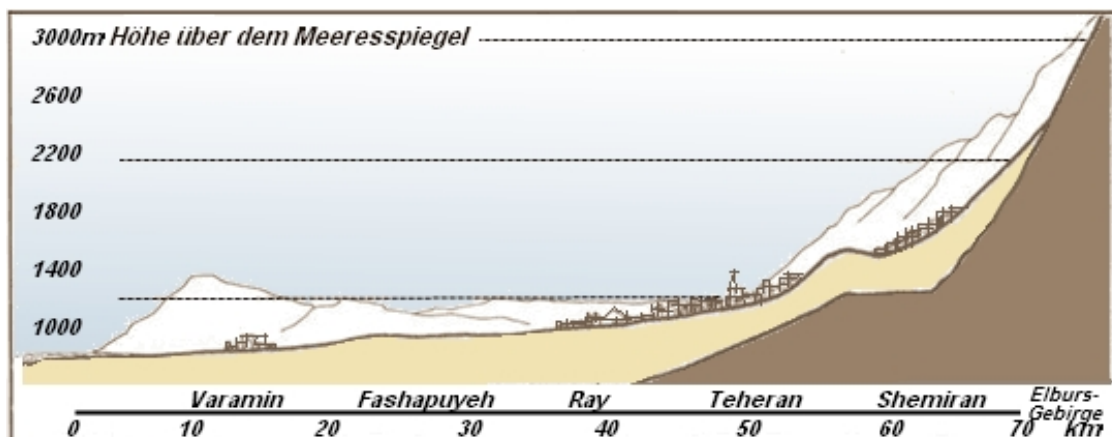


Abbildung 4-3: Nord-südlicher Abschnitt von Teheran

## 4.3 Klima

### 4.3.1 Temperatur und Niederschläge:

nach der Klimaklassifikation nach Köppen hat Teheran ein halbtrockenes Klima. Es variiert stark abhängig von der Höhe über dem Meeresspiegel. Der hoch gelegene Norden Teherans erfreut sich kühlerer Temperaturen als der südliche Teil der Stadt, der am Rande der zentraliranischen Wüstenregionen liegt. Drei Faktoren spielen eine effektive Rolle im Klimasystem Teherans: Das Elburs-Gebirge, der westliche feuchte Wind und die Breitenkreise. Das Klima kann im Allgemeinen als leicht im Frühling, heiß und trocken im Sommer, angenehm im Herbst und kalt im Winter beschrieben werden. Als eine große Stadt mit einem bedeutenden Höhenunterschied zwischen den verschiedenen Bezirken ist das Wetter im Vergleich zu dem flachen südlichen Teil von Teheran im hügeligen Norden oft kühler. Die Sommer sind trocken und heiß: Die Durchschnittswerte für den Juli liegen im Süden der Stadt bei über 30°C (im Norden um die 25°C), die Winter hingegen sind kalt (im Norden 2°C, im Süden 5°C). Oft schneit es im Norden und Westen Teherans, während im Süden der Stadt die Sonne scheint. Im Sommer steigen die Temperaturen bis auf 40°C, obwohl die Sommernächte kühl sind [Die Messwerte der Wetterstationen (Monatliches Wetterbulletin der Provinz Teheran, 2011: 1ff.)].

Tabelle 4-1: Klimatische Informationen 2009, von der synoptischen Station Mehrabad

Jährliche durchschnittliche Temperatur	17,5 C
Jährlicher relativer Durchschnittsfeuchtigkeitswert	40%
Jährlicher Niederschlag	229,9 mm
Häufigste Windrichtung des Jahres	West
Zahl der Tage mit klarem bis teilweise bewölktem Himmel	317 Tage/Jahr
Zahl von Tagen mit Niederschlag von mehr als 1 mm/Tag	41,1 Tage/Jahr
Jährliche Zahl von Tagen mit Schnee oder Schneeregen	13,2 Tage/Jahr
Zahl von jährlichen Tagen mit Gewitter	17,5 Tage/Jahr
Zahl der Tage mit Inversionswetterlage	Mehr als 250 Tage jährlich



Abbildung 4-4: Obwohl Teheran insgesamt wenig Niederschlag hat, sind in den letzten Jahren die Regenmassen und überflutete Straßen in dieser Stadt häufig zu sehen und alle paar Jahre war der Winter sehr kalt mit Eis und Schnee (Fotos: links:Haghighi, 2012<sup>48</sup>; rechts: Siamax, 2006<sup>49</sup>)

<sup>48</sup> <http://www1.jamejamonline.ir/pics.aspx?newsnum=100809451673>.

<sup>49</sup> <https://en.wikipedia.org/wiki/File:Tochal-Tehran.jpg>.



Es gibt insgesamt wenig Niederschlag; in der Region sind es im Jahresdurchschnitt 232 Millimeter pro Quadratmeter. Der meiste Niederschlag fällt zwischen Dezember und April mit durchschnittlich 30 bis 40 Millimetern pro Quadratmeter, der wenigste zwischen Juni und September mit einem bis drei Millimeter pro m<sup>2</sup> im Mittel (IRIMO, 1951-2006).

Obwohl im Vergleich mit anderen Teilen Irans Teheran ein gemäßigtes Klima hat, kann das Wetter manchmal unvorhersehbar hart werden. Die höchste Temperatur lag bei 48°C und der Tiefstwert bei -20°C (in der Mehrabad-Wetterstation: -15 bis 43°C).

In Teheran ist es grundsätzlich trocken, jedoch nicht immer; z. B. am 5. und 6. Januar 2008, wo es nach Jahren mit relativ wenig Schnee einen schweren Schneesturm und niedrige Temperaturen gab, was das öffentliche Leben in der Stadt mit einer 66 cm dicken Schicht aus Schnee und Eis zum Stillstand brachte. Die Niederschlagsformen in den verschiedenen Teilen von Teheran sind nicht immer identisch: Im Norden und Westen kann es Schnee geben, während es gleichzeitig im Südteil regnet oder sogar trocken ist.

Gelegen am Fuße der Berge ist Teheran anfällig für die Durchflussmenge des Wassers von den heftigen Regenfällen, die manchmal in Form von Überschwemmungen die Stadt bedrohen. Eine Reihe von Kanälen und saisonalen Flüssen kanalisieren traditionell dieses überschüssige Wasser und führen es von bebauten Gebieten weg, sie reichen jedoch zum Schutz bewohnter Gebiete nicht aus.

#### 4.3.2 Wärmeinseleffekt in Teheran

Die zunehmende Urbanisierung und Industrialisierung in der Teheraner Metropolregion in den letzten Jahrzehnten haben zu einer Verschlechterung der städtischen Umwelt geführt (Ghamami, 2001: 39). Teheran leidet unter erhöhten Temperaturen im Stadtkern, die allgemein als Wärmeinseleffekt bekannt sind. Die Veränderung des Klimas in Teheran-Stadt zeigt, dass diese Stadt immer feuchter und wärmer wird.

Statistische Analysen der synoptischen Station Teheran-Mehrabad während der letzten 55 Jahre (1951-2006) zeigen, dass die tägliche Mitteltemperatur diese allgemeine Tendenz in Richtung einer Erwärmung weiter verstärkt. In den letzten 50 Jahren erhöhte sich die durchschnittliche Mindesttemperatur um 2,4 Grad Celsius (Ranjbar et al., 2006: 66).

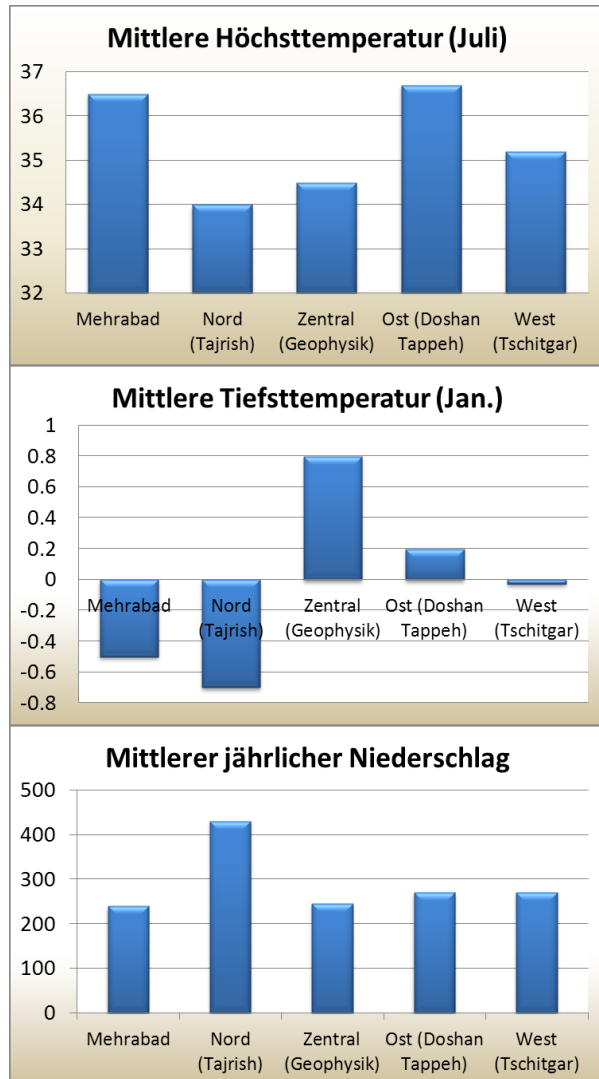
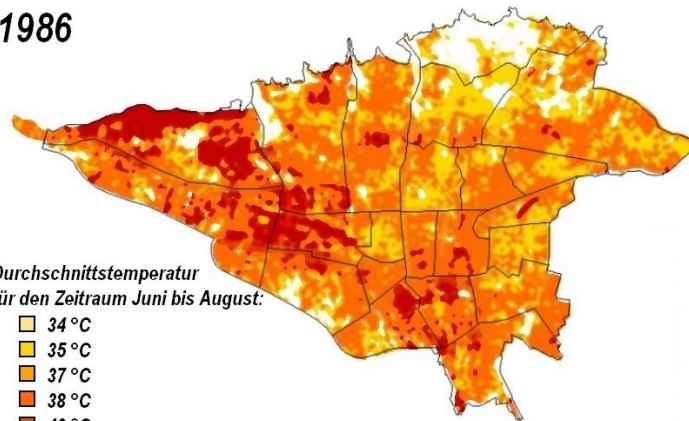


Abbildung 4-5: Langfristige Höchst- und Tiefsttemperaturen und Niederschlagsmenge in verschiedenen Teilen der Stadt Teheran (eigene Darstellung basierend auf den Daten der iranischen Wetterstationen, 1955-2005)

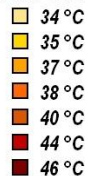


Gestiegene Temperaturen, besonders im Sommer, verwandeln die Teheraner Stadtzentren in unangenehm heiße Bereiche, mit direkten Auswirkungen auf den Energieverbrauch für die Kühlung der Gebäude und einer Erhöhung der Morbiditäts- und Mortalitätsrisiken für die Bevölkerung. Diese erhöhten Temperaturen in der Teheraner Innenstadt leiten sich von den veränderten thermischen Balancen in den städtischen Räumen ab, hauptsächlich durch Oberflächenversiegelung, Bebauung und menschliche Aktivitäten, die sehr verschieden von denen in den ländlichen Gebieten sind. Die steigende Zahl von Gebäuden und Bauwerken in Teheran hat die Vegetation und Bäume verdrängt. So erhöht sich die Lufttemperatur besonders in den Bereichen mit hoher Baudichte. Der allgemeine Mangel an Vegetation und die niedrige Albedo der städtischen Oberflächen sind bedeutend für die Anordnung des Wärmeinseleffektes in der Teheraner Innenstadt (Ranjbar et al., 2005: 75ff.).<sup>51</sup>

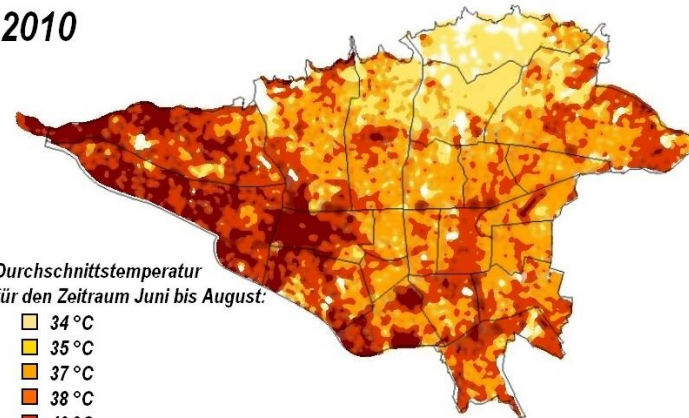
1986



Durchschnittstemperatur  
für den Zeitraum Juni bis August:



2010



Durchschnittstemperatur  
für den Zeitraum Juni bis August:

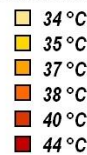


Abbildung 4-6: Die große Bereiche der Stadt Teheran wurde durch neue Hitzequellen -vor allem im Westen und Südwesten der Stadt- in letzten 25 Jahren deutlich erwärmt von (eigene Darstellung in Anlehnung an Sadeghinia, Alijani, Ziaian<sup>50</sup>)

<sup>50</sup> صادقی نیا، علیجانی، ضیائی، تحلیل فضایی- زمانی جزیره حرارتی کلان شهر تهران با استفاده از سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی، جغرافیا و مخاطرات محیطی، شماره چهارم، زمستان ۱۳۹۱

<sup>51</sup> Für die Verbesserung der Lebensqualität in der Stadt gibt es einige Faktoren, die beachtet werden müssen; soziale, ökonomische und ökologische. Einer der wichtigsten Schritte, um das Absinken der Lebensqualität zu vermeiden, ist die Lösung der Umweltprobleme. Zur Abschwächung des städtischen Wärmeinseleffektes in Teheran wurden folgende Empfehlungen gegeben (Shahmohamadi et al., 2010: 253-56):

1. Vegetation auf Gebäude und zwischen die Gebäude zu setzen; wenn die Vegetation auf den städtischen Oberflächen vermehrt wird, können thermische Balancen sich durch die neuen Bedingungen, die näher an die kühleren Bedingungen der ländlichen Gebiete herankommen, verschieben. Es wird geschätzt, dass 1460 kg Wasser von einem durchschnittlichen Baum während eines sonnigen Sommertages verdunstet und über 860 MJ von Energie verbraucht werden; dies bietet einen abkühlenden Effekt außerhalb eines Gebäudes, der der Leistung von fünf durchschnittlichen Klimaanlage entspricht (Santamouris, 2001: 146).

Unter Verwendung des grünen Dachs kann der folgende Nutzen mit praktisch allen grünen Dachinfrastruktursystemen erzielt werden:

- Einsparungen von Heizungsenergie und Kosten für die Kühlung, abhängig von der Größe des Gebäudes, dem Klima und der Art des grünen Dachs
- Ein grünes Dach saugt nicht nur die Hitze auf und verringert die Tendenz in Richtung zur thermischen Luftbewegung, sondern filtert auch die Luft, die sich darüber bewegt
- Durch diese Pflanzen wird der Prozess der Umwandlung von Kohlendioxid und Wasser in Kohlenhydrate bei Ausnutzung der Lichtenergie der Sonne genutzt. Die Photosynthese ist der wichtigste biochemische Vorgang auf der Erde. Die Pflanzen

Zu diesem Ergebnis kamen ebenfalls Wissenschaftler der NASA und fanden heraus, dass die Intensität der Wärmeinsel durch eine Stadt geschaffen wird, die das Ökosystem verändert und von der das regionale Klima abhängt. Die Entwicklung städtischer Gebiete in ariden und semi-ariden Regionen zeigt einen weit geringeren Verbrauch von Heizenergie in den Städten im Vergleich zu den umliegenden Landschaftsgebieten zwischen Wald und gemäßigten Klimazonen (Carlowicz, 2009) und (Gutro, 2006).

Dieses Phänomen wurde mit den Daten der synoptischen Wetterstation der Provinz Teheran untersucht.

Die Stadt Teheran war von 1955 bis 1995 - in der Zeit wuchs sie ca. um das 7-fache - konstant 1,5 bis 2 Grad wärmer als die Vorstadt. Diese Differenz blieb bei dem Wachstum der Stadt bis 2007 dennoch bei weniger als 2,5 Grad.

Nach einer Studie von Ranjbar et al. (Numerische Simulation der Teheraner Wärmeinsel, 2005) ist die Wärmeinsel in der nördlichen Hälfte von Teheran nur während der Nacht zu beobachten, wenn die Stadt von einer kalten Luftmasse beherrscht wird.

Während des Tages und bei der warmen Luftmasse oder veränderten Temperaturen in der Nacht ist eine Entstehung und Entwicklung der städtischen Wärmeinsel in Teheran wegen der Wärmeflüsse nicht möglich und die Felder und der Beton erwärmen sich etwa gleichermaßen.

Auch die gemessenen Unterschiede bei den nächtlichen Mittelwerten betragen maximal 2°C, die allerdings kaum mit den Hitzeinseln der Weltstädte vergleichbar sind (Ranjbar et al., 2005: 65).

Die Rate der Zunahme oder Abnahme der Luftfeuchtigkeit und Niederschlagsmenge von Teheran wurde mit numerischen Daten der Iranischen Meteorologischen Organisation untersucht:

Die Abali-Wetterstation im nordöstlichen Teheran liegt im Lavasanat-Hügelland auf einem Vorberg von Elbus in ca. 55 km Entfernung von Teheran. Durch das höhere Niveau hat Abali einen langen kalten Winter, aber auch eine gemeinsame Luftmasse mit der Provinz Teheran. Teheran liegt zwischen einem Bergfuß und der Wüste in einer semi-ariden Region mit einer jährlichen Niederschlagsmenge von 200 bis 250 mm. So ist die Temperatur von Teheran stetig wesentlich größer als in Abali, die Niederschlagsmenge ist geringer [Primärdaten aus (IRIMO, 1951-2006)]

Die Übersicht der langfristigen Klimafaktoren in beiden Stationen zeigt, dass sich die Niederschläge in Teheran mit zunehmender Temperatur und Entwicklung der Stadt erhöhen (mittlere Wachstumsrate:

---

*decken mit den so gebildeten Kohlenhydraten ihren eigenen Bedarf, aber auch den Bedarf von Tieren und Menschen. Die Photosynthese ist außerdem notwendig, um den Sauerstoffgehalt in der Atmosphäre aufrechtzuerhalten.*

*2. Etablierung einer nachhaltigen Verkehrspolitik für die Schadensbegrenzung der Auswirkungen der Luftverschmutzung. Das unerbittliche Wachstum des Verkehrs ist eine der größten ökologischen Bedrohungen geworden. Die Probleme der Überlastung des Straßennetzes und der Umweltverschmutzung sind im 21. Jahrhundert akuter denn je, und der Zustand kann sich durch Untätigkeit oder unzureichende Maßnahmen weiter verschlechtern. Es gibt jedoch einige Lösungen wie die Verbesserung der Fußgängerbereiche der Straßen und das Anlegen von Wanderwegen, die Erweiterung der Bus- und Metronetze sowie die Beachtung der Qualitätsstandards für Bus und Bahn und die Ermutigung der Menschen zum Umsteigen auf öffentliche Verkehrsmittel.*

*3. Die Erhöhung der Albedo von Baumaterialien. Die Albedo der Oberfläche ist verantwortlich für die Höhe der Absorption der Sonnenstrahlung. Bei Gebäuden mit Oberflächen mit hoher Albedo (z. B. weißen Oberflächen) konnte eine Abkühlung städtischer Temperaturen nachgewiesen werden (Akbari et al., 1997))& (Taha, 1997: 101).*

*4. Die Verwendung von kühlenden Dächern bietet sowohl kurzfristige wie auch langfristige Einsparungen bei den Energiekosten für die Gebäude. Weiß reflektierende Membranen können die Gebäudetemperatur reduzieren, und ein weißes reflektierendes Dach führt zur Einsparung bei den Ausgaben für die von Klimaanlage benötigte Energie im Sommer.*

*5. Verringerung anthropogener Hitze. Bei der Konzentration auf die Innenstadt durch die Zentralisierung der Handelsflächennutzungen in einem Bereich wie bei einem Basar wird mit der Anhäufung von Menschen und Material eine Zunahme des Energieverbrauchs verursacht. Die Verteilung der kommerziellen Nutzungen auf verschiedene Bereiche der Stadt kann Verschmutzungen und anthropogene Wärme im Stadtzentrum verringern.*

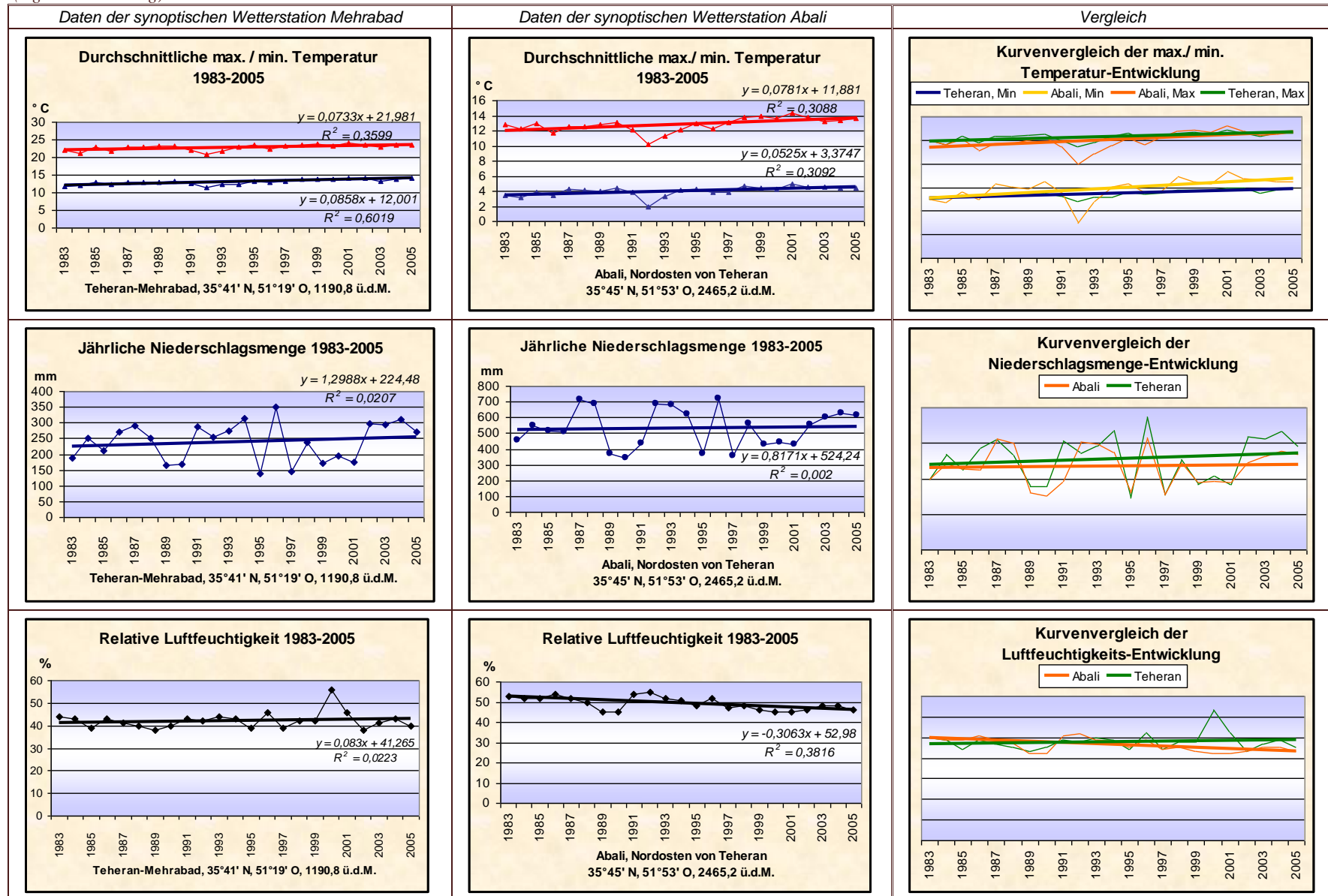
0,01704964, bzw. 1,7%), während in der gleichen Zeitperiode in Abali eine Erhöhung von weniger als 1,4% zu beobachten ist.

Auch im Vergleich hat sich die mittlere Luftfeuchtigkeit in Teheran mit dem Anstieg der Lufttemperaturen erhöht, während die Luftfeuchtigkeit in Abali sich reduzierte (Tabelle 4-2). Tabelle 4-3 fasst die wichtigsten Faktoren, die bei der Bildung des Teheraner Klimas eine Rolle spielen, zusammen.

Tabelle 4-2: Bedeutende Faktoren in der Anordnung des Stadtklimas in Teheran

Lage von Teheran-Stadt	<p>Umrandung der Stadt durch Berge auf zwei Seiten; südliche Gefällerrichtung; maßgeblicher Wind von Westen; keine Flüsse &amp; andere Wasserflächen, fehlende Vegetation</p>	<p>Niedrige Windgeschwindigkeiten in der Stadt hemmen wegen der hohen Dichte die Verdunstung und Kühlung, weiterhin stagniert warme schmutzige Luft in den Häuserschluchten und Verunreinigungen erhöhen die Intensität des Wärmeinseleffekts. Die Berge im Norden und Osten verhindern das Wegtragen der verschmutzten Luft, die von Westen in die städtischen Räume gelangt im zentralen und Ostteil der Stadt gestaut wird. Durch das Gefälle steigt die verschmutzte Luft auf und die warme Luft absorbiert als Baldachin über der Innenstadt Verschmutzungen von den anderen Teilen der Stadt. Weiterhin ist Teheran nicht in der Nähe eines Flusses als einem natürlichen Kühlkanal. Da die meteorologische Bedingung der Wärmeinsel mit intensiver Verschmutzung verbunden ist, begünstigen Hochdruckwetterlagen mit geringem Luftmassenaustausch die Smogbildung.</p>
Bebauung und Versiegelung	<p>Teheraner Bevölkerung beträgt rund 13 Millionen am Tag und 7 Million nachts. Wohnflächennutzungen dominieren im Nord- &amp; Ostteil der Stadt, industrielle Flächennutzungen dominieren im West- &amp; Südwestteil der Stadt und Handels- &amp; amtliche Flächennutzungen dominieren im zentralen Teil der Stadt, mit einer hohen Bebauungsdichte, Mangel an porösen Baumaterialien und niedrigen Reflektionswert und einem hohen Versiegelungsgrad des Bodens.</p>	<p>Das erhebliche Bevölkerungswachstum und die Verstädterung Teherans verursachen die zunehmende Dichte vor allem in Zentral-Teheran, worauf Verschmutzungen und Hitze folgten und die dicht stehenden Gebäude die Windgeschwindigkeit verlangsamen. Die natürlichen Abkühlungsmechanismen wie Abkühlung durch Wind und Schattenspenden, sind für diese Stadt mit mehr als 720 km<sup>2</sup> Flächen (mit der Umgebung 2000 km<sup>2</sup>) nicht vorhanden. Die komplexe Geometrie der städtischen Flächen Teherans verursacht steigende Lufttemperaturen. Erhöhte Reibung an einer rauen Oberfläche reduziert die horizontale Luftbewegung in der Stadt. Durch industrielle Flächennutzungen westlich von Teheran werden einige Probleme verursacht. Die Platzierung von Industrie an ungeeigneten Orten und die Nichtberücksichtigung von Hygienerichtlinien tragen zur Teheraner Luftverschmutzung bei und die westlichen und für den Westen maßgeblichen Süd-Winde tragen die Emissionen der Fabriken zur Stadt, diese Industrie sorgen auch für eine Aufheizung der Stadtluft. Die häufigsten städtischen Baumaterialien in Teheran sind Beton und Asphalt; diese Materialien saugen Solarstrahlung auf und speichern sie im städtischen Gewebe (Sepehri &amp; Zarei, 2006). Nachts wird diese gespeicherte Hitze langsam von der städtischen Oberfläche freigegeben. Der Mangel an porösen Materialien in den städtischen Oberflächen und an natürlicher Vegetation in Teheran hat ein Verdampfungs-Defizit in der Stadt verursacht. Die Zerstörung der Vegetation und grünen Räume, der Bau neuer Gebäude und das Umfassen der städtischen Räume mit imprägnierten Oberflächen mit niedriger Albedo erhöhen die Lufttemperatur.</p>
Anthropogene Einflüsse und Wärmeerzeugung	<p>Die zunehmend hohe Zahl der Gebäude und der Bevölkerung vermehrt den Energieverbrauch durch Klimaanlagen, Industrielle Hitzeerzeugung; und am meistens Energieverbrauch im Personentransport erhöhen die städtische Temperatur Teherans. Aus lufthygienischer Sicht ist die Stadt wirklich bedenklich.</p>	<p>Die hohe Bevölkerungsdichte in Städten führt jährlich zu Millionen Kilokalorien thermischer Energie durch biologische Aktivitäten der Stadtbewohner, die UHI verursachen kann (Safavi &amp; Alijani, 2007: 107). Die zunehmend hohe Zahl der Gebäude und der Bevölkerung vermehrt den Energieverbrauch durch Klimaanlagen, die schließlich zulasten der Umwelt gehen, und erhöht die städtische Temperatur. Es ist bekannt, dass zwischen 65 und 70 Prozent der Gesamtemissionen in Teheran mit den Verkehrsmitteln zusammenhängt. Bodennahes Ozon wird durch photochemische Umwandlung von Vorläuferschadstoffen wie Stickstoffoxiden (NO<sub>x</sub>) und flüchtigen organischen Verbindungen (VOC) gebildet. Diese Schadstoffe entstammen den Verkehrsabgasen und den Abgasen aus Industrie und Haushalt und belasten ganzjährig die Luft (Shahmohamadi et al., 2010: 256). Teheran hat ein schwaches Transportnetz. Das beträchtliche Wachstum der Bevölkerung können Busse und die Metros nicht in jedem Bereich der Stadt abdecken. Die meisten Menschen benutzen Privatautos, die eine starke Verkehrsstockung verursacht haben. Die Verwendung veralteter Privatautos in hoher Zahl, die die Umweltstandards nicht erfüllen, führt durch den hohen Kraftstoffverbrauch zu größerer Hitze und Luftverschmutzung. Es gibt ca. 66.000 Industrieanlagen in Teheran, die im Westen, Osten und Innenstadt liegen (Teheraner Stadt- und Forschungszentrum, 2011: 31). Folglich, da Teheran von diesen Industrieanlagen umgeben ist, wird die ganze Energie, die durch diese Industrien verbraucht wird, in Hitze umgewandelt und trägt zur städtischen Hitzeinsel bei und verschmutzt die städtische Luft sehr stark.</p>

Tabelle 4-3: Vergleich der Temperatur, Niederschlag und Luftfeuchtigkeit in zwei Wetterstationen in Teheran (aride Zone) und Abali (kühlgemäßigte Zone), die einander sehr nahe sind (eigene Darstellung)





#### 4.4 Geologie

Die wichtigsten Merkmale der Teheraner Erde erklären sich damit, dass diese Stadt zwischen der gewaltigen Masse des Elburs (aus der dritten geologischen Epoche) und des Iran-Plateaus (aus der vierten geologischen Epoche) liegt. Eine Erscheinung dessen sind die aktiven Verwerfungen, wie der Mascha-Bruch in Nord-Teheran und der Ray-Bruch im Süden, die zu immer weniger intensiven und kaum spürbaren Erdbeben geführt haben.

Teheran liegt in einer erdbebengefährdeten Zone. Die Region im iranischen Hochland ist tektonisch sehr aktiv. Hier stoßen die indisch-australische und die arabische Kontinentalplatte auf die eurasische Platte. Am 27. März 1830 erschütterte ein Beben der Stärke 7,0 auf der Richterskala die Stadt. Fast alle Gebäude in Teheran wurden zerstört. In der gesamten Region starben nach Schätzungen 45.000 Menschen (Mahmudian, 2005: 77).

Nach Angaben von Seismologen kommt es in Teheran im Durchschnitt alle 150 Jahre zu einem großen Beben. Da das letzte Beben schon länger als diese Zeitspanne zurückliegt, steigt die Wahrscheinlichkeit für ein schweres Erdbeben in den nächsten Jahren (Ashtari et al., 2005: 195).

Im April 2000 führte die Japan International Cooperation Agency (JICA) im Auftrag Irans eine Forschung für die Teheraner Erdbeben durch. Sie basierte auf Studien über die großen Erdbeben in historischen Dokumenten aus dem Jahr 743 n. Chr., die in der Nähe von Teheran geschahen. In dieser Studie der JICA wurden für Wohngebäude und Fabriken, Gewerbebauten und große öffentliche Gebäude wie Schulen, Krankenhäuser und Feuerwehren verschiedene Szenarios für Erdbebenschäden berechnet. Die Ergebnisse zeigten, dass die Energie eines möglichen Erdbebens voraussichtlich die Stärke 7 bis 8 auf der Richterskala haben würde. Rund 50 bis 80 Prozent aller städtischen Gebäude würden dabei zerstört/beschädigt (CEST & JICA, 2000).

Das Iranische Hochland mit der Hauptstadt Teheran erstreckt sich 3.000 Kilometer weit von Nordwesten nach Südosten quer durch den Trockengürtel der nördlichen Passatzzone und trennt das afrikanisch-arabische Wüstengebiet von dem turanisch-zentralasiatischen.

Teheran wird von einem aus Senken und Teilbecken bestehenden Hochland von Randgebirgsketten eingefasst. Der erloschene vulkanische Damavand liegt im Norden der Teheraner Region, im Süden ist eine Anzahl von Senken und Becken gelagert, die abflusslos sind. Wegen des Trockenklimas und in Abwesenheit der Flüsse lagerte sich der Verwitterungsschutt der Berge über Jahrtausende in mehreren Schichten am Fussberg ab (Mahmudian, 2005: 3).

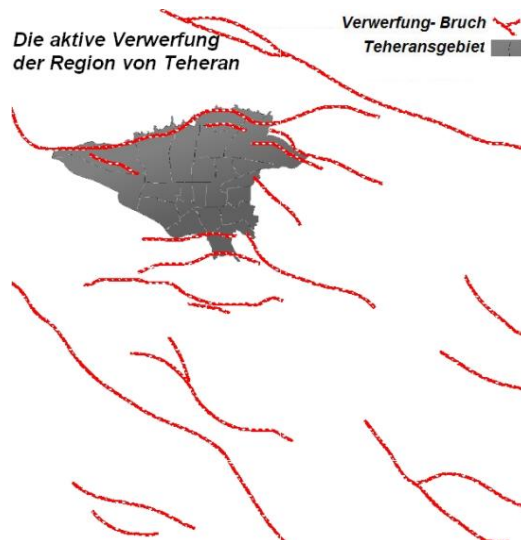


Abbildung 4-7: Dem geologischen Krisengebiet Teherans droht immer große Gefahr, da unter der Stadt und Umgebung die Verwerfungen verlaufen, die nach Einschätzung von Geologen zu "sehr schweren Erdbeben" führen können (vereinfachte Darstellung in Anlehnung an der Daten und Karte von Geophysik-Institut der Universität Teheran)<sup>52</sup>



Abbildung 4-8: Das Salzmeer Hoz-e-Soltan, das erst 1883 entstand, liegt 85 km südlich von Teheran (Hamshahri<sup>53</sup>)

<sup>52</sup> <http://irsc.ut.ac.ir/currentearthq.php?lang=fa>.

<sup>53</sup> <http://hamshahrionline.ir/details/88282>.



## 4.5 Geschichte und Stadtentwicklung

Teheran, das einst nicht mehr als ein Dorf im Norden des Landkreises Ray war, ist jetzt eine Metropole mit mehr als 13 Millionen Bewohnern. Die Stadt wurde erst Ende des 18. Jahrhunderts zur Hauptstadt Irans gewählt und ist seither das politische, kulturelle, wirtschaftliche und kommerzielle Zentrum des Landes. Ray ist heute lediglich ein kleiner Stadtteil von Teheran.

Teheran gilt auch als eine alte Stadt; archäologische Untersuchungen und Ausgrabungen in verschiedenen Teilen der Stadt weisen nach, dass die menschliche Besiedlung dieser Region im Neolithikum ca. 3000 v. Chr. begann (Ray, Encyclopedia Britannica).

Die erste urkundliche Erwähnung einer unbedeutenden Ansiedlung namens Teheran lässt sich von Yāqūt al-Ḥamawī (1179 bis 1229 in Aleppo, Syrien) nachweisen (Yāqūt-al-Ḥamawī, 2001); wie Ḥamdallāh Mustaufī (1281 bis 1344 in Qazvin, Persien) ebenfalls in seinem Buch *Nuzhat al-qulub* herausgestellt hatte, war diese Ansiedlung mit Obstgärten in der Nähe der Residenzstadt der Königsfamilie, Ray, gelegen und vermutlich ca. 18 ha groß. Bei der Eroberung des Irans 1220 durch die Mongolen, die Ray zerstörten, flohen Rays Einwohner in die unterirdische Siedlung in Teheran, um Schutz vor den Angreifern zu suchen. Teheran war zu dieser Zeit 27 ha groß und erweiterte sich nach und nach mit 106 ha Größe zu einem halb städtischen, halb dörflichen Siedlungsgebiet.

1404 war Teheran ein schönes, ruhiges und wohlhabendes Dorf ohne Mauern im Schatten der Berge<sup>55</sup> (Clavijo, 1412: 98) und entwickelte sich während des 16. Jahrhunderts zu einer Stadt. Die Siedlung und deren Zitadelle wurden unter Tahmasp I. (1513–1576), der sich in die Region und das angenehme Klima verliebte, mit einer Mauer umgeben. Die Zahl der Gebäude wuchs in diesem 4,4 km<sup>2</sup> großen Gebiet weiter an (Kariman, 1976: 298).

1785 wählte Agha Mohammad Khan Qajar, der Gründer der Qajars-Dynastie, aus politischen und strategischen Gründen Teheran als Hauptstadt des Iran.

1862 begann ein Prozess zur Stadtumwandlung auf Befehl des Königs, der zum ersten Mal Frankreich besichtigt hatte. Diese Veränderungen wurden von anderen Aspekten der Verwestlichung und Modernisierung begleitet, besonders in der Hauptstadt, die die Zentrale der Staatsverwaltung war, und führte zu einer Konzentration des Reichtums und nachfolgender Immigration und Bevölkerungswachstum (Mosahab, 1976: 695).

Die Umwandlung der Stadt dauerte zwölf Jahre lang; die inzwischen zerstörte erste Mauer und der städtische Schutzgraben wurden zugeschüttet, dann wurde durch eine Umlagerung der alten Mauer eine größere zweite Mauer angelegt. Diese Mauer wurde von General Bohler, einem französischen Lehrer, als perfektes Oktagon entworfen. In dieser Zeit

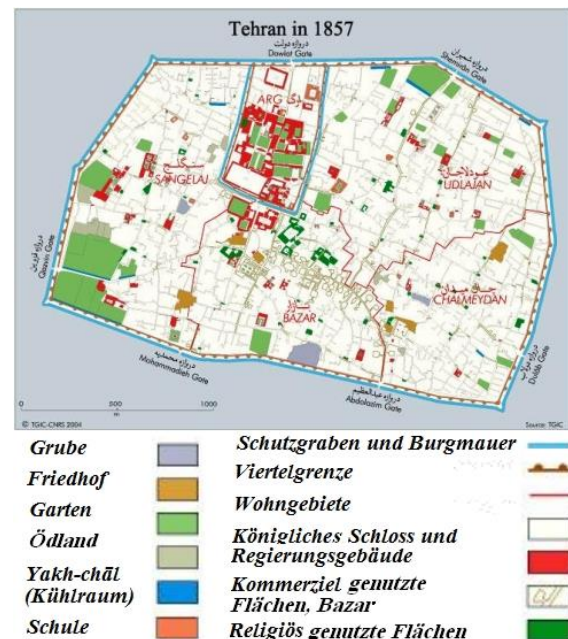


Abbildung 4-9: 1857 hatte Teheran ca. 4,5 km<sup>2</sup> fünf Stadtviertel und ca. 100.000 Bewohner (vereinfachte Version der Karte von August Kerziz, ICHS<sup>54</sup>)

<sup>54</sup> [http://www.iichs.org/index.asp?id=3005&img\\_cat=180&img\\_type=1](http://www.iichs.org/index.asp?id=3005&img_cat=180&img_type=1).

<sup>55</sup> "This city of Teheran was very large, but it had no walls, and it was a very delightful place, well supplied with everything ... and the place where they found him was a small plain, watered by rivers, and surrounded by mountains. It was a very pleasant place, and the mountains were called the mountains of Lar..." (Clavijo, 1412: 98-100)

waren die westlichen Einflüsse auf die verschiedenen Aspekte des städtischen Lebens z. B. auch in neuer Architektur und neuen städtischen Straßen erkennbar. Innerhalb der neuen Mauer mit zwölf Stadttoren war Teheran mit ca. 18 km<sup>2</sup> 4,5-mal größer geworden (Teheraner Stadt- und Forschungszentrum, 2011: 13).

Auch nach dem Bau der neuen Stadtmauer dienten die vorstädtischen Gärten und Dörfer außerhalb der Mauern vor allem im Norden der Stadt als Sommerfrische der Reichen und Mächtigen. Der Grüne Gürtel von Gärten rund um Teheran war so dicht, dass Reisende Teheran als eine Stadt mit einfachen Adobe-Hütten in einem Platanenwald beschrieben (Arnold, 1877: 162).

Die Bevölkerung wuchs in Teheran während des 19. Jahrhunderts auf das Dreifache an (Saadvandiyān & Etehadieh, 1989). Die Bevölkerungsdichte von 130 Personen pro Hektar im Jahr 1890 stieg auf 292 im Jahr 1921 (Gharakhlou & Zanganeh, 2009: 32).

Das Bevölkerungswachstum und die Dichte bedeuteten eine weitere Belastung für die städtische Entwicklung und Expansion. Dieses Mal wurde versucht, durch große Sanierungsmaßnahmen die Morphologie des gesamten Stadtgebiets zu verändern und verbessern. Die Stadt wurde ohne Rücksicht „radikal neu geplant und neu gebaut“ (Lockhart, 1939: 11). Der städtische Zusammenhang wurde außerdem durch die Tendenz zur Modernisierung verändert und ähnlich den Plänen von Baron Haussmann in Paris neu geordnet, die alte Befestigungsmauer wurde abgerissen und ein neues geometrisches Straßennetz gebaut (Amirahmadi & El-Shakhs, 2012: 140).

Nach der Sozialbewegung während der Verstaatlichung der Erdölindustrie durch die nationalistische Regierung 1951 bekam Pahlavi II. Schutz durch die USA und die Einflüsse der Vereinigten Staaten auf die Politik und Wirtschaft Irans wuchsen in den Auslandsbeziehungen immer mehr.

Mitte der fünfziger Jahre kam es mit der Steigerung der Gewinne aus dem Öllexport zu einem Industrialisierungsschub (Madanipour, 2002: 28).

Die meisten Wohlfahrtsfaktoren (Lebensqualität, wirtschaftliche Sicherheit, gesellschaftliche Leistungen usw.) waren in Teheran und Umgebung zu finden, was zu einer verstärkten wirtschaftlich motivierten Immigration in die Region führte. In den 1960er und 1970er Jahren wurde während der Regierung von Pahlavi II. das Straßennetz erweitert. Zu den dauerhaften Verdiensten Pahlavis zählen

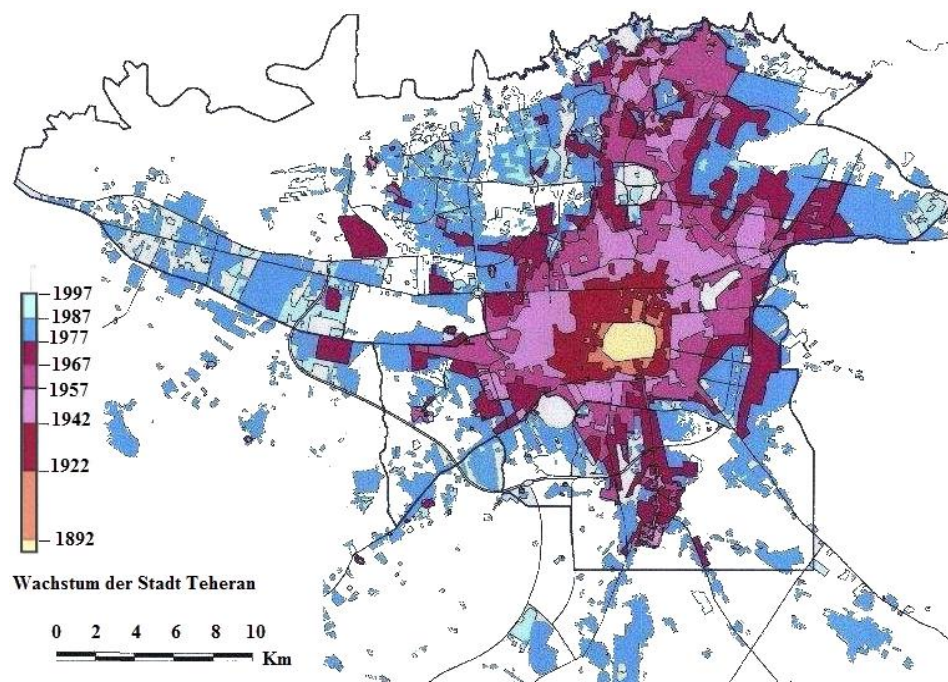


Abbildung 4-10: Teherans Wachstum in der Zeit von 1892 bis 1997 (Zanganeh Shahraki, 2007<sup>56</sup>)

<sup>56</sup> سعید زنگنه شهرکی، بررسی پدیده پراکنش افقی شهر تهران و تاثیر آن بر زمین های کشاورزی پیرامون، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران، ۱۳۸۶

die Ansiedlung von Industrie und die Schaffung einer modernen Infrastruktur. Die Teheraner Stadtmauer wurde abgerissen und die Stadt erweiterte und zersiedelte sich am stärksten nach Westen hin, da es dort keine Berge oder andere natürliche Grenzen gab. Neben dem raschen Wachstum war die ungeplante und zerstreute Stadterweiterung ein typisches Merkmal der Zersiedelung (Madanipour, 2002: 31f.).

Eine große Veränderung der sozioökonomischen Relationen in den Dörfern mit dem Namen „Weiße Revolution“<sup>57</sup> 1962 verursachte eine große inländische Immigration von landwirtschaftlichen zu städtischen Landesteilen, besonders nach Teheran als der größten Stadt des Landes. In dieser Zeit wandelte sich Iran von einem feudalistisch strukturierten Agrarland zu einem kapitalistischen und industrialisierten Land, in dem die Städte die räumlichen Träger von Arbeitsplätzen, Einkommen und Dienstleistungen wurden. Bis zu dieser Entwicklung waren ungefähr 70 Prozent des fruchtbaren Ackerlandes in der Hand von wenigen Großgrundbesitzern oder religiösen Stiftungen. Im „Landverbesserungsprogramm“ wurde dieses System des Besitzes und der Produktion, das als Hindernis für die Entwicklung und Steuerung durch die Zentralregierung angesehen wurde, in ein System freier Bauern transformiert (Diba, 2004: 135). Gleichzeitig führte die Mechanisierung der Landwirtschaft zu einem Rückgang der Arbeitsplätze in diesem Bereich.

Die meisten der Wirtschaftsmigranten siedelten sich an der armen Peripherie des Kapitals an. Mit dieser Entwicklung wuchs Teheran zu einer Großstadt heran und umschloss nach und nach die kleinen und großen Dörfer und Städte in der Umgebung (Abbildung 4-14). Teheran wurde zur größten Konzentration der ökonomischen Unternehmen sowie zum größten Markt im Land, was eine Kapitalakkumulation und Konzentration von Arbeitsplätzen in der Region zu Folge hatte (Madanipour, 2002: 85).

Teherans Gesicht hat sich ständig verändert. Die Instabilität im Erscheinungsbild der Stadt wurde zu einem festen Bestandteil. Moderne Gebäude wurden und werden in dieser Stadt permanent gebaut und zerstört.

Dieses rasche Wachstum setzte sich mit noch größerer Intensität in den folgenden Jahrzehnten fort. Aufgrund dessen wurde 1973 ein Rat für die Überwachung des Ausbaus von Teheran unter der Aufsicht des amtierenden Premierministers zur Kontrolle und Prävention irregulärer Expansion und der Planung der zukünftigen Entwicklung gegründet, unter den Mitgliedern waren zehn Minister und die Vertreter der drei Staatsgewalten. Doch in der Praxis konnte dieser Rat das Stadtwachstum nicht kontrollieren. Die Stadtbevölkerung wuchs von 1,5 Mio. im Jahr 1956 auf einer Fläche von 100 km<sup>2</sup> auf 3 Mio. 1966 auf 180 km<sup>2</sup> und 4,5 Mio. im Jahre 1976 an, die in einem 250 km<sup>2</sup> großen Gebiet lebten (Teheran-Städtebaulicher Rahmenplan, 1999: 24).

In den siebziger Jahren wurde der iranische Zustand als eine königliche Diktatur bezeichnet, die von der Unterstützung aus den vorgerückten kapitalistischen Ländern abhängig war und das Wachstum der

---

<sup>57</sup> Die "Weiße Revolution" (Engleab-e Shah va Mellat) war ursprünglich ein sechs Punkte umfassendes Reformprogramm von Pahlavi II. und damit wollte der Shah die wirtschaftliche, industrielle und soziale Reform des Iran in einem koordinierten Reformvorhaben vorantreiben (Pahlavi, 1976: 71).

Diese Reform sollte auf dem Agrarsektor begonnen werden. Als besondere Aufgabe galt die Durchführung einer Landreform, mit der die Eigentumsverhältnisse des agrarischen Grundbesitzes grundlegend verändert werden sollten und mit einer Umverteilung des Landes von Großgrundbesitzern an kleinere Landarbeiter gefolgt werden sollten.

Leider hat die „Abschaffung des Feudalsystems und Verteilung des Ackerlandes von Großgrundbesitzern an Bauern“ in der Praxis andere Ergebnisse gebracht. Viele Bauern, die kein Geld zum Kauf von Land hatten, wurden arbeitslos und zogen in die Städte. Auch konnten viele, die Ackerländer gekauft hatten, nicht darauf arbeiten oder hatten nicht genug Kraft. Damit ging viel fruchtbare Erde verloren (Abrahamian, 1980: 23).

kapitalistischen Sozialrelation und die Expansion der produktiven Kräfte nach kapitalistischen Grundsätzen förderte (Madanipour, 2002: 33f.).

Die islamische Revolution von 1979, die die Dynastie der Pahlavi stürzte, wurde von vielen iranischen und westlichen Denkern in unterschiedlicher Art analysiert, aber auf diese Wahrheit konnten sich alle einigen: Sie war eine traditionalistische Herausforderung an den Zwang zur schnellen Modernisierung durch das Pahlavi-Regime, das Resultat einer Spannung zwischen der ökonomischen Entwicklung und politischen Unterentwicklung, die Reaktion des lokalen Bürgertums und eine drückende Intervention in den Zustand und durch das internationale Kapital in einem ungleichen Markt, die Revolution einer Massenbewegung des verärgerten Volks und Immigrantanten, die in Teheran und in anderen Großstädten konzentriert worden waren. Diese Revolution war eine Koalition der verschiedenen Gruppen mit verschiedenen Interessen und Hintergründen, die schließlich von den Traditionalisten geführt wurde (Parsa, 1989: 119), (Amirahmadi, 1990: 2-5), (Abrahamian, 1980: 21-26) & (Madanipour, 2002: 34).

Obwohl ein Ziel der Revolutionäre die Dezentralisierung und Verteilung von städtischen Dienstleistungen und besserer Wohlstand für alle Städte war, scheiterten die Bemühungen mit dem Beginn des achtjährigen Krieges. Teheran hatte noch einmal eine große Welle von Flüchtlingen und Immigrantanten zu bewältigen. Da die Lebenshaltungskosten und der Bodenpreis in dieser Zeit stark anstiegen, wuchsen viele Trabanten- und Schlafstädte in den Vororten von Teheran, die hauptsächlich aus Wohngebieten für Pendler bestehen und sich durch eine geringe Arbeitsplatzdichte auszeichnen. Sie besitzen wenig eigene Infrastruktur, die sich auf rudimentäre Funktionen beschränkt, etwa auf Einzelhandelsgeschäfte des täglichen Bedarfs und Schulen.

1980 wurde die Stadtverwaltung Teherans gezwungen, die Reichweite ihrer Dienstleistungen von 225 auf 520 km<sup>2</sup> und auch die Zahl ihrer Bezirke von 12 auf 20 zu erweitern. Während dieser Jahre wurden mehr als 120 Dörfer und zwei Städte eingemeindet, wonit die Stadt 6 Mio. Bewohner hatte (Mashhadizadeh-Dahaghani, 2002: 444) & (Tabatabai, 1988: 55).

Die Beschränkung der Sozialleistungen, hohe Lebenshaltungskosten, viele weitere negative Aspekte wie Luft- und Wasserverschmutzung und wachsende Trabanten-/Satellitenstädte in den Vororten von Teheran haben den Prozess des schnellen Wachstums in den 1990er Jahren verlangsamt. Teheran hatte im Jahr 1991 eine Fläche von 750 km<sup>2</sup> und gliederte sich in 22 Bezirke und 120 Unterbezirke (Teheran-Städtebaulicher Rahmenplan, 1999).

Die Ansiedlung und Einbindung der Bevölkerung in die Teheraner Region während der letzten drei Jahrzehnte war nicht in erster Linie die Aufgabe der offiziellen Politik, sondern das Ergebnis der informellen Siedlung der Gruppen mit niedrigem Einkommen und Marginalisierten in den Vororten der Städte. Die Region Teheran, die 1946 nur aus vier Städten bestand, zählte 1966 15, 1996 25 und 2000 mehr als 35 Städte. 2011 stieg die Bevölkerungszahl der Region auf über 14 Mio. an (Statistisches Zentrum Irans, 2012: 34). Jeden Tag fluten hunderttausende Pendler nach Teheran zu ihren dortigen Arbeitsplätzen. Es wird geschätzt, dass Stadt Teheran am Tag bis zu 14 Mio. Besucher und Einwohner hat (Musavi, 2013).

In nur einer Satellitenstadt dieser Region, Karadsch (ca. 36 km westlich von Teheran), wuchs die Bevölkerung von 14.500 im Jahr 1956 auf 2 Mio. 2012 (durchschnittliche jährliche Wachstum von ca. 9,5%) und hat 16 Trabantenstädte. Mehr als 25% der in dieser Stadt lebenden Menschen sind als Arbeitskräfte in Teheran beschäftigt (Rasuli, 2004: 5) & (Barabadi, 2009: 7). Das bedeutet, dass die heutigen Probleme und Entwicklungsperspektiven von Teheran nicht von der Region separat betrachtet werden können.



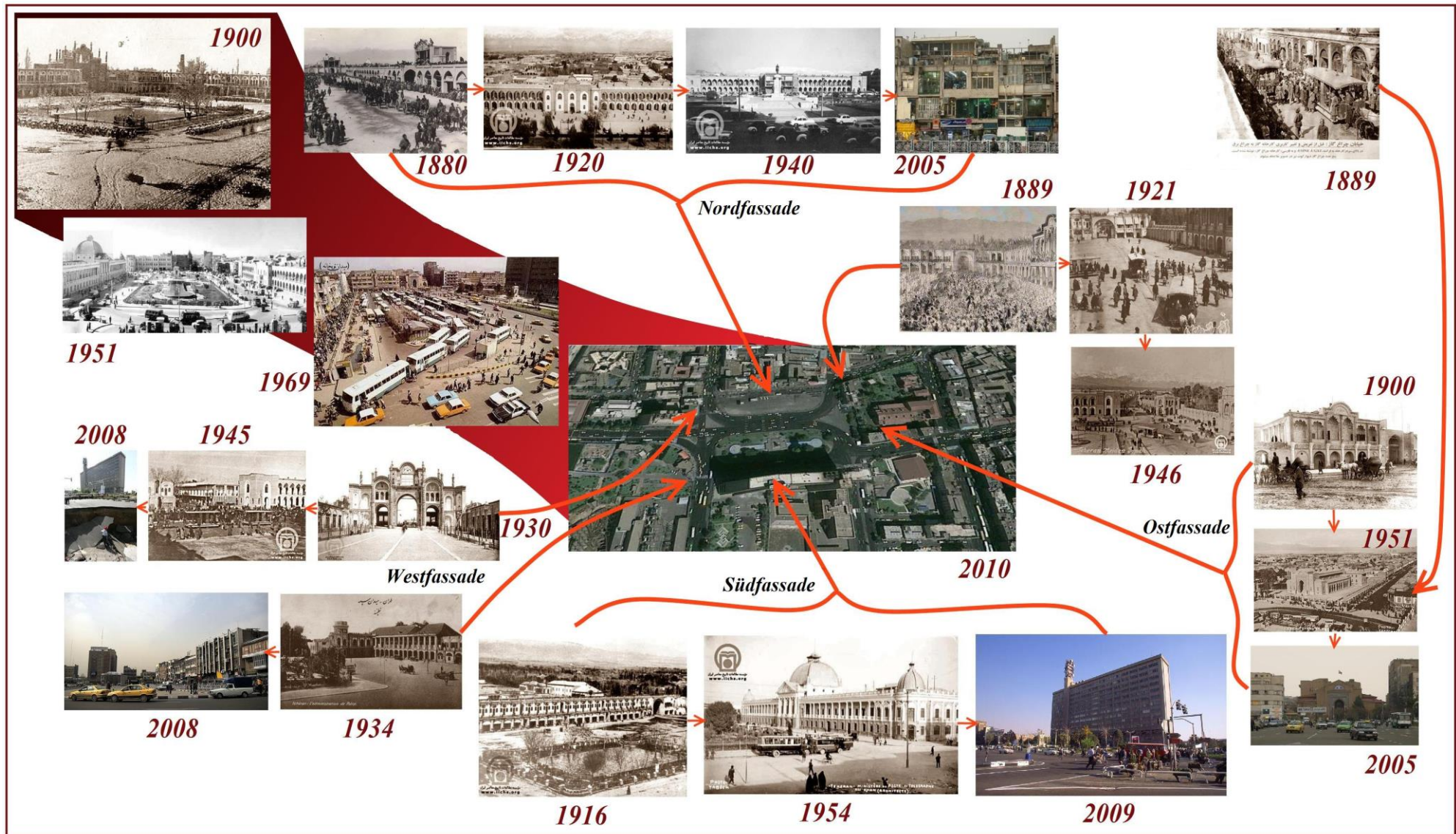


Abbildung 4-11: Die Instabilität im Erscheinungsbild von Teheran wurde zu einem festen Bestandteil. Moderne Gebäude wurden und werden in dieser Stadt permanent gebaut und zerstört. In dieser Musterkollektion zeigt sich die ständige Veränderung der Gebäude und Fassaden rund um einen Stadtplatz „Toop-Khaneh“ innerhalb eines Zeitraumes von nur wenig mehr als einem Jahrhundert  
 Bilder vor 1970 von ICHS: [http://www.iichs.org/index.asp?doc\\_cat=29](http://www.iichs.org/index.asp?doc_cat=29) und danach von ISNA.



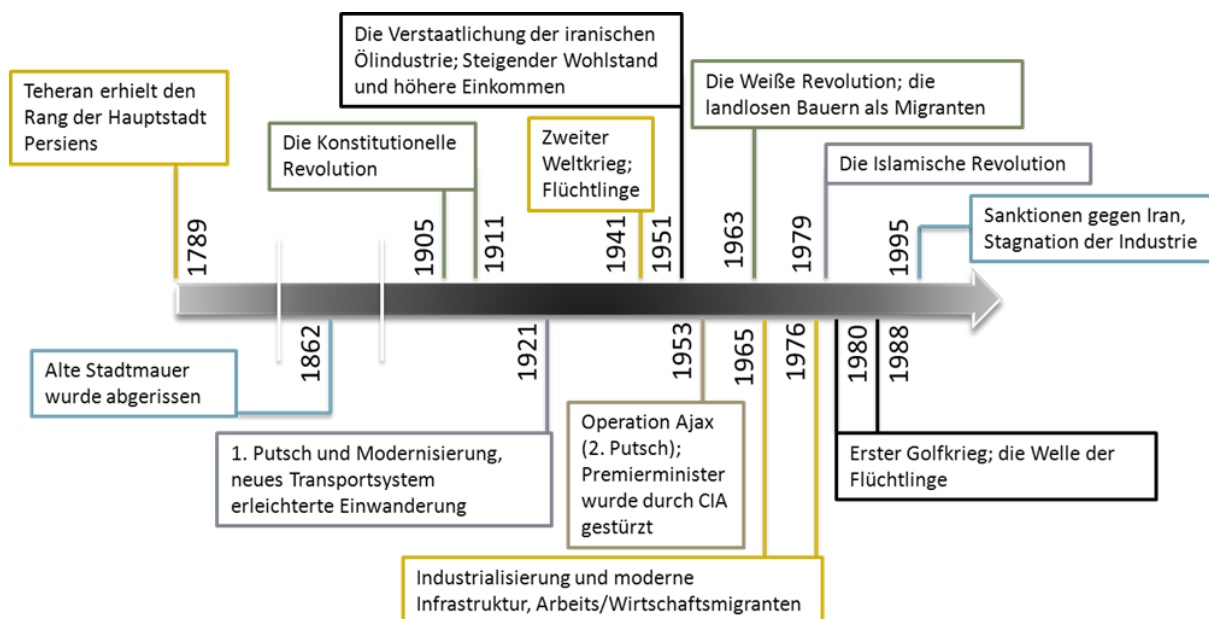


Abbildung 4-12: Die historische Meilensteine und wichtigsten Beweggründe der Einwanderung nach Teheran (eigene Darstellung)

Ein derart große Verbreitung hatte viele negative Auswirkungen auf die Region wie die Zerstörung der Landwirtschaft und der Vegetation, die niedrige Qualität der Wohnungen und der städtischen Umwelt, die Zunahme der Belastung der Wasserquellen, Luftverschmutzung, Kontamination des Bodens und des Wassers, die Erhöhung des Energieverbrauchs und die Intensivierung der zunehmenden Verstädterung und kaum zu stillende Bedürfnisse nach Infrastrukturen/städtischen Dienstleistungen (Ghamami, 2001: 40).

#### 4.6 Bevölkerung

Die Bevölkerungszahl Teherans hat sich in einem hohen Tempo entwickelt. 1797 lebten nur 15.000 Menschen in dieser halb dörflichen Stadt (Minorsky, 1936: 717) (Motamedi, 2002); ihr starkes Wachstum begann vor zwei Jahrhunderten nach der Wahl dieser Stadt als Hauptstadt Irans. So überschritt die Einwohnerzahl der Stadt 1868 bereits die Grenze von 150.000 (Najm-al-Dowleh, 1868: 348f.).

Die Zentralisierung von Kapital und Macht führte zu einem konstanten Zufluss der Bevölkerung aus dem ganzen Land nach Teheran, der 1956 die Zahl der Stadtbevölkerung auf 1,5 Millionen ansteigen ließ (Teheran-Städtebaulicher Rahmenplan, 1999). Landreformprogramme und die gestiegenen Öleinnahmen sowie der relative Wohlstand verursachten vor allem in Großstädten einen rasanten Anstieg der Zuwanderung nach Teheran und bis 1980 wuchs die Bewohnerzahl auf 5,5 Mio (Madanipour, 2002: 136).

Die Islamische Revolution (1979), acht Jahre Krieg mit dem Irak (22. September 1980 bis zum 20. August 1988) und die Immigration von Irak und Afghanistan nach Iran waren die wichtigsten Faktoren für die anhaltende Migration nach

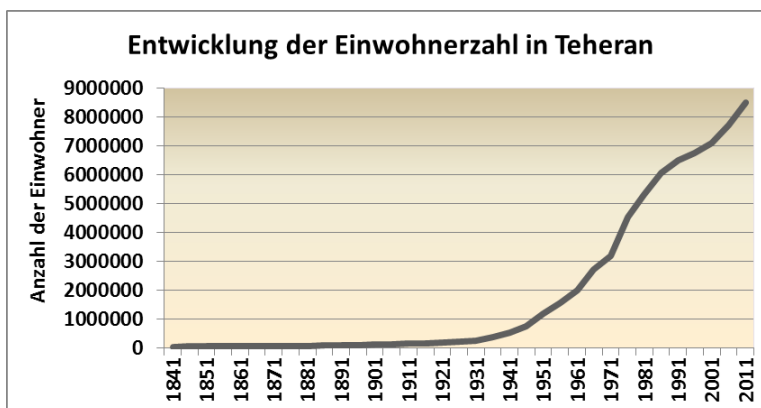


Abbildung 4-13: Einwohnerentwicklung von Teheran 1846-2011 (eigene Darstellung basierend auf Daten des Statistischen Zentrums Irans)

Teheran in den folgenden Jahren. Die Anstrengung für eine proportionale Verteilung der städtischen Einrichtungen und Dienstleistungen war nicht erfolgreich und mit dem Anstieg der Bevölkerungszahl von Teheran bis 2011 um 8,5 Millionen verschärften sich die Probleme weiter (Statistisches Zentrum Irans, 2012).

In den letzten 70 Jahren sind die Bevölkerungszahl dieser Stadt 20-mal und ihre Fläche 34-mal größer geworden. Nach der Schätzung des Statistischen Zentrums Irans erreichte die tägliche Bevölkerung (in der Arbeitszeit) ca. 12 bis 14 Millionen.

Tabelle 4-4: Entwicklung der Bevölkerungszahl, Ausbreitung und Bevölkerungsdichte von Teheran (Statistisches Zentrum Irans, 1966-2006)

Jahr	1857	1890	1931	1941	1956	1966	1976	1986	1996	2006
Bevölkerung (in Tsd.)	100	150	310	690	1584	2980	4530	6042	6759	7711
Fläche (km <sup>2</sup> )	4,50	18	24	45	100	190	320	620	740	800
Dichte (P /km <sup>2</sup> )	22222	8333	12917	15333	15840	15684	14156	9745	9134	9639

Die durchschnittliche jährliche Wachstumsrate der Bevölkerung hat sich für Teheran schrittweise vermindert. Die zusammengefasste Geburtenziffer von 1,3 der Teheraner Bevölkerung liegt immer noch weit unter dem Landesdurchschnitt (etwa 1,7 Kinder je Frau) (NOCR, 2010).

Im Jahr 1966 betrug die Bevölkerung in der Teheraner Region rund 3,5 Mio (Ghamami, 2001: 38). Menschen. Sie wuchs in den nächsten 40 Jahren um etwa 3,6% im Jahr, was einer Verdopplungszeit von nur 21 Jahren entspricht (absolutes Wachstum) und in der letzten Volkszählung im Land 2006 wurde festgestellt, dass mehr als 21 Prozent der Bevölkerung des Iran in dieser Region leben. 63,6 Prozent der städtischen Bevölkerung der Provinz leben in Teheran-Stadt, 11,3 Prozent in der Stadt Karadsch und der Rest in etwa 50 weiteren kleineren Städten und Dörfern (Statistisches Zentrum Irans, 2006).

Für 2025 erwartet der Teheran-Masterplan eine Bevölkerungszahl von etwa 9,1 Millionen Menschen. Da Teheran nicht genug Potenzial für ein größeres Wachstum hatte und die Haushaltungskosten zu hoch waren, siedeln neue Migranten seit 1960 in Trabanten-/Sattelitenstädten, die alle zusammen die Metropole Teheran bilden (Irans Oberster Rat für Stadtplanung und Architektur, 2007: 3).

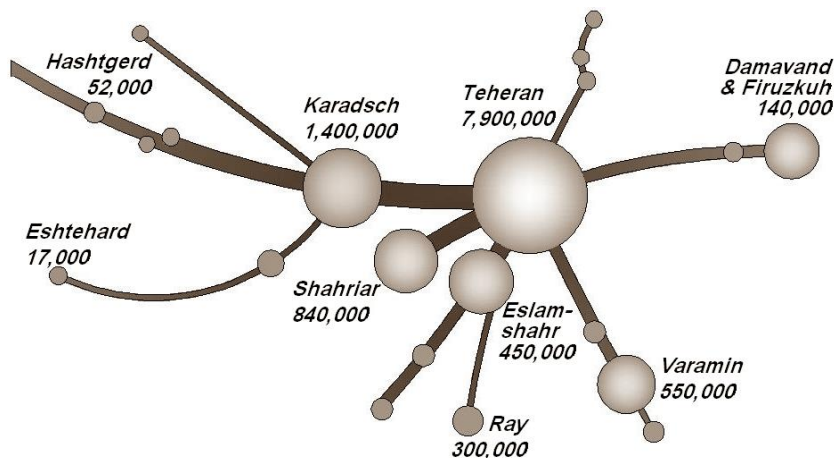


Abbildung 4-14: Die Metropole Teheran, schematische Form der großen Städte der Region, die 2009 mehr als 13,8 Millionen Einwohner – mehr als 21% der gesamten iranischen Bevölkerung – umfasste (eigene Darstellung basierend auf Daten des Statistischen Zentrums Irans, 2006)

Tabelle 4-5: Entwicklung der Bevölkerungszahl von Provinz und Stadt Teheran im Vergleich (Statistisches Zentrum Irans, 1966-2006)

Jahr	Gesamtbevölkerung der Teheranprovinz	Bevölkerung der Stadt Teheran		Bevölkerung der Provinz außer Teheran	
		Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent
1966	3.456.000	2.720.000	79%	736.000	21%
1996	10.344.000	6.759.000	65%	3.585.000	35%
2006	13.282.000	7.711.000	58%	5.571.000	42%

Die Fläche der Provinz erstreckt sich über 18.637 Quadratkilometer. Die Bevölkerungsdichte beträgt 720 Einwohner pro Quadratkilometer. Seit Juni 2005 umfasst diese Provinz 43 Städte und 1.358 Dörfer, die in vielen Fällen, wie z. B. über die Verteilung der Wasserressourcen, in Verbindung stehen.

#### 4.7 Soziale Situation

Diese Stadt wurde durch Immigration gegründet und ihre Bewohner sind nicht homogen. Menschen aus dem ganzen Land und auch in begrenztem Maße aus Nachbarländern kamen in relativ kurzer Zeit zusammen und bildeten eine gigantische Metropole. Dies erlaubt einen bedeutenden Einblick in die städtische Gesellschaft und die Übergänge in Institutionen und sozialen Beziehungen in der Stadt. Eine immer größere Zahl von Menschen, die von ihren bisherigen sozialen Kontexten entwurzelt wurden, haben eine neue soziale Welt geschaffen, in der ihre früheren sozialen Gewohnheiten, Normen und Überzeugungen nur teilweise anerkannt wurden. Diese Ansammlung von Individuen und Haushalten mit unterschiedlicher ethnischer Herkunft, verschiedenen Sprachen, Dialekten und Geschichten hat eine ständige Bewegung und Unruhe erzeugt, die das Umfeld schnell verändert, so dass sich alte Institutionen entweder weiterentwickelt haben oder zusammenbrachen und durch neue ersetzt wurden (Madanipour, 2002: 149).

Teheran ist eine Stadt der Fremden, die nach ihrer eigenen Identität, Verwirklichung von Ansprüchen und Respektierung suchen und Angst vor der Unordnung und dem Verlust der Identität haben. Nicht umsonst hat diese Stadt zwei Revolutionen im 20. Jahrhundert hinter sich.

Die tiefe Polarisierung der städtischen Gesellschaft in Teheran ist an ihrer klaren räumlichen Erscheinung abzulesen. Im Norden der Stadt leben die Ober- und die obere Mittelschicht und im Süden die Marginalisierten und Armen. Der Norden ist traditionsgemäß mit Privilegien wie einem besseren Wasserversorgungssystem, einem höheren defensiven Wert, der mit einer Sichtherrschaft

Tabelle 4-6: Einkommen der Einwohner der Stadtbezirke von Teheran, 2010

Stadtbezirk	% Hohe Einkommen	% Durchschnitt	% Niedrige Einkommen	Dominante Gruppe	Homogen/ Inhomogen
1	84	11	6	H	Ho
2	75	18	6	H	Ho
3	76	12	12	H	Ho
4	59	30	11	H	I
5	78	22	0	H	Ho
6	72	19	8	H	Ho
7	57	33	9	H	I
8	64	25	9	H	I
9	40	33	27	H+D	I
10	33	47	21	D+H	I
11	41	41	18	D+H	I
12	45	29	26	H+D	I
13	53	35	12	H	I
14	50	30	20	H+D	I
15	19	44	36	D+N	I
16	20	34	46	N+D	I
17	28	44	28	D	I
18	21	55	27	D+N	I
19	33	39	27	D	I
20	38	37	25	D	I
21	55	20	25	H	I
22	62	25	13	H	I

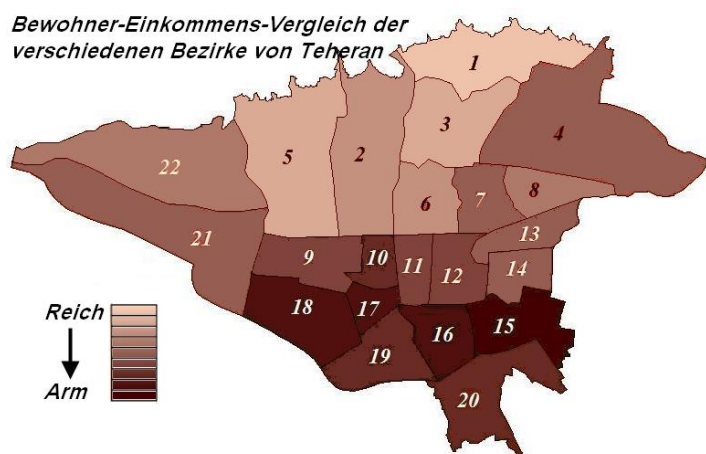


Abbildung 4-15: Einkommensvergleich der Bewohner der Teheraner Stadtbezirke (eigene Darstellung nach den Angaben des Iranischen Statistischen Zentrums, 2010)

Es gibt ein deutliches Nord-Süd-Gefälle in der städtischen Struktur. Die nördliche Hälfte der Stadt, wo die Mittel- und Oberschicht lebt, ist durch ein breites Spektrum von sozialen und materiellen Privilegien von der südlichen Hälfte zu unterscheiden. Der Norden hat Alleien mit größeren Häusern und einer geringeren Bebauungsdichte, höhere Bodenpreise, kleinere Haushalte, einen höheren Bildungsgrad und weniger Arbeitslosigkeit, eine höhere Konzentration von modernen Einrichtungen und Annehmlichkeiten und mehr Grünflächen. Kurz gesagt, sind der wohlhabende Norden und der arme Süden durch eine breite soziale und physische Kluft getrennt.

über den Süden einhergeht, einer schönen Landschaft und einem besseren Klima verbunden (Madanipour, 2002: 161f.).

Obwohl Teherans Wachstum sich in den letzten Jahrzehnten verlangsamt hat, sind die Vororte demgegenüber, entweder als Folge der Abwanderung auf der Suche nach einer besseren Umweltqualität oder eines aus den hohen Lebenshaltungskosten resultierenden Zwangs zum Leben am Rande der Stadt, gewachsen.

Der Großteil der Bevölkerung ist jung und die Familienstruktur hat sich verändert und ist instabil geworden, aber sie ist sozial und wirtschaftlich noch immer recht stark und versucht zusammen mit dem breiteren Netzwerk der Verwandtschaft, ihre Mitglieder vor den Gefahren der Großstadt zu schützen.

Die iranische Gesellschaft vor und besonders während und nach der Revolution hat sich in einer dynamischen sozialen Umwelt schnell

verändert. Im Inneren der Gesellschaft findet man eine konstante Spannung zwischen rivalisierenden Gruppen, die alle versuchen, einer hoch instabilen Reihe von Lebensumständen Sinn zu geben und sie zu kontrollieren. Eine so junge Bevölkerung könnte sich wahrscheinlich in jede Richtung bewegen, da sie noch nicht über kollektive Erzählungen und Erinnerungen verbunden ist. Teheraner leben in einer konstanten Schwankung zwischen der westlichen Moderne und östlichen Traditionen.

Die Regierungen, die eine der Politik und Wirtschaft inhärente Schwäche haben, bleiben erfolglos mit ihren Versuchen, autoritätshörige Verhaltensweisen zu etablieren. Eine Gesellschaft, die zwei Revolutionen und viele weitere Umwälzungen erlebt hat, dürfte soziale Normen und Praktiken im besten Fall als vorübergehend betrachten, so dass sich die soziale Welt und die politischen Instanzen in einer permanenten Legitimitätskrise befinden. Die junge Bevölkerung, Schwankungen des Ölpreises auf dem Weltmarkt, die kurze Geschichte der republikanischen Regierung, eine schwache Öffentlichkeit und viele neue und sich verändernde Institutionen bedeuten eine Fortsetzung der flüssigen Bewegung sozialer Prozesse, die sich leicht in eine neue Flut verwandeln können (Madanipour, 2002: 163ff.).

Auf der einen Seite herrscht ein permanentes Misstrauen gegenüber der Regierung und den Mitmenschen und auf der anderen Seite gibt es die Angst der undemokratischen Regierung vor Versammlungen; so ist die Planung und Beteiligung an öffentlichen Projekten auf Minimum gesunken.

**Bevölkerungsdichte in den Teheraner Stadtbezirken, 2006**

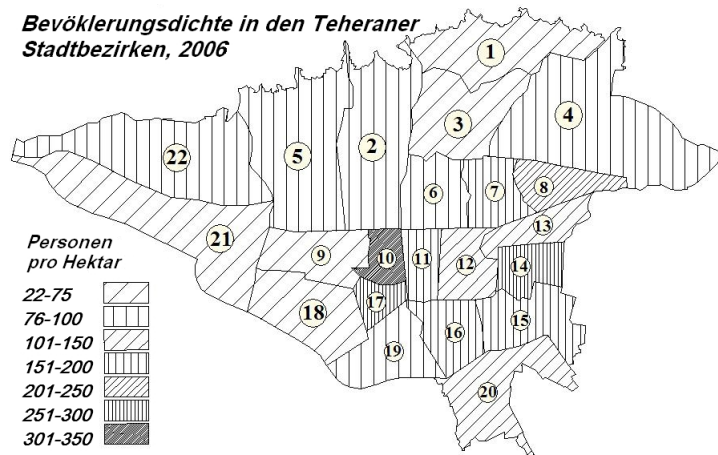


Abbildung 4-16: Bevölkerungsdichte in den 22 Stadtbezirken von Teheran (eigene Darstellung und Berechnung basierend auf Daten des Statistischen Zentrums Irans, 2008)

**Bevölkerungspyramide Teheran 2006**

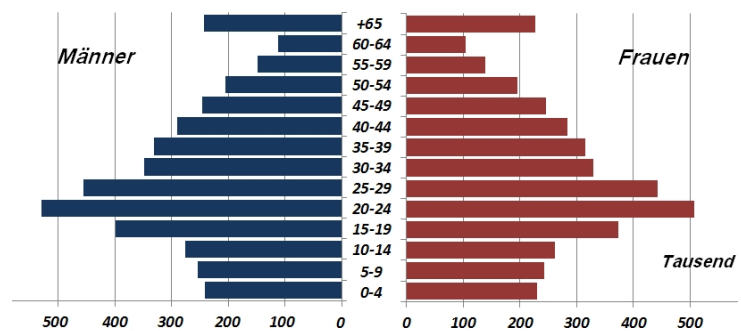


Abbildung 4-17: Teheran hat eine sehr junge Bevölkerung mit einer Ausgewogenheit der Geschlechter, mehr als die Hälfte der Bevölkerung ist unter 30 Jahre alt (eigene Darstellung basierend auf Daten des Statistischen Zentrums Irans, 2006)



#### 4.8 Wirtschaft

Der Transformationsprozess, der mit dem militärischen und wirtschaftlichen Fortschritt in der internationalen Konkurrenz im 19. Jahrhundert in Iran anfang, hat zur Umstrukturierung der Landwirtschaft, die die wichtigste Grundlage der Wirtschaft Irans war, geführt. Aus den Verbesserungen in der Kommunikation und der sanitären Verhältnisse folgte ein erhöhtes Bevölkerungswachstum.

Die Kommodifizierung der Landwirtschaft verursachte den Anstieg des Außenhandels, und der demografische Wandel hatte die Schaffung von Überschüssen von Kapital und Arbeitskräften zur Folge, die beide die Entwicklung der städtischen Gebiete beeinflussten. Nach den wichtigsten Entwicklungen des 20. Jahrhunderts, wie der Entdeckung und Ausbeutung des Öls und der iranischen Landreform, die viele Bauern zum Abwandern gezwungen hatte, waren die städtischen Gebiete das Auffangbecken der massiven Zuwanderung aus den ländlichen Gebieten. Parallel zu dieser wirtschaftlichen Umstrukturierung, durch die allmählich die iranische Wirtschaft in die Welt der kapitalistischen Wirtschaft integriert wurde, vollzog sich die politische Zentralisation. Die Regierung wurde durch ihre Monopolstellung über das Öl als wichtigste Einnahmequelle zur dominierenden Kraft in der Herrschaft des Landes (Madanipour, 2002: 182).

Die unmittelbare Folge der politischen Zentralisierung und wirtschaftlichen Transformation war die Entstehung von Teheran als die größte Konzentration von Reichtum und Bevölkerung. Es wurde zum Sitz dieser zentralisierten Macht; der Herrscher, der Armee und der Bürokratie. Es ist daher Anziehungspunkt für Überschüsse an Kapital und Arbeitskräfte aus anderen Teilen des Landes. Ein großer Teil dieser Überschüsse wurde in die Bau- und Stadtprojekte investiert, woraufhin eine beträchtliche Ausweitung der Bauwirtschaft folgte. Durch diesen zirkulären Prozess gab es einen allgemeinen Anstieg der Bodenpreise, eine verstärkte Nutzung von Grundstücken und die steigende Baudichte, die noch bis heute andauern.

Nach der außergewöhnlichen Entwicklung der Stadt entstand eine große Wohnungsnot. Deswegen wurden große Teile der Gärten und Freiflächen weitgehend bebaut. Die privaten Baugesellschaften, denen der Wohnungsbau in Iran überlassen wird, arbeiten ohne richtige staatliche und fachliche Kontrollen. Bauprojekte sind sehr rentabel für Baugesellschaften, aber nicht für Bürger. Durch die Spekulationsgewinne der Makler und Profite der Baugesellschaften sind die Mieten so hoch angestiegen, dass der größte Teil der Bevölkerung sich die hohen Mieten nicht leisten kann und zahlreiche teure Wohnungen leerstehen.

Teheran ist der größte Wirtschaftsballungsraum in Iran. Etwa 17% von der ca. 3 Millionen arbeitenden Bevölkerung in der Hauptstadt sind bei den staatlichen Behörden oder ihren Einrichtung beschäftigt (Ministerium für Arbeit und Soziales Irans, 2011).

Die Nationalwirtschaft ist wiederum weitgehend abhängig von der Ölproduktion und seinem Export, da Iran riesige Reserven von Öl und Gas besitzt. Teheran spielt eine einzigartige Rolle in der Volkswirtschaft und die Konzentration der meisten

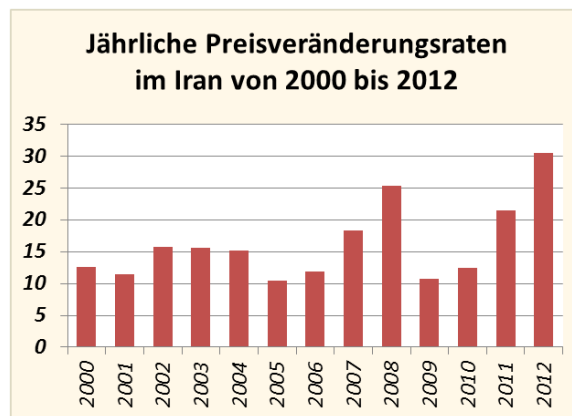


Abbildung 4-18: Das ständige Wachstum der Inflation verursacht eine Ausbreitung der Armut (eigene Darstellung auf Daten der Zentralbank des Irans, 2013<sup>59</sup>)

<sup>59</sup> <http://www.mehrnews.com/detail/News/2103266>.

wirtschaftlichen Tätigkeiten in der Region ist die Ursache der historisch gewachsenen administrativen Herrschaft über den Rest des großen Landes. Der Staat, der die Ölindustrie kontrolliert, besitzt die größte Gruppierung der Industrie und ist auch der größte Unternehmer innerhalb des Landes und hat sich den größten Markt und die höchsten Einnahmen einverleibt. Seit der Zeit des Krieges, der Revolution und des Drucks von außen, die große Auswirkungen auf die Ölwirtschaft hatte, litt das Land in einer sehr schwierigen Periode seit dem Ende der 1970er Jahre erheblich unter Desinvestitionen, Arbeitslosigkeit und hoher Inflation (Madanipour, 2002: 85f.).

Am Ende des Krieges und mit dem Übergang von der revolutionären Phase zu einer Normalisierung führte die Regierung liberale Wirtschaftsreformen durch, um die Wirtschaft wiederzubeleben und die Wiedereingliederung in die Weltwirtschaft zu betreiben. Die Reformen konnten aber weder die Situation der Armen verbessern noch die hohe Inflationsrate eindämmen.

Teherans Basar ist nicht nur der wichtigste Markt und das Herz der traditionellen Nationalwirtschaft des Landes, sondern hat auch eine bedeutende Rolle in der iranischen Politik. Als unsichtbare Macht ist der Basar vergleichbar mit Einflüssen des neuen Kapitalismus in der westlichen Politik. Die Barzaris haben im Jahre 1979 mit ihrer finanziellen Unterstützung den Weg für die Herrschaft der islamischen Regierung geebnet und ihren Anteil am Sieg der Revolution erhalten und wichtige Positionen erreicht. Das bedeutet, dass alle Gesetze in diesem Land, die nicht in Harmonie mit den Interessen und Gewinnen des Basars sind, weder genehmigt noch umgesetzt werden können. So ist man mit dem zunehmenden Wachstum der Armut konfrontiert, während der Reichtum auf der anderen Seite weiter angehäuft wird (Keshavarzian, 2009: 279ff.).

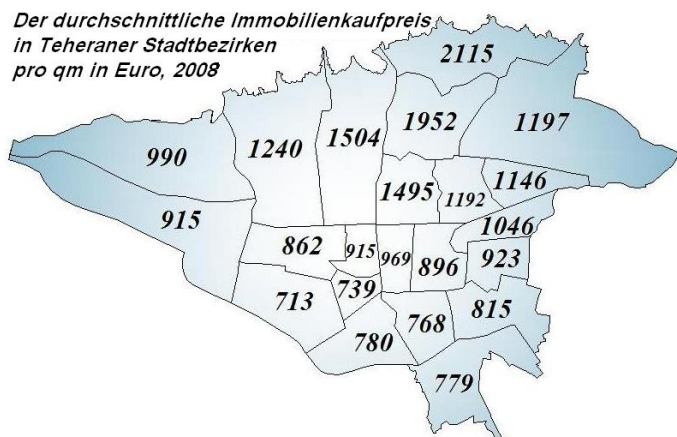


Abbildung 4-19: Wohnungs-Kaufpreis-Vergleich pro Quadratmeter in den Stadtbezirken von Teheran (eigene Darstellung basierend auf dem Chart des Wohnungswirtschaft-Journals, 45, 2009<sup>60</sup>)  
Der Umrechnungskurs von Rial zu Euro basiert auf den Angaben der Zentralbank Irans für 2008 und hat einen durchschnittlichen Gegenwert von 1 EUR= 13.000 Rials

#### 4.9 Stadtstruktur und Landnutzung

Teherans strukturelle Entwicklung lässt sich in drei Perioden einteilen:

-Während der ersten Periode (1889 bis 1931) geschah die Urbanisierung und Entwicklung von Teheran sehr allmählich und langsam und daher waren die Auswirkungen der Stadtentwicklung auf die Grünflächen in Teheran nicht groß.

- In der zweiten Periode (1931 bis 1953), gekennzeichnet von der Bildung von kommunalen Trägern und der Ausprägung des Bedürfnisses nach einer Formveränderung der Stadt, wurden die Mauern und Türme der Stadt zugunsten einer weitreichenden Verstädterung zerstört und schnelles Wachstum begann. Eine erhöhte Abwanderung in



Abbildung 4-20: Schapour-Allee (Tarkhani), Teheran-Altstadt (Motamedi, 2009<sup>61</sup>)

<sup>60</sup> <http://mrud.ir/Portal/Home/Default.aspx?CategoryID=0ae17778-822a-4f8c-bff1-dbe6ba154be7>.

<sup>61</sup> <http://www.farsnews.com/newstext.php?nn=8806111425>.

die Städte und die Industrialisierung der Hauptstadt trugen zu einer Beschleunigung dieses Prozesses bei. Viele private Gärten wurden in Bauflächen für neue Gebäude umgewandelt.

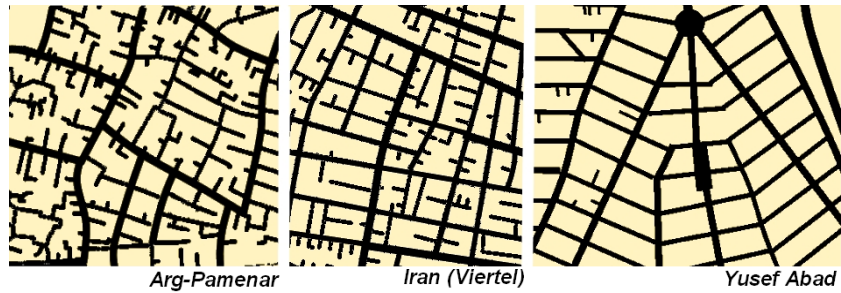


Abbildung 4-21: Allmähliche Veränderungen im Straßen-Design von Teheran. In der Altstadt sieht man viele enge Gassen und die kompakte Form mit Innenhöfen, die der klimatischen Situation besser gerecht werden. Die Form der Gebäude zeigt einen Übergang von niedrigen, hohen und Hofhäusern zu Hochhäusern mit Apartments, begrenzt von eckigen breiten Straßen, obwohl die Bedeutung des ummauerten Hofes bewahrt wurde (eigene Darstellung basiert auf Stadtkarte)

-Während der dritten Periode (1953 bis heute) dauerte die rasante und überwiegend ungeplante Entwicklung von Teheran noch an und Gärten und landwirtschaftliche Flächen wurden mit Hochhäusern und modernen großen Stadtvierteln ohne Grünflächeberücksichtigung bedeckt. Die negativen Auswirkungen der Stadtentwicklung auf Grünflächen waren offensichtlich größer und schwerer geworden (Bahmanpour & Moharramnejad, 2006: 4f.).

Die Stadt zeigt eine Kombination der drei klassischen Modelle urbaner Struktur:

1. Teheran hatte eine zentralisierte Form mit geringen Austauschbeziehungen und einer stabilen räumlichen Ordnung, die in der alten Stadt und in ihrer Expansion bis 1868 bestand hatte, wo die meisten Geschäftsräume, der Basar und Dienstleistungsstellen sowie der alte Sitz der Regierung im Stadtkern lagen (präindustriell).
2. Neben diesen Bereichen waren die mittleren Gebiete durch Wohngebäude geprägt, die mit einer sektoralen Struktur von 1868 bis zum Zweiten Weltkrieg außerhalb der alten Mauer der Stadt gebaut wurden (transitional). Zwei wichtige Stadtachsen (Abbildung 4-22) bestimmten die nachfolgende Entwicklungsform der Straßen sowie die soziale Ordnung der Stadt.
3. Teheran nahm (fünf Jahrzehnte) später nach der Annexion der umliegenden Siedlungen die Entwicklung der Zentrums-Peripherie-Struktur zum Multikern; neue Subzentren wurden zum Teil integriert und das funktionale interdependente hierarchische Stadtsystem gewann zunehmend an Gewicht aufgrund entgegengesetzter Flüsse von Kapital und Arbeit. Seitdem wird Teheran als Metropole bezeichnet (seit sieben Jahrzehnten).



Abbildung 4-22 Hauptkern und zwei wichtige Achsen der Stadt, die eine bedeutende Rolle für die Stadtstruktur spielen



Abbildung 4-23: Die Valiasr-Straße, schönste und beliebteste Straße von Teheran mit alten Platanen (Hamshahri<sup>62</sup>)

Die Nord-Süd-Achse der Stadt, die Valiasr-Straße, ist nicht nur eine historische lange Straße, in ihrem Umfeld befinden sich auch die meisten Einrichtungen und Vergnügungsviertel und ihre Bodenpreise sind die höchsten der Stadt. Doch nicht nur das; diese ca. 1925 zwischen den zwei Königspalästen

<sup>62</sup> <http://hamshahrionline.ir/details/165522>.

gebauten Straße ist wie eine „grüne Visitenkarte“ für die Stadt und schönste Straße Teherans, die Dank der Bewässerung durch Qanats auf den 25 km Länge je Seite von ca. 30.000 Platanen gesäumt wurde, wovon heute lediglich ca. 9.000 übrig geblieben sind (Park- und Grünflächenorganisation Teherans, 2010b) und (Hosseini, 2006).

Es gibt auch eine weitere Ost-West-Achse, die im rechten Winkel die Hauptachse schneidet. Die wichtigsten Plätze entlang dieser beiden Hauptachsen der urbanen Struktur sind Anlaufstellen der wichtigsten kommerziellen, kulturellen und administrativen Betriebe der Stadt.

Die Straßen von Teheran, die in traditioneller Form nach einem hierarchischen System mit engen gewundenen Alleen und Sackgassen und einer strengen Trennung zwischen privaten und öffentlichen Räumen angelegt wurden, wurden zu einem orthogonalen System von breiten Straßen und Autobahnen umgewandelt.

Der Teheraner Stadtraum und seine Veränderung sind eine deutliche Manifestation des sozialen Wandels (Madanipour, 2002: 204).

Die Gestaltung des alten Teherans wie vieler anderer Städte des Iran und des Nahen Ostens war stark an die klimatischen Bedingungen angepasst. Die alte Stadtstruktur in Teheran wurde so kompakt wie möglich gebaut, um die Oberflächen in direktem Kontakt mit Sonnenstrahlung zu reduzieren und die schattigen Flächen zu erhöhen. Die Straßen waren schmal und kurvenreich mit Baldachinen. In den neuen öffentlichen Räumen und Straßen wurde klimatische Rationalität selten als führender Leitfaden verwendet. Dieser Verlust des Umweltbewusstseins und die Vorherrschaft anderer materialistischer (auf Profitmaximierung ausgerichteter) Faktoren bei der Herstellung von urbanem Raum kann auch in der Wahl der Baustoffe und der Architektur wiedererkannt werden.

Heute ist Teheran noch voller Erinnerungen an seine alte Form. Seit dem Beginn der Modernisierung und der Expansion verändert sich die Stadt täglich, um modern zu bleiben. Eine wichtige Frage ist, wie man eine Harmonie zwischen der sozial-städtischen Entwicklung und dem historischen Zusammenhang herstellt, um eine nachhaltige Entwicklung zu erreichen. Die historisch-kulturelle Struktur von Teheran umfasst ein natürliches, kulturelles und historisches Erbe, das der Entwicklung und dem Modernismus gegenübersteht. Um die Spürbarkeit und Unberührtheit des Erbes der Stadt zu

Tabelle 4-7: Flächennutzung in Teheran (Boum-Sazegan Consultants<sup>63</sup>, 2006)

Art der Flächennutzungen in Teheran	Gesamtfläche	%	Fläche pro Kopf
Wohnbauflächen	171215356	25,74	23,14
Gewerbliche Bauflächen	14972236	2,25	2,02
Schulen	6956236	1,05	0,94
Universitäten	9824875	1,48	1,33
Religiös genutzte Flächen	2327530	0,35	0,31
Kulturell genutzte Flächen	2568414	0,39	0,35
Touristische Flächen	647899	0,10	0,09
Medizinisch genutzte Flächen	3824606	0,57	0,52
Flächen zur Entspannung	1646122	0,25	0,22
Sportplätze etc.	8400939	1,26	1,14
Verwaltungsflächen	9790210	1,47	1,32
Grünflächen	61492474	9,24	8,31
Militärisch genutzte Flächen	56368359	8,47	7,62
Industrielle Flächen	38175996	5,74	5,16
Infrastruktur	5786145	0,87	0,78
Transportwege	31912092	4,80	4,31
Unbebaute Flächen	47726813	7,17	6,45
Straßen & Pflasterung	132224315	19,87	17,87
Soziale & öffentliche Dienste	972590	0,15	0,13
Schluchten	5737799	0,86	0,78
Landwirtschaft	19104118	2,87	2,58
Gartenbau	19510118	2,93	2,64
Molkerei	19510324	2,93	2,64
Sonstige	1212566	0,18	0,16
Gesamtmenge	665297395	100,00	89,91

<sup>63</sup> Beratendes Ingenieurbüro in der Vorstudie für Teherans Masterplan.



schützen, besonders die architektonischen und natürlichen Werte, ist ein unterstützendes Managementsystem erforderlich.

Die Flächennutzung in der Stadt ist gemischt, obwohl die Wohnflächen in den nördlichen und östlichen Vierteln dominieren. Auch gibt es eine Dominanz industrieller Nutzung im Westen und Südwesten und von Handels- und Büroflächen in den zentralen Vierteln (Mahmudian, 2005).

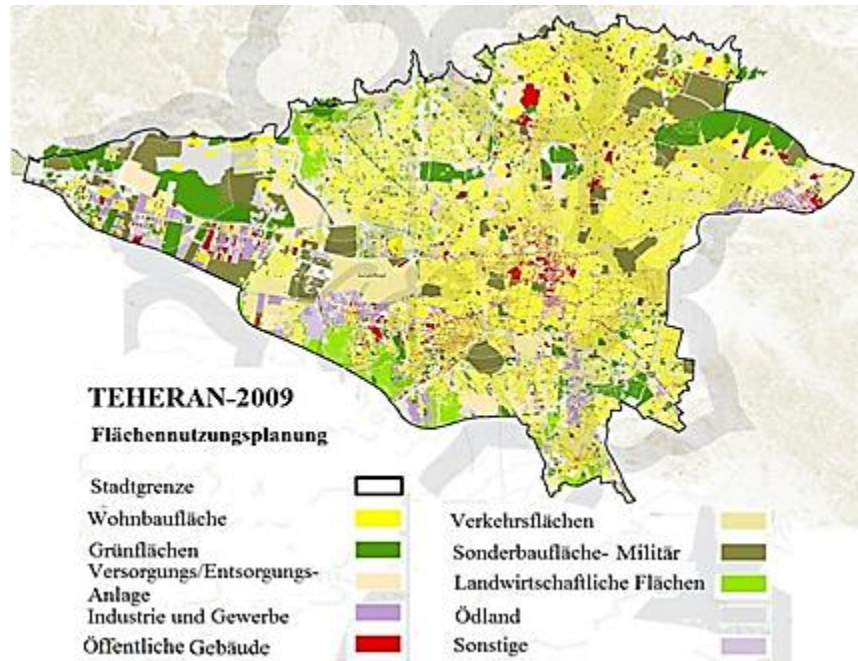


Abbildung 4-24: Landnutzungsverteilung in Teheran (in Anlehnung an den städtischen Masterplan für Teheran)

Diese Vermischung anderer mit kommerziellen Nutzungen hat die Regierung bewusst in politischer Motivation forciert, um das Monopol der Basarhändler abzubauen. Auch die begrenzte Kapazität des wirtschaftlichen Raums und die logistischen Tätigkeiten im Basar waren Gründe für die Behinderung der Etablierung neuer Unternehmen im Wettbewerb (Madanipour, 2002: 199).

Nach dem allgemeinem Muster des Stadtblocks liegen die geschäftlichen Gebäude am Rande der Stadtblöcke, die Wohngebiete hingegen sind in der Mitte, obwohl im Stadtkern von Teheran kaum noch Wohnungen vorhanden sind.

Derzeit besteht die netzartige städtische Struktur von Teheran im Einklang mit der Natur, den historischen Strukturen und der Funktion und Aktivität der Verkehrssysteme aus fünf Nord-Süd- und drei Ost-West-Straßenverbindungen (Irans Oberster Rat für Stadtplanung und Architektur, 2007: 4). Außerhalb der Innenstadt sind alle Wege und Straßen breiter als sechs Meter, und im Stadtkern darf nach einem beschränkenden Verkehrskonzept nur eine begrenzte Zahl von Autos fahren (Teheran-Städtebaulicher Rahmenplan, 1999).

Teheran steht nun vor mehr als 12 Millionen Fahrten pro Tag mit mehr als einer Million Pkws, 25.000 Bussen und Stadtbahnen und 15.000 Taxis und Millionen Motorrädern (Razmi, 2010). Die Anzahl der Autos in Teheran übersteigt die Kapazität der Stadt um mehr als das Vierfache. 2008 waren 3 Millionen Autos und rund 2 Millionen Motorräder aktiv in der Stadt, obwohl es nur 250.000 Parkplätze gab. In den vier Jahren von 2004 bis 2008 verdoppelte sich die Zahl der Autos. Diese Entwicklung hält an. Der Autobestand in Teheran wurde für 2011 auf gut 5 Millionen Fahrzeuge geschätzt (Hajnasrolahi, 2006). Je weiter die Erhöhung der Zahl von Autos, die am Rand der Straße parken, schreitet, desto größer sind die Abnutzungen der Bahnübergänge und Straßenspuren. Offensichtlich ist es jedoch unmöglich, alle vier Jahre das Volumen des Straßennetzes derart zu vergrößern.

In einem städtischen Masterplan für Teheran (2006) wurde die räumliche Organisation der Stadt mit dem Zweck der Schaffung hierarchischer Systeme und einer Vielfalt der urbanen Zentren vorgeschlagen. Diese zu entwickelnden Stadtzentren sind in drei Gruppen aufgeteilt: 1. Zentren mit

einem Wirkungsbereich für Teheran und die städtischen Gebiete außerhalb, 2. städtische Zentren mit regionaler und stadtbezirklicher Erreichbarkeit, 3. Zentren mit regionalem Wirkungsbereich (Irans Oberster Rat für Stadtplanung und Architektur, 2007: 16).

#### 4.10 Verschmutzungen

Teheran leidet unter einer Zunahme der Umweltprobleme wie einer Wasser-, Luft- und Bodenverschmutzung und Lärmbelastungen. Der Mangel an effizientem Stadtmanagement und die wirtschaftlichen und sozialen Probleme aufgrund des Bevölkerungswachstums durch die Einwanderung in die Hauptstadt und das unbefriedigende Niveau der Sensibilisierung für die Umweltthemen bedrohen die Gesundheit der Menschen wie von Fauna und Flora.

##### 4.10.1 Luft

Ein Zitat von Heshmatolah Bastami, Public-Relations-Direktor der Teheran-Luftqualitäts-Kontrollges., unterstreicht die Umweltprobleme: „In den gesamten letzten neun Monaten 2010 haben die Teheraner nur acht Tage gesunde Luft genossen.“ (Bastami, 2010).

Es gibt verschiedene Faktoren, die in Teheran die Luftverschmutzung verursachen oder verschärfen, wie:

1. die große Zahl von Autos, Kleinbussen, Bussen, Transportern, Lkw und Motorrädern (mit über 15 Millionen täglichen Fahrten im Jahr 2007), der Mangel an geeigneten öffentlichen Verkehrsmitteln, veraltete Transportfahrzeugtechnik und eine hohe mittlere Lebensdauer von Fuhrparks (Teheraner Stadt- und Forschungszentrum, 2011: 50).

In der Tat hat sich aufgrund der Zunahme der Zersiedelung von Teheran die Entfernung zwischen dem Arbeitsplatz und dem Wohnort erhöht. Laut Daten der Stadtverwaltung

Teheran betrug die mittlere Distanz der städtischen Reisen in Teheran im Jahr 1976 2,4 km, während sie im Jahr 2009 6 km und im Jahr 2011 9,2 km erreichte (Statistisches Informationssystem der Stadt Teheran, 2011).

Neben der Erweiterung der Wege in der Stadt hat sich auch die Art des Transports verändert. Das heißt, dass auf der einen Seite eine Tendenz zur Verringerung der Zahlen von Radfahrern und Fußgängern erkennbar ist und auf der anderen Seite die Nutzung von Privatfahrzeugen steigt.

1986 machte der Anteil der privaten Autos in Teheran 41% des gesamten Transports aus, im Jahr 2011 war die Zahl auf 54,5% erhöht und steigt seitdem weiter an.

Die U-Bahn von Teheran deckt seit 1995 nur einen kleinen Teil der Stadt ab, die Abdeckung und Nutzung des Busnetzes war höher, aber nicht ausreichend für die Anschließung der ganzen Stadt. 2011 entfielen 10% aller tägliche Stadtfahrten der Bürger auf die U-Bahn (Statistisches Informationssystem der Stadt Teheran, 2011).

2. die klimatische Situation der Stadt, die auf drei Seiten von Bergen umgeben ist, was einen Anteil an niedrigen Winden und geringen Niederschlägen hat. Nur sehr selten sind von Dez. bis Mai Windgeschwindigkeiten von über 5 m/s zu messen, die zur Reinigung der Luft von Teheran (basierend



Abbildung 4-25: Inversionswetterlage und stabile Schichtung im Dez. 2010, Nov. und Dez. 2012 in Teheran, aufgrund der Schwere der Luftverschmutzung wurden die Schulen und Ämter in Teheran je eine Woche lang geschlossen (Foto von Khani, 2012<sup>64</sup>)

<sup>64</sup> <http://www.mehrnews.com/detail/News/1810930>.

auf der Bevölkerungszahl von 8 Mio.) notwendig sind. Das Problem liegt jedoch in der Richtung der Winde aus Westen, Süden und Südosten, wo sich die meisten Industriebranchen befinden. Anstelle einer Reinigung der Luft verschmutzen sie sie weiter (Ghanbari & Azizi, 2009: 21).

3. niedrige Treibstoffpreise in Verbindung mit der niedrigen Qualität (bleihaltiges Benzin und hoher Schwefelgehalt des Dieselmotors) (Teheraner Stadt- und Forschungszentrum, 2011).

4. das Vorhandensein nur weniger Bäume und Grünflächen mit guter Qualität.

5. der Beitrag der Topographie der Stadt zur ungleichen Verteilung von Ursachen für die Umweltbelastungen. Als ein Anhaltspunkt für diese Ungleichheit zwischen Nord und Süd kann der Grad der Auswirkungen der Umweltverschmutzung auf die Bäume und die damit assoziierten Krankheiten in der ganzen Stadt verfolgt werden. Die hohe Lage des Nordens und Westens und die geringere Bevölkerungsdichte bieten das Privileg eines relativ sicheren Abstands für die meiste Zeit des Jahres vom stadtbeherrschenden Smog (Teheraner Stadt- und Forschungszentrum, 2011).

Es gab viele Versuche, die Luftverschmutzung zu bekämpfen. Allerdings ist ihre Wirksamkeit durch die zunehmende Konzentration von Menschen und Tätigkeiten in den zentralen Bereichen der Hauptstadt minimiert worden.

Beispielsweise ist die Ansiedlung der neuen Industrien auf außerhalb eines Radius von 120 km von Teheran begrenzt (Teheraner Stadt- und Forschungszentrum, 2011: 210), innerhalb der Stadt, im Westen und Süden, sind große Parkanlagen geplant und die Haushalte auf die Verwendung von Erdgas statt Brennstoffen umgestellt worden. Das Verkehrskonzept sieht Regelungen für die Innenstadt vor, die, obwohl auf die Verbesserung des Verkehrs ausgerichtet, auch für eine Verringerung der Umweltverschmutzung hilfreich sind.

#### 4.10.2 Wasser

Vor den 1960er Jahren waren die Qanats in Teheran die einzige Quelle für Wasser. Im Jahr 1964 wurde ein großer Staudamm am Fluss Karadsch gebaut, um mehr Wasser in die Stadt zu lenken. Da

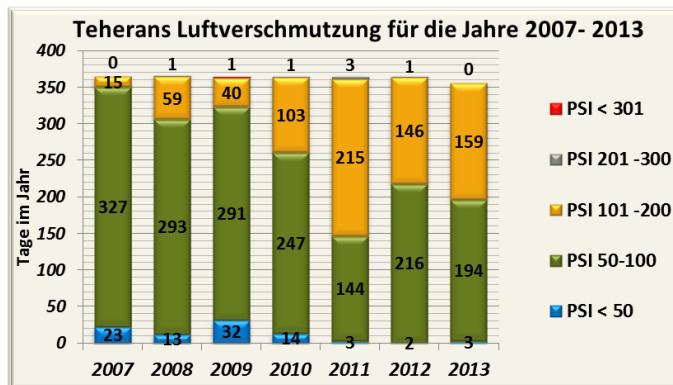


Abbildung 4-26: 7 Jahre hindurch reduzierte sich in Teheran die Anzahl der Tage, deren Luftqualität als gut (nach PSI<sup>65</sup>) bezeichnet wurden. Im Jahr 2007 wurde die Luftqualität von Teheran 350 Tage als für gut oder akzeptable befunden. Im Vergleich dazu konnten die Teheraner Bürger laut der Luftqualitätsaufzeichnungen im Jahr 2011 nur 147 Tage des Jahres diese Luftqualität aufweisen. (eigene Darstellung basiert auf die jährliche Daten des Kontrollzentrums für die Luftqualität<sup>66</sup>)

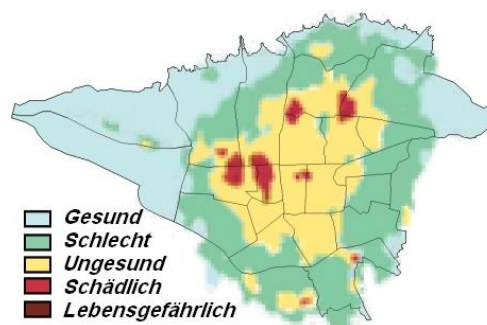


Abbildung 4-27: Inversion in Teheran bei kaltem Wetter und bei stabiler Wetterlage und Temperatur. Die Studie zeigt, dass das Niveau der Luft- und Schadstoffe in Teheran das 2,8-fache des weltweiten Standards hat (Kontrollzentrum für die Luftqualität in Teheran, Nov. 2010<sup>67</sup>)

<sup>65</sup> Die Grenzwerte für PSI (Air Pollution Standard Index):

0-50: gute Luftqualität; 51-100: akzeptable Luftqualität; 101-200: ungesund für empfindliche Gruppen; 201-300: sehr ungesund; über 300: Gefährlich (Gesundheitsalarm).

<sup>66</sup> <http://air.tehran.ir/Default.aspx?tabid=160>.

<sup>67</sup> <http://air.tehran.ir/Default.aspx?tabid=156>.

dies nicht genug für die wachsende Metropole war, wurde ein zweiter Damm (Latian) an einem anderen Fluss in der Provinz Teheran, später ein dritter Damm an einem Fluss in der Nachbarprovinz und jüngst auch ein vierter Damm gebaut. Diese Dämme haben in den jeweiligen Gebieten jedoch erhebliche Schäden an der Landwirtschaft verursacht. Der „unstillbare Durst“ von Teheran, der irrationale und verschwenderische Umgang mit Wasser, hat durch die Verstärkung des heißen, trockenen Klimas viele ländliche Gebiete ihrer natürlichen Quellen beraubt und ihre Lebensgrundlage gefährdet. Auch die negativen Auswirkungen der Dämme auf die Stadt selbst waren erheblich. Geologisch ist die Teheraner Ebene wie eine Schüssel: im Norden begrenzt von hohen Bergen und im Süden durch die Hügel. Die Injektion des Wassers aus den Flüssen in die Ebene, die derzeit ca. 37 m<sup>3</sup>/s beträgt, hat einen Anstieg des Grundwasserspiegels hervorgerufen. Da die meisten Stadtteile keine Kanalisation für Abwasser haben, die Versickerungsschächte/Senkgruben die wichtigste Form der Abwasserentsorgung sind, ist die Verschmutzung des Grundwassers ein häufiges Problem von Teheran besonders in den armen Bezirken des Südens. 2010 hat das Gesundheitsministerium in einem offiziellen Kommentar vermeldet, dass der Nitratgehalt des Wassers in einigen Teilen von Teheran um 10% höher als der Grenzwert ist, was für schwangere Frauen, Säuglinge und Kinder gefährlich sein kann. Auch wurden die Ernten in Süd-Teheran wegen der hohen Verschmutzung des Wassers mehrere Male zerstört (siehe ausführliche Beschreibung der Wasserwirtschaft in 4.12).

#### **4.10.3 Boden**

Durch Lecks in den Ölpipelines im Süden von Teheran gelangten Schadstoffe in den Boden. Der Einsatz von Pestiziden in der Landwirtschaft in der Provinz Teheran hat zu einer weiteren Anreicherung des Bodens mit Schadstoffen geführt. Niederschläge durch sauren Regen und die Luftverschmutzung veränderten den pH-Wert des Bodens der Stadt. Neben dem sauren Regen muss ebenfalls die Schädigung von Pflanzen durch Nebel (sauren Nebel) in Betracht gezogen werden, da Nebel effizienter Schadstoffe aus der Luft aufnimmt als Regen. Auch industrielle Aktivitäten und Wasserverschmutzung haben eine erhebliche Verunreinigung des Bodens verursacht (Akbarpour, 2009: 115).

In der ganzen Stadt gelangt im Laufe jeden Winters das Salz von Auftausalz mit dem Schmelzwasser in den Boden. Der dadurch verursachte übermäßige Eintrag von Natrium- und Chloridionen in den Boden hat negative Auswirkungen auf die Bodenstruktur, Verschlammung und Verdichtung und greift auch an Straßen gepflanzten Vegetation an (Teheraner Stadt- und Forschungszentrum, 2011: 119).

Täglich werden 7.500 Tonnen Abfälle (65% feuchter Abfall, insbesondere Bioabfall) gesammelt und davon etwa 3.000 Tonnen in Kompost verwandelt. Es wird aber nach wie vor eine riesige Menge Abfall sämtlichen 40 Jahre nicht getrennten Mülls auf Deponien in öffentlichen Räumen in Süd-Teheran (Arad-Kuh) deponiert. Jede Tonne Abfall verursacht 3,1 Tonnen Treibhausgase und mindestens 500 Liter schmutzige Abwasser-Emulsion. Diese Abfallwirtschaft ist eine große Bedrohung für die Umwelt und trägt zur Verschmutzung des Bodens und Wassers bei (Teheran Recycling & Stoffumwandlung Org., 2006: 31).

#### **4.10.4 Lärmbelastungen:**

Teherans Bürger leiden auch unter Lärmbelastungen, vor allem aus Straßenverkäufen, Industrie-, Flughafen- und Bauaktivitäten, die der hohen Dichte der Bevölkerung geschuldet sind. Von einer großen Belastung durch Geräusche können zumindest psychische Störungen und weiterhin bleibende Hörschäden ausgehen. Autobahngeräusche in der Nähe von Wohngebieten in Teheran betragen zwischen 70 bis 80 dB, während die Standard-Lärmbelastung in Wohngebieten Tag und Nacht bei



55 bis 45 dB liegt. Für die derzeit 20 Autobahnen, die die höchste Lärmbelastung in Teheran bringen, wurden einige Studien zur Effektivität von Lärmschutzmauern gemacht (Mehrawaran et al., 2006).

Der Mehrabader Flughafen, der 1938 in der Stadtumgebung gebaut wurde, befindet sich jetzt im Stadtgebiet etwa fünf Kilometer westlich des Stadtzentrums und direkt zwischen Wohnvierteln. Es ist immer noch mit Abstand der verkehrsreichste Flughafen in Iran mit ca. 13,6 Millionen Passagieren (rund 300 Flüge pro Tag) im Jahr 2011. Obwohl er seit 2008 für die internationalen Flüge durch den neu erbauten Imam-Khomeni-Flughafen entlastet wurde, ist er immer noch eine große Lärmbelastungs-Quelle im Südwesten der Stadt (Dachgesellschaft der Flughäfen Irans, 2011: 14). Auch der Bahnhof und das Schienensystem liegen in den Wohngebieten Teherans, die Lärm in den südlichen Bereichen der Stadt verursachen.

Statistiken der Teheran Luftqualitäts-Kontroll-Ges. zeigen, dass mehr als 540 Punkte mit schwerer Lärmbelastung - meist in der Mitte der Stadt Teheran - anzugeben sind. Wenn die Situation so bleibt, werden die Bewohner dieser Gebiete im Laufe der Zeit mit Schwerhörigkeit und vorübergehender und sogar chronischer Taubheit hochgradig geschädigt werden.



Abbildung 4-28: Durch die Zunahme des Fahrzeugbestands, der steigenden Distanzen und der Pendlerverkehre ist die Verkehrsbelastung auf den Straßen in den vergangenen Jahrzehnten stetig gewachsen, im Zuge dessen wurden vielfach bislang ruhige Gebiete mit Straßenverkehrslärm überzogen. Mit dem Bau neuer Straßen in dicht besiedelten, mit Lärm bereits vorbelasteten Gebieten nahmen die Zahl der Lärmbetroffenen weiter zu.

Als Beispiel wurde 1994-2000 in Teheran die Navab-Autobahn (5,5 Km) in einem alten und dicht besiedelten, mit Lärm bereits vorbelasteten Stadtviertel gebaut.

Dieses unpassende Stück hatte wie eine Mauer den ganzen Stadtbezirk in zwei Hälften geteilt und viele soziale Probleme, schließlich die Auswanderung der 4000 Eigentümer, verursacht.

Obwohl die Navab-Autobahn in Bezug auf die Lärmbelastung in einer kritischen Situation ist, ist die Installation einer Lärmschutzmauer nicht hilfreich, da die Gebäude rund um die Autobahn einen sehr geringen Abstand zur Autobahn haben und selbst wenn die Mauer um sie herum installiert würde, wäre die Zahl der Menschen, die dem Lärm ausgesetzt sind, noch immer sehr hoch (Foto von Tebian<sup>68</sup>)

#### 4.11 Grünflächen in Teheran

Teheran war einst als die Stadt der Platanen bekannt, so dass die Besucher der Stadt sich in den vielen Gärten und zwischen den prachtvollen Bäumen oft nur schwer orientieren konnten<sup>69</sup> (DellaValle, 1843: 703). Dem rasanten Wachstum fielen viele dieser Gärten zum Opfer, was zu immer größeren und ernsthafteren Umweltproblemen führte. Die traditionellen Häuser mit ihren Innenhöfen beherbergten ein Großteil der Grünflächen der Stadt. Heute sind die steigenden Bodenpreise, die höhere Bebauungsdichte, ein höherer Wasserpreis und ein veränderter Lebensstil die Faktoren, die die Anlage und Wartung von privaten Grünflächen immer schwieriger machen. In semi-ariden Gebieten wie Teheran ist das Wasser knapp und das bedeutendste Problem die Bewässerung der natürlichen Vegetation wie der Landschafts- und Parkanlagen.

Das Wachstum der Bevölkerung des Landes hat zu einem erheblichen Druck auf die natürliche Umwelt geführt. 1973 wurde ein Gesetz zur Erhaltung und Entwicklung von Grünflächen und dem

<sup>68</sup> <http://siasat.tebyan.net/newindex.aspx?pid=69701>.

<sup>69</sup> „Le strade della città son tutte irrigate da infiniti ruscelli di acqua, grossi e correnti, i quali bagnano anche i giardini, e rendono la terra più fruttifera. Son di più le strade ombrate tutte da platani, che in Persia chiamano cinar, grandi, grossi, folti e belli di modo che io affermo a V. S. per certo non averne veduto maggiori, né più belli in tutto il tempo di mia vita. Molti ve ne sono che due o tre uomini non gli abbraccerebbero; però quello che è più notevole, è la tanta quantità: di maniera che io chiamo Teheran, e con ragione, la città dei platani, ...“ (DellaValle, 1843: 703).

Schutz der Bäume verabschiedet, so dass legal ohne die Erlaubnis der Gemeinde keine Bäume aus den städtischen Gebieten entfernt werden konnten. In der Praxis sind jedoch weiterhin städtische Bäume gefällt und alte Gärten und Parkanlagen zerstört worden, um das schnelle Tempo der ständig expandierenden Stadt zu ermöglichen und außerhalb des Stadtkerns Platz für lukrative dichte Hochhaus-Wohnanlagen zu schaffen. 1980 wurden an allen städtischen Bäumen Identitätsplaketten angebracht, und alle Grünflächen größer als 500 m<sup>2</sup> - öffentlich und privat - wurden durch das Gesetz für die Umstellung auf Wohnnutzung vor dem Fällen ohne kommunale Erlaubnis geschützt (Rechtsbüro der Stadtverwaltung Teheran, 2009: 48ff.).

Trotz der Existenz von Schutzbestimmungen hat der Prozess der Stadtentwicklung weiterhin Grünflächen zerstört. Einer der Schwachpunkte der Regelung war, dass sie den Grenzwert von 500 m<sup>2</sup> setzten, so dass die kleineren Gärten ohne Erlaubnis umgewandelt werden konnten. Auch war es den Grundeigentümern erlaubt, kranke und abgestorbene Bäume zu fällen. Viele Grundbesitzer und Spekulanten haben diese Regelungen zur Abholzung von Bäumen missbraucht. Sie haben zuerst die Bäume nicht bewässert und dann argumentiert, dass diese tot seien und gefällt werden müssten. Dieser unfaire Trick wird weiterhin angewendet.

Der akute Mangel an Grünflächen in der Stadt hat die Gemeinde in den 1990er Jahren zu einer Reihe von Initiativen gezwungen. 1990 wurde eine Abteilung zur Identifizierung und Überwachung der großen Gärten gegründet. In fünf Jahren hat diese Abteilung 28 Millionen m<sup>2</sup> Grünfläche dokumentiert und es wurde beschlossen, dass Teheran bis zu einem äußeren Radius von 20 km von Grünflächen umgeben werden sollte. Die Teheraner Gemeinde konzentrierte sich daher auf die Entwicklung der Parks an der städtischen Peripherie und legte zwischen 1991 und 1993, trotz der schweren Einschränkungen durch den Wassermangel, 4000 ha Grünfläche am Stadtrand an (Madanipour, 2002: 225).

Das rasche widersprüchliche Wachstum der Stadt führte auch zur Bildung vieler Lücken im Stadtgefüge. Eine der Initiativen der Stadtverwaltung Teherans war, viele dieser ungenutzten und verfügbaren Gebiete des städtischen Raums in Grünflächen umzuwandeln.

Die wichtigste Bedeutung von Grünflächen für die Lösung der Umweltprobleme in Teheran ist die Reinigung der Luft von Schadstoffen durch die vermehrte Produktion von Sauerstoff, deren Gehalt durch die Expansion der Produktionsflächen angestiegen war. Doch die neuen Bebauungen durch den privaten und öffentlichen Sektor haben, statt den Vorrang des Umweltschutzes anzuerkennen, eine Untergrabung des Bemühens um Grünflächen verursacht. Zum Beispiel wurden Lösungen für die Verkehrsprobleme der Stadt entwickelt, die nur der Erleichterung des Verkehrsflusses dienen sollten und Auswirkungen auf die Grünflächen oder die Umweltqualität als Ganzes nicht berücksichtigten.



Abbildung 4-29. Stadtverbreiterung und Verlust der Grünflächen, Nordansicht von Teheran, 1931 und 2007<sup>70</sup>

<sup>70</sup> <http://www.tabnak.ir/fa/news/147639>.

Nach der unverantwortlichen Aktivität der Stadtverwaltung in den letzten Jahren, die selbst von der Umstellung von Grünflächen auf andere Nutzung profitiert und für die Verbreiterung und Entwicklung des Straßennetzes viele Bäume geopfert hatte, wurde die Kompetenz und Qualifizierung der Stadtgemeinde für das Fällen von Bäumen des Teheraner Stadtrats von unabhängigen Umweltaktivisten kritisiert (Ebtekar, 2012).



Abbildung 4-30: Jährlich werden aus Anlass der Natur-Ressourcen-Woche (im März) bis zu drei Millionen Bäume für die Region kostenlos in Teheran verteilt. Manche großen Parks und künstlichen Wälder in Iran sind von Schulkindern aus diesem traditionellen Anlass gepflanzt worden, aber wegen der Wasserknappheit und der mangelnden Kontrolle bestehen die meisten davon nur eine kurze Zeit (Foto von Moatari<sup>72</sup>)

In der Struktur der Stadtverwaltung lief die Entscheidungsfindung und Planung der Projekte in verschiedenen Abteilungen und getrennt voneinander ab und stimmte nicht unbedingt überein. Mit ihrer Zusammenfassung wurde die erste spezielle staatliche Organisation mit dem Ziel der Grundflächen-Beobachtung, das „Gartenamt“, 1960 begründet. 1963 wurde dieses Amt in „Parkorganisation“ umbenannt und bekam als eine Abteilung der Stadtgemeinde die Aufgabe der Planung der neuen Grünflächen. 1990 wurde sie mit einer erneuten Umbenennung in „Park- und Grünflächenorganisation Teherans“ außer der Planung und Kontrolle der Grünflächen auch mit der Entwicklung der grünen Gürtel der Stadt betraut<sup>71</sup>.



Abbildung 4-31: Obwohl das Baumfällen verboten ist, hat die Teheraner Gemeinde in einem Jahr 500 Bäume an einer Autobahn gefällt, Chamran-Autobahn, Bornanwesagenci, 2010<sup>73</sup>

Die Planungsausschüsse in dieser Organisation beschäftigen sich mit den Besonderheiten des Bodens, der Wasser- und Grünflächen sowie Forschungen über Schädlinge und Pflanzenkrankheiten.

Der Versuch der Teheraner Stadtgemeinde einer Verbesserung der Umwelt hat internationale Unterstützung gewonnen. Ihre Bemühungen, die Kohlenmonoxidemissionen zu verringern und die Grünfläche pro Person von 2,5 auf 10 m<sup>2</sup> im Jahr 1993 zu vergrößern, brachte der Stadt in der „Konferenz der menschlichen Siedlungen“ 1996 die Anerkennung durch die Vereinten Nationen mit dem ihr verliehenen Titel einer „Musterstadt“ (Schuppe, 2013: 23). 2008 wurde auch die Entwicklung der Grünflächen (Einrichtung von 154 Parks und Entwicklung von 4280 Hektar Wald in 30 Jahren) dieser Stadt angesichts der nachhaltigen Entwicklung und einer verbesserten Voraussetzung für die Bürger als „positives Beispiel“ klassifiziert (UN-HABITAT, 2008a).

#### **Exkurs 8: Mit den Teheraner Grünflächen und der grünen Umgebung verbundene Organisationen**

##### **Die Wälder- und Weidenorganisation**

Die Organisation für Wälder und Weiden ist die wichtigste Behörde für die Planung und Umsetzung der Forstwirtschaft und peri-urbanen Forstwirtschaft im Land seit 1963, sie ist auch zuständig für die Gesetzesentwürfe zum Schutz und der Nutzung der Wälder und Weiden (21. August 1967). Diese Organisation verwaltet alle öffentlichen Ländereien, Wälder und peri-urbanen Forstwirtschaften und legt dafür die Planung und Entwicklung des jährlichen Budgets vor. Nach der Genehmigung durch das iranische Parlament gehen der Plan und das Budget zu ihrer Durchführung zurück. Auch andere Programme aus Bereichen wie dem

<sup>71</sup> Park- und Grünflächenorganisation Teherans:

<http://parks.tehran.ir/Default.aspx?tabid=65>. (2013)

<sup>72</sup> <http://new.hamshahrionline.ir/details/102083>.

<sup>73</sup> [http://www.iran-newspaper.com/1389/5/25/iran/4577/page/11/iran\\_4577\\_11.pdf](http://www.iran-newspaper.com/1389/5/25/iran/4577/page/11/iran_4577_11.pdf).



Umweltschutz unterstützt diese Organisation als Partner.

Die wichtigsten Aufgaben dieser Organisation für Teheran sind:

- Festlegung der Grenzen der Stadt Teheran durch die Einrichtung von einem grünen Gürtel um die Stadt
- Einrichtung von Erholungsgebieten für die Einwohner von Teheran außerhalb der Stadtbezirke
- Der Schutz der Umwelt in der Stadt

#### Die Gemeinden von Teheran

Die Stadtverwaltung Teherans ist verantwortlich für die Einrichtung von Parks, Grünflächen und Erholungsgebieten in der Stadt. Vor kurzem, als die Tätigkeit der Organisation für Wälder und Weiden beschränkt wurde, übernahm die Stadtgemeinde eine größere Rolle bei der Errichtung und Verwaltung der städtischen Wälder.

Das Budget für die Projekte aus Steuern wird von der Gemeinde zugeordnet. Jede Gemeinde entwirft die prioritären Entwicklungspläne und gibt sie dann an den Stadtrat. Die Gemeinde von Teheran legt großen Wert auf den Ausbau der Grünflächen in der Stadt. Sie ist verantwortlich für die Umsetzung, Finanzierung, Pflege und Verbreitung des Pflanzguts. Der Großteil der Aufträge für die Instandhaltung der städtischen Wälder und Parks wird durch die Gemeinde an private Unternehmen vergeben, aber die Behörden überwachen kontinuierlich ihre Durchführung.

Die Park- und Grünflächenorganisation ist die entscheidende Abteilung der Gemeinde von Teheran und seine wichtigsten Aufgaben sind:

- Management der alten Gärten
- Aufbau und Pflege des Stadtparks
- Errichtung und Verwaltung von Bäumen in Grünen Gürteln und Grünflächen
- Pflanzung und Pflege der Bäume entlang den Straßen und Autobahnen

#### Teheran-Provinzdirektion für Umweltschutz

Ein fünfzig Hektar großer Stadtwald wurde im Nordwesten der Stadt (Pardisan) von der Organisation für Umweltschutz eingerichtet und mit Abwasser bewässert. Diese Organisation befasst sich auch mit geschützten Gebieten im Südosten der Stadt (Sorkh-e-Hesar und Jajrud Khojir).

#### Leibesübungen (Sport-)Organisation

Im Jahr 1974 wurde diese Organisation gegründet und verwaltet seitdem ca. 100 Hektar Wald rund um die Stadien im Teheraner Westen, wovon die meisten durch ein Netz von Bewässerungsanlagen versorgt werden.

#### Die Armee und Revolutionsgarde (Sepah)

Diese Institutionen haben für Garnisonen und Übungen eine Fläche von 2.183 ha in Zusammenarbeit mit der Stadtverwaltung Teherans bepflanzt. Darüber hinaus gelingt es ihnen, 432 ha Wald-Parks mit Hilfe der Wälder- und Weidenorganisation zu bewirtschaften.

#### Hochschul- und Bildungsministerium, Gesundheitsministerium usw.

Einige Institutionen, wie das Ministerium für Bildung, pflanzten Bäume auf ihren Flächen und in ihrer Umgebung, die teils wie privates Gebiet behandelt und teils von der Organisation der Wälder und Weiden mitgetragen werden.

### 4.11.1 Grünflächen in den Stadtbezirken

Erst in den letzten 50 Jahren wurde ein besonderes Interesse an der Stadtbegrünung geweckt und seit 20 Jahren dienen Grünflächen in Teheran nicht nur als luxuriöse Promenade und Erholungsraum, sondern werden als eine ernsthafte ökologische Notwendigkeit betrachtet. Dennoch hat diese Änderung des Blickwinkels auf die Umwelt und Grünflächen nicht unbedingt die Entwicklung der Koordination und Finanzierung zur Folge gehabt.

Bei der Bewertung der Grünflächen von Teheran sollten zwei Punkte beachtet werden: Die Qualität der Grünflächen ist in vielen Fällen sehr gering, daher haben sie nur geringe Auswirkungen auf die Verringerung der Luftverschmutzung und Temperatur. Ein Beispiel dafür sind große Flächen am Rand der Autobahnen, die mit Rasen bedeckt

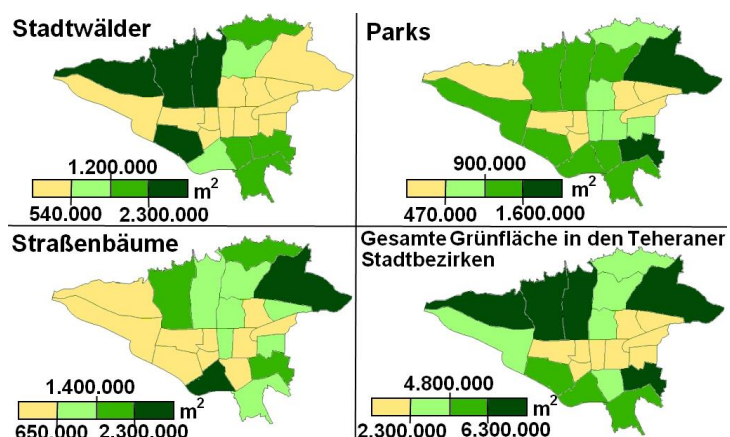


Abbildung 4-32: Die Verteilung der verschiedenen Arten von Grünflächen in Teheran ist nicht ausgewogen und vor allem die Innenstadt ist in Bezug auf die Vegetation sehr arm (eigene Darstellung basierend auf dem Statistischen Jahrbuch der Stadt Teheran, 2009)



sind und trotz der schönen Aussicht viel Wasserverschwendung verursacht haben. Zum Zweiten ist die Verteilung der Grünflächen in Teheran unangemessen. In den zentralen und südlichen Bezirken, die den höchsten Anteil an der Verschmutzung haben, gibt es weniger Grünflächen als im Norden, und der hohe Bodenpreis und wenige freie Flächen zwischen den Gebäuden machen die mögliche Entwicklung von Grünflächen in diesen Bereichen sehr schwierig.

Die Begrünung Teherans steht vor technischen und bürokratischen Hürden. Die Platanen, die meistgepflanzte Baumart der Stadt, wurden traditionell entlang der Straßen der Altstadt gepflanzt. Einige davon sind mehr als 100 Jahre oder älter, aber die Höhe der neuen Gebäude und der Bau vieler neuer Stadtviertel verhindern, dass genügend Licht die Bäume erreicht, so dass viele von ihnen geschwächt oder abgestorben sind. Darüber hinaus bedroht die Vielzahl der Autos, Werkstätten und sonstigen mechanischen Einrichtungen die Bäume durch den Treibstoffausstoß auf Straßen und in Parks. Die Krankheit und Sterblichkeit der Bäume ist eines der deutlichsten Anzeichen für diesen Zustand (Erfanian-Salim, 2010).

Die größten Hemmnisse für den Ausbau der Stadtbegrünung sind:

- das Fehlen eines angemessenen technischen Know-hows
- Beschränkung der angepassten Arten, die in der Lage sein müssen, eine extrem breite Palette an täglichen und jahreszeitlichen Temperaturen und unregelmäßige Niederschläge zu tolerieren

Tabelle 4-8: Gesamtergebnis der Grünflächenerfassung in den Gemeindebezirken 1 bis 22 von Teheran (Statistisches Jahrbuch der Stadt Teheran, 2010: 4)

Stadtbezirke	Einwohner	Fläche der Stadtbezirke (1000qm)	Parks	Stadtwald	Plätze/Straßenbeete	Straßenbäume	Verkehrinsel-Bepflanzungen	Summe	Grünfläche pro Kopf in m <sup>2</sup>	Prozentualer Anteil der Grünflächen an der Gesamtfläche
1	396257	34610	849416	1206046	304021	1482691	82870	3744975	9,45	10,82
2	626380	49670	1115183	5435819	123952	1264763	1268204	9387990	14,99	18,90
3	294103	29440	1188746	1019275	318728	1319528	296502	3948003	13,42	13,41
4	837504	72600	1835409	504644	452611	4526030	507808	7692619	9,19	10,60
5	711202	59140	1259535	4462261	113819	1462934	358479	7995820	11,24	13,52
6	239058	21490	698710	143510	34301	1234680	195858	2386577	9,98	11,11
7	311199	15410	219405	8135	164114	500023	86679	848543	2,73	5,51
8	383232	13260	261059	7031	275262	974037	62826	1469067	3,83	11,08
9	165164	19590	188976	22760	14547	202627	59532	749157	4,54	3,82
10	319159	8070	205592	0	20182	306544	36414	563097	1,76	6,98
11	280740	11890	496685	248580	23904	701953	17749	1485149	5,29	12,49
12	254800	13590	671093	0	153050	506351	46713	1248061	4,90	9,18
13	245782	13900	403817	55422	97170	581847	117896	1312032	5,34	9,44
14	493346	14590	795911	194580	479977	925599	113144	2126404	4,31	14,57
15	644562	28520	2987976	1246358	93142	1422705	221515	6358531	9,86	22,29
16	290455	16480	1449892	1238328	39507	605168	162887	3549417	12,22	21,54
17	253082	8290	454043	42537	138424	233060	77438	846858	3,35	10,22
18	319362	37930	1547995	2663850	140428	410794	153117	4914180	15,39	12,96
19	249956	11520	1114716	587646	164352	3183010	649974	5675774	22,71	49,27
20	333655	20320	1221620	2013012	508763	958632	503998	4861614	14,57	23,93
21	157142	52070	962454	313321	1508763	505883	24019	2314440	14,73	4,44
22	116119	61540	312930	5386081	139474	158366	427793	6424644	55,33	10,44
Summe	7922259	613920	20241163	26799196	5308491	23467225	5471415	79902952	10,09	13,02

- das große Problem der Wasserknappheit, das zu schwerwiegenden Einschränkungen für den Ausbau des städtischen Grüns führt. Oft werden in Parks Zierbäume mit großen Kronen gepflanzt und damit dieses Problem



Abbildung 4-33: Die meisten Ränder und Mittelstreifen der Straßen und Autobahnen im Iran sind mit Rasen bepflanzt und haben eine niedrigere Funktion für die Verringerung der Luftverschmutzung und gleichzeitig einen hohen Wasserverbrauch und hohe Verdunstung. (Fotos: Parks- & Grünflächenorg.<sup>74</sup>)

ignoriert. Nach der Expansion der Wälder lenkte sich allmählich die Aufmerksamkeit auf diese Angelegenheit und entsprechende Lösungen werden dringend benötigt. Derzeit werden Studien über die am besten geeignete Spezies und widerstandsfähigsten Bäume gegen Trockenheit sowie geeignete Bewässerungssysteme durchgeführt

- der Schadstoffausstoß von Autos, der eine dicke Schicht von Öl und anderen Stoffen auf die Blätter legt, was eine Verringerung der photosynthetischen Kapazität von Bäumen zur Folge hat. In der Hauptstadt produzieren Autos jährlich zwei Tonnen Blei. Der Widerstand der Arten gegen diese Faktoren ist sehr unterschiedlich. Durch die geringen Niederschläge in Teheran werden die Blätter durch Regen nicht sehr häufig gewaschen (Erfanian-Salim, 2010)

- die mangelnde Koordination zwischen den verschiedenen Abteilungen der Gemeinde ist ebenfalls ein ernstes Problem, das die städtischen Bäume, Wälder und die Bepflanzung der Straße betrifft. Die verschiedenen öffentlichen Dienstleistungen, einschließlich der Installation von Telefonleitungen, die Grabungen für die Kanalisation, die Verlegung von Rohrleitungen für die Wasserversorgung und die Teerung der Straßen sind nicht kalkulierbar und die mangelnde Koordination zwischen diesen Operationen verursacht schwerwiegende Schäden für Straßenbäume (Erfanian-Salim, 2010).

- Geringe Teilnahmequote der Bürger an der Pflege von Grünanlagen und mangelnde Information der Öffentlichkeit über die wichtige Bedeutung und Rolle der Grünflächen für die Umwelt.

Teheran hatte früher viele Obstbäume in den privaten und öffentlichen Gärten einschließlich Persimone (*Diospyros*), Granatapfel (*Punica granatum*) und Walnuss (*Juglans*). Aber in den letzten Jahren trugen diese Bäume weniger Früchte und die Teheraner Provinzdirektion für gab im letzten Jahr bekannt, dass wegen der starken Luft- und Bodenverschmutzung der Verzehr der Früchte der Obstbäume nicht zu empfehlen sei.

Auch wegen der Verschmutzung und geringerer Verfügbarkeit von Licht und Wasser wurde die Langlebigkeit vieler Bäume verkürzt. Zum Beispiel der Platanen, die in den passenden Gebieten über 200 Jahre alt werden können und nun nach 70 Jahren am Ende ihres Lebens angekommen sind. Die Nutzungsdauer neuer Sämlinge wird nach der Prognose der neuen Studie der Park- und Grünflächenorg. von Teheran auf maximal 30 Jahre geschätzt (Park- und Grünflächenorganisation Teherans, 2009) und (Khorasani, 2003: 35).

<sup>74</sup> <http://parks.tehran.ir/Default.aspx?tabid=114>.

Lärmbelästigung ist ein weiterer Faktor in der tief beunruhigenden Umgebung der Hauptstadt, der bisher weniger beachtet wurde. Baumreihen wie *Cupressus* spp. (Atlas-Zypresse) und *Acer* sp. (Ahorn), Robinie und Kiefer haben den Vorteil, Lärm zu reduzieren (Maleki, 2008).

2008 wurde eine Regelung des Stadtrats von Teheran für neue Gebäude, Grünflächen auf Dächern oder an Fassaden nötig. Vertikale Grünflächen an Apartments und Hochhäusern sollten auf einer Höhe von 15 bzw. 25 Prozent der Gesamthöhe sein. Allerdings bleibt in diesem neuen Gesetz noch im Unklaren, welche Pflanzungsart für die Wände benutzt werden soll und wie sie den kalten Winter von Teheran überstehen können (Rechtsbüro der Stadtverwaltung Teheran, 2008).

Trotz der positiven Wirkung von Grünflächen ist die Umsetzung dieses Gesetzes in Frage gestellt. Fassaden- und Dachbegrünung hat für Eigentümer hohe Installationskosten und die Einrichtung ordnungsgemäßer Bewässerungssysteme, zusätzliche Kosten für die Stärkung der Strukturen der bestehender Gebäude, die Kosten für die Pflege und Erhaltung dieser Grünflächen, Konzepte gegen Hitze und Verdunstung und als Wichtigstes von allen die Notwendigkeit eines präzisen Wissens und des Vertrauens in eine relativ junge Technologie zur Folge.

Die wichtigsten Pflanzenarten in den öffentlichen Grünflächen von Teheran sind im Anhang A.3 aufgelistet.

#### 4.11.1.1 Pflanzen im öffentlichen Raum in Teheran

Basierend auf der Untersuchung und Probennahmen der Teheraner Gemeinde und Urmia-Universität gibt es in Teheran insgesamt 179 Arten von gepflanzten Bäumen und Sträuchern, davon sind 87 Baumarten und 56 Sträucherarten bedecktsamiger Pflanzen (Magnoliophyta), 27 Arten von Bäumen und Sträuchern nacktsamiger Pflanzen (Gymnospermae) und neun Kletterpflanzenarten<sup>76</sup> (Mirzadeh et al., 2008: 299-302):

- Auch von 63 Arten von Blumen und Zierpflanzen sind 18 Arten einjährige Pflanzen und 45 Arten mehrjährige

- Die Pflanzenwachstumsformen von Baumarten und Sträuchern sind: 70 Arten von Nanophanerophyten (Zwergbäumen), 47 Arten von Mikrophanerophyten (Kleinbäumen), 38 Arten von Mesophanerophyten (Mittelbäumen), 15 Arten von Megaphanerophyten (Riesebäumen) und neun Arten von Kletterpflanzen<sup>77</sup>

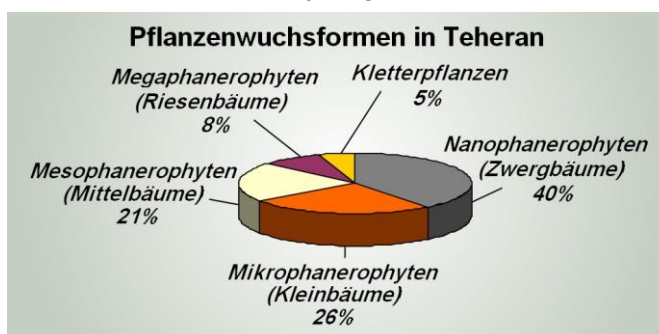


Abbildung 4-35: Kombination von Lebensformen und Wuchsformtypen in Teheran nach Klassifikationsmethode von Ellenberg & Müller-Dombois (eigene Darstellung in Anlehnung an die Liste von Mirzadeh, Rajamand & Khayami, 2008)

<sup>75</sup> <http://mohammaddarvish.com/desert/archives/3501>.

<sup>76</sup> Eine weitere Quelle schätzt die Zahl der Pflanzenarten und einige Untergattungen in Teheran auf über 185 (Park- und Grünflächenorganisation Teherans, 2009).

<sup>77</sup> Gestalttype: Kombination von Lebensformen und Wuchsformtypen (Raunkiaer, 1934) und (Schaefer, 2012):



Abbildung 4-34: Grüne Wand an der Nyayesh-Autobahn, die von der Teheraner Stadtverwaltung auf Beton gepflanzt wurde. Es ist noch unklar, wie sie im Winter geschützt und gepflegt werden kann (Foto: Darvish, 2009<sup>75</sup>)

- Häufigkeit der Familien: Von insgesamt 179 Arten sind: 33 Arten aus der Rosaceae-Familie und je 13 Arten von den Familien Salicaceae und Pinaceae, 12 Arten aus der Oleaceae-Familie und je 11 Arten von den Familien Fabaceae und Cupressaceae.

- Von insgesamt 179 Arten von Bäumen und Sträuchern wurden 149 Arten im Frühling und Frühsommer als Blumen identifiziert

- Auch von insgesamt 63 Arten von Blumen und Zierpflanzen sind: 17 Arten von der Compositae-Familie (26,98%), 5 Arten von der Familie der Amaranthaceae (7,9%), 4 Arten von der Liliaceae-Familie (6,3%), und 3 Arten von den Familien Cruciferae, Ranunculaceae, Apocynaceae, Caryophyllaceae und Labiatae (je 4,76%)

- Die Herkunft der Bäume und Sträucher in Teheran ist: 86 Arten aus Asien, 27 Arten aus Amerika, 14 Arten aus Europa, neun Arten aus dem Mittelmeerraum, je 1 Art aus Afrika und Australien, 20 Arten von Europa bis Asien, je 3 Arten von Europa bis Afrika und Europa – Mittelmeerraum, 1 Art aus Europa und Amerika, 2 Arten aus Asien bis Mittelmeer, 4 Arten aus Europa – Afrika – Asien und der Stamm von 8 Arten ist unbekannt

- Die meisten Baumarten (96 Arten) stammen ursprünglich aus Asien und 27 Arten haben eine (nord- oder süd-)amerikanische Herkunft, die die höchste Anpassungsfähigkeit an Teherans Klima haben

- 28 Arten der Bäume und Sträucher (15,64%) sind nach der Studie von Mirzadeh et. al. wild gewachsene Pflanzen des Irans und davon sind 16 Pflanzenarten in Teheran heimisch, die sich dort selbst vermehren: 1. Tamarix ramosissima, 2. Ulmus glabra, 3. Salix exelsa S.G.Gmelin, 4. Salix babylonica, 5. Salix alba, 6. Populus caspica, 7. Populus nigra, 8. Rhus coriaria, 9. Jasminum fruticans, 10. Mespilus germanica, 11. Populus euphratica, 12. Ficus carica, 13. Celtis caucasica, 14. Elaeagnus angustifolia, 15. Morus alba, 16. Morus nigra.

#### 4.11.2 Grünflächen in der Umgebung der Stadt

Das Grüngürtel-Projekt von Teheran wurde 1980 ratifiziert. Obwohl die Teheraner Gemeinde der Träger des Projekts war, hatten die anderen Ministerien und Institutionen ebenfalls Verpflichtungen, z. B. das Landwirtschaftsministerium mit der Bereitstellung des Pflanzguts und das Ministerium für



Abbildung 4-36: Pflanzenfamilien in Teheran im Vergleich (eigene Darstellung in Anlehnung an die Liste von Mirzadeh et al., 2008)

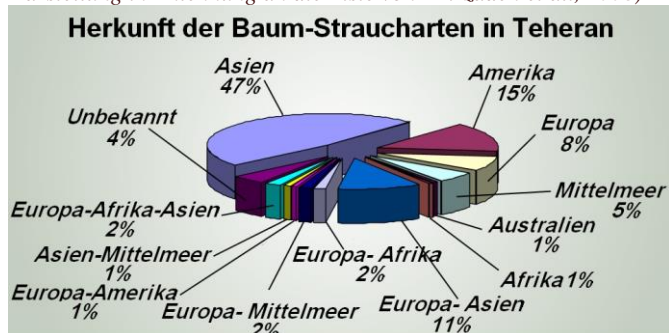


Abbildung 4-37: Geographische Herkunft der Baumarten in Teheran (eigene Darstellung in Anlehnung an die Liste von Mirzadeh, Rajamandand & Khayami, 2008)

- Kronenbäume *P scap* (Phanerophyten mit nur einem Stamm und Astkrone)

Nanophanerophyten (Zwergbäume) *N P scap* (unter 2 m hoch bleibend)

Mikrophanerophyten (Kleinbäume) *Mi P scap* (2 -5 m hoch werdend)

Mesophanerophyten (Mittelbäume) *Mes P scap* (5-50 m hoch werdend)

Megaphanerophyten (Riesenbäume) *Meg P scap* (über 50 m hoch werdend)

- Sträucher *P caesp* (vom Grund ab verzweigte, aufrechtwachsende Phanerophyten)

Nanophanerophyten *N P caesp* (Büsche unter 2 m hoch bleibend)



Wohnen und Stadtentwicklung mit der Bereitstellung der Bodenfläche und der Planung der Wasserversorgung (Forschungsabteilung der Parks & Grünflächen org., 2002: 50f.).

Wegen der mangelnden Kooperation dieser Einrichtungen wurden bis 2009 weniger als 30.000 ha von insgesamt 220.000 ha (ca. 13%) des vorgesehenen Gebietes bepflanzt (Rooyan ingenieurbüro, 2009).

Die wichtigsten Ziele des Baus von Grünanlagen waren die Eingrenzung der Stadt, eine Verbesserung der Luftqualität, die wirtschaftliche Nutzung der Anpflanzung der Bäume und die Nutzung der Oberflächen/des Grundwassers zur Absenkung des Grundwasserspiegels in Süd-Teheran (siehe ausführliche Wasserwirtschaftsbeschreibungen in 4.13).



Abbildung 4-38: Tschitgar, der 50-jährige Wald in den peri-urbanen Gebieten mit insgesamt 734 Hektar in Teheran-West deckt über 53 Prozent des Nadelbaumbestandes und rund 47 Prozent der Laubbäume ab. Heute liegt dieser Wald im 22. Stadtbezirk von Teheran (Foto: iroony<sup>78</sup>)

#### 4.11.2.1 Planungs- und Design-Probleme

1. Landeigentum: Als das Projekt genehmigt wurde, gab es nur 35% Ödland und die restlichen 65% waren landwirtschaftlich genutzte Flächen oder Gärten. Daraufhin gab es Konflikte mit den privaten Grundbesitzern, die ihre Felder/Gärten zu anderen Landnutzungen umgewandelt haben (Sadat-Razavi & Hejazi, 2006).

2. Budget: Es war kein ausreichendes Budget im Plan vorgesehen.

3. Änderung der Landnutzung: Ein großer Teil der Flächen wurde nach der Genehmigung des Projekts in Wohn- und Industriegebiete umgewandelt (Rooyan ingenieurbüro, 2009).

4. Die Koordination zwischen den zuständigen Abteilungen: Wie oben bereits geschildert, sollten verschiedene Ministerien und Agenturen an der Umsetzung des Projektes beteiligt werden, die sich jedoch nicht ausreichend koordiniert haben (Forschungsabteilung der Parks & Grünflächen org., 2002: 50).

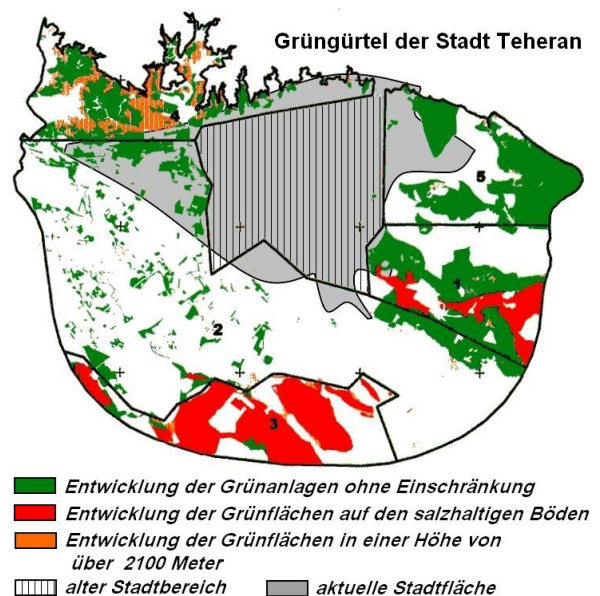


Abbildung 4-39: Obwohl eines der wichtigsten Ziele des etwa 20 km breiten Grüngürtels von Teheran die Eindämmung des Stadtwachstums in das Umland war, haben sich durch eine verlängerte Umsetzung dieses Plans bis heute einige Siedlungsflächen am Rande der Stadt entwickelt, wie die Stadtbezirke 21 und 22 im Westen, die bereits sehr nah am Rand des geplanten grünen Bandes sind (originale Karte von „Rooyan ingenieurbüro“ 1980<sup>79</sup>, bearbeitet von der Verfasserin)

#### 4.11.2.2 Technische Probleme

1. Wasser: Manche für das Projekt vorgesehenen Gebiete haben gar keine Wasserversorgung und durch die hohe Lage brauchten einige Gebiete eine Drainage, deren Bau die Ausgaben und Umsetzungszeit erhöhten (Forschungsabteilung der Parks & Grünflächen org., 2002: 51).

<sup>78</sup> <http://fa.wikipedia.org/wiki/بیرونده/Chigar.jpg>.

<sup>79</sup> Green Space Vol. 4, 2003

2. Bodenbedingungen: Nach morphologischen Merkmalen und der Bodentemperatur und -feuchtigkeit werden die Böden dieser Gebiete in den drei Kategorien Aridisol (Halbwüstenböden), Calciorthids (Boden mit Kalkanreicherungen) und camborthids (die jüngsten Ablagerungen oder Erosion an Oberflächen mit Kalk) klassifiziert. Nach ihren besonderen Eigenschaften sollte das Spektrum der Arten von Pflanzen mit unterschiedlichen Anpassungsfähigkeiten unter Berücksichtigung der Bedürfnisse diagnostiziert werden (Rooyan ingenieurbüro, 2011).

3. Pflanzungsform: Der Grüngürtel von Teheran sollte die Windgeschwindigkeit in Teheran erhöhen, da zu geringer Wind häufig zu einem Inversionsphänomen führt. Es ist jedoch eine Verringerung der Windgeschwindigkeit um bis zu 77% eingetreten. Teheran benötigt statt des Windschutzes einige Kanäle für Luft und Wind, die die Verschmutzung der Luft verringern können. Daraufhin sollte auch die Richtung und Reihung der Pflanzung überarbeitet werden.

4. Pflanzentypen: Die in verschiedenen Bereichen angepflanzten Arten umfassen vor allem:

- Nadelbäume: Kiefern (*Pinus eldarica*), Arizona-Zypressen (*Cupressus arizonica*), Morgenländische Lebensbäume (*Thuja Orientalis*)

- Laubbäume: Gewöhnliche Robinie (*Robinia psueoloacacia*), Manna-Eschen (*Fraxinus rotundifolia*), Eschen-Ahorn (*Acer negundo*), *Acer velutinum*, *Ulmus densa* (*Ulmus bubyriana*), Gewöhnlicher Judasbaum (*Cercis siliquastrum*), Europäische Zürgelbäume (*Celtis australis*), Eichen (*Quercus* sp.) und Ölweiden (Sadat-Razavi & Hejazi, 2006).

Manche Arten haben mit vier bis 20 Jahren nur eine kurze Lebensdauer, die durch einige passende Ergänzungen von Baumarten verbessert werden könnte. Weiterhin sind zwischen den Bäumen keine Sträucher gepflanzt, obwohl der Großteil der heimischen Pflanzung in diesem Gebiet wie anderen ariden und semi-ariden Regionen Sträucher sind.

#### 4.12 Wasserquelle und hydrologisches Einzugsgebiet

Provinz Teheran gliedert sich in die Teile der vier Einzugsgebiete Sefid Rud, Kaspian, Salzsee und der zentralen Wüste, mit einer Einwohnerzahl von ca. 14 Millionen. Allerdings wird der größte Teil der Provinz von dem Niederschlagsgebiet Salzsee (69% der Gesamtfläche der Provinz) abgedeckt (Amt für Informations- und Kommunikationstechnik, 2011). Mehr als 3.982 Millionen Kubikmeter Wasser werden jährlich aus 61.600 Quellen entnommen. Die Stadt hat 1.800 Millionen Kubikmeter potenzielles Oberflächenwasser, obwohl erneuerbares Wasser nur 4,2 Milliarden Kubikmeter ausmacht. In dieser trockenen Provinz mit ca. 230 mm durchschnittlichen Niederschlägen ist Wasser eine kostbare Ware und wird in großen Mengen benötigt<sup>81</sup>.

Der jährliche inländische Wasserverbrauch Teherans reicht nahe an eine Milliarde Kubikmeter heran und macht mehr als 19% des gesamten iranischen Wasserverbrauchs aus.

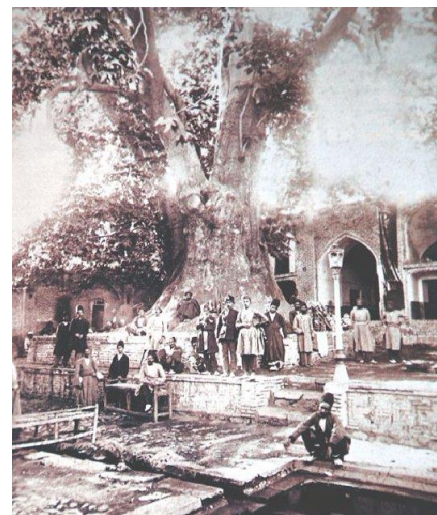


Abbildung 4-40: In Teheran wurde Wasser für alle Zwecke aus den Qanats entnommen. Obwohl das Wasser dauerhaft und viel verschwendet wurde, verursachte dies aber nie die Grundwasserspiegelsenkung, Bodenstrukturänderung und Bodenversalzung. Foto: Qanat der Heilige Salih, Schemiran-Teheran, 1910 (Foto: ICHS<sup>80</sup>)

<sup>80</sup> <http://www.iichs.org/srcfiles/printmag.asp?id=409>.

<sup>81</sup> <http://www.tpww.co.ir/p1-p3-waterhistory-fa.html>.

Die Stadt Teheran liegt innerhalb des Teheran-Bassins auf der alluvialen und den semi-ariden Ebene im Süden des Elburs-Gebirges und erstreckt sich über ein mannigfaltiges Gelände; von den steilen hügeligen Bereichen im Norden bis zu den Ebenen im Süden. Flüsse durchziehen die Stadt nicht, Grundwasser aber ist in dem umfangreichen alluvialen Grundwasserleiter enthalten, der dem Bassin zugrunde liegt. Aufgrund seiner geographischen Lage und des schnellen Wachstums hat Teheran ein äußerst komplexes Netzwerk der Wasserversorgung (Jahani & Reyhani, 2006: 5ff.).

Aufgrund des schnellen Bevölkerungszuwachses und der sozioökonomischen Entwicklung verringert sich die Verwendbarkeit des Wassers auf bis zu 350 m<sup>3</sup> pro Kopf (1:6, im Vergleich mit durchschnittlichen Werten des Landes, 2010). Der erhebliche Wasserverlust und eine lokale Entleerung und Verunreinigung der Oberfläche und des Grundwassers sind weitere Probleme in Teheran. Der städtischen Wasserwirtschaft mangelt es an einem holistischen und integrierten Konzept. Die Wasser- und Abwasserunternehmen der Provinz Teheran“ (TPWW Co.) gehören zu 100% dem iranischen Staat und sind für die komplette Wasserversorgung/-entsorgung in der Provinz Teheran verantwortlich<sup>81</sup>.

Die traditionelle Methode der Gewinnung und Lieferung des Wassers in Teheran sowie in anderen Teilen des Irans waren Qanats; von Hand gegrabene Tunnel mit kleinem Durchmesser, die horizontal verlaufen, um das Grundwasser von den höheren Ebenen nahe den Vorbergen hinunter zu befördern. 1927 hatte Teheran 26 Qanats mit einer Gesamtströmungsgeschwindigkeit von 700 Litern pro Sekunde, die die Stadt mit dem benötigten Wasser versorgen konnten. In diesem Jahr begann als der erste staatliche Wasserversorgungsakt der Bau des Kanals vom Karadsch-Fluss nach Teheran. Dieser Kanal war 53 km lang und wurde innerhalb von vier Jahren fertiggestellt. Da eine fortgesetzte Flut von Migranten, die nach Teheran kamen, den Wasserverbrauch besonders in den warmen Monaten (Juni, Juli, August, September) steigerte, begannen seit 1963 die Grabungen tiefer Brunnen, deren Anzahl mehr und mehr wuchs.

1982 wurden die Planungen und der Bau des Latian-Dammes 32 km nordöstlich von Teheran begonnen, um das Wasser des Flusses Jajrud nach Teheran zu bringen und es für die Landwirtschaft von Varamin verwendbar zu machen. Der Ltian-Damm wurde 1988 in Betrieb genommen<sup>81</sup>.

1974 bis 1984 wurde der Lar-Damm auf dem Lar-Fluss in der Nachbarprovinz Teherans, Mazandaran, mit einer Umleitung durch ein Tunnelsystem gebaut, um mehr Wasser nach Teheran transportieren zu können. Das überlaufende Wasser wurde zum Latian-See und so nach Teheran geleitet.

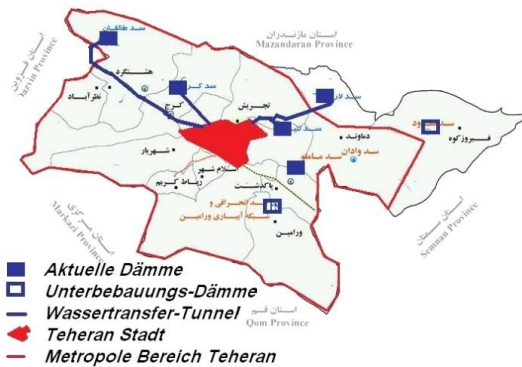


Abbildung 4-42: Teheran hat ein sehr kompliziertes Wasserversorgungssystem, das fünf große Dämme (einer der Nachbarprovinz), sieben Wasseraufbereitungszentren und Wasserwerke, 550 Talsperren und 173 Pumpstationen Wasser umfasst (originale Karte von der Teheraner regionalen Wasserversorgungsgesellschaft, 2010<sup>82</sup> bearbeitet von der Verfasserin)

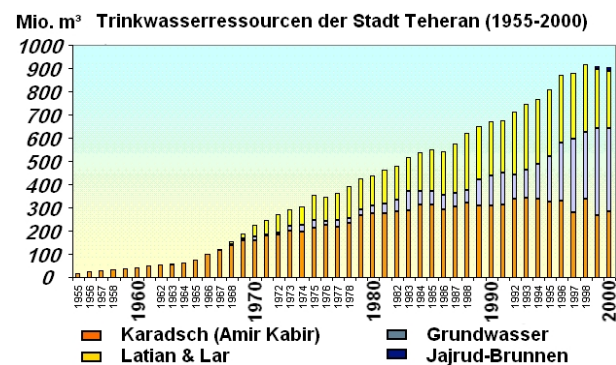


Abbildung 4-41: Das ansteigende Wachstum der Ausbeutung von Dämmen und Brunnen von Teheran von 1955 bis 2000, TPWW

<sup>82</sup> <http://www.thrw.ir/>.



Der Taleghan-Damm als vierte große Quelle 120 km westlich von Teheran wurde 2006 in Betrieb genommen, um eine erhebliche Menge Wasser von der Qazvin-Ebene durch einen Tunnel nach Teheran zu bringen (THRW, 2013).

Der Mamloo-Damm 45 Kilometer südöstlich von Teheran längs des Flusses Jajrud wurde mit dem Ziel der landwirtschaftlichen Wasserversorgung, der Trinkwasserversorgung und zur Erzeugung von Strom für Teheran im Jahr 2008 fertiggestellt. Der Bau der Wasserleitungen und Wasserspeicheranlagen sollte nach Plan bis 2011 dauern, ist aber 2013 nicht fertig gewesen (Parvaresh, 2013).

Wie auch andere Dammbauten in Teheran hatte dieser Damm negative Auswirkungen auf die Umwelt und die Landwirtschaft in den ihm nachgeordneten Ebenen und führte zu einer weiteren Verringerung des Grundwassers. Teherans wahlloses Wachstum hat eine Situation geschaffen, in der die vorhandenen Wasserressourcen durch die Dämme von Karadsch, Lar und Ltian und Tiefbrunnen, die nur als Reserven in der warmen Sommerzeit vorgesehen wurden, ständig verwendet und damit zwangsweise die unterirdischen Ressourcen ausgebeutet werden.



Abbildung 4-43: Senkung in der Navab-Autobahn im August 2009 in Teheran, dabei gab es einen Toten und vier Verletzte. Suffosion kann für Städte mit vielen Gebäuden hochgefährlich sein (Foto: ISNA<sup>83</sup>)

Offiziell ist die zulässige Entnahme der unterirdischen Quellen auf 250 Millionen Kubikmeter pro Jahr festgelegt, aber der Wasserverbrauch war schon seit der Festlegung der Höchstwerte stetig über dieser Grenze<sup>84</sup>.

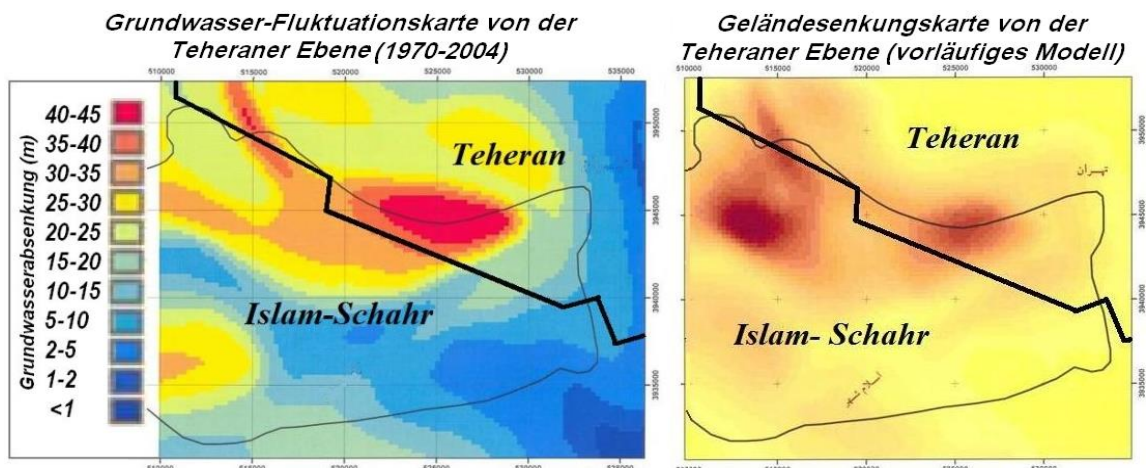


Abbildung 4-44: Links: Veränderungen im Grundwasserspiegel der Teheraner Tiefebene innerhalb von 35 Jahren. Nach dieser Karte:

- Der nordöstliche Bereich, hier ändert sich Wasserstand wenig bis Null. Richtung Osten erstreckt er sich bis auf 10 m. Dieser Abschnitt hat ein hohes ernährungsphysiologisches Potenzial.
- Der nordwestliche Bereich hat eine rückläufige Tendenz des Wasserstandes und einen durchschnittlichen Rückgang von rund 20 Metern gezeigt. Der max. Verlust in Yaftabad (18. Bezirk von Teheran) markiert eine Grundwasserabsenkung von 41,6 Meter. Die Wasseraufnahme ist in diesem Bereich im Vergleich mit der Entladungsrate sehr gering.
- Der südliche Bereich hat einen durchschnittlichen Verlust von etwa 7 m.

Rechts: Teherans Senkung mit einer Fläche von ca. 415 km<sup>2</sup> liegt im Südwesten der Stadt. Das Senkungsmuster in allen Teilen ist die „V“-Form. Die maximale Absenkung wurde auf etwa 16 cm im Jahr geschätzt (Info und originale Karte des Teheraner Subsidenzprojekts Geologische Organisation und Mineralexplorationen des Irans, Blourchi, et al., 2005, übersetzt von der Verfasserin)

<sup>83</sup> <http://isna.ir/fa/imageReport/8805-08991/>.

<sup>84</sup> <http://tww.tpww.co.ir/fa/p1>.



Teherans unersättliche Nachfrage nach Wasser, durch die das Grundwasser sehr viel schneller entnommen wird als es wieder aufgefüllt werden kann, verursacht das Absinken großer Bereiche der landwirtschaftlichen Flächen und führt zu Rissen in Gebäuden.

Wenn der Grundwasserspiegel sinkt, kommt es zur Austrocknung von Bodenschichten. Durch diese Austrocknung erhöht sich die Dichte des Bodens, da der Auftrieb vermindert wird. Aufgrund der erhöhten Dichte wirken größere setzungserzeugende Spannungen in den tiefer liegenden Bodenschichten, so dass sich eine Setzung einstellt. Bei wechselnden Bodenverhältnissen können Brüche auftreten, die sich an der Oberfläche zeigen können. Außerdem entstehen Setzungen durch Austrocknung, weil sich die Absenkung des auftriebsfreien Bereichs des Baugrundes vergrößert und sich die setzungsverursachenden effektiven Spannungen im Korngerüst unterhalb des ursprünglichen Grundwasserspiegels erhöhen. Bei zu starkem Pumpbetrieb kann es weiterhin zu Bauschäden durch die Suffosion kommen (Murawski & Meyer, 2004).

Laut den Forschungen geologischer Organisationen und Mineralexplorationen Irans hat das Phänomen der Setzung des Bodens im Südwesten in der Region Teheran Schäden an den Wasserversorgungsanlagen der Stadt verursacht, einschließlich anderer wichtiger Infrastrukturen wie den Gaspipelines. Durch die Unebenheit des Bodens durch Bodensenkungen in Süd-Teheran hat die Anfälligkeit für Überschwemmungen stark zugenommen (Blourchi et al., 2005).

Eine große geologische Subsidenz mit einer Fläche von ca. 415 km<sup>2</sup> und mit einer jährlichen max. Fallrate von 16 cm gibt es südlich von Teheran. Basierend auf Berechnungen und Messungen seit 1995 betrug die Absenkung der Oberfläche in den Teheraner Stadtbezirken 17, 18 und 19, besonders um die Azadegan-Autobahn, zwischen 60 und 187 cm. Je 10 cm Bodensenkungen bezeichnen zwei Meter Absenkung und den Verlust der Grundwasserleiter (Blourchi et al., 2005).

Das Savojbolagh-Tiefland, von erstem Rang für die Landwirtschaft von Teheran, wurde sehr stark von dieser Katastrophe betroffen. In diesem Bereich sind die meisten Tiefbrunnen ausgetrocknet und die Ebene hat sich bis zu 20 cm abgesenkt. Während die Grundwasserreservoirs in den oberen Schichten mit kommunalem Abwasser gespeist werden, trocknete das untere Reservoir aus frischem Grundwasser aus und beschleunigte damit den Subsidenzprozess (Blourchi, 2009).

Insgesamt nimmt Teheran mit nur zwei Prozent der Landesfläche 19% der Landesbevölkerung auf, die mehr als 25% des landesweit verfügbaren Wassers verbrauchen.

Tabelle 4-9: Menge des Wassers, die die Teheraner regionale Wasserversorgungsges. aus verschiedenen Quellen in Millionen Kubikmetern entnommen hat<sup>84</sup>

Jahr	2005-2006	2006-2007	2007-2008	2008-2009	2009-2010
Grundwasserquelle	702	705	771	884	831
Oberflächenquelle	701	738	741	601	697
Summe	1406	1450	1520	1500	1534
Steigerung der Wassermenge	-	3,13%	4,83%	-1,32%	2,27%

<sup>85</sup> <http://mohammaddarvish.com/desert/archives/10>.

<sup>86</sup> <http://www3.tehran.irna.ir/fa/News/80632119/>.



Abbildung 4-45: Trockene Weinberge in Shahriar, West-Teheran. Durch den Taleghan-Damm sind großflächige Dürreschäden aufgetreten (Foto: Darvish, 2007<sup>85</sup>).



Abbildung 4-46: Varamin-Ebene in West-Teheran. Geländesenken und Erdfälle, infolge der Wasservabsenkung (Foto: IRNA<sup>86</sup>).

### 4.12.1 Wasserverbrauch

1956 wurden in Teheran von 1,5 Millionen Bewohnern ca. 26 Millionen Kubikmeter Wasser und 2006 von 7,7 Mio. ca. 1.500 Mio. m<sup>3</sup> Wasser pro Jahr entnommen. Das bedeutet, dass die Bevölkerungszahl von Teheran in den vergangenen 50 Jahren um 387% und parallel dazu der Wasserverbrauch um ca. 5477% gestiegen sind.

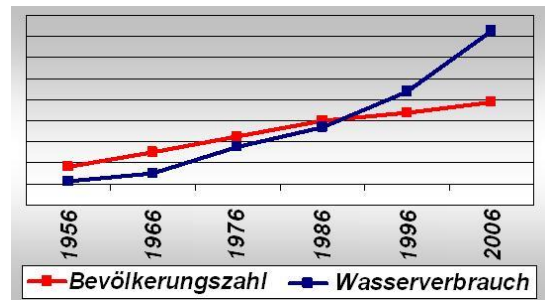


Abbildung 4-47: Wasserverbrauchsanstieg im Vergleich zum Bevölkerungswachstum in den letzten 50 Jahren (eigene Darstellung, basierend auf den Daten von TPWW und Statistischem Zentrum Irans)

Teherans Nachfrage nach Wasser begann zu schnell zu wachsen, als die boomende Wirtschaft und Industrie in den 1970er und 1980er Jahren sich in der Hauptstadt konzentrierte und die massive Abwanderung der Bevölkerung nach der Islamischen Revolution (1978) und dem Krieg (1979) begann (Tajrishy & Abrishamchi, 2005: 219).

Tabelle 4-10: Wachstum der Bevölkerungszahl/des Wasserverbrauchs in den letzten 50 Jahren nach Angabe der TPWW

Jahr	1956	1966	1976	1986	1996	2006
Bevölkerungszahl (Tausend)	1584	2980	4530	6042	6759	7711
Wasserverbrauch im Jahr (Mm <sup>3</sup> )	26	98	346	542	870	1450
Bevölkerungswachstum		46,8%	34,2%	25,0%	10,6%	12,3%
Wachstumsrate des Wasserverbrauchs		73,5%	71,7%	36,2%	37,7%	40,0%

Laut der Berichte des Energieministeriums des Iran gingen 28 bis 30 Prozent des Wassers verloren. Entsprechend einer Leckabfragungsstudie beläuft sich der Anteil des verlorenen Wassers im Netz auf ungefähr 35 Prozent, da Teherans Wasserversorgungsanlagen mehr als 50 Jahre alt sind (Zargar, 2009). Diese Verlustrate beträgt in Deutschland nur ca. 6,5% (BDEW, 2013).

Nach einer Studie der Weltgesundheitsorganisation wurde der gerechte Mindestwasserverbrauch für jeden Menschen zur Gewährleistung der Hygiene und öffentlichen Gesundheit, 100 Liter pro Tag, abgedeckt (WHO, 2003: 22). Nach dem dritten Entwicklungsplan Irans wurde das Muster des Wasserverbrauchs pro Haushalt auf 22,5 Kubikmeter pro Monat bzw. 150 Liter Wasser durchschnittlich pro Person am Tag festgelegt. Durch das unkontrollierte Wachstum der Verstädterung des Landes, die Konzentration der Industrie in Teheran und die mangelnde Aufklärung der Öffentlichkeit zeigten die Statistiken den letzten Jahren ein stetiges Ansteigen des durchschnittlichen Pro-Kopf-Verbrauchs. Angesichts der hohen Kosten für die Beschaffung, Übertragung und Verteilung von Wasser zusammen mit dem unkontrollierten Wasserverbrauchs auf der einen und sehr begrenzten Wasserressourcen auf der anderen Seite zeigt sich, dass allen Bürgern schwere Krisen bevorstehen (Tajrishi & Abrishamchi, 2004: 218ff.).

Tabelle 4-11: Empfehlungsmuster des Pro-Kopf-Verbrauchs der privaten Haushalte bis 2011 (Planungs- und Budgetorganisation des Energieministeriums, 1992)

Ziel	Min. Verbrauch, L/T	Max. Verbrauch, L/T
Trinken	3	5
Kochen	5	10
Körperpflege	25	50
Wäschewaschen	10	20
Geschirrspülen	5	15
WC-Spülung	20	30
Reinigung	3	10
Kühlen und Wärmen	2	5
Sonstiges	2	5
Summe	75	150

Obwohl dieses Ziel bereits nicht erreicht wurde, sollte nach dem fünften Entwicklungsplan Irans (genehmigt 2010) bis 2015 der durchschnittliche tägliche Pro-Kopf-Wasserverbrauch auf bis zu 133 Liter reduziert werden (Janbaz, 2009).

Der Trinkwasserverbrauch in Teheran beläuft sich aber auf rund 350 Liter pro Tag und Kopf (Teheraner Stadt- und Forschungszentrum, 2011: 86). Ein Grund dafür ist, dass das gereinigte Wasser zum Waschen der Autos und Höfe, für die Gartenbewässerung und das Geschirrspülen verwendet wird

und es dafür keine separaten Wasserleitungen gibt. Im Vergleich liegt der Durchschnittsverbrauch in Deutschland momentan bei 121 Litern Trinkwasser pro Tag und Einwohner (Statistisches Bundesamt, 2013).

#### 4.12.2 Wasserverbrauch in Industrie und Landwirtschaft

26,7% der gesamten Industrien des Iran sind in der Provinz Teheran angesiedelt und 60,7 Prozent davon liegen in und um die Stadt Teheran, darunter eine erhebliche Anzahl von metallverarbeitenden Industrien (Automobilindustrie, Haushaltsgeräteproduktion) und nichtmetallischer Mineralienindustrie (Produktion von keramischen Kacheln und Asbestzementproduktion, Glasproduktion). Der totale Wasserverbrauch der Teheraner Industrien liegt bei täglich ca. 45.000 m<sup>3</sup>. Er wird zu 85% aus Tiefbrunnen und zu 15% aus der Rohwasserversorgung des Karadsch-Damms abgedeckt (Naseri et al., 2002: 196).

Den höchsten Verbrauch hat die Autoindustrie mit 37% und den niedrigsten mit 3% die glasverarbeitende Industrie (die gesamten Industrieabwasser betragen in der Region täglich ca. 40.000 Kubikmeter, die noch nicht wieder aufbereitet werden, obwohl es dazu einige Studien gibt).

Die Teheraner Landwirtschaft bezieht das meiste Wasser aus unreinem Abwasser der Stadt (ca. 59.000 ha im Süden und 1.200 ha im Westen der Stadt) und ergänzend aus ca. 10.500 Brunnen, Tiefbrunnen, 2.538 Speicherbecken und 26 Flüssen. Für diese Landwirtschaftsgebiete wird kein städtisches Trinkwasser verbraucht, aber die Wasserentnahme aus Brunnen verursacht eine Absenkung des Wasserpegels. Weiterhin ist die landwirtschaftliche Bewässerung mit Abwasser abhängig von Regeln und Prinzipien der Hygiene<sup>84</sup>.

Tabelle 4-12: Umgebung mit Ackerland in der Provinz/Stadt Teheran und ihre Wassernutzung, Teheraner Statistikreport, 2008

	Landwirtschaftliche Flächen (ha)	Gartenfläche (ha)	Gewächshäuser (ha)	Gesamte Aquakultur	Landwirtschaftlicher Wasserverbrauch in Mio. m <sup>3</sup>
Teheran-Provinz	194154	82005	2359	227	3112
Teheran-Stadt (Ray, Schemiranat)	51863	10451	898	22	829

Eine Studie über die Grundwasserpegel in der südlichen Region von Teheran und objektive Beobachtungen zeigen, dass der Grundwasserspiegel in diesem Gebiet vor allem wegen des Abwassers sehr hoch ist, was in einigen Bereichen zu einer schwachen Absorptionsfähigkeit führte, die die Abwasserentsorgung deutlich erschwert hat (die Grundwasserstände in Süd-Teheran wie dem Stadtteil Bazar erreichen 5 Meter). Angesichts der feinsandigen Schichten mit geringer Wasserpermeabilität (Durchlässigkeit) ist auch die Bodenverflüssigung infolge ein Erdbeben und das Versagen des Untergrundes eine große Gefahr in diesem Bereich (Samadi-Alinia, 2010).

Tabelle 4-13 zufolge hat sich innerhalb von 35 Jahren die Zahl der Tiefbrunnen von ca. 4.000 auf 26.000 erhöht, die Wassermenge erreichte dennoch keine bedeutende Steigerung, außerdem ist eine erhebliche Anzahl der Qanats ausgetrocknet, was zeigt, dass das Grundwasser in der Ebene von Teheran abgesunken ist.

Tabelle 4-13: Vergleich der Wassergewinnung aus Brunnen und Qanats in verschiedenen Jahren, Shemshaki et al., 2005

Jahr	Anzahl der Wasserbrunnen	Wassergewinnungsmenge aus Brunnen in Mio. m <sup>3</sup>	Anzahl der Qanats	Wassergewinnungsmenge aus Qanats in Mio. m <sup>3</sup>	Mio. m <sup>3</sup> der gesamten Wassergewinnung
1968	3906	638.8	522	393	1031.8
1984	7304	985.7	-	-	-
1994	8950	961.9	286	272	1233.9
2003	26076	901.4	76	71	972.4

In West-Teheran könnte unter Berücksichtigung des niedrigen Grundwasserspiegels industrielles Abwasser nach der Aufbereitung in der Landwirtschaft wiederverwendet werden oder durch die Injektion in den Brunnen die Erde bewässern und den Grundwasserspiegel erhöhen (Naseri et al., 2002: 199).

### 4.12.3 Bewässerung der Grünflächen

In semi-ariden Gebieten wie Teheran kann die Vegetation wegen des Sonnenreichtums und der hohen Temperaturen nicht ohne künstliche Bewässerung auskommen. Teherans Parkanlagen nehmen 20 km<sup>2</sup> der insgesamt 85 km<sup>2</sup> Grünflächen ein, die jährlich mehr als 500 Millionen Kubikmeter Wasser benötigen. Die Quellen für die Bewässerung sind zurzeit 93% Qanats und Tiefbrunnen, 2% Niederschläge und 5% städtisches Trinkwasser.

Die Bewässerungssysteme bestehen noch zu 58% in traditionellen Methoden (menschliche Handarbeit mit Tankwagen), zu 35% in der Beregnung und Tröpfchenbewässerung und zu 7% im Beckenstau (Statistisches Jahrbuch der Stadt Teheran, 2010).

Wegen der öffentlichen Unzufriedenheit mit kommunalen Dienstleistungen und häufigen Änderungen bei den Führungskräften der Teheraner Gemeinde ist die schnelle Entwicklung der Grünflächen und Parks ein permanentes Verfahren in den letzten Jahren in der Stadtgemeinde gewesen. Aber dabei wurde das Potenzial des Wassers und Bodens nicht beachtet und es wurde ein großer Teil durch Pflanzen, die lediglich ein schnelles Wachstum, aber nur eine geringe ökologische Wirksamkeit haben, abgedeckt, oder es wurden Pflanzen, die viel Wasser brauchen, wie Rasen, Nadelbäume und Maulbeerbäume, verwendet. Dafür wurde leider das dringend benötigte Trinkwasser benutzt sowie Wasser von anderen Kommunen, die es selbst aus Profitgründen nach Teheran geleitet haben. Ein großer Teil des Wassers verdunstet weiterhin, verursacht durch alte Transportmethoden und die veraltete Oberflächenbewässerung.

2005 startete eine Studie zum Rohwasser-Masterplan als zweites Wasserverteilungssystem in Teheran. Nach diesem Plan, laut dem Bericht der Teheraner Park- und Grünflächenorganisation, wird aufbereitetes Abwasser oder gespeichertes Regenwasser zur Bewässerung der Grünanlagen eingesetzt, um mit der Realisierung dieses Projektes bis zu 35% städtisches Trinkwasser einzusparen (Park- und Grünflächenorganisation Teherans, 2012).



Abbildung 4-48: Die Beregnungsmethode zur Bewässerung verursacht hohe Wasserverluste durch Verdunstung (Foto: Teheran Parks- und Grünflächenorganisation)



Abbildung 4-49: Viele Parks in Teheran sind mit riesigen künstlichen Seen konzipiert. Obwohl das Wasser eine angenehme Luft und Atmosphäre verbreitet, wird durch die Verdunstung viel verschwendet (Foto: Teheran Park- und Grünflächenorganisation)

#### **Exkurs 9: Las Vegas, gelungenes Beispiel für die Umstellung auf für Grünlandschaften angesichts der begrenzten Wasserressourcen in warm-trockenen Regionen geeignete Pflanzen**

Las Vegas ist sehr heiß und trocken. Trotzdem hat es schätzungsweise 400.000 neue Einwohner allein seit 2002, die sehr interessiert daran waren, viele Pflanzen und eine üppige Landschaft zu haben. Die Erhaltung des Grüns bedeutet eine konstante Belastung für die wertvollen und begrenzten Wasserressourcen des südlichen Nevada.

Die Quelle allen Wassers im südlichen Nevada ist der Mead-See, der vom Colorado-Fluss gespeist wird. Der Wasserpegel des Sees ist in den letzten zehn Jahren gesunken. 2008 zeigte eine Studie, dass der Wasserstand



in zehn Jahren um 102 Fuß reduziert wurde. Die Befürchtung, dass eine große und dicht besiedelte Region der Vereinigten Staaten zukünftig ohne ausreichende Wasserversorgung sein könnte, bewegte die Behörden in Süd-Nevada zur Suche nach schnellen und kreativen Antworten auf das Problem.

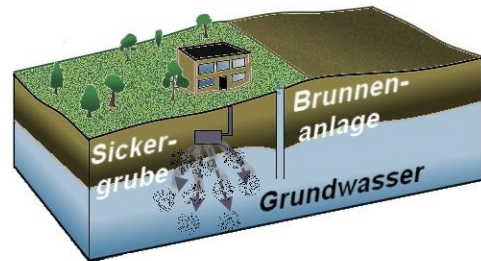
Sie begannen das „Water Smart Landscapes Rebate Programme“. Bürger und Unternehmer, die auf ihre Rasenflächen verzichteten und sie durch einheimische Pflanzen und eine wassersparende Landschaftsgestaltung ersetzten, erhielten Bargeld als Belohnung. Mit genügend öffentlicher Bildung und Kontrolle wurde das Programm zu einem Erfolg; 130 Millionen Quadratmeter Rasen wurden entfernt und Milliarden von Litern Wasser gespart. Schätzungsweise \$138 Millionen wurden als Rasen-Rabatte ausbezahlt. Ein Bericht stellt fest, dass zwischen 2002 und 2007, als das Bevölkerungswachstum in Las Vegas boomte, die Wassernutzung um 15 Milliarden Gallonen sank (ein Rückgang von 18 Prozent).

In dieser Region könnten weiterhin rund 75 Prozent des jährlichen Wasserverbrauchs mit der Umstellung der Stadtlandschaft auf Xeriscaping gespart werden (Segrest, 2009).

#### 4.13 Abwasser

"Leider ist Teheran eine der letzten zehn Großstädte der Welt, die kein kanalisiertes Abwassersystem haben, weswegen das Grundwasser infiziert und verschiedenen Schadstoffen ausgesetzt ist", sagte Heydarzadeh, Leiter der Abteilung für nachhaltige Entwicklung und Umwelt der Stadtverwaltung Teheran (Heydarzadeh, 2012).

Die Stadt Teheran befindet sich auf einer alluvialen Ebene. Das Alluvium besteht aus Sand, Schotter und Lehm, mit hoher Permeabilität in den Nordbereichen wegen der Konzentration des Sandes und des Schotters und einer niedrigen Permeabilität im Süden wegen des Lehmgehalts (Tajrishy & Abrishamchi, 2005: 222).



Die Grundwasserstände am nordöstlichen Rand der Ebene befinden sich überwiegend auf einem Tiefpunkt. Die Tiefe des Grundwassers in diesen Bereichen beträgt über 135 Meter. Im Süden und Osten sank der Wert allmählich, so dass er im Südosten weniger als zwei Meter beträgt (Blourchi et al., 2005).

Der Stadt mangelt es an städtischen Abwasseranlagen, folglich besteht die einzige Methode der Abwasserbeseitigung für Hausabfall in Sickergruben und Auslaugungs-Sickergruben. Der umfangreiche Gebrauch dieser Sickergruben in Teheran hat den Wasserpegel ansteigen lassen (Tajrishy & Abrishamchi, 2005: 222).

#### **Exkurs 10: Gefährliche Nitratgehalte des Teheraner Trinkwassers, Wasserbrunnen wurden durch Abwässer verunreinigt (Gesundheitsausschuss des Parlaments, 2010)**

Im August 2010 verkündete Gesundheitsministerin Dr. Dasjerdi, dass die Menge an Nitrat in den Trinkwasserleitungen, die in Teilen von Teheran festgestellt wurden, die angemessenen Grenzwerte überschritten und eine ernste Gefahr für die Gesundheit der Stadtbewohner seien.

Nach dem Treffen der Mitglieder der Kommission für Gesundheit, Parlamentsabgeordneten und den Gesundheitsämtern wurde die Region Yafabad im Süden Teherans wegen der hohen Nitratwerte im Trinkwasser zur „schwarzen Zone“ erklärt.

Der Generaldirektor der Wasser- und Abwasserorg., Mohammad Parvaresh, bestritt die Bedrohung durch Nitrat und behauptete, dass das Wasser ohne Bedenken getrunken werden könne (Parvaresh, 2012b).

Allerdings beschlossen die Ministerien für Energie und Gesundheit ein paar Wochen später, dass Wasser in Flaschen für die Bewohner von Yafabad, einem wirtschaftlich unterprivilegierten Vorort im Süden von Teheran, verteilt werden sollten.

Große Mengen an Nitrat im Trinkwasser sind wegen der Möglichkeit einer Nitratvergiftung gefährlich für Säuglinge. Wenn Babys zu viel Nitrat aufgenommen haben, werden im Verdauungssystem Bakterien aufgenommen und das Nitrat verwandelt sich in Nitrit. Nitrit verbindet sich mit Hämoglobin, das für den Sauerstofftransport im Blut zuständig ist, was zu einer Behinderung des Sauerstofftransports führen kann.

Die genaue Quelle der Nitratbelastung ist unbekannt. Nitrat kann aus einer Vielzahl von Quellen in das Teheraner Trinkwasser gelangt sein, einschließlich septischer Systeme, falscher Sickergruben, durch tierische Abfälle, Handelsdünger und verwesende organische Substanzen.

Die Strömungsrichtung des Grundwassers ist entsprechend der Hänge der Ebenen von Norden nach Süden und Osten. Der durchschnittliche hydraulische Gradient beträgt 0,005 bis 0,008 und max. 0,05 im Norden und Nordwesten der Ebene (Blourchi et al., 2005).

Im Süden, wo der Boden einen größeren Gehalt an Lehm hat, liegt der Grundwasserspiegel nahe der Oberfläche. In diesen Bereichen wurde ein Netz von Pumpen und Ansammlungssystemen gebaut, um das gepumpte Grundwasser (zu den Ackerländern) zu transportieren und sich dessen zu entledigen, um einen ausreichenden Abstand zwischen den Sickergruben und dem Grundwasser zu halten (Samadi-Alinia, 2010).

Die Folge hiervon sind große Umwelt- und Gesundheitsprobleme im Süden der Stadt, wo ungereinigtes Abwasser für Bewässerungszwecke verwendet wird. Aus diesem Grund beschloss die Stadt Teheran das „Teheran-Sewerage-Project“. Das Projekt beinhaltet die Errichtung mehrerer Großkläranlagen und eines flächendeckenden Kanalisationsnetzes für den gesamten Großraum Teheran.

Teheran hat derzeit zehn Kläranlagen. Neun davon wurden mit offenen Wasser-/Abwasserläufen nur zum Zwecke der Filterung und Erhaltung des Belebtschlammes gebaut und besitzen lediglich mechanische Vorreinigungsoperationen. Diese Kläranlagen liegen zwischen den Stadtvierteln und der Großteil der von ihnen behandelten Abwässer wird einfach Wasserläufen und Abwasserkanälen zugeführt, obwohl dieses nutzbare Wasser bis 2007 kostenlos und danach mit nur 2,5

bis 3 Rial (ca. 0,01 Eurocent) pro Kubikmeter erschwinglich für alle regionalen Landwirte war (Vakili, 2011). Weil diese Kläranlagen meist weit von den landwirtschaftlichen Betrieben (im Süden und Westen von Teheran) entfernt sind, war der Transport des Wassers nicht kosteneffektiv. Das Ausgangswasser von drei dieser Kläranlagen wird komplett für benachbarte Regionen genutzt.

Für die zehnte Kläranlage, größte Abwasserreinigungsanlage und -sammlungssystem, wurden die ersten Studien von dem Entwicklungsprogramm der Vereinten Nationen (UNDP) und der Weltgesundheitsorganisation (WHO) im Jahr 1971 durchgeführt und der Abschlussbericht der ersten Stufe wurde im Jahr 1974 durch das Ingenieurbüro Alexander Gabe und

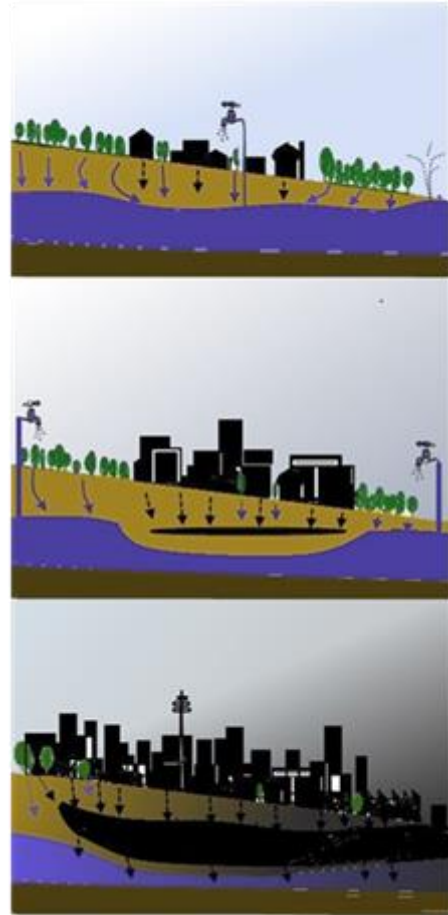


Abbildung 4-51: Mit dem rasanten Wachstum von Teheran wurden erst die lokalen Wasserressourcen und dann die gesamten Wasserquellen der Region verwendet. Teheran schwimmt jetzt in einem 50 Meter tiefen Abwassermeer von und 800 Quadratkilometern Fläche und wandelte ein mehr als 15.000 Quadratkilometer großes Gebiet zu Ödland um (eigene Darstellung)

#### Projekt eines Abwasser-Sammlungssystems in Teheran

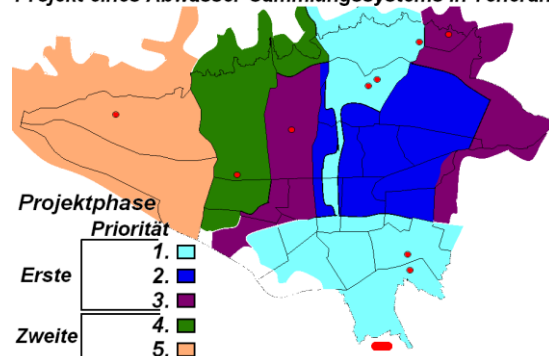


Abbildung 4-52: Das Teheraner Abwassersammlungssystem und seine Prioritäten der Exekutive (vereinfachte Karte nach TPWW, 2010<sup>87</sup>)

<sup>87</sup> <http://ts.tpww.co.ir/fa/p48>.

John Taylor präsentiert. Aber mit der Revolution, wurde das Projekt aufgeschoben. Um die bisherigen Studien zu aktualisieren und auf der Grundlage der neuen Bedingungen wurde der Plan überarbeitet. Die zweite Stufe des Studiums begann im Jahr 1985 und wurde in 20 Modulen mit einer Nennleistung von 10,5 Millionen Menschen genehmigt. Aber die Realisierung des Projekts wurde erst von 2001 von der Teheraner Abwasser Company (TSC) (Errichtung auf der DBO, weltbankfinanziert) von einem internationalen Konsortium begonnen<sup>88</sup>.

Die Süd-Teheraner Abwasserreinigungsanlage wurde so konzipiert, dass die gereinigten Abwässer

Tabelle 4-14: Kläranlagen von Teheran, die Art ihrer Tätigkeiten und die Menge ihres Ausgangswassers

	Abwasser- reinigungsanlage	Gründung	Einwohnerwerte - Belastung (ursprüngliche Auslegungskapazität)	EW – Aktuelle Belastung	Durchschnittliche Abwassermenge nach Design m <sup>3</sup> /T	Durchschnittliche Abwassermenge aktuell m <sup>3</sup> /T	Operation und Verfahren	Bestimmung
1	Saheb- gharani	1955	2000	7000	288	1200	Flotation (durch lange Dauer der Oberflächenbelüftung), Separation (Belebtschlamm)	Nach der Behandlung wird das Abwasser ohne Nutzung über einen Kanal abgeleitet (Pasdaran)
2	Mahallati	1999	30000	22000	4800	3120	Flotation (durch lange Dauer der Oberflächenbelüftung), Separation (Belebtschlamm)	Bewässerung von Grünflächen
3	Zargande	1987	60000	60000	4800	6960	Kontaktstabilisierung, Separation (Belebtschlamm)	Nach der Behandlung, wird das Abwasser ohne Nutzung über einen Wasserlauf abgeleitet (Rudaki)
4	Gheytharie	1986	12000	20000	1500	3720	Flotation (durch Tiefenbelüftung und Mischung), Separation (Belebtschlamm)	Nach der Behandlung wird das Abwasser ohne Nutzung über einen Wasserlauf abgeleitet (Bahmani)
5	Shahrak- Gharb	1995	85000	100000	30240	17280	Flotation (durch lange Dauer der Oberflächenbelüftung), Separation (Belebtschlamm)	Bewässerung von Grünflächen (Park-e- Pardisan)
6	Ekbatan	1984	100000	85000	24000	30000	Flotation (durch lange Dauer der Oberflächenbelüftung), Separation (Belebtschlamm)	Nach der Behandlung wird das Abwasser ohne Nutzung über einen Wasserlauf abgeleitet (Firuzabad)
7	Doulatabad	2002	80000	90000	7920	13440	Flotation (durch lange Zeit der Oberflächenbelüftung), Separation (Belebtschlamm)	Nach der Behandlung wird das Abwasser ohne Nutzung über einen Fluss/Wasserlauf abgeleitet (Sorkh.e.Hesar)
8	Shush	1982	40000	100000	4080	10200	Flotation (durch Oberflächenbelüftung), Separation (Belebtschlamm)	Nach der Behandlung wird das Abwasser ohne Nutzung über einen Fluss/Wasserlauf abgeleitet (Sorkh.e.Hesar)
9	Shahrak- Bagheri	2010	?	-	3600	-	Flotation (durch Tiefenbelüftung)	Bewässerung der Grünflächen (Tschitgar- Wald)
10	Süd Teheran	1. Modul 2009, 2. & 3. Modul 2010, 4. Modul nach Plan 2011	2100000 (Erste 4 Module)	-	450000	-	Filtration, Sedimentation, Flotation, Separation (Belebtschlamm), Denitrifikation (Entfernung von Stickstoff), Desinfektion	Bewässerung des Ackerlands von Ray und Varamin

<sup>88</sup> <http://ts.tpww.co.ir/fa/p8/p17>.

uneingeschränkt in der Landwirtschaft verwendet werden können. Aufgrund der rasanten Stadtentwicklung mit einer stark ansteigenden Bevölkerungszahl und des damit einhergehenden wachsenden Wasserbrauches besteht bereits ein starker Nutzungskonflikt mit der Landwirtschaft um die schwindenden Wasserreserven. Mit der Nutzbarmachung des Abwassers als Ressource kann dieser entschärft werden (ILF Beratende Ingenieure, 2011). Nach dem Bau von vier Modulen stehen etwa 160 Millionen Kubikmeter gereinigtes Abwasser zur Verfügung. 76% der Stromversorgung werden aus eigener Gasproduktion abgedeckt (Ghorbani, 2010).

Parallel zu dem Bau der Süd-Teheraner Abwasserreinigungsanlage wurde ein Abwassersammlungssystem angefangen. Dies war das größte Umweltprojekt des Landes, finanziert mit einem ca. 2,6 Milliarden US-Dollar großen Kredit für die ca. 9.000 Kilometer lange Rohrleitungsinstallation über 700 km<sup>2</sup> Gesamtfläche. Das Projekt wird in fünf Phasen ausgeführt und voraussichtlich im Jahr 2029 beendet werden (TPWW, 2006).

#### 4.13.1 Bewässerung mit Abwasser in Teheran

Regenwasser, Grauwasser und gereinigtes und wiederaufbereitetes Abwasser sind allesamt Alternativen zum Verbrauch von Trinkwasser für eine Reihe von Zwecken, einschließlich der Bewässerung von Ackerland und Grünflächen besonders in warmen und trockenen Regionen. Mit der Nutzung des Abwassers für die Landwirtschaft wird der Energieverbrauch um bis zu 30% gesenkt (Hashemi & O'Connell, 2009: 2).

Die Verwendung von kommunalem Abwasser in der Landwirtschaft ist eine Jahrhunderte alte Praxis, auf die sich mit der zunehmenden Verknappung von Süßwasser in vielen ariden und semi-ariden Regionen die erneute Aufmerksamkeit richtet. Angetrieben durch rasche Urbanisierung und wachsende Abwassermengen in Teheran seit den 1960er Jahren wird das Abwasser weitgehend als preiswerte Alternative zu herkömmlichem Wasser zur Bewässerung verwendet, es unterstützt Existenzgrundlagen und erzeugt erhebliche Werte in stadtnaher Landwirtschaft.

Bewässerung mit unbehandeltem Abwasser kann eine große Bedrohung für die Lebensmittelsicherheit und Umweltqualität darstellen. Eine Reihe von Viren und Protozoen stellt zusätzliche Gesundheitsrisiken dar. Abwasser ist als eine große Quelle für chronische Darmerkrankungen wie Cholera (Epidemie in Jerusalem 1970) und Typhus (Epidemie in und Dakar 1987, Santiago 1983) bekannt (Saravanan et al., 2011: 463).

##### **Exkurs 11: Einfluss der Bewässerung mit Abwasser auf Pflanzen**

*Die Verwendung von kommunalen Abwässern, die einst als Quelle der Infektion angesehen wurden, wird heute als reiche Quelle für Dünger und Mineralien betrachtet.*

*Aufgrund der Begrenzung der Ressource Wasser ist ihre optimale Nutzung notwendig, wie die Verwendung von Abwasser zur Bewässerung der Parks und Grünflächen. Hauptursache für die Besorgnis um die Bewässerung mit kommunalem Abwasser ist das Vorhandensein von Schwermetallen wie Nickel, Chrom, Blei und Zink.*

*Nach einer Studie über das häusliche und städtische Abwasser ist bewiesen, dass es Bodenverschmutzung, Pflanzenvergiftung, Grundwasserbeschädigung und die Behinderung der menschlichen Nahrungskette verursachen kann.*

*Erkenntnisse verschiedener iranischer Forschungsberichte:*

*Bewässerung mit Abwasser verursacht eine schwere Metallakkumulation in den Blättern der Bäume (außer Zn), die als höher als die Grenzwerte dargestellt wird, aber die Konzentration davon in Obst (außer Blei) ist nicht höher als die Norm.*

*Der Stammdurchmesser und die Höhe wie auch der Durchmesser der Krone der Bäume, die mit Abwasser bewässert wurden, sind deutlich größer als die anderen, die mit Brunnenwasser bewässert werden.*

*Die Nährstoffkonzentrationen von Stickstoff, Phosphor, Kalium, Calcium und Magnesium im Boden, der mit kommunalem Abwasser in Berührung kommt, war eindeutig höher als bei dem Boden, der mit Brunnenwasser bewässert wurde. In allen Schichten und Tiefen der Böden, die durch Abwässer bewässert wurden, sind die Akkumulation und Konzentration von Schwermetallelementen und in den Oberflächenschichten dieser Elemente (außer Cr) höher als der weltweite Durchschnitt.*

*Die Ergebnisse der Forschung bekräftigen mehr denn je die Idee von kommunalem Abwasser als einer*



wichtigen Quelle für die Wasserversorgung für die Landwirtschaft und städtische Grünflächen und außerhalb der Kontamination von Obstbäumen und Gemüse bringt es keine schwerwiegenden Einschränkungen mit sich. Die meisten mikrobiellen Kontaminationen von Gemüse werden nach dem Waschen und Sterilisieren gelöst, aber aufgenommene chemische Vergiftungen können nicht gelöst werden. Schwermetalle in Gemüse und landwirtschaftlichen Produkten haben die Angst vor weit verbreiteten Krebsarten im Land erhöht, denn manchmal steigt die Menge des Bleis im Abwasser von Teheran auf ein bis zu 400-faches des normalen Standards. Andere verschmutzende Elemente wie Nitrat und Sulfat zeigen auch ein solches Ergebnis. Nach Meinung der Experten für Umwelt und Landwirtschaft aus dem Ministerium für Landwirtschaft kann das Abwasser der zehnten Kläranlage in Süd-Teheran ohne Zögern für die Bewässerung der Grünflächen eingesetzt werden und parallele Investitionen in die öffentliche Bildung für eine effiziente Nutzung dieses Wassers verhindern die durch den Kontakt drohenden möglichen Probleme und Krankheiten. Reihe von Forschungsprojekten: (Torabian & Hashemi, 1999); (Agha-barati et al., 2010); (Tabari & Salehi, 2008); (Alizadeh et al., 2008) und (Salehi & Tabari, 2011)

Zusätzlich können über Gemüse und Tierfutter als Übertragungsweg Schwermetalle (Zink, Mangan, Eisen, Kadmium, Nickel, Blei, Chrom) aus dem Abwasser in die menschliche Nahrungskette gelangen (Delgado et al., 2004: 90f.). Viele Experten und Ärzte sehen die Häufung bestimmter Krebsarten in Teheran und anderen Städten im Land in Verbindung mit dem Verzehr dieses Gemüses (Tavakoli, 2013). Oberflächenwasser und Abwasser in Teheran übertragen Blei in einer Konzentration von dem bis zum 400-fachen des normalen Standards, das im Gemüse gespeichert werden kann (Behzad, 2010). Es gibt auch andere Schadstoffe wie Nitrat und Sulfat, die in Milch von weidenden Kühen gefunden wurden (Swarup et al., 1997: 223).

Schließlich wird durch das ungereinigte Abwasser die ökologische Qualität von Böden verringert und hat auch negative Auswirkungen auf die Biodiversität des Bodens. Bekannt ist z. B. die mögliche Bodenversalzung aufgrund der Bewässerung mit natriumhaltigem Abwasser. Diese verringert die Wasserleitfähigkeit des Bodens und führt somit zu Ertragsdepressionen. Weiterhin besteht die Möglichkeit der Anreicherung mit Schwermetallen bei der Nutzung von Abwasser zur Bewässerung (Scott et al., 2004: 4).

Auf lange Sicht müssen mindestens die physikalische und chemische Behandlung die Norm sein. Obwohl die Kosten für die Technik und auch den Betrieb und Wartung der Erstbehandlung akzeptabel sind, sind der Bodenwert oder die Opportunitätskosten des städtischen oder stadtnahen Lands oft ein großes Hindernis für den Bau einer neuen Kläranlage. Die aktuelle Position der Kläranlagen von Teheran, in Bezug auf ihre Verteilung für die städtischen Grünflächen und das Ackerland, das Land-Gefälle und die Übertragungskosten per Pipeline oder Tanker, führen zu den Schwierigkeiten für die Grünflächenwasserversorgung, die in Kapitel 5 beschrieben werden.

#### **4.13.2 Qualität des gereinigten Abwassers der Kläranlage von Teheran zur Bewässerung der Stadtgrünflächen**

Aufgrund der Begrenzung der Ressource Wasser und der Notwendigkeit einer optimalen Nutzung dieser Ressourcen sollte für die Grünflächen behandeltes Abwasser verwendet werden. Auf der anderen Seite kann die schlechte Qualität des Abwassers erhebliche Umweltprobleme verursachen.

In einer Studie der Fakultät für Umweltwissenschaften der Universität Teheran wurde bei dem Ausgangswasser der sechs Kläranlagen innerhalb von Teheran der chemische und biologische Inhalt beprobt und analysiert (nach elektrischer Leitfähigkeit, Calcium, Magnesium, Natrium, Carbonat, Hydrogencarbonate, Chloride, Stickstoff Ammoniak, Stickstoff, Nitrate und Phosphor). Die Studie zeigt, dass die Qualität der Abwasserreinigung in den letzten Jahren verbessert worden ist, aber:

- das Ablaufwasser aus allen sechs Kläranlagen erfüllt die bestehenden Normen nicht, und wegen der mikrobiellen Kontamination darf es nicht an die Umgebung abgegeben werden

- ablaufende Abwässer von vier Kläranlagen (Sahebgharanie, Gheitarie, Zargande und Ekbatan) könnten nach Chlorierung zur Bewässerung von Grünflächen verwendet werden
- das behandelte Wasser von zwei Kläranlagen (Shush und Fakuri) ist wegen des Mangels an gleichbleibender Qualität in Bezug auf die hohe Gesamtmenge an Schwebstoffen (total suspended solids) nicht akzeptabel (Torabian & Hashemi, 1999).



*Abbildung 4-53: Chronische Krankheiten und sanitäre Probleme, die meist die Bewohner des Stadtrands stark betreffen, sind sehr große negative Folgen der Exposition gegenüber Abwasserkanälen (Foto: Süd-Teheran, ISNA, 2011<sup>89</sup>)*

<sup>89</sup> <http://www.isna.ir/fa/imageReport/9002-00193.175077/>.



## 5. KAPITEL: STADTBEGRÜNUNGSPLAN FÜR DIE STADT TEHERAN - ANALYSE UND EMPFEHLUNGEN

Eine nachhaltige städtische Verwaltung beinhaltet die Bereitstellung der Grünflächen als eines der grundlegenden Bedürfnisse der Bürger und ist damit auch ein Element der sozialen Gerechtigkeit. Dieses Engagement verdient grundsätzliche Hochachtung.

Für eine nachhaltige, umweltbewusste Entwicklung Teherans sollte vor allem die Stadt bzw. das Bevölkerungswachstum planmäßig stabilisiert werden. Eine Vorantreibung der Maßnahmen zur Sicherung wirtschaftlicher Prosperität, Verbesserung der sanitären Einrichtungen, Förderung des Arbeitsmarkts und Erhöhung der Sicherheit, die allen Bevölkerungsschichten ein menschenwürdiges Leben sichern können, darf jedoch nicht die Existenzgrundlagen Natur und Umwelt gefährden.

Die Anzahl, der Umfang von und die Erwartungen an die baulichen- und Freiräume bzw. Grünflächen stehen in Beziehung zu den demographischen Veränderungen (wachsende oder schrumpfende Bevölkerung, Überalterung, Wanderungsprozesse und zunehmende Individualisierung), der finanziellen Situation des Staatshaushalts und der Bevölkerung (für Verwaltung, Unterhaltung und Neuentwicklung) wie auch der Form räumlichen Stadtwachstums.

Nach Angabe des städtischen Masterplans gibt es in der Art, Qualität und Breite der Grünflächen in verschiedenen Teilen von Teheran eine positive Korrelation mit den sozialen Klassen, dem Bildungsniveau und Reichtum der Menschen in jeder Umgebung: Die Bewohner einer wohlhabenden Umgebung können sich auch wirkungsvolle private Grünflächen leisten; dagegen herrscht im kompakten Stadtzentrum ein extremer Mangel an öffentlichen und privaten Grünflächen für unterstützungsbedürftige Bürger. Nützliche Grünflächen für Ansässige dieser Viertel sind ein tägliches, dauerhaftes und unmittelbares Bedürfnis, das der Bedarf bei weitem nicht abdecken kann. Deshalb sollten Grünflächen in Form einer komplexen sozialen, kulturellen und wirtschaftlichen Gemeinschaft gedacht werden.

In Bezug auf Grünflächen sind das richtige Stadtmanagement und -führung, sorgfältige finanzielle Planung, eine geeignete Gesetzgebung und Umsetzung der Vorschriften sowie die Verbesserung der Infrastrukturen und öffentlichen Bildung die wichtigsten Herausforderungen für die Stadt Teheran als politische Institution und administrative Körperschaft.

Aufgrund der unterschiedlichen Aspekte von Grünflächen im Stadtgebiet werden, basierend auf den vorangegangenen Kapiteln, die Analysen, Optionen und Vorschläge in verschiedenen Kategorien in diesem Kapitel präsentiert:

- In **5.1**, nach der Überprüfung und dem Vergleich der Flächenmenge von städtischen Grünflächen in anderen Städten und der vorherigen Vorschläge für Teheran wird eine Analyse der Qualität und Quantität der Grünflächen in Teheran durchgeführt und angesichts der Fläche und Bevölkerungsdichte für jeden Stadtbezirk die benötigte Menge von Grünflächen berechnet.

Auf diesem Fundament werden die Hauptstrategien für die Stadtbegrünung unter Berücksichtigung der räumlichen Möglichkeiten von unterschiedlichen Stadtbezirken aufgebaut und eine Gestaltung für einen Stadtbezirk und Beispielblock vorgestellt.

- In **5.2** wird eine wirtschaftliche Bewertung der Grünflächen in Teheran vorgenommen. Der Analyse der Kosten und Nutzen von städtischem Grün folgt eine Diskussion der aktuellen Finanzierungsquellen und ihrer Mängel wie auch der Schadensschätzung und Kompensationsmethoden bei Verlusten.



- Soziale Aspekte der Ursachen der begrenzten öffentlichen Beteiligung an Stadtprojekten und Stadtbegrünung werden in **5.3** diskutiert, der Schwerpunkt wird dabei auf die Bildung und Umweltkommunikation in den Schulen und Medien sowie die Rolle von Umwelt-NGOs als Alternative zu den zentralisierten staatlichen Stellen bei der Organisation, Motivierung und Koordinierung der Bürger gelegt.

- **5.4** veranschaulicht administrative und organisatorische Herausforderungen der Grünflächen von Teheran. Als Verantwortliche für die städtischen Grünflächen wird die Teheraner Stadtverwaltung vorgestellt und ihre Struktur- und Managementschwächen diskutiert.

Mit der Beschreibung der finanziellen Zyklus- und Budgetplanung in Teheran werden Lösungen zur Finanzierung der Grünflächen, wie in Abschnitt 5.2, vorgeschlagen und das adaptive Management als Leitfaden für die Ermutigung zur Bürgerbeteiligung (Abschnitt 5.3) und Systemverbesserung vorgestellt.

- **5.5** beweist mit den Daten der vorangegangenen Abschnitte und weiteren ergänzenden Berechnungen über Wasser und Abwasser in Teheran, dass entgegen der landläufigen Wahrnehmung in Teheran kein Mangel an Wasser für die Bewässerung der Grünflächen herrscht, da Teheran in einem Abwassermeer schwimmt und mit einer Abwasserbehandlung genug Wasser nicht nur für öffentliche Grünflächen, sondern auch für die stadtnahe Landwirtschaft zur Verfügung stehen würde und die Nutzung von behandeltem Abwasser und Wasser aus anderen Quellen wie Qanats und Wasserläufen den Wasserstress in der warmen Jahreszeit reduzieren könnte.

Angesichts der Priorität der Trinkwasserversorgung und benötigten Wassers für die Landwirtschaft und die Industrie wurde hier erst einen Plan für den gesamten Wasserverbrauch der Stadt erstellt. In Teheran gab es häufig eine Wassermangelkrise, eigentlich durch den völlig überzogenen Trinkwasserverbrauch und als die Lösung wurden die Wasserressourcen anderen Städten und Gebieten weggenommen.

Die Notwendigkeit für die Planung und Begrenzung des Verbrauchs von Trinkwasser wird hier mit dem Ziel der Stabilität und Nachhaltigkeit des Einzugsgebietes bezüglich der erneuerbaren Wasserressourcen in Einzelheiten diskutiert.

Jedoch ist die Verteilung des Wassers (Abwasser) in den Stadtbezirken nicht gleich und ausreichend; so müsste der Wasserüberschuss von einigen Bereichen in andere geleitet werden. Auch wird die Veränderung der Bewässerungsmethoden zur Verbesserung der Effizienz der Bewässerung empfohlen.

- **5.6** enthält einen Vergleich von Klima- und Bodenverhältnissen mit den bestehenden Bäumen und der Tipps der zuständigen Reviergärtner in den verschiedenen Stadtbezirken von Teheran, um mit der Kombination dieser Merkmale und Eigenschaften die besten Baumarten für die verschiedenen Bezirke auszuwählen.



## 5.1 Die Räumliche Entwicklungsstrategie für öffentliche Grünflächen in Teheran

Der urbane öffentliche Raum ist ein entscheidender Faktor für die Funktionalität, Wohnlichkeit und den ästhetischen Charakter der städtischen Umwelt. Stadtklima, Luftqualität, Wassermanagement, Biodiversität und Freizeitmöglichkeiten sind Dienstleistungen, die von städtischen Grünflächen abhängig sind. Es ist bedeutend, die spezifischen Anforderungen und die Zielsetzungen für öffentliche Räume in der Stadt zu formulieren und umzusetzen und den Unterschied der ariden und nicht-ariden städtischen Grünflächen zu beachten. Damit können in der Vergangenheit häufig begangene Fehler, die klimatischen Verhältnisse nicht zu beachten und ihnen keine Priorität einzuräumen, vermieden werden. Mit anderen Worten ist der erste Schritt zur Gestaltung der Stadtbegrünung die Wahrnehmung und Beachtung der Besonderheiten und des Charakters von ariden und semi-ariden Regionen.

Die Anerkennung des möglichen Potenzials und der Beschränkungen der städtischen öffentlichen Räume in trockenen Gebieten unterstützt den Fortschritt der Stadtentwicklung in den Wüstenregionen.

### 5.1.1 Qualität und Quantität der Grünflächen Teherans

Die geographische Informationswissenschaft und Technologien erlauben eine Kontrolle der heterogenen städtischen öffentlichen Räume; diese Arbeit ist besonders wichtig in einer semi-ariden Stadt, wo Vegetation und Wasser knapp und begrenzt sind. Zusätzlich sind die Maximierung der positiven Auswirkungen auf die städtische Umwelt, die Umwelt- und Sozialverträglichkeit und die Minimierung der Kosten in der Planung eines neuen städtischen Parks bedeutende Faktoren.

In ariden und semi-ariden Regionen, in denen Grün eine Bewässerung erfordert, schwanken Qualität und Ausmaß der Grünflächen im öffentlichen Raum. Die meisten Naturräume bestehen aus Sträuchern mit einer kleinen Zahl von Bäumen und wenig oder keinem Rasen. Einige öffentliche Stadträume haben aber eine zu bewässernde Vegetationsabdeckung durch Rasen, eine größere Anzahl Sträucher und größere Bäume.

In der Tat haben die gestalteten Grünflächen in ariden und semi-ariden Städten wie Teheran im Vergleich mit den Städten in gemäßigten Klimazonen wenig Ähnlichkeit mit ihrem natürlichen Umland. Selbst in einer ariden Stadt sind die Rolle und der Einfluss der Bewässerung auf die Bestimmung der Form und Qualität der Grünflächen so groß, dass sie von Stadtteil zu Stadtteil unterschiedliche „Gesichter“ haben.

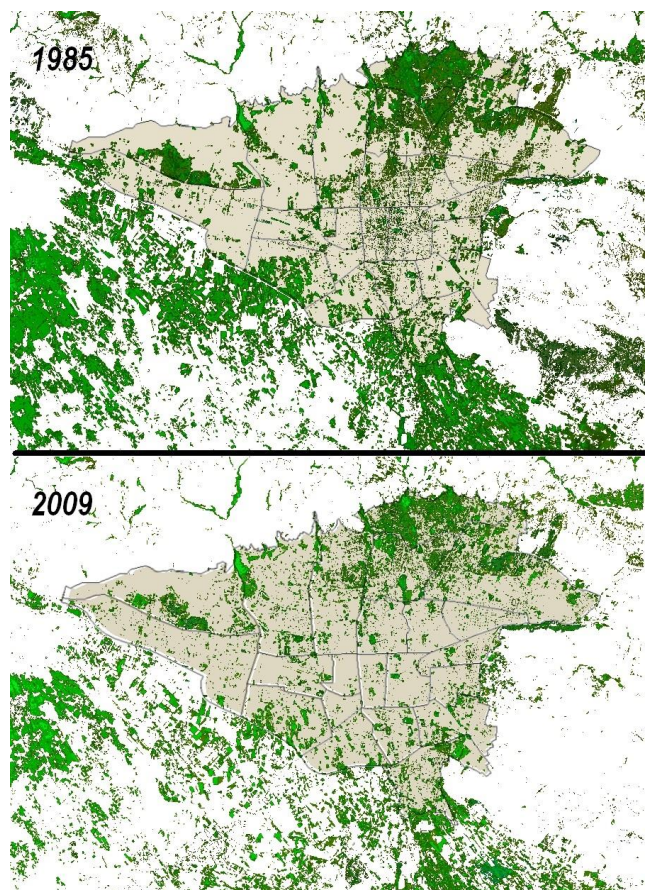


Abbildung 5-1: Grünflächeverteilung/verlust in Teheran: Die Karten wurden in Anlehnung an Satellitenbilder der NASA<sup>90</sup> (1985 & 2009) auf aktuellen Bereich der Stadt von Verfasserin gezeichnet.

Qualität und Dichte der Grünflächen wurden nicht berücksichtigt. Viele Grünflächen sind allerdings aufgrund fehlender Mittel in einem unbefriedigenden Zustand und besitzen daher einen eher geringen Erholungswert.

<sup>90</sup> <http://earthobservatory.nasa.gov/IOTD/view.php?id=41308>

Dies bedeutet, dass Einfluss und Nutzen von städtischen Grünflächen in trockenen Gebieten nicht überall gleich sind.

Die folgenden Fakten sollten in ariden und semi-ariden Städten sorgfältig abgewogen werden:

- Ökologisch: Freie Räume mit wenigen Grünflächen können nicht helfen, die Luftqualität zu verbessern oder die städtischen Wärmeinseln zu mildern. Zum Beispiel können Parkanlagen, die in der Mehrheit aus Sträuchern bestehen, keine Wirkung in der Eindämmung von UHI und auch wenig ästhetischen Wert erzielen, obwohl die Stadtbewohner und besonders die Kinder sie zum Spaziergehen und spielen nutzen können

- Sozial: Ohne ernsthafte ständige Hilfe und Pflege durch die Stadtbewohner können die Grünflächen nicht weiter existieren. Die Menschen können die Grünflächen sehr unterschiedlich nutzen und unterschiedlich zufrieden mit einer unterschiedlichen Qualität der verschiedenen Grünflächen sein. Ihre Beteiligung und Zustimmung spielt eine sehr wichtige Rolle für das Überleben der Projekte und Pläne

- Wirtschaftlich: Die Kosten für das Pflanzen und Pflegen der Straßenbäume, Parkanlagen usw. in ariden Zonen sind höher als in gemäßigten Klimazonen, und je größer die Grünfläche und je mehr Vegetation, desto höher die Verwaltungskosten, insbesondere der Wasserversorgung in den Wüstenstädten. Aber in diesen Regionen sind die Auswirkungen von Grünflächen auf die

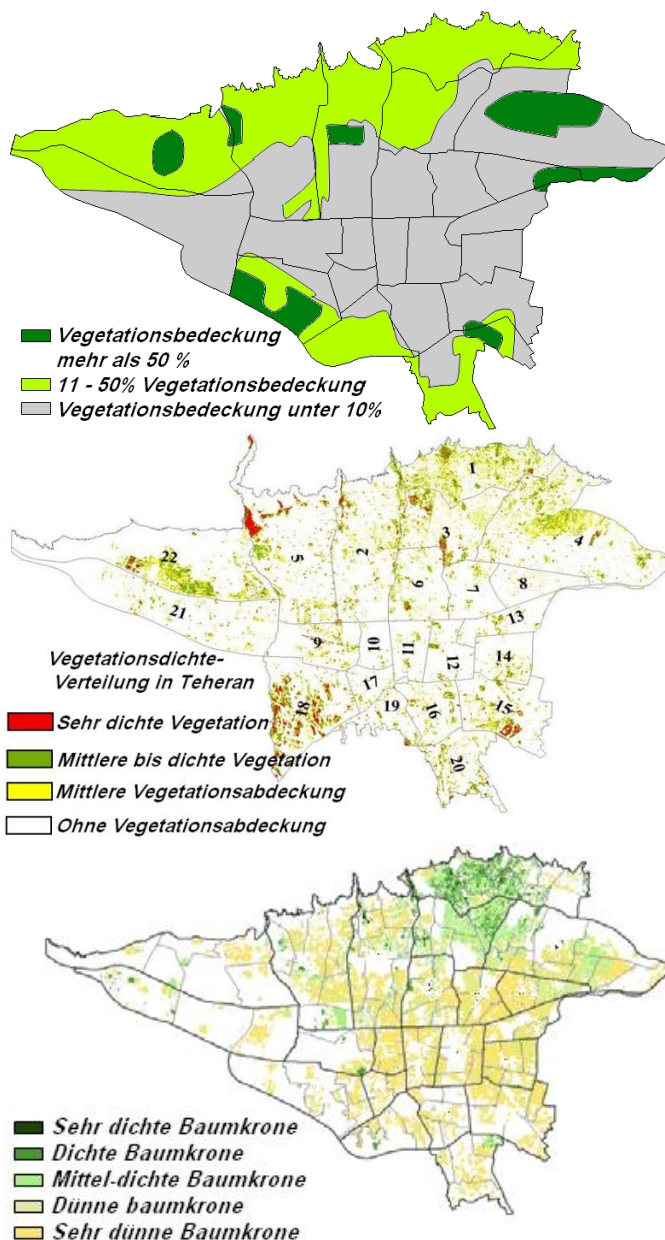


Abbildung 5-2: Vergleich der Vegetationsabdeckung in 22 Stadtbezirken von Teheran aus den verschiedenen Ansichten, extrahiert aus der Interpretation von farbigen Satellitenbildern, die Karten wurden von der Verfasserin etwas vereinfacht.

Oben: Vegetationsdeckung nach der Verbundenheit: Gruppe 1: Abdeckung mehr als 50% und weniger als 11 m Abstand zwischen Grünflächen; Gruppe 2: Abdeckung 11 bis 50% und weniger als 34 m Abstand; Gruppe 3: weniger als 10% Abdeckung und weniger als 281 m Abstand (Parivar, Yavari, Sotudeh, 2008<sup>91</sup>)

Mitte: Vegetationsdichteverteilung (Faryadi, Taheri, 2009<sup>92</sup>)

Unten: Dichtheit der Baumkronen in Teheran (Karami et al, 2012<sup>93</sup>)

<sup>91</sup> بریور؛ باوری؛ ستوده: تحلیل تغییرات زمانی و توزیع مکانی فضاهای سبز شهری تهران در مقیاس سیاسی سرزمین، مجله محیط شناسی، دوره ۳۴، شماره ۸۴ تا ۷۳، بهار ۱۳۸۷، صفحات ۷۳ تا ۸۴

<sup>92</sup> Faryadi & Taheri: Interconnections of Urban Green Spaces and Environmental Quality of Tehran, Int. J. Environ. Res., 3(2):199-208, 2009.

<sup>93</sup> کرمی، سلیمانی، افراخته، حاتمی نژاد: بایسته های بوم شناسی سیاسی شهر: الگوی توزیع تاج پوشش درختی و نابرابری فضایی در شهر تهران، فصلنامه مطالعات و پژوهشهای شهری و منطقه ای، سال چهارم، شماره سیزدهم، تابستان ۱۳۹۱



Immobilienpreise sehr groß. Dieser zusätzliche Wert, zusammen mit der traditionellen Affinität der Wüstenbewohner zu grünen Landschaften, kann ein gutes Instrument für das Management sein

- Wasserwirtschaftlich: Das Wasserressourcenmanagement in ariden und semi-ariden Regionen erfordert einen integrierten Ansatz und langfristige Planungsmaßnahmen. Eine bessere Abschätzung vorhandener Wasserressourcen, die Bewertung des Einflusses von Wasserressourcen auf die Umwelt, verbesserte Strategien für das Management der Wasservorräte im Vergleich zur Nachfrage und verbesserte Überwachungstechniken für Dürremanagement und Dürrevorhersage sind daher von großer Bedeutung. Weitere bedeutende Faktoren sind die Strategien, Technologien und Managementpraktiken zur lokalen und sicheren, vom Verbraucher akzeptierten, ökonomisch sinnvollen und nachhaltigen Wiederverwendung geklärter Abwässer für städtische Grünflächen. Die Entwicklung von wassersparenden Technologien (Wiederverwendung und Recycling), eine Entwicklung von geeigneten Frühwarnsystemen einschließlich Messmanagement und Kontrollsystemen für Schadstoffe in Grundwasseraquiferen und Oberflächengewässern gehören ebenso dazu.

Es gibt keine feste Norm für die erforderliche Quadratmeterzahl der Grünfläche pro Stadtbewohner. Obwohl die Experten in Deutschland, Japan und einigen anderen Ländern einen Standard von 40 m<sup>2</sup> für städtische Grünflächen in hoher Qualität oder 140 m<sup>2</sup> Waldfläche pro Kopf zur Herstellung eines Gleichgewichts zwischen Kohlendioxid und Sauerstoff vorgeschlagen haben (Wang, 2009: 80), wurde ein Mindeststandard an Grünflächen von 9 m<sup>2</sup> je Einwohner durch die Weltgesundheitsorganisation (WHO) und die Ernährungs- und Landwirtschaftsorganisation (FAO) für „entwickelte“ Länder aufgestellt (Kuchelmeister, 1998: 7) als auch 6,0-7,0 m<sup>2</sup>/E (Jantzen, 1973).

Die Erweiterung der öffentlichen Grünflächen war ein Ziel aller kommunalen Masterpläne (Regionalebene, Stadtebene und Stadtteilebene) von Teheran seit 1968, wo die Grünflächen nur 0,73 Quadratmeter pro Kopf betragen. Die sehr schnell wachsende Stadt zerstörte viele private Gärten, Höfe und Ackerflächen; die städtischen Grünflächen blieben im Zuge dessen auf das öffentliche Grün beschränkt. Der Teheraner Masterplan von 2006 hat die Anlegung von 10 m<sup>2</sup> Grünfläche pro Kopf vorgesehen, obwohl die Park- und Grünflächenorganisation von Teheran nach dem Grünflächen-Entwicklungsplan 15 und das Ministerium für Wohnen und Stadtentwicklung 12 Quadratmeter pro Stadteinwohner vorgeschlagen hatte.

Diese Orientierungswerte basieren aber in der Regel auf der Einwohnerzahl und berücksichtigen daher andere Parameter, wie Nutzungswünsche, Lebensstile und klimatische, soziale und wirtschaftliche Hintergrund zu wenig.

Zum Beispiel wird es bei einer hohen Temperaturen zunehmend wichtig, die Bäume als Schattenspenden und Grünflächen als Klimaregulierung der Wohngebiete zu erhalten. Bahram Soltani erklärte, dass die Notwendigkeit für Grünflächen je nach Umgebungstemperatur

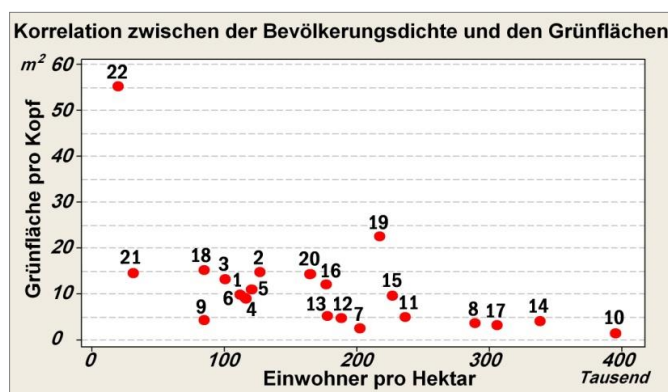


Abbildung 5-3: Die aktuelle Situation in den Stadtbezirken von Teheran zeigt eine negative Korrelation zwischen der Bevölkerungsdichte pro Hektar und den Grünflächen. Regionen mit hoher Bevölkerungsdichte haben somit weniger grüne Fläche. In dem neu gegründeten Stadtbezirk 22 mit etwa 12 Einwohnern pro Hektar beträgt die Grünfläche 56 Quadratmeter pro Kopf, während der Stadtbezirk 10 mit einer Bevölkerungsdichte von ca. 400 Bewohnern pro Hektar mit weniger als 2 m<sup>2</sup> den niedrigsten Pro-Kopf-Wert hat. Der Zusammenhang beschreibt keine bedeutende Beziehung zwischen Grünfläche und Bevölkerungsdichte; Korrelationskoeffizient nach Pearson = -0,63 (eigene Darstellung, basierend auf den Daten des Statistischen Jahrbuch der Stadt Teheran, 2009)



variiert. Er schlug die Koeffizienten 1 bis 5 für Iran zu einer Reihe der Durchschnittstemperatur des wärmsten Monats vor: weniger als 25°C =1; 25-30°C = 2; 30-35°C =3; 35-40°C =4 und über 40°C =5 (Bahram-Soltani, 1995: 75f.).

Auch bei der Erhöhung der Luftverschmutzung und Lärmbelastung ist der Bedarf an Grünflächen größer. Es gibt auch soziale Faktoren, die die Ansprüche und Bedürfnisse der Grünflächen beeinflussen können: Untere sozialen Schichten, die meist beschränkte Freizeitaktivitäten und weniger Zugang zu den privaten Erholungseinrichtungen haben, sind eher auf die öffentliche Grünflächen angewiesen.

Die folgende Karten (Abb. 5-5) zeigen, dass mit der Berücksichtigung und Anwendung einiger dieser Faktoren, welche unterschiedliche Ergebnisse in verschiedenen Stadtvierteln bringen, es zu einer Neubewertung der Grünflächen kommt.

Was in dieser Studie aus solchen einschlägigen Normen zum Einsatz gebracht wird, ist nur ein Hilfsmittel, damit die Bedarfe oder auch Defizite der Grünflächen als Voraussetzung für Makro-Planungen ermittelt werden können; und bei der praktischen Umsetzung der Grünflächen sollten die Voraussetzungen jedes Stadtviertels und die regionalen Unterschiede beachtet werden.

Die aktuelle Situation der Teheraner Grünflächen wird aufgrund von unterschiedlichen Definitionen des Bedarfs unterschiedlich bewertet: von 2 m<sup>2</sup> pro Kopf im inneren Stadtbereich nach Aussage des Stadtratspräsidenten (Chamran, 2011) bis zu 13 Quadratmeter pro Kopf durch den Geschäftsführer der Park- und Grünflächenorganisation von Teheran (Mokhtari, 2010). Der Leiter der iranischen Umweltschutzorg.

verkündete aber die Menge der Grünflächen, geordnet nach Art, mit 3 qm Bäumen/ Sträuchern und 11 qm Vegetationsdecke aus Gräsern/Rasen pro Einwohner in Teheran als Richtwert (Mohamadizadeh, 2011a).

Basierend auf offiziellen Daten hatte Teheran bei 8,5 Millionen Einwohnern

im Jahr 2011 insgesamt 100.671.494 Quadratmeter öffentliche Grünflächen bzw. 11,84 m<sup>2</sup> pro Person (Statistisches Zentrum Irans, 2012) und (Statistisches Jahrbuch der Stadt Teheran, 2012: 8ff.). Jedoch haben große Teile der hier einbezogenen Flächen weniger ökologischen Wert nebst einem hohen Wasserverbrauch, wie die 3,5 Mio. m<sup>2</sup> begrüneten Verkehrsinseln oder über die 9 Mio. m<sup>2</sup> grünen Plätze und Inselbeete, die meistens nur aus Blumenpflanzungen und Rasen bestehen.<sup>94</sup>

Bei einem Stadtgebiet von über 700 Quadratkilometern ist eine Übertragung des Pro-Kopf-Wertes auf die gesamtstädtische Situation keine sinnvolle Berechnungsbasis und kann irreführend sein.

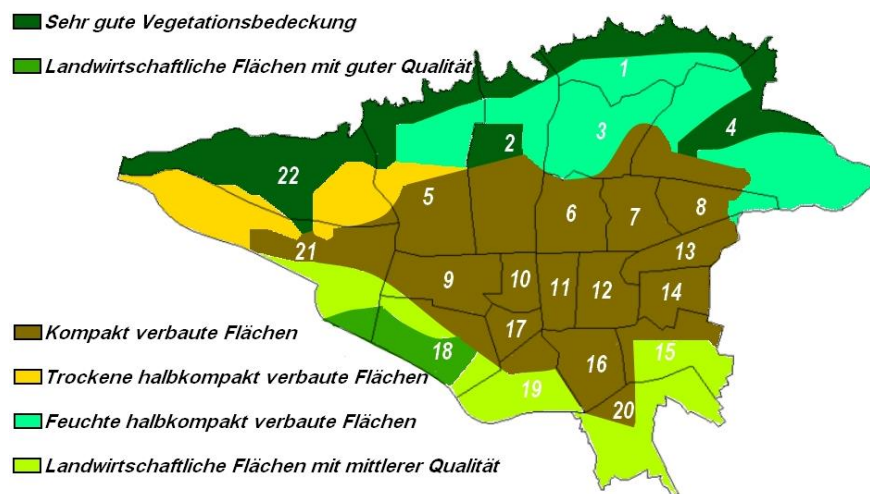


Abbildung 5-4: Vereinfachte Karte der aktuellen Vegetationsdeckung in Teheran

<sup>94</sup> Da die letzte detaillierten Daten zu den Bewohnern und Grünflächenarten aus dem Jahr 2008 zur Verfügung stehen, wurden die Informationen aus dem Statistischen Jahrbuch der Stadt Teheran, 2008 in den folgenden Tabellen angewendet.

Es gibt große Unterschiede zwischen den Grünflächen in den unterschiedlichen Stadtbezirken im Vergleich zu ihrer Population. In anderen Worten: Die bevölkerungsreichsten und am stärksten verschmutzten Stadtregionen haben die wenigsten Grünflächen. Z. B. hat Stadtbezirk 22 mit ca. 110.000 Einwohnern ca. 6,5 Millionen Quadratmeter Grünfläche (55,33 m<sup>2</sup>/P) und im ca. 320.000 Bewohner fassenden Stadtbezirk 10 befinden sich dagegen nur 550.000 Quadratmeter (1,76 m<sup>2</sup>/P).

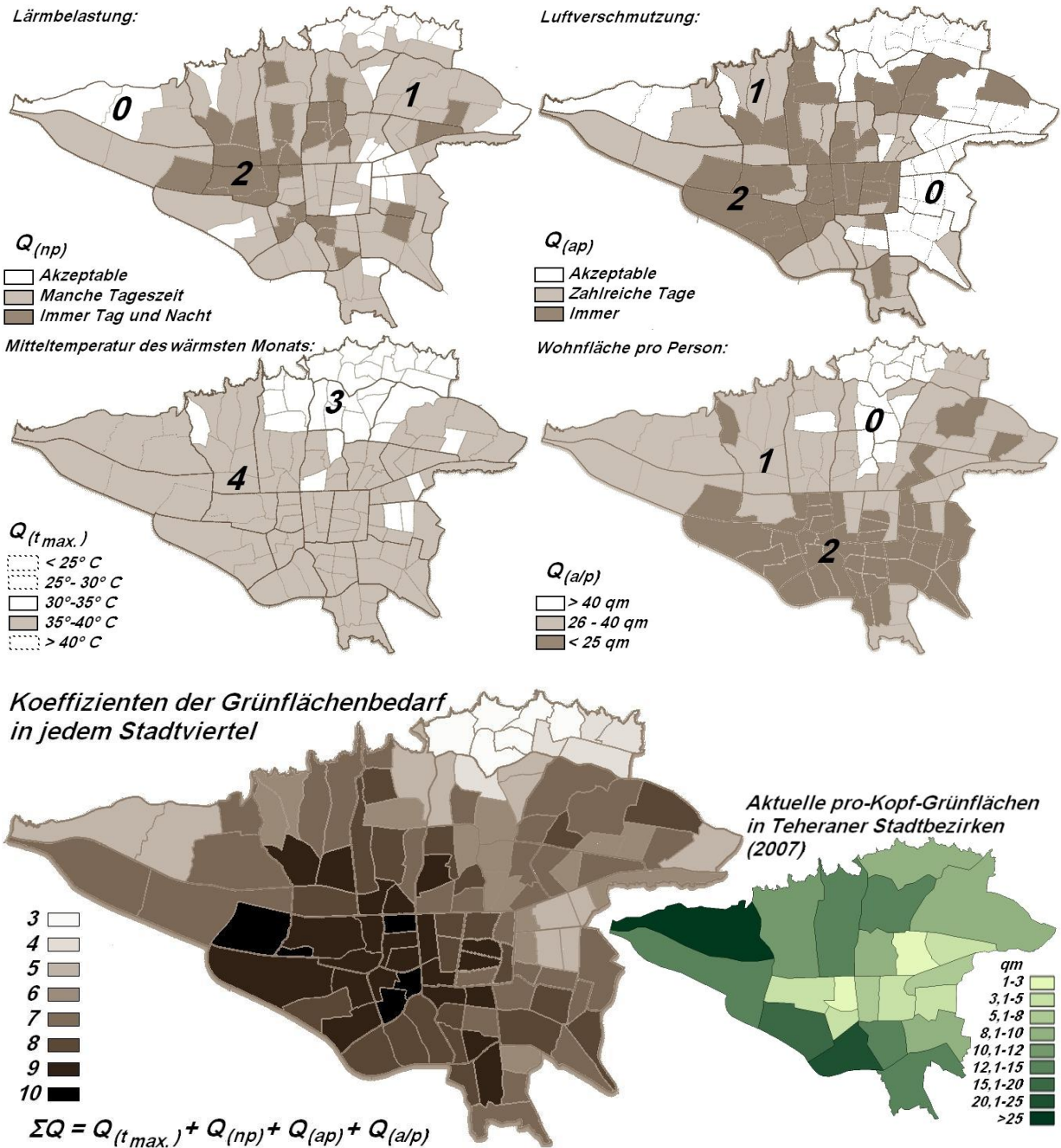


Abbildung 5-5: Neben der Bevölkerungszahl gibt es andere Parameter, die die Menge der erforderlichen Stadtgrünflächen beeinflussen können. Die Summe dieser Faktoren wird als ein Koeffizient wirken, um die minimale Grünfläche für jedes Stadtviertel zu berechnen. Die letzte Karte zeigt, inwieweit dieser Faktor in den Stadtbereichen unterschiedlich ist (eigene Darstellung, basierend auf den Daten des statistischen Jahrbuchs der Stadt Teheran, 2007)

Tabelle 5-1: Bevölkerungszahl der 22 Teheraner Bezirke, die Anzahl und Arten von Grünflächen, ihre Mängel je nach 10 m<sup>2</sup> und 15 m<sup>2</sup> pro Kopf (eigene Berechnungen nach statistischen Jahrbuch der Stadt Teheran, 2007)

Stadtbezirke	Einwohner	Fläche der Stadtbezirke (1000qm)	Parks/ Erholungsflächen	Stadtwald	Plätze	Straßenbäume	Begrünte Verkehrsinseln	Summe	Grünfläche pro Kopf in qm	Anteil der Grünflächen an der Gesamtfläche des Stadtbezirks	Grünflächenbedarf (10qm pro Person)	Überschuss oder Mangel (10qm pro Pers.)	Grünflächenbedarf (15 qm pro Person)	Überschuss oder Mangel (15qm pro Pers.)
1	396257	34610	849416	1206046	304021	1482691	82870	3744975	9,45	10,82	3962570	-217595	5943855	-2198880
2	626380	49670	1115183	5435819	123952	1264763	1268204	9387990	14,99	18,90	6263800	3124190	9395700	-7710
3	294103	29440	1188746	1019275	318728	1319528	296502	3948003	13,42	13,41	2941030	1006973	4411545	-463542
4	837504	72600	1835409	504644	452611	4526030	507808	7692619	9,19	10,60	8375040	-682421	12562560	-4869941
5	711202	59140	1259535	4462261	113819	1462934	358479	7995820	11,24	13,52	7112020	883800	10668030	-2672210
6	239058	21490	698710	143510	34301	1234680	195858	2386577	9,98	11,11	2390580	-4003	3585870	-1199293
7	311199	15410	219405	8135	164114	500023	86679	848543	2,73	5,51	3111990	-2263447	4667985	-3819442
8	383232	13260	261059	7031	275262	974037	62826	1469067	3,83	11,08	3832320	-2363253	5748480	-4279413
9	165164	19590	188976	22760	14547	202627	59532	749157	4,54	3,82	1651640	-902483	2477460	-1728303
10	319159	8070	205592	0	20182	306544	36414	563097	1,76	6,98	3191590	-2628493	4787385	-4224288
11	280740	11890	496685	248580	23904	701953	17749	1485149	5,29	12,49	2807400	-1322251	4211100	-2725951
12	254800	13590	671093	0	153050	506351	46713	1248061	4,90	9,18	2548000	-1299939	3822000	-2573939
13	245782	13900	403817	55422	97170	581847	117896	1312032	5,34	9,44	2457820	-1145788	3686730	-2374698
14	493346	14590	795911	194580	479977	925599	113144	2126404	4,31	14,57	4933460	-2807056	7400190	-5273786
15	644562	28520	2987976	1246358	93142	1422705	221515	6358531	9,86	22,29	6445620	-87089	9668430	-3309899
16	290455	16480	1449892	1238328	39507	605168	162887	3549417	12,22	21,54	2904550	644867	4356825	-807408
17	253082	8290	454043	42537	138424	233060	77438	846858	3,35	10,22	2530820	-1683962	3796230	-2949372
18	319362	37930	1547995	2663850	140428	410794	153117	4914180	15,39	12,96	3193620	1720560	4790430	123750
19	249956	11520	1114716	587646	164352	3183010	649974	5675774	22,71	49,27	2499560	3176214	3749340	1926434
20	333655	20320	1221620	2013012	508763	958632	503998	4861614	14,57	23,93	3336550	1525064	5004825	-143211
21	157142	52070	962454	313321	1508763	505883	24019	2314440	14,73	4,44	1571420	743020	2357130	-42690
22	116119	61540	312930	5386081	139474	158366	427793	6424644	55,33	10,44	1161190	5263454	1741785	4682859
Se.	7922259	613920	20241163	26799196	5308491	23467225	5471415	79902952	10,09	13,02	79222590	680362	118833885	-38930933

Da die Nutzung der Grünflächen für alle Bürger aufgrund der weiten Entfernung nicht möglich, die ökologischen Auswirkungen ebenfalls begrenzt und eine Umlegung der Grünfläche natürlich unmöglich ist, ist die Berechnung der Summe des Flächenbedürfnisses der Grünfläche in der obigen Tabelle mit der Zusammenrechnung der positiven (Überschuss) und negativen (Mangel) Beträge nicht weiterführend und daher inakzeptabel. Das Ergebnis wird in folgender Tabelle korrigiert:

Tabelle 5-2: Korrekturtabelle für die Menge des Flächenbedürfnisses der Grünfläche in Teheran

Stadtbezirke	Einwohner	Gesamte Grünfläche	Grünfläche pro Kopf in qm	Anteil der Grünflächen an der Gesamtfläche des Stadtbezirks	Grünflächenbedarf (10qm pro Person)	Überschuss oder Mangel (10qm pro Pers.)	Grünflächenbedarf (15 qm pro Person)	Überschuss oder Mangel (15qm pro Pers.)
Zusammen	7922259	79902952	10,09	13,02	79222590	680362	118833885	-38930933
Gesamter Grünflächenmangel (nur die negative Beträge)					-	-17407780	-	-45663976

Verbesserungen erhoffen sich die Experten vor allem durch den „Zoning“-Ansatz des Masterplans. Hauptsächlich wurde durch die Vergabe von offenen und unbebauten Grundstücken zur Anlegung von Grünflächen versucht, den durchschnittlichen Pro-Kopf-Wert zu verbessern. Die Berücksichtigung der Verfügbarkeit von Grundstücken und unterschiedlicher Konzentration der Bevölkerung in 22 Stadtteilen zeigt aber, dass diese Aktion nicht die optimale Lösung für die Probleme der bestehenden Unterschiede und der Kluft zwischen den einzelnen Vierteln ist, da beispielsweise im dicht bebauten Stadtzentrum und den angrenzenden Innenstadtbereichen, die sich durch einen überwiegenden Anteil sehr hoch versiegelter Flächen (Versiegelungsgrad <sup>95</sup> 81 bis 100 Prozent) und weiterhin Verschmutzungen verschiedenster Art auszeichnen, das Fehlen freier und Grünflächen ein drängendes Problem ist, jedoch die Bodenpreise so hoch sind, dass die Stadtgemeinde sich den Kauf und die Umwandlung der Landnutzung nicht leisten kann.

In der Tat sollten die Stadtgrünflächen nicht als „Restflächen“, sondern als ein wichtiges gestalterisches und ökologisches Element zukünftiger Siedlungsentwicklung angesehen werden (Rößler et al., 2005: 41).

Zusammenfassend kann zum Thema des Größenwertes der Grünfläche pro Kopf gesagt werden, dass eine Entscheidung zwischen 10 oder 15 Quadratmetern pro Kopf für die Begrünung nicht ausreicht. Die maximale Entfernung von der öffentlichen Grünfläche und die Bevölkerungsdichte jeder Nachbarschaft sind ebenso entscheidende Faktoren.

Beispielsweise wurden städtische Grünflächen zur täglichen Erholung der Stadtbewohnern in einem Umkreis von 15 Gehminuten oder die maximale Entfernung 500 m und 5 Gehminuten vorgeschlagen (Rößler et al., 2005: 46) und (URGE, 2003b).

Außerdem macht das Fehlen von genügend Freiräumen für Grünflächen eine langfristige Planung und gleichzeitig die fallweise Entscheidung in jeder Nachbarschaft notwendig. Daher können die Strategien zur Entwicklung der Grünflächen in verschiedenen Bereichen unterschiedlich sein.

<sup>95</sup> „Bodenversiegelung wird definiert als eine vom Menschen geschaffene Trennung des natürlichen Bodens von der Atmosphäre durch Bedeckung der Bodenoberfläche mit undurchlässigen Materialien. Von Flächenversiegelung wird deshalb gesprochen, weil in den Boden kein Niederschlag mehr eindringen kann und so viele der dort normalerweise ablaufenden Prozesse gestoppt werden. Zur Versiegelung werden auch nicht sichtbare Bauwerke unter der Erdoberfläche gezählt, wie z. B. Leitungen, Kanäle, Fundamente sowie stark verdichtete Böden. Der Versiegelungsgrad gibt an, wie viel % der Gesamtfläche versiegelt sind. Je dichter ein Stadtraum bebaut ist, desto höher ist der Versiegelungsgrad der Gesamtfläche und umso größer sind die Flächen, auf denen die natürliche Bodenfunktion zerstört ist“ (Wasser-Wissen-Lexikon).



### 5.1.2 Entwicklungsstrategien für die Teheraner Grünflächen unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Stadtbezirke

Die Grünflächenentwicklung ist ein Bestandteil einer integrierten Strategie, die mit anderen städtischen Eigenschaften in Übereinstimmung stehen muss. Basierend auf dem physischen, sozialen und finanziellen Status der verschiedenen Bereiche von Teheran sollten unterschiedliche Lösungen gewählt werden. So muss die Strategie zur Begrünung in dem wohlhabenden Stadtbezirk 1 (87 Einw./km<sup>2</sup>) am Stadtrand und Bergfüße mit hohen Bodenpreisen ganz anders aussehen als in dem armen Stadtbezirk 17 (308 Einw./km<sup>2</sup>), der mit der Produktion und Fertigung von Industriebetrieben zwischen den Wohnblöcken in eine komplexe Struktur eingebettet und von anderen Stadtteilen begrenzt ist. Die unterschiedlichen erforderlichen Maßnahmen sind in die drei folgenden Kategorien einteilbar:

Gruppe I: Große Grünflächen und grüne Korridore, unter Einbeziehung der Hochländer, Täler, Flussbetten, Hügel und Randgürtel für Bereiche in der Umgebung der Stadt, wo viele entsprechend große Freiflächen verfügbar sind.

Gruppe II: Mittelgroße Grünflächen und Grünlinien in der Innenstadt, darunter zahlreiche unangepasste Landnutzungen, die mit Wohnvierteln nicht kompatibel sind, durch die Modifizierung der Landnutzung auf Grundlage der Umwandlung von Militär- und Industrieblöcken zu Grünflächen. Entwicklung und Verbindung lokaler Parks und organischer freier Räume, Bepflanzung der Seitentrennstreifen an den Straßen.

Gruppe III: Bepflanzung einer großen Anzahl von kleinen Flächen, mit der Begrünung kleiner Grundstücke, privater Freiflächen, von Höfen, grünen Wänden und Dächern, für die sehr kompakte Struktur in den inneren Stadtbezirken.

Die kritische Situation in Bezug auf fehlende Grünflächen, Verschmutzungen, niedrige Bauqualität in Verbindung mit hoher Dichte und enormem täglichen Pendelverkehr, die in den inneren Teheraner Stadtteilen herrscht, erfordert eine besondere Aufmerksamkeit und Planung. Die innere Entwicklung dieser Stadtbereiche muss von einem verantwortungsvollen Umgang mit den Freiflächen und ihrem Schutz gekennzeichnet sein. Trotz des hohen Wasserverbrauchs wegen der Verdampfung in der heißen Luft ist die neu entstehende Dachbegrünungstechnologie im Land fast die einzige kurzfristige Option in diesen Bereichen.

Maßnahmen zum Anreiz für die Begrünung alter Gebäude und entsprechende Regelungen für Neubauten können ein Teil des Plans sein. Verbindliche Richtwerte eignen sich besonders, da sie eine große politische Durchsetzbarkeit versprechen. Beispiele hierfür sind die Festsetzung von Grünflächenmindestanteilen und die Festlegung von Bauausschlussgebieten bzw. von Schutzgebieten.

Mögliche Lösungen zur Begrünung jedes Stadtteils werden in Tabelle 5-4 aufgezeigt. Obwohl manche Stadtbezirke wie Stadtbezirk 2 mehrere Möglichkeiten haben, wurden als Priorität für die Begrünung große einheitliche Grünflächen mit besserer ökologischer Funktion festgelegt. So wurde z. B. in den Stadtbezirken 1, 2, 4, 5 und 22, wo die Möglichkeit zur Erweiterung der Grünflächen auf die Vorgebirge besteht, auf kosten- und pflegeintensive grüne Fassaden und Dächer verzichtet.

Angesichts der vielfältigen Auswege zur Begrünung wurde als Unterstützung die Hauptkomponentenanalyse (Principal Component Analysis - PCA) für eine bessere Kombination und bildliches Arrangement benutzt. Die Hauptkomponentenanalyse ist ein Verfahren der multivariaten Statistik, die zur Strukturierung, Vereinfachung und Veranschaulichung umfangreicher Datensätze dient, bei der bestimmte Merkmale auf mathematischem Weg extrahiert werden.

Dafür wurden die verschiedenen Strategien für die Stadtbegrünung in Tabelle 5-3 als der zugrundeliegende Datensatz in ein Zweiersystem eingelegt, wobei 1 als mögliche Auswahl und 0 als nicht geeignet oder unmöglich festgelegt wurde. Entsprechend der Variablen Kombination mit Hilfe des Statistikprogramms Minitab wurde die Principal Component Analysis für Begrünungsstrategie-Deskriptoren durchgeführt.

Dem Diagramm in Abbildung 5-6 entspricht die Beziehung der möglichen Strategien zueinander und zeigt drei Hauptrichtungen:

- Einige Strategie-Linien im Diagramm liegen nah beieinander und daher signifikant positiv korreliert (positive Korrelation);
- Andere liegen orthogonal und daher signifikant nicht-korreliert (Korrelation nah bei 0);
- Weitere sind symmetrisch gegenüberliegend in Bezug auf das Zentrum und daher signifikant negativ korreliert (negative Korrelation nah bei -1). Die Bizirke wie 1 und 22 ( auf der rechten Seite des Diagramms) haben große freie Räume, die ungehindert begrünt werden können. Im Gegenteil gibt es für die Bezirke wie 10 und 12 (auf der linken Seite) wegen der sehr dichten Bebauungsstrukturen kaum günstige Begrünungsmöglichkeiten.

Rote Punkte in dieser Abbildung zeigen die Situationen und Verteilung der Stadtbezirke nach dieser Hauptstrategie. Es wird deutlich, welche Taktik (Taktiken) zu welchen Stadtbezirken passt.

Einige Stadtbezirke von Teheran wie Bezirk 2 und 5 sind sehr breit (ca. 5000 ha); weiterhin sind der Norden (undichter Bergfuß) und der südliche Teil (kompakte Innenstadt) von unterschiedlichem Charakter, auch ihre Vegetationsabdeckung ist nicht vergleichbar. In Anbetracht der gesamten Berechnungen und Karten sind die endgültigen Strategievorschläge zur Begrünung von Teheran in Tabelle 5-4 dargestellt.

Tabelle 5-3: Mögliche Entwicklungsmethoden der Grünflächen in verschiedenen Stadtbezirken von Teheran  
 1 : Empfehlenswert 0 : Suche nach alternativen Möglichkeiten, wird nicht empfohlen (eigene Darstellung)

Stadtbezirke	Wälder, Bergfüße, Grüngürtel	Grüne Korridore, Täler, Flussbetten und Gewässer	Nutzung der Verkehrswege (Schienen, Autobahn)	Große private oder halbprivate Gärten & Freiflächen	Umwandlung der Landnutzung durch öffentliche Verwaltung, Militär, Industrie und Werkstätten	Entwicklung kleiner örtlicher Parks	Grüne Fassaden und Dächer
1	1	1	0	1	0	0	0
2	1	1	1	1	0	0	0
3	0	1	1	1	0	1	0
4	1	1	0	1	1	0	0
5	1	1	0	1	0	0	0
6	0	0	1	1	0	1	0
7	0	0	0	1	1	1	1
8	0	1	0	1	0	1	0
9	0	1	0	0	1	1	0
10	0	0	0	0	0	1	1
11	0	0	0	0	1	1	1
12	0	0	0	1	1	1	1
13	1	1	0	1	1	0	0
14	0	0	0	1	1	1	1
15	0	1	0	1	1	1	0
16	0	0	1	0	1	1	0
17	0	0	0	0	0	1	1
18	0	1	1	0	1	1	0
19	0	0	0	1	1	1	0
20	1	1	0	1	0	0	0
21	1	0	0	1	1	0	0
22	1	1	1	1	0	0	0

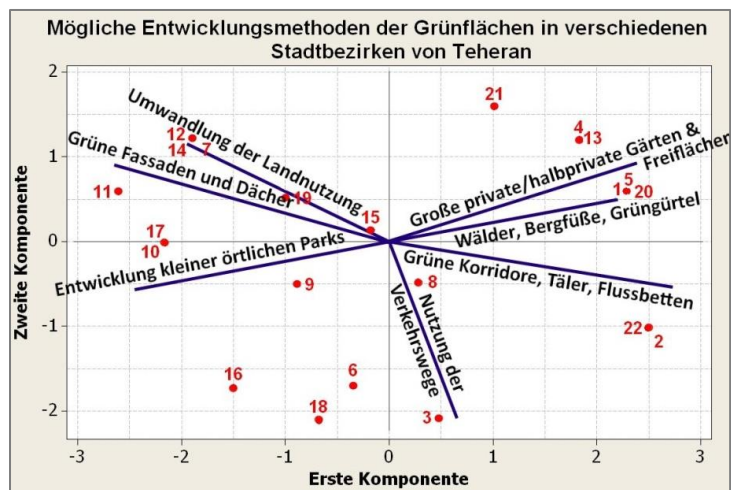
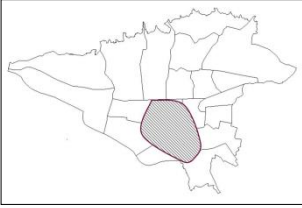
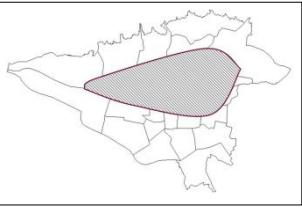
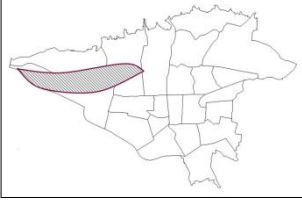
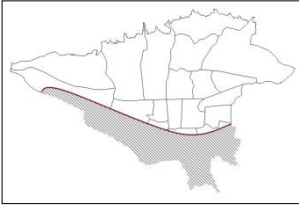
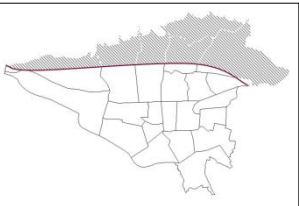


Abbildung 5-6: Das Muster der Verteilung der Stadtbezirke auf Basis der gewählten Strategien zur Entwicklung der Grünflächen in Teheran durch das Verfahren der multivariaten Statistik (eigene Darstellung)

Tabelle 5-4: Individuelle Vorschläge zur Begrünung der Stadtbezirke von Teheran

Typ	Problembeschreibung	Betroffene Stadtbezirke	Vorschläge
A1	<p>Kritische kompakte eingeklemmte Kernbereiche in den zentralen und dicht bebauten Wohngebieten ohne größere unbewohnte Gebiete mit eng gefassten Grenzen, wo in dicht besiedelten Stadtteilen auf 1 Quadratkilometer bis zu 40.000 Einwohner kommen. Schmale Straßen lassen keine Pflanzung von Straßenbäumen zu und kleine Haushöfe werden eher als Parkplätze statt als Gärtchen benutzt. Obwohl die Autoverkehrs-Beschränkung in diesen Stadtteilen formell greift, gibt es die meiste Zeit des Tages starken Verkehr und Stau, wodurch die Luft-/Umweltverschmutzung hier sehr groß ist. Die Bodenpreise sind zu hoch und die Stadtgemeinde kann keine Grundstücke kaufen, um sie in eine Grünfläche umzuwandeln.</p>	 <p>10, 16, 11, 17</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Begrenzung der Bebauungs- und Bevölkerungsdichte</li> <li>- Aggregation der Gebäude und Parkplätze und Erhöhung ihrer Entfernung, damit Anstieg frei verfügbarer Böden zur Begrünung, die in zukünftige Masterpläne einbezogen werden können</li> <li>- Empfehlung und Unterstützung des Anlegens grüner Fassaden und Dächer und kleiner Gärtchen</li> </ul>
A2	<p>Kompakte Bereiche im Ost-West-Band, verlaufen mitten durch die Stadt, etwas breitere Straßen und lockerere Struktur als A1. Einige Teile dieser Bereiche werden kommerziell genutzt, was eine Umnutzung schwer umsetzbar macht (hohe Bodenpreise). Aber es gibt auch einige Garnisonen, stillgelegte Hallen, verlassene Fabriken und Werkstätten, die eigentlich in der Landnutzung unvereinbar mit den Wohngebieten und zur Umgestaltung in Grünflächengestaltung ideal sind; dazu gibt es Wohnkomplexe mit großen freien Flächen, deren Begrünung unterstützt und obligatorisch gemacht werden kann. Weiterhin sind große staatliche und private Bildungszentren, Sport-/Baugelände usw. in diesen Stadtteilen vorhanden, die als multifunktionale halböffentliche Grünflächen gestaltet werden können.</p>	 <p>2 (Süd), 3, 4 (West), 5 (Süd), 6 (Süd), 7, 8 (West), 12, 13, 14, 17, 18 (Nord)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Verpflichtung öffentlicher Einrichtungen zur Entwicklung von Grünflächen</li> <li>- Gesetzliche Verpflichtung und Unterstützung der Begrünung der Wohnkomplex-Freiräume</li> <li>- Anreize für private Investoren zur Erstellung von Multi-Projekten, die nach der demographischen Struktur (sehr jung) und sozialen wie wirtschaftlichen Merkmalen in diesen Bereichen ausgerichtet sind, z .B. Sporthallen und Kultur-/Kunstzentren, sofern die grüne Landschaftsgestaltung ein Teil davon ist</li> <li>- Verlegung der unpassenden Bodennutzung, wie Garnisonen, Gefängnisse und Fabriken nach außerhalb der Stadt, Nutzung frei werdender Böden zur Umwandlung in Grünflächen</li> <li>- Vermehrte Pflanzung passender Straßenbäume</li> </ul>
B	<p>Stadtgebiete, die früher landwirtschaftliche Flächen waren und jetzt sehr schwere Wasser-Krisen und eine Austiefung und Spiegelabsenkung im Unterwasser haben. Der westliche Teil dieses Gebiets hat noch aktive Fabriken und Werkstätten, die viel Trinkwasser z. B. in der Ziegelproduktion verbrauchen und eine große Menge Abwasser produzieren, das zur Bewässerung von Grünflächen behandelt werden könnte. Es gibt viele freie Lücken zwischen bebauten Wohngebieten zur Begrünung, solange die Bewässerung möglich ist.</p>	 <p>5 (Süd), 21, 22 (Süd)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Verlegung der Fabriken nach außerhalb der Stadt</li> <li>- Bau einer Kläranlage für kleine Werkstätten, die angesiedelt bleiben sollen, wie auch für große Wohnkomplexe (ein einziger Wohnkomplex in diesem Gebiet – Ekbatan - hat eine Fläche von 220 ha und beinhaltet 15500 Wohneinheiten)</li> <li>- Übertragung des behandelten Wassers von der südlichen Kläranlage von Teheran für den Industrieverbrauch und die Bewässerung</li> <li>- Gestaltung von kompakten Grünflächen zum Schutz des Wassers und zur Erleichterung der Bewässerung</li> <li>- Auswahl von resistenten und geeigneten Pflanzen und eines passenden Bewässerungssystems wie der Tropfbewässerung</li> </ul>

<p>C</p>	<p>Gebiete mit breiten Grünflächen, aber mittlerer oder schlechter Qualität in Privateigentum, die in Gefahr sind, umgenutzt zu werden. Der Grundwasserspiegel ist im Südteil sehr nah an der Oberfläche, so dass in einigen Wohngebieten das unterlaufende Abwasser tagsüber ständig abgepumpt wird. Der südliche Stadtvorort wurde zu einer städtischen Abfalldeponie umgewandelt. Wasserläufe/Kanäle sind hochgradig verschmutzt. Der Großteil dieser Gebiete ist mit Gemüsehöfen bedeckt, die durch die Bewässerung mit Abwasser infiziert und belastet werden.</p>	<p>15, 18, 19, 20, 21</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Die Entwicklung und Verbesserung der Urban Agriculture oder Schrebergärten innerhalb des städtischen oder peri-urbanen Raumes von Süd- Teheran kann durch staatliche Hilfe und in Kombination mit dem Kläranlagenprojekt unterstützt werden</li> <li>- Ein gesetzliches Verbot der Landumnutzung in diesen Gebieten soll parallel mit der Verbesserung der Qualität und Rentabilität der Produkte fortgesetzt werden</li> <li>- Die Reinigung der Wasserkanäle und Verbesserung der Wasserqualität ist für die Gesundheit der Bewohner und die Qualität der landwirtschaftlichen Erzeugnissen erforderlich</li> </ul>
<p>D</p>	<p>Undichte Strukturgebiete mit extensiver Grüner Landschaft am Bergfüße, die ein kälteres Klima und viele Niederschläge haben. Wasserläufe und Kanäle bieten die Möglichkeit zur Schaffung von grünen Korridoren, von denen jedoch einige bereits bebaut wurden. Sechs Kläranlagen und viele Brunnen und Qanats im nördlichen Teil von Teheran können die Bewässerung der Grünflächen gewährleisten. Die sehr breiten Seitenstreifen der Autobahnen sind meistens mit Rasen und Nadelbäumen bedeckt.</p>	<p>1, 2 (Nord), 3, 4, 5 (Nord), 22 (Nord)</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Grünflächen sollten als öffentliches Eigentum geschützt werden und einer permanenten Überwachung und Steuerung unterliegen</li> <li>- Die Bebauung des Kanalrands und -raums muss verhindert werden</li> <li>- Umnutzungen der privaten Gärten müssen verboten werden</li> <li>- Berechnung der Wassermenge aus Kläranlage, Brunnen und Qanats zur Planung des Verbrauchs durch die Grünflächen</li> <li>- Ersetzung der Rasenflächen durch tolerante Bedeckungspflanzen oder Sträucher mit geringerem Wasserbedarf und höherer ökologischer Effizienz wie auch Kombination von Laubbäumen und bestehenden Nadelbäumen, die trotz ihrer Schönheit und des dauerhaften Grüns sehr anfällig für Luftverschmutzung sind</li> </ul>



### 5.1.3 Begrünungsplan für einen Stadtbezirk und Beispielblock (Gruppe III-A2)

Als Beispiel wird hier ein Begrünungsplan für den Teheraner Stadtbezirk 7 präsentiert, in dem es im Vergleich mit den umliegenden Gebieten einen Entwicklungsstillstand gab und der unter einem akuten Mangel an Grünflächen leidet. Damit gibt es dort in Bezug auf das Wohlbefinden und die Lebensqualität als Teile der Großstadt einen deutlichen Rückschritt zu verzeichnen.

Diese Region hat sich in den vergangenen 100 Jahren vom grünen Umland und einer Sommerresidenz zu einem dichten Stadtgebiet gewandelt, dessen Bewohner einen sehr heterogenen sozioökonomischen Hintergrund haben.

Von 1850 bis 1900 siedelten sich hier meist Angehörige der Oberschicht an, deren zahlreiche Gärten von Qanats bewässert wurden, dazwischen gab es auch einige kleine alte Dörfer und Ackerland.

Nach Ende der Kadscharen-Dynastie und Begründung der Pahlavi-Dynastie im Jahr 1925 (die letzte Herrscherdynastie der persischen Schahs) wurden diese Gärten und Schlösser zu militärischen Gebäuden und Gefängnissen umgewandelt (Atlas von den Teheraner Stadtvierteln, 2009).

Seit 1940 entwickelten sich in der westlichen und östlichen Seite des Bezirkes zwei unterschiedliche Formen sowie eine Heterogenität in der Größe der Gebäude durch die verschiedenen Baulasten und Separation (Grundstücksaufteilung) und machten damit die Kluft

zwischen Arm (Ost) und Reich (West) deutlich erkennbar: große Villen im Westen von zahlreichen Wohlhabenden, darunter Neureiche und Diplomaten und einfache Wohngebiete der sozial schwachen Bevölkerung im Osten, die von Werkstätten und Militärarealen/Gefängnissen umgeben waren.

Nach 1960 wanderten allmählich die wohlhabenderen Familien in die nördlichen Stadtbezirke ab und 1980 waren bereits fast alle nichtstaatlichen Flächen in Stadtbezirk 7 mit Gebäuden abgedeckt, Gärten und Höfe zerstört, Qanats verschwunden und ein weiteres Wachstum begann in der Höhe der Gebäude und Anzahl der Etagen.

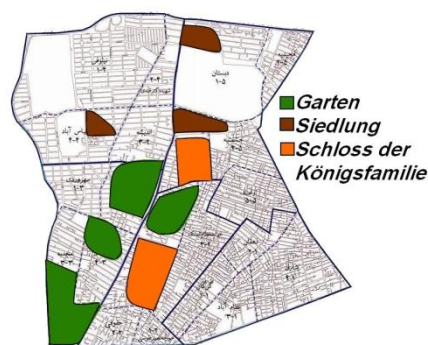


Abbildung 5-7: Der aktuelle Bezirk 7, der aus der Perspektive der Größe und Qualität der Grünflächen einer der schlimmsten in Teheran ist, war im 19. Jahrhundert Vorort von Teheran und mit Ausnahme von drei kleinen Siedlungen umfasste er ein Jagdrevier, Gärten und Schlösser des Adels

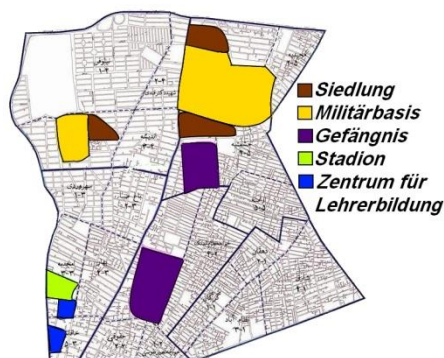


Abbildung 5-8: Nach 1925 entwickelten sich allmählich Militär- und Sicherheitsräume in diesem Bereich und ersetzen die aristokratischen Viertel und Gärten



Abbildung 5-9: Links: Bebaute Bereiche im Jahr 1940. Die Welle neuer Einwanderer in der Stadt Teheran, die meist finanzschwach waren, brachten eine starke baulich-räumliche Entwicklung in den günstigen Stadtvierteln sowie in die östliche Seite des heutigen Stadtbezirks 7, der damals noch Vorort der Stadt Teheran war. Rechts: 1980 wurde fast die gesamte Bodenfläche des Bezirkes bedeckt, anschließend wuchsen die Gebäude in die Höhe. Im Westen des Bezirkes wurde eine bessere Infrastruktur sowie großzügige Wohnfläche des Mittelstandes gebaut, aber die östlichen und südlichen Gebiete hatten kaum Erfolg in einem ausgeglichenen Mix in sozialer, wirtschaftlicher, kultureller und physischer Hinsicht. Besonders die Situation der Grünflächen war bis 2008 dramatisch; in manchen Vierteln entfielen weniger als 0,4 Quadratmeter Grünfläche auf eine Person (originale Karte im Hintergrund aller Skizzen dieser Seite aus dem Teheraner Masterplan, 2006)

Die politische Entscheidung für den Verkauf und die Genehmigung von überschüssiger Dichte (1990 bis 2000), die vor allem Einnahmen für die Stadtgemeinde bringen sollte (Safari, 2004), hatte diesen Bezirk zu einem brillanten Geldmacher für die Teheraner Stadtverwaltung gemacht.

Eine Fortführung dieser Politik hatte signifikante negative Auswirkungen auf Stadtbild, Landschaft und physikalische Formen von Gebäuden und Straßen.

Die Umwandlung der Villen und Einfamilienwohnhäuser zu Apartments und Mehrfamilienwohnhäusern brachte eine zunehmende Bevölkerungsdichte, ständige Verkehrsstockung in den engen Gassen, höhere Wartungskosten für Gebäude und städtische Dienstleistungen mit sich und schließlich reduzierte sie das Wohlbefinden und die Lebensqualität wie auch den Bodenwert (Atlas von den Teheraner Stadtvierteln, 2009).

Im Westen leben jetzt vor allem Menschen aus der Mittelschicht, der Osten ist weiterhin dicht besiedelt (Brutto/Netto Bevölkerungsdichte bis 410/514 pro ha im Vergleich mit Teheran mit 125 Einwohner pro Hektar Bevölkerungsdichte). Fast alle städtischen Einrichtungen kamen, unter der Last der Bevölkerungsdichte, noch zu keinem erfolgreichen Konsolidierungsprozess.

Die aktuellen 1.540 Hektar Fläche des Bezirks 7 setzen sich aus bis zu 840 Hektar (55%) aus Wohngebieten mit nachfolgenden Straßen, 32% gewerblich oder gemischt genutzten Gebieten mit Straßen (ca. 500 ha) und 13% militärisch/polizeilich genutzten Flächen zusammen (bis zu 200 ha) (Irans Oberster Rat für Stadtplanung und Architektur,



Abbildung 5-13: Die Teheran-Mosalla ist eine riesige Moschee in einer Fläche von 65 Hektar. Der Bau begann 1990 und ist noch nicht fertiggestellt, die Türen sind nur ein paar Tage im Jahr für die Allgemeinheit geöffnet. Mehr als die Hälfte der Fläche ist nicht überdacht und könnte begrünt werden (Foto: ISNA<sup>96</sup>)

<sup>96</sup> [http://www.iichs.org/index.asp?doc\\_cat=29](http://www.iichs.org/index.asp?doc_cat=29).

<sup>97</sup> <http://www.farsnews.com/newstext.php?nn=8711050199>.

<sup>98</sup> <http://www.isna.ir/fa/photo/91111307691>.

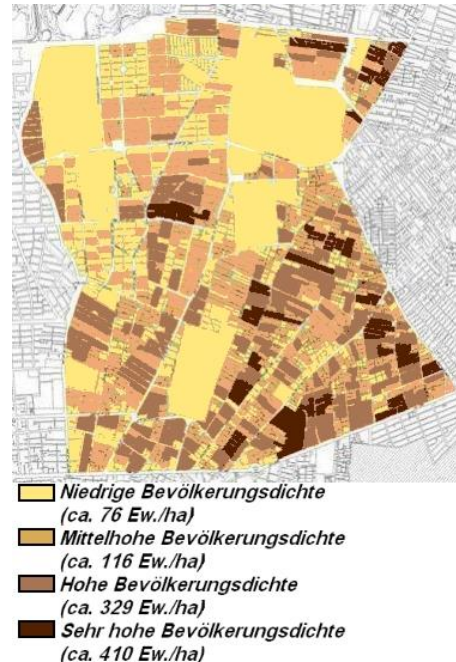


Abbildung 5-10: Bevölkerungsdichte von Stadtbezirk 7 (originale Karte im Hintergrund aus Teherans Masterplan, 2006)



Abbildung 5-11: „Eshrat Abad“ Palast, 1880 (Foto: ICHS<sup>96</sup>)



Abbildung 5-12 Garnison und Gefängnis „Eshrat Abad“, 2009. Da der alte Palast hinter dem Kasernenzaun liegt, gibt es trotz Registrierung in der nationalen Liste geschützter Gebäude keine Möglichkeit einer Restaurierung oder Besichtigung (Foto: Farsnews<sup>97</sup>)



2012).

2001 wurde ein Gesetz für die Versetzung der Gefängnisse nach außerhalb der Städte durch das Parlament genehmigt, die Rechts- und Verwaltungsvorschriften für dieses Gesetz wurden im Kabinett im Jahr 2007 erstellt (Forschungszentrum des Parlaments, 2007).

Aber bisher wurde nur ein Teil der Grundstücke und Gebäude des Qasr-Gefängnis (7 ha von 12 ha) an die Teheraner Gemeinde abgegeben, die zu einem Museum und in Grünflächen umgewandelt worden sind (Atlas von den Teheraner Stadtvierteln, 2009).

Auch wurde im Jahr 2009 eine Verordnung für den Verkauf und die Übertragung von Militärstützpunkten außerhalb der Stadtgrenze erlassen, das Verfahren läuft noch (Forschungszentrum des Parlaments, 2009).

Tabelle 5-5: Daten und Fakten des Stadtbezirks 7 (Statistisches Jahrbuch der Stadt Teheran, 2012: 8ff.)

Gesamtfläche 1540 Hektar Einwohnerzahl 329.920 Insgesamt bestehende Wohneinheiten 96.852 Durchschnittliche Fläche der Wohngebäude 175 Mittlere Dichte im Wohnungsbau 137 Durchschnittliche Anzahl der Stockwerke 2,9 Netto-Siedlungsdichte 514 Brutto-Bevölkerungsdichte 214 (davon 76 in nördlichen und bis 410 in südlichen Vierteln)	Öffentliche Grünflächen, außer Straßenbäume	Anzahl	Gesamtfläche	Der Größe der Grünflächen, je nach Art (m <sup>2</sup> ):  Parks: 240972 Stadtwald: 7357 Plätze/Straßenbeete: 38792 Straßenbäume: 669137 Verkehrsinselbepflanzungen: 198963  Summe: 1155221
	Geringer als 1000 m <sup>2</sup>	13	0,8 ha	
	Von 1000 bis 5000 m <sup>2</sup>	19	4,5 ha	
	Von 5000 bis 10000 m <sup>2</sup>	6	3,5 ha	
	Von 10000 bis 100000 m <sup>2</sup>	4	15,3 ha	
	Summe	42	24,1 ha	

### Flächennutzungen und Grünflächen aller Art in Stadtbezirk 7

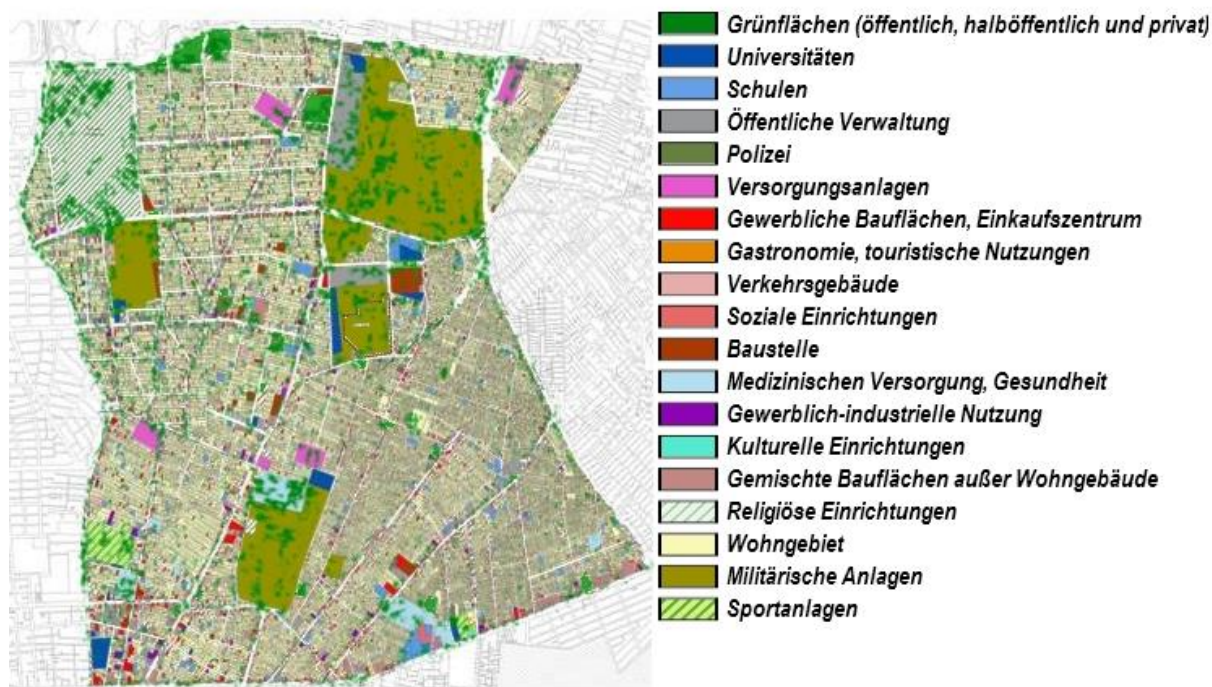


Abbildung 5-14: Gravierender Mangel an Grün- und Freiflächen (weniger als 0,6 m<sup>2</sup> pro Kopf in südöstlichen Vierteln) hat mit der hohen Luftverschmutzung, niedriger Bauqualität in Verbindung mit hoher Dichte und enormem täglichen Verkehrsaufkommen diesen Stadtbezirk in eine kritische Situation gebracht (basierend auf Teherans Masterplan und Satellitenbildern)



Abbildung 5-15: Die gesichtslosen überlasteten kleinen Gebäude in sehr schlechter Qualität sind in den östlichen und südlichen Vierteln zu sehen. Einige Straßen und Gassen sind zu schmal und die Gebäude stehen so dicht, dass es keine Möglichkeit zur Straßenbegrünung gibt<sup>99</sup>



Abbildung 5-16: Die wenigen verbliebenen Bäume sind so eingekesselt und der Boden um sie herum ist zu versiegelt, so dass sie bald vertrocknen und absterben werden<sup>99</sup>



Abbildung 5-17: Dichter Verkehr durch die steigende Anzahl der Einwohner und Autos belastet ständig die Straßen. Da es viele öffentliche Gebäude und Institutionen in diesem Stadtbezirk gibt, gibt es während des Tages einen kritischen abrupten Anstieg des Autoverkehrs und eine Erhöhung des Querungsbedarfs durch Fußgänger, dafür wurde jedoch kein entsprechend zweckmäßiges Straßennetz entwickelt. Obwohl mit Abriss und Neubau in alten Vierteln das Aussehen und die Qualität der Gebäude verbessert werden, erhöhen sich damit aber auch die Bevölkerungsdichte, das Verkehrsaufkommen sowie die Luftverschmutzung<sup>99</sup>

<sup>99</sup> Alle Fotos dieser Seite aus dem Teheraner Stadtviertel-Atlas : <http://parishsatlas.tehran.ir/main/index.php>.





Abbildung 5-18: In den westlichen und nördlichen Vierteln des Bezirks 7 gibt es im Gegensatz zum Süden eine viel bessere Grünflächen-Situation<sup>99</sup>

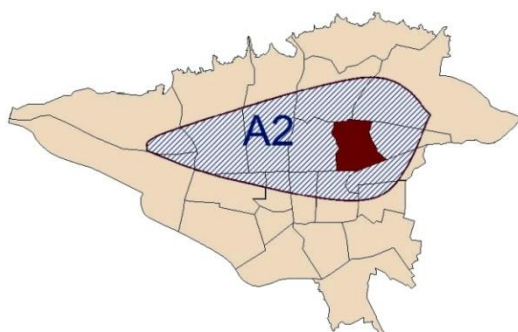


Abbildung 5-19: Stadtbezirk 7 ist ein kompakter Stadtteil von Teheran, gelegen in den relativ zentralen Bereichen.

Etwa die Hälfte der Bodenfläche hat private Eigentümer und einen hohen Bodenpreis. Allerdings gibt es in diesen Stadtteilen viele militärische/polizeiliche sowie Flächennutzungen, Bildungszentren, Sport- und religiöse Nutzungen, die zu Grünflächen umgewandelt oder gemischt werden könnten.

Dieses Gebiet liegt an dem Haupt-Grundwasserleiter und trotz der relativen Senkung des Grundwasserspiegels ist der Wassergewinn von Brunnen und Qanats noch angemessen.

Der Boden besteht aus Alluvionen mit moderater bis hoher Permeabilität.

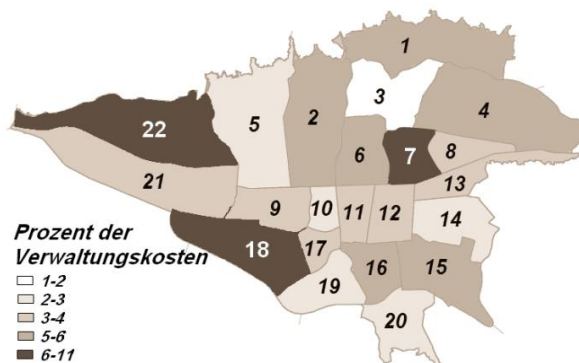


Abbildung 5-20: Die Vorsorge und Aufrechterhaltung der städtischen Dienstleistungen in der Metropole Teheran sind sehr kostspielig, variieren von Bezirk zu Bezirk und abhängig von der Art des Dienstes und der Situation des jeweiligen Bezirks. Im Jahr 2007 entfielen die höchsten Kosten nach dem Bericht der Stadtgemeinde 2009 auf die Bezirke 7, 18 und 22 in den Dienstleistungsbereichen von Abfallwirtschaftsbetrieben und Vor-Entwässerungsbetrieben, Abfallentsorgung, Straßenreinigung, und Stadtentwässerung, Straßen- und Wegebau, Umgestaltung städtischer öffentlicher Anlagen, Verkehrsdienst/-hilfe, Freizeitgestaltung.

Angesichts des Ausmaßes der Bezirke 18 und 22, die vor Kurzem an das Stadtgebiet angegliedert wurden, ist es klar, dass der Bezirk 7 die höchsten Wartungs- und Verwaltungskosten verursachte (basierend auf die Daten des statistischen Jahrbuchs der Stadt Teheran, 2007)

Zur Verbesserung der Grünflächen in diesem Bereich wird Folgendes empfohlen:

1. Verlegung von Garnisonen, Gefängnissen und Werkstätten und Umwandlung zu vollständigen Grünflächen oder eine Kombination mit anderen Freizeitaktivitäten, die es in diesem Bezirk kaum gibt. Dies trägt zur Förderung von Sicherheit, sozialer Gerechtigkeit, Wohlstand und ökologischer Nachhaltigkeit bei.
2. Öffnung einiger Teile der halböffentlichen Grünflächen und Erhöhung der Qualität und Dichte dieser Grünflächen, z. B. von Mosalla (ein nicht überdachter Gebetsplatz für Hunderttausende), Universitäten, Stadien und Krankenhäusern.
3. Schrittweiser Kauf und Übernahme der alten und baufälligen Wohngebäude und engen Gassen oder Vorlage eines alternativen Angebots an die Eigentümer in - oder besser außerhalb - dieses Stadtbezirks sowie konsequente und dauerhafte Umwandlung von Bauland zu Grün- und Freiflächen. Dies könnte die Tragfähigkeit, Möglichkeiten und Arbeitsweisen der Eigentümerzusammenarbeit im Stadtumbau und in der Stadtentwicklung fördern.

Durch den Umbau und die Bepflanzung der breit angelegten Straßen mit Bäumen sowie das Anlegen großzügiger Parkanlagen könnte dieses Wohngebiet nicht nur ein ästhetisches Stadtbild prägen,

sondern auch eine Verbesserung der Durchlüftung und ein besseres öffentliches Verkehrsnetz mit sich bringen.

4. Förderung der Baumpflanzung im öffentlichen Raum und vermehrte Pflanzung passender Straßenbäume.

Weiterhin sind notwendig:

- Die Begrenzung der Bebauungs- und Bevölkerungsdichte
- Die stufenweise Verbreiterung der Straßen und Erleichterung des Zugangs zu öffentlichen Verkehrsmitteln
- Der Schutz der vorhandenen Bäume vor mechanischer und chemischer Beschädigung und Vorbeugung von Bodenversiegelung um sie herum
- Das ständige Ausbaggern, der Schutz und Überwachung der Qanats als wichtige Bewässerungsquelle der Grünflächen.<sup>100</sup>

Auf der Grundlage dieser Fallstudie bedarf es auch für den Stadtbezirk 7, der eine der dichtesten Bebauungen und höchsten Bevölkerungsdichten und dabei die niedrigste Rate von Grünflächen von Teheran hat, einer mögliche Freilassung von Grundstücken und Verbesserung der Grünflächensituation mit der Reform und den Änderungen der Flächennutzungen sowie einer besseren Planung.

In einem kleinem Maßstab wurde hier auch in einem Beispielfall ein Konzept für den südöstlichen Bereich von Stadtbezirk 7 empfohlen, wo viele dichte Gebäude in schlechter Qualität stehen, die nach den Informationen des Teheraner Masterplans abgerissen und neu gebaut werden sollen.

Die ausgewählte Nachbarschaft hat ca. 32.000 m<sup>2</sup> gesamte Grundstückfläche und etwa 1.300 Einwohner, die in ein- bis 2,5-geschossigen alten Häusern wohnen.

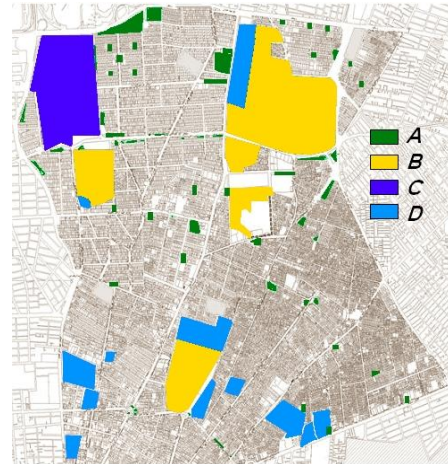


Abbildung 5-21: Vorschlag für groß angelegte Grünflächenentwicklung:

A) Aktuelle öffentliche Grünflächen im Stadtbezirk 7, außer Straßenbäumen, ca. 24 ha

B) Flächen mit militärischer Landnutzung, Garnisonen und Gefängnisse, ca. 200 ha, die komplett in Grünflächen umgewandelt werden könnten

C) Teherans größte Mosalla, ca. 65 ha (ein nicht überdachter Gebetsplatz für Hunderttausende), die nur ein paar Tage pro Jahr genutzt wird, könnte unter Berücksichtigung der Hauptnutzung zur Grünfläche umgewandelt werden

D) Universitäten und Krankenhäuser, die aktuell geschlossene Grünflächen haben, könnten ihre Zäune entfernen (originale Karte im Hintergrund aus dem Teheraner Masterplan, 2006)

<sup>100</sup> Sechs Qanats, jeweils mit einem Wasserabfluss von 3 bis 6 Litern pro Sekunde, stehen jetzt in diesem Bereich zur Verfügung. Auch 22 weiteren Qanats wurden für diese Region identifiziert, die noch ausgebagert, renoviert und vermessen werden sollen (Najar, 2010).

Da die Qanats-Kanäle und Austritte abgedeckt sind, ist es schwer, sie zu finden; meist handelt es sich um Zufallsfunde. Jeder dieser Qanats hat einen Hauptzweig und Nebenflüsse, die allein zu einer Bodensenkung führen können, wenn sie nicht identifiziert und kontrolliert werden. Mit einer geophysikalischen Untersuchung könnten die Bodentiefen sowie Anomalien im Untergrund ermittelt werden, aber aufgrund der großen Fläche der Stadt und der hohen Kosten wurden in Teheran bis jetzt keine umfassenden Versuche gemacht. Als Konsequenz gab es allein bei dem Teheraner Metro-Projekt innerhalb von zwei Jahren (2005-2007) sieben Einstürze beim Bau des U-Bahn-Tunnels infolge des Stoßens auf einen Qanat (Khaksar & Haghghi, 2008).

Abbildung: Bodensenkungen durch Qanat, Shariati Straße (Foto: Jamejam, Sep. 2008)





Alle Gebäude sind stark sanierungs- oder rekonstruktionsbedürftig und haben keinen besonderen historischen oder architektonischen Wert. Es gibt ein paar Bäume in privaten Höfen und einige Passagen (siehe Fotos 5-22).

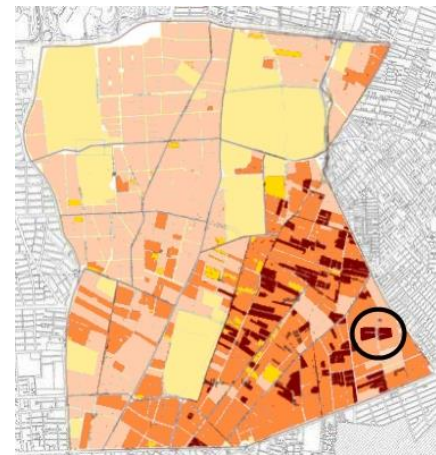
Alle Gassen sind sehr schmal, weniger als 6 Meter, und oft weniger als 2 m und ihre Abwasserkanäle sind unangemessen.

Qanat-Schächte befinden sich auf einigen Höfen der Häuser, die neben der generellen Gefahr die Nutzung ihres Wassers schwer machen.

In dem vorgeschlagenen Entwurf werden alle diese

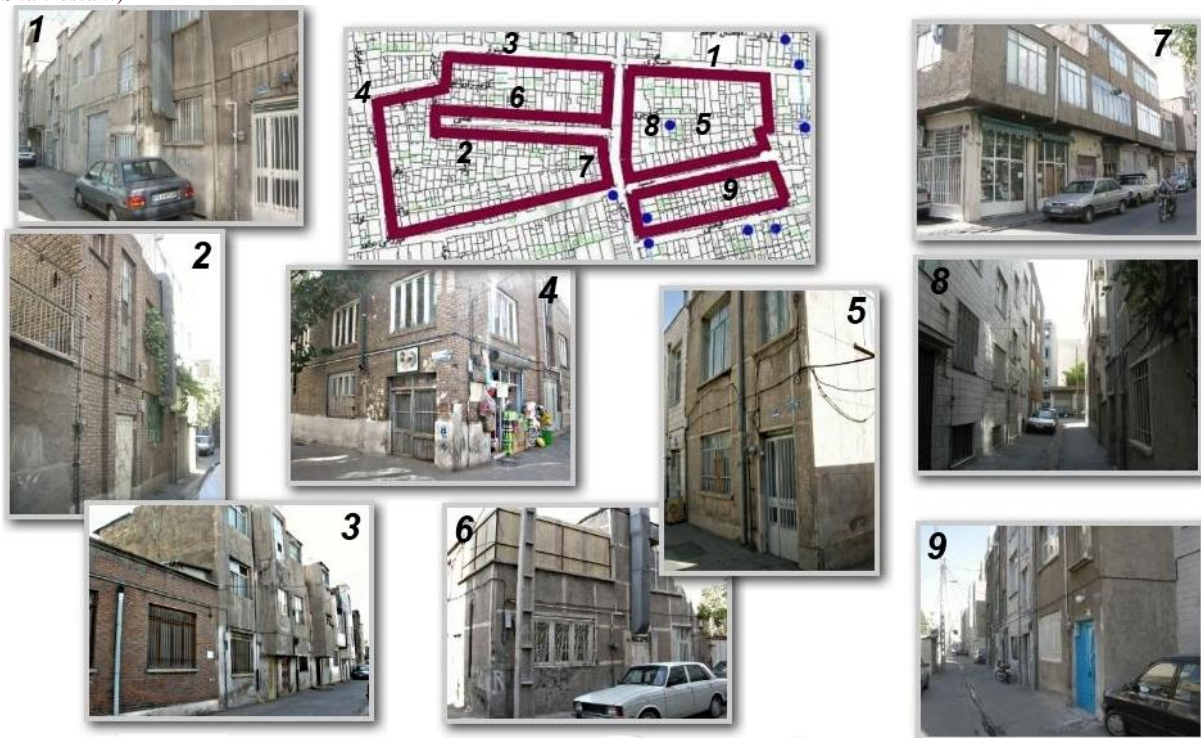
Tabelle 5-6: Die Menge der Erhöhung der Grünfläche im Stadtbezirk 7

Die Gesamtfläche von Stadtbezirk 7	1540 ha
Einwohnerzahl des Bezirks	329.920
Gesamtumfang der öffentlichen Grünflächen aller Art	11,5 ha
Freie Flächen nach der Übertragung der militärischen Landnutzung und Gefängnisse	200 ha
Grünflächen, die in den religiös genutzten Räumen etabliert werden können	65-15 (für Gebäude) = 40 ha
Freie Fläche nach der Vereinigung kleiner Häuser und Umwandlung zur Mehrfamilienhäuser	40-14 (für Neubebauung)=26 ha
Gesamte Grünflächen nach den Änderungen	277,5 ha
Erhöhung der Grünfläche pro Kopf (derzeitige pro Kopf öffentliche Grünfläche außer Straßenbäume in diesem Stadtbezirk ist nur 0,7 qm)	8,4 qm



- Öffentliche Gebäude/ Räume
- Neugebaute Wohnungen
- Renovierungsbedürftige Wohngebäude
- Sanierungsbedürftige Wohngebäude
- Stark sanierungs/ rekonstruktionsbedürftige Wohngebäude

Abbildung 5-22: Die dunklen Flecken auf der Karte (oben) zeigen die Blöcke, die sich mehr als zur Hälfte aus verlassenen, ruinösen oder ernsthaft problematischen Gebäuden zusammensetzen. Mit der Umwandlung und Begrünung dieser Blöcke wird nicht nur die lokale Umweltqualität verbessert, sondern auch die zu hohe Bevölkerungsdichte reduziert. Einige Wohnblöcke wurden hier beispielsweise ausgewählt, deren Aufnahmen in den Bildern unten zu sehen sind (Fotos: Shahrestani)





Grundstücke verbunden und zu zwei großen Mehrfamilienwohnungen umgewandelt.

Mit diesem Projekt werden nicht nur mehr und bessere Wohnungen mit Parkplätze usw. gebaut, sondern auch 26.000 m<sup>2</sup> Freifläche mit annähernd ausreichendem Wasserangebot, um Grünflächen zu schaffen (Abbildung 5-23).

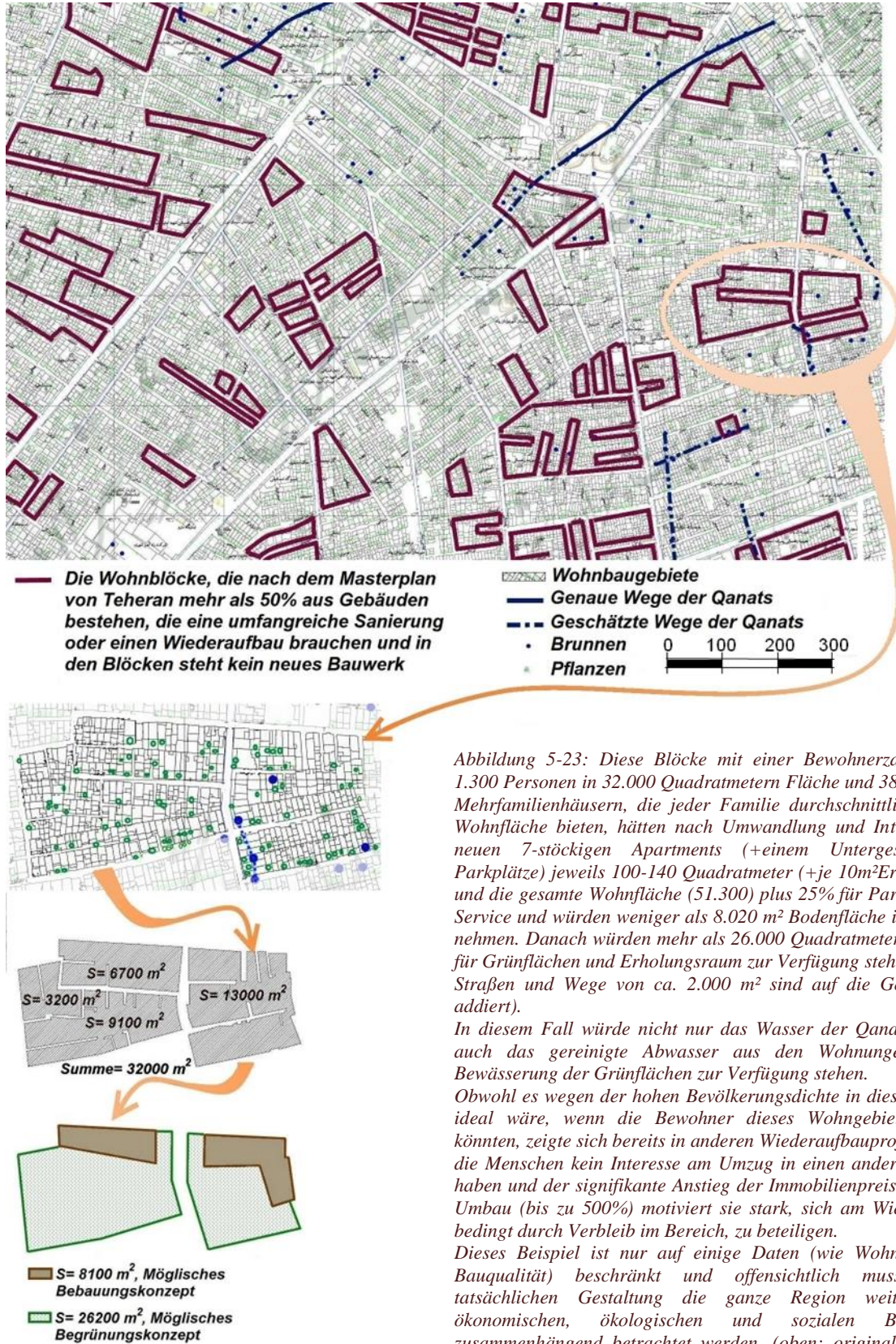


Abbildung 5-23: Diese Blöcke mit einer Bewohnerzahl von ca. 1.300 Personen in 32.000 Quadratmetern Fläche und 380 Ein- oder Mehrfamilienhäusern, die jeder Familie durchschnittlich 105 qm Wohnfläche bieten, hätten nach Umwandlung und Integration zu neuen 7-stöckigen Apartments (+einem Untergeschoss für Parkplätze) jeweils 100-140 Quadratmeter (+je 10m<sup>2</sup>Ergänzungen) und die gesamte Wohnfläche (51.300) plus 25% für Parkplätze und Service und würden weniger als 8.020 m<sup>2</sup> Bodenfläche in Anspruch nehmen. Danach würden mehr als 26.000 Quadratmeter Freifläche für Grünflächen und Erholungsraum zur Verfügung stehen (aktuelle Straßen und Wege von ca. 2.000 m<sup>2</sup> sind auf die Gesamtfläche addiert).

In diesem Fall würde nicht nur das Wasser der Qanats, sondern auch das gereinigte Abwasser aus den Wohnungen für die Bewässerung der Grünflächen zur Verfügung stehen. Obwohl es wegen der hohen Bevölkerungsdichte in diesem Bereich ideal wäre, wenn die Bewohner dieses Wohngebiet verlassen könnten, zeigte sich bereits in anderen Wiederaufbauprojekten, dass die Menschen kein Interesse am Umzug in einen anderen Stadtteil haben und der signifikante Anstieg der Immobilienpreise nach dem Umbau (bis zu 500%) motiviert sie stark, sich am Wiederaufbau, bedingt durch Verbleib im Bereich, zu beteiligen. Dieses Beispiel ist nur auf einige Daten (wie Wohnfläche und Bauqualität) beschränkt und offensichtlich muss in der tatsächlichen Gestaltung die ganze Region weitläufig mit ökonomischen, ökologischen und sozialen Bedingungen zusammenhängend betrachtet werden. (oben: originale Karte im Hintergrund von TDMMO, bearbeitet von der Verfasserin)



## 5.2 Ökonomische Hinsichten der Stadtbegrünung von Teheran

Bis vor 50 Jahren spielten die Straßen und Plätze in Teheran eine besondere Rolle für die sozialen Beziehungen, sie boten Muße, Erholung und Raum für Begegnungen. Die wichtigsten Kriterien für die Auswahl der Straßenbäume waren ihre Schönheit und schattenspendende breite Kronen. Heutzutage werden diese ursprünglichen Funktionen der Straßen und Plätze weniger geschätzt und wesentlich auf motorisierte Fortbewegung ausgerichtet. Im Stadtgebiet sind die Bäume an den Straßen - im Unterschied zu Bäumen in Parkanlagen, Gärten und Wäldern - vielen Belastungen ausgesetzt. Die Straße ist fast ausschließlich auf die Fortbewegung ausgerichtet und die Bäume sind mit verschiedenen physikalischen und chemischen Verletzungen und durch verdichtete und versiegelte Böden (Sauerstoffmangel für die Wurzeln, Nährstoffarmut und Wassermangel) belastet, was sich auf ihre Lebenserwartung ungünstig auswirkt.

Obwohl Bäume Lebewesen sind und als solche einen Wert besitzen, der nicht allein mit Geld aufzurechnen ist, können sie dennoch auch hinsichtlich ihrer wirtschaftlichen Auswirkungen berechnet werden.

Die Berechnung und Analyse vom Ökologiewert bestehen aus zwei Einzelwerten (Lüpke & Weth, 2001):

1. Den ökologischen Auswirkungen einer Sanierungsmaßnahme auf den Naturhaushalt, also ihren Einfluss auf die chemischen und physikalischen Bodeneigenschaften, das Grundwasser, Luft/Klima und die Biotopqualität; und Investitionsebene.
2. Den sekundären Effekten; den ökologischen Gewinn oder Belastungen, die durch das Sanierungsverfahren selbst entstehen.

Die Sicherung einer nachhaltigen finanziellen Quelle für die Schaffung oder Erweiterung von Grünanlagen kann eine schwierige Aufgabe sein, besonders in einem Entwicklungsland.

Die Mehrheit des Haushaltsbudgets der städtischen Begrünungsprogramme in Teheran aus lokalen Quellen kommt aus dem durch das Parlament genehmigten Jahresbudget für die Gemeinde Teheran. Da viele Projekte einige Jahre dauern und die stadtpolitischen Führungskräfte wie auch der Haushalt nicht konstant sind, muss die Stadt gesicherte Finanzierungswege durch direktes Steueraufkommen für jedes einzelne Projekt finden oder die Förderung privater Investitionen in die Begrünungsprogramme vorantreiben. Es wäre auch möglich, Verbesserungen der Stadtgrünfläche durch die Erhebung von Sondersteuern, Anleihen und Gebühren sicherzustellen.

Auch ein Haushaltsposten für die Pflege der Grünflächen ist meist in der Planung nicht vorgesehen. Jedes Jahr verliert Teheran einige Flächen öffentlichen Grüns, für die schlichtweg nicht genug Geld zur Pflege zur Verfügung steht. Für jede Aktienfinanzierung, Mitbeteiligung von Nichtregierungsorganisationen und des privaten Sektors, von Unternehmen usw. müssen im ersten Schritt eine klare Kosten-Nutzen-Analyse und stabile transparente Gesetze etwa zur Vermeidung von Streitfällen wie z. B. für den Erwerb (Enteignung) von Grundstücken oder eine Landnutzungsänderung stehen. Die Finanzierung der Grünflächen und Vorschläge für jährliche Mittelzuweisungen aus dem Haushalt von Teheran folgen in Abschnitt 5.4.

### 5.2.1 Kosten der vorhandenen Grünflächen

Teheran verfügt über 7990 ha öffentliche Grün- und Erholungsanlagen, darunter 2024 ha Parkanlagen und 2680 ha Stadtwald.

Im Jahr 2005 beliefen sich die Kosten für die Pflege der gesamten Stadtgrünflächen der Teheraner Gemeinde auf fast 400 Mrd. Rials (ca. 36 Mio. €) (Masumzade, 2010: 142).

Leider ist es unmöglich, die Kosten für den Bau und die Pflege von Grünflächen in Teheran genau und separat zu recherchieren und zu berechnen, denn angesichts der folgenden Probleme mit den verfügbaren Informationen gibt es eine große Diskrepanz zwischen den Ergebnissen:

- Fehlende Abtrennung der Lage und des Typs der Grünflächen
- Unbekannte Art der Pflanzen, Dichte, Qualität und Funktion der Grünfläche und durchgeführte Dienstleistungen und Pflege
- Mängel in der Berechnung der Kosten der Maschinendienstleistungen, des Treibstoffs, Wasserverbrauchs usw.
- Der Bodenanteil (Bodenrichtwert) konnte in den Berechnungen ebenfalls nicht beachtet werden
- Aufgrund der Verantwortlichkeit verschiedener Behörden für das Bauen, die Einrichtung und Pflege der Grünflächen sind die Zahlen an einigen Stellen überlappend und bisweilen widersprüchlich.

Beispielsweise werden in den Berechnungen der Garten- und Landschaftsbauunternehmen 2009 die durchschnittlichen Pflegekosten für städtische Grünflächen pro Quadratmeter auf 18000 Rials (ca. 1,4 €/m<sup>2</sup>) + 30 Rials für Personallöhne (ca. 0,2 ct/m<sup>2</sup>) im Jahr<sup>101</sup> beziffert. In der Kostentabelle für die Grünflächepflege der Stadtgemeinde werden jedoch folgende Werte angegeben (Statistisches Jahrbuch der Stadt Teheran, 2010):

Schließlich zeigen die offizielle Grünflächen-Ausschreibungen von 2008 und 2009 in verschiedenen Stadtbezirken Teherans folgende Durchschnittskosten (ohne Preise für Sämlinge), die als realistischer einzuschätzen sind (berechnet von der Autorin):

- Der Schätzungspreis für das Anlegen von Grünflächen ohne Nebeneinrichtungen wie Beleuchtung, Straßenbau usw. wird auf 600.000 Rials pro Quadratmeter (ca. 46,20 €/m<sup>2</sup>) beziffert

*Tabelle 5-7: Jährliche Pflegekosten pro Quadratmeter einer Teheraner Grünfläche nach Angabe der Stadtgemeinde (Statistisches Jahrbuch der Stadt Teheran, 2010)*

Grünflächenart	Rials/m <sup>2</sup>	Eurocent/m <sup>2</sup>
Stadtparks	1166	8,97
Hecken	810	6,23
Stadtwälder (innerhalb der Stadt)	230	1,77
Gräser	1100	8,46
Bäume	480	3,69
Sträucher	1020	7,85
Straßenbäume	627	4,82
Grüngürtel (außerhalb der Stadt)	72	0,55
Blumenbeete	3650	28,08

- Die Baukosten der Parks und ausgestatteten Grünflächen mit Kinderspielplatz, Toiletten, Beleuchtung, Parkplätzen usw. im Jahr 2009 betragen 2.000.000 Rials pro Quadratmeter (ca. 154 €/m<sup>2</sup>)

- Der Bau von öffentlichen Straßen entlang der Grünflächen kostete in diesem Jahr 60.000 Rials pro Quadratmeter (ca. 4,6 €/m<sup>2</sup>)

- Eine Bergfußbegrünung ohne Einrichtungen und Sträucherbedeckung betrug 6.000 Rials pro Quadratmeter (ca. 0,50 €/m<sup>2</sup>)

- Die Entwicklung eines Grüngürtels mit einem Muster für 400 Sämlinge pro Hektar + 5% Wiederbepflanzung kostete 20.000 Rials pro Quadratmeter (ca. 1,50 €/m<sup>2</sup>), wobei 1.500 Rials/m<sup>2</sup> für jede Bewässerung (ca. 11,5 Cent/m<sup>2</sup>) hinzukamen.

<sup>101</sup> Der Wechselkurs zwischen Euro und Rials wurde von der Autorin nach den von der iranischen Zentralbank ausgegebenen durchschnittlichen Jahres-Wechselkursen im Jahr 2005 mit 11.000 Rials = 1 Euro, im Jahr 2010 mit 13.000 Rials = 1 Euro und im Jahr 2011/12 mit 15.000 Rials = 1 Euro berechnet.

Im Jahr 2011 betrug der Haushaltsansatz für den Bereich Stadt-/Landschaftsplanung, Natur und Grünflächen im Haushalt Teherans 4913 Mrd. Rials (ca. 330 Mio. Euro). Dieser Bereich umfasst alle Dienstleistungen der städtischen öffentlichen Grünflächen (Pflege, Instandhaltung, Gestaltung usw.), aber auch die städtischen Grüngürtel und die Bergfußbegrünung (Amt für Planung und Haushalt, 2012: 262-70).

## **5.2.2 Ökonomischer Nutzen der Teheraner Stadtgrünflächen**

Zwar gibt es klar definierte Kosten für die Bebauung, Errichtung und Instandhaltung von Grünflächen, der ökonomische Wert aller Vorteile, die mit diesen Flächen verbunden sind, ist dagegen schwer zu berechnen.

Grünflächen bieten eine Reihe von erkennbaren ökonomischen Vorteilen wie den Ertrag von Früchten aus landwirtschaftlichen Flächen, aber auch einige wertvolle immaterielle Annehmlichkeiten wie die ästhetische Aufwertung des Stadtbildes, Lärmschutz, Luftfilterung und die Funktion als sozialer Raum. Es ist in den Wirtschaftswissenschaften anerkannt, dass niemand von der Nutzung der Stadtgrünfläche als halböffentliches Gut auszuschließen ist (Goede et al., 2001: 10). Dabei ist immer die Frage zu stellen, wie diese Werte berechnet werden und ob die Kosten und Nutzen (oder Erwartungsnutzen) wie bei allen anderen Bauprojekten verglichen werden können. So ist es auch bei dem Einfluss von Grünflächen auf Grundstückswerte richtig, von anderen Einflüssen (Lageparameter, Charakteristika der Gebäude etc.) zu isolieren.

Städtische Grün- und Freiflächen weisen eine Vielzahl an Funktionen auf (Erholung, Ästhetik, Stadtklima, Naturschutz, Lärmschutz etc.), für die in der Regel keine Marktpreise existieren (Goede et al., 2001: 9). Auch sollte man über die positive oder negative Bewertung entscheiden, die erst in ferner Zukunft auftreten.

### **5.2.2.1 Der quantitative Gewinn**

Eine Studie in Teheran (Harirchi, 2006) zeigt, dass Kauf- und Mietpreise von Wohnraum in Teheran nach einer Begrünung der Umgebung des Wohnorts mindestens um je 10% und 7% stiegen. Auch ein Haus mit der Aussicht auf die grüne Landschaft hat einen bis zu 15 Prozent höheren Wert als der Basispreis. Obwohl die öffentlichen Grünflächen und Freiräume (wegen des steigenden Kriminalitätsrisikos) manchmal einen negativen Einfluss auf anliegende Grundstücke haben, bieten sie einen besseren Wert der Immobilie und Zeitgewinn auf dem Markt für andere Nachbarn. Der Einflussbereich der Grünfläche auf den Immobilienpreis wurde in dieser Studie abhängig von der Größe, Form und Qualität jeder Grünfläche auf das 1- bis 2-fache der Grünfläche geschätzt.

Nach der Kosten-Nutzen-Analyse (Cost-Benefit Analysis - CBA) werden die Nutzen, die Risiken und die Kosten in Geldeinheiten gemessen. Alle Projektvarianten, die ein positives Ergebnis aufweisen - wie in diesem Beispiel für Nachbarn eines Parks in Teheran -, gelten als absolut vorteilhaft; die Varianten mit bestem Gesamtergebnis bzw. Rentabilität der eingesetzten Mittel sind relativ vorteilhaft und akzeptabel.

CBA ist jedoch zeitaufwendig und teuer und in der Umwelttechnik gibt es weiterhin methodische Schwierigkeiten bei der Bewertung der ökologischen Güter und Dienstleistungen (Barde & Pearce, 1991: 36), weil eine Quantifizierung aller Umwelt-/ökologischen Parameter schwierig ist und sie häufig teilweise unpräzise sind.

Eine weitere Studie der Stadtbezirksgemeinde 22 (2010) hat ergeben, dass die Immobilienwerte für jede 10 Meter Entfernung vom städtischen Grüngürtel um 1% sanken (bis zum Basispreis) und die Begrünung der Freiräume in Wohnkomplexen die Vermittlungszeit um bis zu 1/3 verringern konnte.

Eine andere Studie in Valiasr, der grünsten Straße in Teheran, konnte beweisen, dass die Bäume und Blumen wie eine Ankurbelung des Wirtschaftswachstums funktionieren und die Umsätze des Einzelhandels um bis zu 6% erhöhen konnten (Alawi, 2005).

Auch die Tätigkeit der in die Grünflächen involvierten Arbeitskräfte wie Manager, Angestellte, Gärtner, Arbeiter in Sämlingsfeldern usw. könnte als quantitativer Gewinn der Grünfläche betrachtet werden. In Teheran arbeiten ca. 250 Angestellte in der Teheraner Park- und Grünflächenorg. und mehr als 20.000 Arbeiter bei drei großen privaten Unternehmen, die Pflanzen züchten, transportieren, anpflanzen, bewässern, pflegen und bei Bedarf ersetzen. Von 2003 bis 2011 wurden jährlich vier bis neun große Projekte in Universitäten, Laboren und privaten Instituten über die Behandlung der Bäume und Grünflächen zur Identifizierung und Datenerfassung für die städtischen Bäume, die Erforschung neuer Pflanzarten und Prognose- und Bekämpfungsmethoden gegen Pflanzenschädlinge usw. gestartet wie auch an mehr als 20 kleinen Projekten von einzelnen Personen gearbeitet (eigene Befragung).

#### **Exkurs 12: Erstellung von Schadens- und Wertgutachten für Gehölze in Teheran**

*Es werden leider immer noch laufend Bäume beschädigt und jeder Schaden setzt die Lebensdauer eines Baumes herab, führt sehr oft auch zu einem Totalschaden.*

*Was in Teheran zur Entschädigung berechnet wird, ist sehr weniger als der tatsächliche Wert der Bäume.*

*Zur Bestimmung des ökologischen Wertes der Bäume von Teheran wurden bisher noch keine ausreichenden unabhängigen Berechnungen vorgenommen; so wird lediglich ein Schätzwert von 60.000.000 Rials (ca. 4.500 Euro) für eine gesunde 70-jährige Platane empfohlen (Erfanian-Salim, 2010). Stadtbäume in Teheran haben aber in Schadensersatzfällen nur wenig monetären Wert. Der Wert von Bäumen wird dabei entsprechend ihres Alters und Stammbreite berechnet und kann insbesondere bei Schadensersatzforderungen bei maximal 750 € plus Bepflanzung eines Ersatzbaums liegen.*

*Die schönen Teheraner Platanen (*Platanus orientalis*), die in der Vergangenheit mehr als 250 Jahre lang in dieser Stadt existieren konnten, wurden als feste Straßenbäume seit 1940 zahlreich durch die Stadtgemeinde gepflanzt und sterben heute bereits im Alter von 70 Jahren. Die voraussichtliche Lebensdauer für neue Sämlinge beträgt mittlerweile lediglich 30 Jahre. Als wichtigste Gründe dafür werden der Anstieg der maximalen Temperatur von 35 auf 38 Grad Celsius (einige Tage sogar bis 42°C) und die Verschmutzung und übermäßige Bodenverdichtung genannt.*

*In der Tat hat sich die Lebensdauer der Bäume um bis zu ein Achtel verringert, was einen Schaden von tausenden Euros zusätzlich zu den vielen weiteren Umweltproblemen und der Abwertung der städtischen Landschaft in Teheran bedeutet.*

*Trotz zahlreicher Gesetze zum Schutz der Straßenbäume und großer Begeisterung von Bürgern für diese Bäume werden die Täter wegen der Verletzungen und Schäden mild (oder gar nicht) bestraft.*

#### **5.2.2.2 Qualitative Vorteile**

Für den immateriellen wirtschaftlichen Wert können im ersten Schritt die Wiederbeschaffungskosten als Hilfsmittel berechnet werden. Diese Technik ermöglicht die Suche nach günstigeren Alternativen für die gleiche Qualität und Service. Die Kosten werden allgemein in Form von Opportunitätskosten ermittelt, da durch die Wahl einer speziellen Alternative bestimmte Ressourcen nicht mehr für andere Zwecke zur Verfügung stehen. Beispielsweise ist die Naturnähe durch Stadtviertelparks ein Vorteil für einen Wohnort, wie hoch der Gewinn ist, kann mit der Summe der Fahrkosten und des Treibstoffs für alle Besucher des Parks beziffert werden oder die Menge an eingesparter Energie könnte als Alternative zu den Einnahmen der Begrünung des Haushofs berechnet werden.<sup>102</sup> Das heißt, der Wert basiert auf den Kosten für einen adäquaten Ersatz. Auch die Kosten der wegen Luftverschmutzung notwendigen Behandlung der Grünflächen können als Ausgleich für den Luftreinigungswert durch die Bäume gesehen werden.

<sup>102</sup> Eine Grünfläche hilft auch, die Kosten für die Klimatisierung zu reduzieren, dafür wurde bisher leider keine experimentelle Studie im Iran durchgeführt. Nach der California Energy Commission können die Bäume, Sträucher, Weinstöcke und Bodendecker die Räume sowohl wärmer im Winter und als auch im Sommer kühler machen, so senkt die richtige Auswahl von Baumarten die Kühlkosten im Sommer um 20 bis 40 Prozent (The California Energy Commission, 2006). Auch der Kühleffekt einer durchschnittlich großen Rasenfläche (Average lawn, ca. 810 m<sup>2</sup>) entspricht etwa 8,75 Tonnen frische Luft von Klimaanlagen (Heinze, 2011: 14).



Wenn der Wert der Leistungen nicht genau gemessen werden kann, vergleicht die Kosten-Wirksamkeits-Analyse die Kosten der verschiedenen Möglichkeiten zur Erreichung des Ziels, um die Alternativen zu identifizieren (oder eine Gruppe von Alternativen) wie auch die niedrigsten Kosten (Vaughan & Ardila, 1993: 4).

Einige Vorteile der Stadtgrünflächen in Bezug auf die körperliche und psychische Gesundheit des Menschen wie saubere Luft und eine ruhigere Umgebung können auch per Kosten-Wirksamkeits-Analyse (Cost-Effectiveness-Analysis - CEA) gemessen werden. CEA ist ein Instrument zur Bewertung der Wirtschaftlichkeit von Projekten, deren Kosten zwar über Marktpreise ermittelt werden, deren Nutzen jedoch nicht monetär gemessen werden kann (z. B. menschliche Gesundheit).

Als Beispiel solcher ökonomischer Vorteile der Grünflächen von Teheran wurden der Luftfilterungseffekt der Bäume und die Einsparung an Patientenbehandlungskosten vorgestellt.

Jedes Jahr gelangen 1.200.000 Tonnen Schadstoffe in die Luft von Teheran, der Anteil der fossilen Brennstoffe und Fahrzeuge beträgt 830 Tonnen (Mohamadizadeh, 2011b).

Die Zahl der Bäume in öffentlichen Grünflächen wurde auf ca. 524.000 geschätzt (Mahmoudi, 2011). Durch diesen Baumbestand könnten der Luft nach der Berechnungsmethode von DICSA 3.144 Tonnen Staub pro Jahr<sup>103</sup> und ca. 41.000 Tonnen Kohlendioxid entzogen werden. Aber nach einer lokalen Studie waren die Ergebnisse geringer: Im Pardisan-Stadtwald wurde 1 Hektar mit 100 Bäumen der drei häufigsten Arten untersucht, Robinia pseudoacaci, Pinus eldarica und Cupressus arizonica. Die Ergebnisse der Berechnung zeigten, dass diese Art der Grünfläche nur in der Lage zu einem Gewinn von 3.766 kg Kohlendioxid pro Jahr ist (Park- und Grünflächenorganisation Teherans, 2010a). Das bedeutet ca. 20.000 Tonnen weniger CO<sub>2</sub> pro Jahr durch die jetzigen Bäume für die gesamte Stadt. Aber es heißt auch, wenn die Luftverschmutzung in Teheran bis zu einem zulässigen Grenzwert, nur durch Pflanzen reduziert werden könnte, sollte die Grünfläche dieser Stadt 75 mal ausgeweitet werden.

Die mehrmalige Schließung von Schulen, Ämtern, Banken und Büros und Veränderungen im städtischen Nahverkehr wegen des hohen Risikos der Luftverschmutzung haben gezeigt, dass pro 10 Tonnen Luftverschmutzung die Managementkosten der Stadt Teheran um \$ 5.000.000 pro Jahr erhöht werden und direkte Schäden für jeden lahmgelegten Tag in der Hauptstadt auf über 1.000 Milliarden Rials zu beziffern sind (Hosseini-Sadr, 2013: 1) und (Ali-Ashrafipour, 2011: 15). Damit bringt der heutige Baumbestand in Teheran jährlich \$ 10.000.000 Einsparungen für die Stadtverwaltung.

Obwohl diese Rate angesichts des Ausmaßes der Teheraner Luftverschmutzung nur mit der Pflanzung der Bäume nicht zu erreichen ist, könnten mit der Verbesserung und Entwicklung von Grünflächen die negativen Auswirkungen der Luftverschmutzung reduziert werden (derzeit sind nur 5% Grünflächen Baumpflanzungen). Sie können dennoch als eine emissionsmindernde Einrichtung betrachtet werden. Daneben sollte die Vernachlässigung der Regierung des öffentlichen Verkehrs und der Kontamination von Nicht-Standard-Benzin und alten Autos beachtet und korrigiert werden.

#### **Exkurs 13: Die offizielle Statistik der Mortalität und Warnung vor Luftverschmutzung in Teheran**

*Im Februar 2008 erklärte der Sprecher der Umweltkommission des iranischen Parlaments, dass die amtliche Statistik der Todesfälle durch direkte Luftverschmutzung in Teheran von 2005 bis 2007 pro Monat 1.400 Menschen und nach indirekten Auswirkungen in Form einer Intensivierung vieler Krankheiten etwa 7.000 pro Monat anzeigt (Mohseni-Bandpei, 2009).*

<sup>103</sup> 100 ausgewachsene Bäume reduzieren ca. 0,60 t Staub pro Jahr und verarbeiten pro sonniger Stunde 2,55 kg Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) und durch die Photosynthese werden 1,77 kg Sauerstoff (O<sub>2</sub>) gebildet (DICSA, 1990) & (Rapoport et al., 1983). 1951-2005 schien die Sonne in Teheran durchschnittlich 3.065,6 Stunden pro Jahr (IRIMO, 1951-2006).

*Geschätzte jährliche Verluste von Mortalität aufgrund von Luftverschmutzung in den Städten des Irans sind 640 Millionen Dollar (5.100 Milliarden Rial), was 0,57 Prozent des BIP entspricht. Die durch städtische Luftverschmutzung ausgelösten Krankheiten erzeugen 260 Millionen Dollar oder 2.100 Milliarden Rials Kosten (0,023 Prozent des BIP) für die Wirtschaft des Iran (The World Bank, 2005: 32).*

*Laut der Statistik der Zentralen Friedhoforganisation von Teheran wurde in nur einer Woche intensiver Luftverschmutzung in der Hauptstadt im Herbst 2008 eine Häufung der Todesursache Herzstillstand um 15% verzeichnet.*

*Im Winter 2008 gab der stellvertretende Vorsitzende des Parlaments in der Konferenz „Umwelt-Rechte. Ansatz der Luftverschmutzung“ nach starker Kritik an dem Fehlen eines umfassenden Managements gegen Umweltverschmutzung in Teheran zu, dass nach Studien über die Luftverschmutzung die durchschnittliche Lebenserwartung der Stadtbewohner um fünf Jahre gesunken sei.*

Die Bedeutung von Grünflächen geht weit über die einer physischen Öko-Umwelt hinaus. Sie könnten vielmehr eine Kombination von nationaler Umweltleistung und der Verbesserung der Qualität des Gesundheitswesens sein. Aus dieser Perspektive können Grünflächen nicht nur durch Umweltfaktoren, sondern auch als Faktor für die Gesundheit, medizinische Infrastrukturen und politischen Maßnahmen zur Erhaltung und Steigerung von Grünflächen in der Gesellschaft definiert werden (visualizing.org). Dann kann ihr Nutzen wie in der anderen genannten Analyse in Bezug auf die Gesundheit des Menschen mit der Nutzwertanalyse (Cost-utility analysis - CUA) berechnet werden.

Sie gehört zu den quantitativen nicht-monetären Analysemethoden der Entscheidungstheorie „für die Analyse einer Menge komplexer Handlungsalternativen mit dem Zweck, die Elemente dieser Menge entsprechend den Präferenzen des Entscheidungsträgers bezüglich eines multidimensionalen Zielsystems zu ordnen“ (Zangemeister, 1976: 45). Soll unter mehreren, miteinander schwer vergleichbaren Alternativen ausgewählt werden, stellt die Nutzwertanalyse ein Instrument zur Bestimmung der vom Entscheidungsträger bevorzugten Alternativen dar. Dazu müssen diese parametrisiert werden. Die Analyse gibt eine Vorstellung davon, wie viele zusätzliche Monate oder Jahre des Lebens in einer angemessenen Qualität eine Person als Folge des Begrünungsprojekts gewinnen kann.<sup>104</sup>

Nach einer Studie des medizinischen Instituts der Shahid-Beheshti Universität im Jahr 2006 in Teheran wurden 17,11% der gesamten nicht natürlichen Todesfälle und 39,90% des plötzlichen Herztodes bei der Menschen über 30 Jahren auf die Luftverschmutzung zurückzuführen. Frühzeitige Komplikation der Luftverschmutzung ist das Leiden der Atemwegs- und neurologischen Systeme und als Spätfolge führt die Verschmutzung der Atemwege durch die festen Stoffe (Feinstaub) dazu, dass die Aufnahme von Sauerstoff durch die Atemwege bzw. Lunge stark vermindert wird, was in den meisten Fällen eine lebenslange Behandlung notwendig macht (Joneidi-Jafari et al., 2009: 43).

Trotz des Bestreitens dieser Statistik hat das iranische Gesundheitsministerium die 30%ige Erhöhung der Zahl der Lungenkranken und den 18%igen Anstieg von Herzpatienten in den Notfallaufnahmen und Krankenhäusern während der Tage der Kontamination bestätigt (Vahid-Dastjerdi, 2010) und das Ausmaß des Problems als einen „kollektiven Selbstmord“ bezeichnet (BBC News, 2007).

Ökonomische Wertansätze von Todesfallrisiken werden aus ethischer Sicht abgelehnt, da man den Wert eines Lebens nicht in Geld messen kann, aber eine Schätzung der externen Kosten bei Änderungen der Sterbe- oder Erkrankungswahrscheinlichkeit ist möglich.

Der Lungenkrebs ist jetzt eine der häufigsten Krebs-Todesursache in Iran und 13.000 bis 100.000 Menschen sterben jährlich an Atemwegs- und Lungenkrankheiten aufgrund der Luftverschmutzung.

<sup>104</sup> Ein qualitätskorrigiertes Lebensjahr (Quality adjusted life years= QALYs) ist eine Kennzahl für die Bewertung eines Lebensjahres in Relation zur Gesundheit. Dies ermöglicht die Berücksichtigung einer Vielzahl subjektiver Variablen wie physische, psychische und soziale Aspekte und erlaubt auch den Vergleich von Behandlungen über verschiedene Diagnosen hinweg (Interindikationsvergleich). Beispielsweise ist ein zusätzlich gewonnenes Jahr eines Krebspatienten nicht gleichzusetzen mit einem zusätzlichen Lebensjahr bei einem Patienten mit Hypertonie (Szucs, 1997).

Die Kosten der Behandlung und die Ergebnisse des Todes dieser Patienten in Teheran (direkt und indirekte Kosten) lassen sich auf 5 bis 12 Milliarden Dollar pro Jahr berechnen (Masjedi, 2011); (Nadafi, 2011) und (Omi, 2011). Für die gesundheitlichen Folgen der Luftverschmutzung sollten an erster Stelle Lungenkrankheiten berechnet werden, wie die Häufigkeit und Verschlimmerung von Asthma, Fälle chronisch obstruktiver Lungenkrankheit (COPD) und Lungenkrebs. Zum anderen hat man es aber auch mit Herz-Kreislauf-Erkrankungen und dazugehörend ischämisch bedingter Herzkrankheiten und Herzinsuffizienz zu tun (Künzli et al., 2010: 3).

Die Statistik zeigt eine hohe Rate von Erkrankungen von Herz und Blutkreislauf. Weltweit starben im Jahr 2008 etwa 57 Millionen Menschen, 36 Millionen davon an nicht übertragbaren Erkrankungen. Auf Herz-Kreislauf-Erkrankungen gingen demnach 17 Millionen Todesfälle zurück (WHO, 2010: 9). Doch in Iran waren es im Jahr 2009 mehr als 44,5 Prozent Todesfälle aufgrund von Herz-Kreislauf-Erkrankungen. Iranische koronare Herzpatienten erreichen ein sieben bis zehn Jahre geringeres Lebensalter im Vergleich mit globalen Statistiken, damit ergibt sich eine höhere Wahrscheinlichkeit von sozialen Schäden für den Patienten und seine Familie (Statistisches Jahrbuch der Stadt Teheran, 2012: 276f.).

Die ärztlichen Aktivitäten für die Behandlung der Herz-Kreislauf-Erkrankungen im Jahr 2005 in Iran haben Kosten von über € 720.000.000 (10000 Mrd. Rials) verursacht, davon entfielen 2/3 allein auf Teheran und verlorene Lebensjahre durch Krankheit im Land wurden auf 215.000 Jahre geschätzt, wovon 40% aus Herz-Kreislauf-Erkrankungen als häufigste Ursache resultieren (MSF, 2009).

Aufgrund der Zunahme von Arztbesuchen der Herzpatienten um 18% durch die Luftverschmutzung ist der minimalste Betrag, den man kurzfristig mit der Verbesserung der Teheraner Luftverschmutzung gewinnen könnte, mit 86.000.000 € zu beziffern.

Weitere Studien sind erforderlich, um die langfristigen Kosteneinsparungen zu berechnen.

### 5.2.2.3 Emotionale Vorteile

Es gibt noch weitere qualitative Vorteile in Bezug auf menschliche Gefühle wie die ästhetische Wirkung der Grünfläche. Die Glücksmessung sind so außergewöhnlich, dass entsprechende Versuche als unklug und lächerlich betrachtet wurden. Aber, „*Sofern Glücksforschung wissenschaftliches Renommee gewinnen will, kommt sie um Messungen, wie immer sie auch vorgenommen werden, nicht herum*“ (Bucher, 2009: 18).

Der Begriff „Gross National Happiness“ (Bruttonationalglück) wurde 1972 von vierten Drache Bhutans König Jigme Singye Wangchuck geprägt. Er benutzte diesen Satz zu seinem Engagement für den Aufbau einer Wirtschaft, die einzigartige Kultur Bhutans auf buddhistischen spirituellen Werten aufbauen würde. Das Zentrum für Bhutan Studies in Thimphu entwickelte ein ausgeklügeltes Erhebungsinstrument, um das Nationalglück und allgemeine Niveau des Wohlbefindens zu messen (Ura et al., 2012: 6f.).

Bruttonationalglück ist (BNG) der Versuch, den Lebensstandard in ganzheitlicher, humanistischer und psychologischer Weise zu definieren. Die Idee des Bruttonationalglücks besagt, dass eine ausgewogene und nachhaltige Entwicklung der Gesellschaft nur im Zusammenspiel von materiellen, kulturellen und spirituellen Schritten geschehen kann, die einander ergänzen und bestärken. Eine der wichtigsten Säulen des Bruttonationalglücks ist die Umwelt-Zufriedenheit (und Prävention aller Formen von Umweltzerstörung einschließlich Lärm, visuelle und physische Belastung), die mit der Erhöhung der Zufriedenheit und Zustimmung des Volks sozialen Nutzen und wirtschaftliche Bewegung bringt (Ura et al., 2012: 30f.). Der Bau von Grünflächen zur Schaffung von besseren und

schönen Landschaften ist nicht der Zweck, sondern Stadtbegrünung ist ein Weg, um einen qualitativen ökologischen Raum für Menschen, Pflanzen und Tiere für mehrere Generationen zu schaffen, damit sie miteinander gesund leben können, ihre Arbeit zufrieden verrichten können und keine neuen Belastungen aufbauen. Aus dieser Sicht ist die soziale Wirkung der Grünfläche eines der wichtigsten Ziele der Stadtbegrünung, die sehr notwendig für Teheran ist.

Eine unabhängige Universitätsstudie des Departments für Umweltplanung der Universität Teheran hat die Umweltqualität in Teheran im Jahr 2006 gemessen. In dieser Studie wurde zuerst mit einer vergleichenden Analyse und Bewertung von verschiedenen Nachhaltigkeitsindikator-Modellen eine Gruppe von 54 Indikatoren, die die kulturellen und sozialen Bedingungen Irans spiegeln, gewählt und als Indikatoren für die Zunahme oder Abnahme der städtischen Umweltqualität in einem mathematischen Modell kategorisiert. Die zwölf wichtigsten Indikatoren für die Umweltqualität in Teheran und Ergebnisse dieser Studie waren:

- |  |  |
|--|--|
| 1. <i>Natürliche Lebensräume</i> 65%                 | 7. <i>Wirtschaft und Beschäftigung</i> 50% |
| 2. <i>Individuelle Gesundheit und Behandlung</i> 91% | 8. <i>Service-Center Vertrieb</i> 50%      |
| 3. <i>Schutz und Sicherheit</i> 19%                  | 9. <i>Städtische Einrichtungen</i> 60%     |
| 4. <i>Energie</i> 62%                                | 10. <i>Transport</i> 40%                   |
| 5. <i>Soziales Umfeld</i> 43%                        | 11. <i>Wohnungsbeschaffung</i> 71%         |
| 6. <i>Bildung</i> 85%                                | 12. <i>Kultur, Kunst, Freizeit</i> 21%     |

Die endgültige Höhe der Umweltqualität in Teheran betrug 59,5% wurde in vier Gruppen von Hauptindikatoren näherungsweise berechnet: "Basic needs" mit einer Wertung von 62%, "sozioökonomische Bedürfnisse" mit einer Wertung von 67%, "ökologische Bedürfnisse" mit einer Wertung von 61% und "Kultur- und Freizeitangebots-Bedürfnisse" mit einer Punktzahl von 21%. Eine besondere Insuffizienz in der Kultur-Freizeit Kategorie sind Bibliotheken und Grünfläche in m<sup>2</sup> pro Kopf.

Diese Zahlen zeigen, dass Teheran einen relativ langen Weg gehen muss, um eine akzeptable und geeignete Qualität nationaler und internationaler Standards zu erreichen. Daher gehören eine Verbesserung der Qualität der Teheraner Umgebung und die Bewegung hin zu einer nachhaltigen Stadt in Form eines genaueren, aufschlussreicheren und organisierten Plans dazu (Seifollahi & Faryadi, 2011: 545f.).

Es wurden auch zahlreiche ähnliche Studien von nationalen und internationalen Forschern und Organisationen zur Ermittlung und Bewertung der Teheraner Umweltqualität durchgeführt.

Basierend auf den Studien, die vom Mercer Institute of Human Resources im Jahr 2007 durchgeführt wurden, war Teheran im Umweltsektor mit einer erhaltenen Partitur von 52,8 an 177. Stelle der 215 größten Städten der Welt. Laut der aktuellen Mercer Lebensqualitäts-Studie rangiert diese Stadt auf Platz 188 aus gesamteten 210 Städten (Mercer, 2012).

In einer anderen Studie wurde die Situation Teherans in Bezug auf die wenigen Grünflächen und Vegetation und hohe Luftverschmutzung als „sehr kritisch“, und die Stadtstruktur aus ökologischer Sicht als „erschöpft“ bewertet (Parivar et al., 2009: 45).



### 5.3 Soziale Aspekte, Bürgerbeteiligung, Umweltbildung

*„Eine Erneuerung muss als Prozess des Aufbaus über die inhärenten sozialen und wirtschaftlichen Werte der Gemeinschaft verstanden werden. Die Vernachlässigung dieser Werte durch Programme auf massiven Abstandes und der Wiederentwicklung kann eine gesamte Gemeinschaft stören.“<sup>105</sup> sagte South Bronx Aktivistin Yolanda García, 1952-2005 (Angotti, 2008: 116).*

Obwohl die Beteiligung der Öffentlichkeit in städtischen Projekten im Allgemeinen die Erhöhung der Lauflänge verursacht, hat sie aber keine abschreckende Wirkung für die Projekte, sondern meistens verhindert der kritische Blick von Bürgern Fehlplanungen. Mit der Entwicklung der Umweltbildung für die Bürger und der Voraussetzung einer „gemeinsamen Sprache“ bekommt die Regierung schnelle und preiswerte Beratungen und Unterstützungen.

Umweltbewusstsein und demokratische Beteiligung sollen gelernt und gelebt werden. Je öfter die Bürger sich aktiv an den Entscheidungsprozessen beteiligen und je mehr Zugang zu Daten und transparenten Planungsprozessen sie haben, desto geübter werden sie im Umgang mit demokratischer Beteiligung.

#### 5.3.1 Die Ursache der begrenzten öffentlichen Beteiligung an Stadtprojekten und Stadtbegrünung

*„Teheran als Projekt wird niemals ein Ende finden, weil es ein Großteil seiner Lebensenergie darauf verwendet, Dorfbewohner in Stadtmenschen zu verwandeln, die dafür kein besonderes Talent zeigen.“ (Cheheltan, 2008: 11).*

Die Teheraner haben seit langem ihr Vertrauen in die Politik und Regierung verloren. Trotzdem sie den Stadtrat direkt wählen können, ist die Wahlbeteiligung eher zu vernachlässigen. Sie verfolgen auch nicht die Wahl des Bürgermeisters und die Umsetzung seiner Pläne. Stadtprojekte sind im Allgemeinen in Bezug auf Management, Ziele und Budget nicht deutlich öffentlich kommuniziert.

Steuerflucht ist eine verbreitete Methode und die Einnahmen aus der Erdölförderung zu verschieben statt Steuern zu zahlen ist längst zur Routine geworden.

Wegen der ständigen Änderungen der Vorschriften und dem Mangel an juristischer Unterstützung für Einzelpersonen sind die Bereitschaft zur Investition und die Beteiligung von privaten Investoren sehr begrenzt. Auf der anderen Seite besteht die Gefahr, dass die derzeit geringen Grünflächen aufgrund des Mangels an angemessener Aufsicht von privaten Investoren für höhere Gewinne geopfert werden.

Die meisten Bürger, die vor nur zwei bis drei Generationen in der sauberen Luft in grünen Dörfern wohnten und sich im Moment täglich wegen Stadtverschmutzungen, besonders der Verunreinigung der Luft, beschwerden, haben trotz der Bemühungen von Umweltgruppen keinerlei Interesse daran, selbst aktiv zu werden. Zu einem Umweltbewusstsein ist es noch ein langer Weg angesichts der Tatsache, dass viele Teheraner ausschließlich den Staat in der Verantwortung für die Schwierigkeiten und Probleme sehen. Überraschenderweise sind Bildungsmaßnahmen dabei überhaupt kein Thema.

Die Deckung vieler Kosten durch die Öleinnahmen verursacht nicht nur diktatorisches Verhalten und den Mangel an Rechenschaftspflicht der Regierung, sondern führt auch dazu, dass die Bürger die tatsächlichen Kosten und Schäden vernachlässigen, die sie der Umwelt auflasten.

<sup>105</sup> *„A renewal effort has to be conceived as a process of building on the inherent social and economic values of the community. Neglecting these values through programs of massive clearance and redevelopment can disrupt an entire community.“ (Angotti, New York for Sale: Community Planning Confronts Global Real Estate, 2008:116).*

Sie nutzen übermäßig viel Energie, bedecken die Böden mit Beton und Asphalt und schenken dem Wert der natürlichen Elemente keine Aufmerksamkeit. Teheran schwimmt in einem Meer aus Abwässern von 800 Quadratkilometern Fläche und verbraucht die Wasserreserven ihrer Umgebung und hat damit zu verantworten, dass ein mehr als 15.000 Quadratkilometer großes Gebiet zu Ödland wurde.

Die Partizipation der Stadtbewohner am ökologischen Umbau und an der Verbesserung der städtischen Umwelt ist unerlässlich, da die Ansprüche der Bewohner zu identifizieren und zu berücksichtigen sind und auch dazu, sie zu verantwortungsbewusstem Verhalten und ökologischem Bewusstsein anzuregen.

Sozial verantwortliches Verhalten von Bürgern erschafft sich nicht selbst; Bildung ist notwendig. Vor allem Menschen mit höherer Bildung treten für den Schutz und die nachhaltige Nutzung von Natur ein (Zare et al., 2009: 205f.).

### **5.3.2 Bildung und Beteiligung**

Es ist nicht ausreichend, wenn lediglich die Stadtgemeinde und die Teheraner Behörden den städtischen Grünflächen ihre Aufmerksamkeit schenken. In den meisten Fällen wurden die Bäume von gewöhnlichen Bürgern in Abwesenheit eindeutiger Gesetze und kommunaler Steuerung und Überwachung dem wirtschaftlichen Gewinn geopfert.

Die internationale Gemeinschaft erklärte, dass keine Regierung allein in der „Ausbildung für alle“ Erfolge erzielen kann, weil der Weg zum diesem Ziel durch den Mangel an Betriebsmitteln und Ressourcen verhindert wird (Aga Khan Foundation team, 2007: 1).

Ein enormes Bevölkerungswachstum führte dazu, dass vor allem die Gebäude- und Verkehrsflächen rasant anwuchsen und so immer größere Bodenflächen versiegelt wurden, was die natürliche Umgebung zerstörte und zum Absinken des Grundwasserspiegels beitrug.

Während des schnellen Teheraner Stadtwachstums, verbunden mit dem Technologiefortschritt, tiefgreifenden sozialen Veränderungen, Materialismus und Individualismus, vergaßen die Teheraner ihre Traditionen und kümmerten sich nur wenig um ihre Umwelt. Gewinnsucht und besonders das Profitinteresse herrschender Eliten steht zurzeit den tiefer verwurzelten Überzeugungen, gewohnten Lebensstilen oder anders gelagerten Interessen entgegen.

Es ist nicht leicht, die Diskrepanz zwischen Umweltbewusstsein und Umweltverhalten zu beseitigen und gewohntes umweltbelastendes Verhalten einfach gegen umweltschonendes auszutauschen.

Zur Veränderung des grundlegenden Verhältnisses zwischen Bürgern und Natur ist die dauerhafte öffentliche Umweltbildung zu allen möglichen Gelegenheiten notwendig.

Obwohl hohe Bildung und Einkommen die entscheidenden Faktoren für umweltfreundliches Verhalten sind und das Leitbild der Nachhaltigkeit auf dem Weg zu breiter gesellschaftlicher Akzeptanz ist, sollte als erster Schritt ein positiver Zugang zur Natur geschaffen und bei naturverbundenen Bildungsbürgern der Nachhaltigkeitsgedanke vertieft und ein ganzheitliches Naturverständnis gestärkt werden.

Diese Ausbildung sollte:

1. Informationen über Folgen der Umweltzerstörung vor allem in Bezug auf Grünflächen jedem Einzelnen in der Gesellschaft und die Folgen des eigenen Verhaltens und die Wahrnehmung für die vielfältigen Formen der Bedrohung der natürlichen Umwelt zugänglich machen und verbreiten

2. mit der Entwicklung einer Bewertungsmethode die Menschen anregen, diese Verantwortung zu spüren und die Bürger zur Überwachung der Grünflächen animieren
3. dazu animieren, die Rolle der Bürger nicht als Zielgruppe in der Grünflächenentwicklungsplanung, sondern als die von „Exekutive Partners“ und Verteidiger und Vermittler umweltbezogener Wertvorstellungen zu betrachten und sie entsprechend zu bilden. Sie sollten sich nach dem Erlernen des richtigen Verhaltens aktiv in die Wartung und Weiterentwicklung von Grünflächen als echtem Bedarf städtischen Lebens eingebunden und beteiligt werden.

### 5.3.2.1 Umweltbewusstsein/Umweltkommunikation in den Schulen

*„Es ist notwendig, ein Bewusstsein für die Umwelt zu entwickeln. Es muss alle Alters-Gesellschaftsgruppen umfassen, beginnend mit den Kindern. Umweltbewusstsein sollte in Schulen und Hochschulen unterrichtet werden...“<sup>106</sup> „Indiens National Policy on Education; Abs. 8.15.*

Die Bildung in Umweltfragen wurde als pragmatische pädagogische Antwort auf die Probleme und Anliegen der Umwelt entwickelt. Das Konzept der Umweltbildung im Iran entwickelt sich immer weiter und wartet noch auf eine Institutionalisierung in den Bildungssystemen.

Lehrer können nur dann eine wichtige Rolle für die Erziehung ihrer Schüler in Bezug auf die Umwelt spielen, wenn sie selbst das notwendige Maß einer positiven Einstellung und Verhaltens in diesem Punkt haben. Daher sollte die Regierung wie auch die Verantwortlichen im Betrieb der Lehrerbildung die Umweltbildung einführen und ausbauen.

Es besteht ein großer Bedarf für ein neues persönliches und individuelles Verhalten in globaler Ethik, das durch die Aufklärung und Ausbildung von interessierten Lehrern und pädagogischen Fachkräften realisiert werden kann.

Eine Studie über 103 Sekundarschulen in Teheran und der Stadt Mysore (Indien), die durch das Taj Environmental Attitude Scale (TEAS) durchgeführt wurde, zeigte trotz permanent erhöhter Luftverschmutzung in Teheran und sehr schwachen städtischen Grünflächen im Vergleich zu Mysore einen signifikanten Unterschied im Niveau der Haltung zum Umweltschutz unter Gymnasiallehrern in Indien und im Iran. Die Zahl der indischen Lehrer mit angemessener Umwelt-Haltung (62,2%) war größer als die ihrer Kollegen im Iran (52,2%) (Shobeiri et al., 2006: 352f.).

Der erste Schritt zur Entwicklung einer umweltbewussten, verantwortlichen Generation ist die Information der Lehrer und Verbesserung der pädagogischen Programme im Rahmen umfassender Bildungsprogramme der Gemeinden, um den Lehrern einige Stunden Umweltunterricht als theoretischen Unterricht in den Schulen und auch praktisch in der freien Natur zu ermöglichen und auf diese Weise die Kinder und ihre Familien in der angemessenen Aufmerksamkeit für Natur und Umwelt und besonders Stadtgrünflächen zu schulen.

Eine Partnerschaft zwischen Pädagogen, Vermittlern und öffentlichen Räumen, Schulen und NGOs ist ein weiterer Schlüssel zum Erfolg der außerschulischen Programme, vor allem durch Naturerlebnisse zusätzlich zu den Kapazitäten der Erzieher und Betreuer (APEIS, RISPO, 2004: 375).

Die Regierung kann Strategien und Leitlinien sowie finanzielle und technische Hilfe für solche Partnerschaften bereitstellen, um die Umsetzung zu erleichtern.

<sup>106</sup> *“There is a paramount need to create a consciousness of the Environment. It must be permeate all ages and all sections of society, beginning with the child. Environmental consciousness should inform teaching in schools and colleges...” (India's National Policy on Education; Para 8.15).*

Erlebnispädagogik (outdoor education) ist eine besonders bedeutsame Umweltbildung, die den Kindern wertvolle Erfahrungen in der Nähe zur Natur ermöglicht, die helfen, sie gegenüber Umweltfragen zu sensibilisieren.

Solche Partnerschaften oder zumindest das gegenseitige Vertrauen und die auf multilateraler Ebene guten und intensiven Beziehungen von Natur, Regierung und Lehrer mit den Schulen zu etablieren, werden zum Erfolg des außerschulischen Programms führen. Diese Bemühungen erhöhen und stellen nicht nur die Kapazitäten der Lehrer sicher, sondern auch die Beteiligung der Bürger und die Wirksamkeit des Programms.

### **5.3.2.2 Die Rolle der Medien als Informationsträger**

Einige kostenlose der zahlreichen Radio- und Fernsehsender, die in Iran allesamt staatlich monopolisiert sind, stellen, unabhängig von sozialen und politischen Problemen eines solchen totalitären Systems, das auch die ideologische Beeinflussung durch Erziehung und Massenmedien impliziert, eine außergewöhnliche und kostengünstige Möglichkeit für die öffentliche Bildung im Land zur Verfügung.

Das Potential der Medien zur Förderung von Kultur und Bildung der Gemeinschaft durch alle Gruppen, die sich in städtischen und ländlichen Gemeinden organisiert haben, könnte als wirksames und angemessenes Mittel zum Zwecke der Übermittlung der Informationen und sozialpädagogischen Konzepten weiter ausgeschöpft werden, um die Eigenverantwortung eines Menschen und damit seinen selbstständigen Umgang mit alltäglichen Lebenslagen in der Gesellschaft und Natur zu stärken.

Wenn dieses mächtige Werkzeug einige Stunden zur Bildung über die Umwelt, Grünflächen und die nachteiligen Folgen der Unaufmerksamkeit für die Natur bereitstellt und beiträgt, wird sein durchdringender Einfluss auf den großen Massen von Bürgern exponentiell sein.

Während die Zahl der öffentlichen Bibliotheken in Teheran sehr begrenzt ist (es kommt lediglich eine Bibliothek auf 28.500 Personen) und diese darüber hinaus unter niedrigen Besucherzahlen leiden, haben über 98% der Familien mindestens einen Fernseher zu Hause (Statistisches Zentrum Irans, 2013: 162) und die Teheraner schauen 1 bis 3 Stunden pro Tag TV-Programme an (Razavizadeh & Azizi, 2007).

Neben der Nutzung der Wirkmächtigkeit der allgegenwärtigen Medien in allen sozialen Gruppen und Altersstufen haben die Schulungsprogramme andere Vorteile:

- Die Programme sind wie eine aufeinanderfolgende Serie (in Lektionen) aufgebaut und könnten sich parallel zu dem Bevölkerungsfortschritt entwickeln
- Sie könnten von Beratern und Spezialisten unterstützt und weiterentwickelt werden
- Das Fernsehen ermöglicht es, die Stadtbegrünungsprojekte in ihrer Umsetzung zu verfolgen und die Probleme und Hindernisse bekannt zu machen
- Daneben könnte die andere Informationsquelle umweltrelevante Themen für Interessierte und engagierte Bürger vorstellen
- Medien sind vielfältig, interessant und geben die Gelegenheit zum Monitoring und zur Evaluierung.

Die Förderung der harmonischen Entwicklung von Medien und der Umwelt als grundlegendes Ziel der Umwelterziehung kann eine der effizientesten Methoden für die Beteiligung der Bürger in Teheran sein, um ihnen die Stadtgrünfläche in der systematischen Planung und rationales Landschaftslayout nahezubringen.



### 5.3.3 Patenschaften für öffentliche Grünflächen und der Sinn von Nichtregierungsorganisationen

„Ich kenne keine ermutigendere Tatsache als die fraglose Fähigkeit des Menschen, sein Leben durch bewusste Anstrengung weiterzuentwickeln<sup>107</sup>“ (Thoreau, 1854: 98).

Zunehmend werden NGOs als wichtige Akteure in der Formulierung, Gestaltung und Anwendung von Strategien zur politischen, ökonomischen und sozialen Entwicklung anerkannt. Organisationen gehören in der Regel zu einem der drei gesellschaftlichen Bereiche Staat, Privatwirtschaft (gewinnorientiert) und den NGOs als drittem Sektor.

Damit eine Gesellschaft ihr volles Potential ausschöpfen und für die Bürger ihre Ziele erreichen kann, müssen alle drei Sektoren miteinander kooperieren. Jeder Sektor hat Stärken und Schwächen in der Bereitstellung dessen, was die einzelnen Teile der Gesellschaft brauchen und wollen.

Die erste Umwelt-NGO in Iran wurde im Jahr 1970 mit dem Ziel des Kampfs gegen die Ausdehnung der Wüsten gegründet (Dorfbewohner von Ashkzr, Yazd-Gruppe). Nach dem Umweltgipfel von Rio 1992 und entsprechend mit der globalen Umweltbewegung und während der Amtszeit des früheren Präsidenten Mohammad Khatami wurden weitere Umwelt-NGOs erst Ende der 1990er konstituiert. Allmählich wuchsen sie und expandieren weiterhin (Zokai, 2005).

Es gibt aktuell über 7000 Nichtregierungsorganisationen in Iran (1225 in Teheran), darunter 405 Umwelt-NGOs (36 in Teheran) (Staatliches Büro für NGO-Angelegenheiten Irans, 2004). Einige davon sind Zweigstellen der Mutterorganisationen aus anderen Ländern. Manche davon sind schon alt, allerdings haben die meisten von ihnen sich in den letzten Jahren noch einmal entwickelt.

Abgesehen von der Erbringung von Dienstleistungen ist eine noch wichtigere Funktion von NGOs die der Vermittlung der Bürgerbeteiligung in ihren jeweiligen Gesellschaften. In NGOs können alle Stimmen gehört werden, wenn Individuen mit anderen, die ähnliche Werte und Interessen haben, eine Gruppe bilden. Oft sollen sie auch die Verständigung zwischen Bürger und Staat fördern.

Leider sind die meisten von ihnen nach dem anfänglichen Aufstieg der NGOs durch die jüngste Präsidentenwahl und damit verbunden der starken Polizeipräsenz und hochentwickelten Überwachungssystemen von Sicherheitsbehörden nicht mehr aktiv oder strukturell veraltet. Die politischen und gesetzlichen Regelungen über NGOs sind derart restriktiv, dass die meisten NGOs illegal oder semi-legal arbeiten müssen und zudem sind viele Organisationen, die sich de jure als NGO bezeichnen, faktisch ausgelagerte staatliche Behörden.

Iranische Gesetze zu den NGOs sind komplex, schwer zu verstehen und zu befolgen. Da Teheran bzw. Iran nicht über ein lokales/föderales System verfügen, müssen sich die NGOs an nationale Gesetze und Verordnungen halten. Die iranische Regierung ist wiederum hierarchisch organisiert. Die Zentralregierung hat die Macht der Gesetzgebung und der Verwaltung obliegt die Aufsicht darüber, wie Gesetze durchgesetzt werden. Die iranische Regierung hat keine Bedenken in Bezug auf die ökologischen Gruppenaktivitäten z. B. bei der Aufräumaktion auf Grünflächen im Gebirge und in Wäldern oder jährliche Kinder-Demonstrationen mit „Wir wollen saubere Luft“-Bannern auf den Straßen; sie dürfen jedoch nicht über die Entsorgung der ungereinigten industriellen Abwässer in die Flüsse sprechen, die Berichte über die Zerstörung der Wälder oder Konvertierung des Trinkwassers zu Abwasser werden als Diskreditierung und Verteufelung der Regierung gesehen und wenn möglich als Gefährdung der nationalen Sicherheit bestraft.

<sup>107</sup> „I know of no more encouraging fact than the unquestionable ability of man to elevate his life by a conscious endeavour.“ (Thoreau, 1854, Walden :98).

Organisatoren und Mitgliedern der NGOs haben kein Recht auf Anhörung und Interviews oder darauf, mit ihrem statistischen Jahresbericht die Gemeinschaft und Beamte zu warnen, welche tragischen Ereignisse in den ökologischen und sozialen Bereichen geschehen.

In mehrfacher Hinsicht sind die Gesetze über die Registrierung und Tätigkeit von Nichtregierungsorganisationen in Iran als zu kompliziert und schwerfällig kritisiert worden: Erstens wegen der rechtlichen Struktur und schlechten Koordination durch mehrere Entscheidungszentren, zweitens unterscheidet sich der Prozess der Registrierung und Regulierung der NGOs in der Praxis oft von dem, was im Gesetz vorgesehen ist und es bringt weiterhin unnötige Belastungen für NGOs mit sich, ihre Genehmigungen und Finanzhilfen einzuholen und drittens ist die gerichtliche Überprüfung von Verwaltungsentscheidungen in Bezug auf NGOs unzureichend.

Nach dem Parlamentsgesetz haben die NGOs kein Recht auf finanzielle Unterstützung, auch nicht durch die Vereinten Nationen. Ehrenamtliche Gruppen in Iran dürfen allgemein mit den juristischen Institutionen in anderen Ländern keine offiziellen gemeinsamen Projekte machen.

Aber es gibt auch einige, die seit einigen Jahren sehr effizient und klug gearbeitet haben und sehr erfolgreich sind. Ihre Organisationen gründen sich auf sehr systematische, klare Ansätze. Sie haben einen großen Kreis von Spendern und geben Seminare zur Sensibilisierung der Öffentlichkeit und arbeiten mit weiterer Überlegung und Planung aktiv und bestimmt auf ein klar formuliertes, aber realistisches und definiertes Ziel hin, sie kennen die Experten in ihren Fachgebieten und ihre Forschungsergebnisse (Sayyah, 2003).

Dieses System muss reformiert und genügend Platz für NGO-Aktivitäten geschaffen werden.

*„Es kann nur die Hoffnung für diejenige Gesellschaft geben, die als eine große Familie agiert, nicht wie viele einzelne<sup>108</sup>“, so Muhammad Anwar as-Sadat, der dritte Staatspräsident des unabhängigen Ägypten, 1918-1981 (Bruhn, 2005: xviii).*

NGOs tragen als ein Mittel zum Ausdruck der vielfältigen und komplexen Bedürfnisse der Gesellschaft zu einer Zivilgesellschaft bei. Sie fördern Pluralismus, Vielfalt und Toleranz in der Gesellschaft und auch den Schutz und die Stärkung der kulturellen, ethnischen, religiösen, sprachlichen und anderer Identitäten.

Sie können nicht nur mit der Organisation der Intellektuellen und Interessierten zu der Erhaltung und Verbesserung der städtischen Grünflächen und der Umwelt beitragen, sie dienen darüber hinaus auch der Überwachung und als Inspektionssystem der Gemeinde, fördern die Transparenz der Regierungsorgane und kontrollieren deren Handeln, um eine Ablenkung der Umsetzung von Grünflächenprojekten zu vermeiden.

NGOs motivieren die Bürger dazu, in allen Bereichen der Gesellschaft zu handeln, statt sich auf staatliche Macht und Wohltätigkeit zu verlassen. Idealerweise können sie die lokalen Kapazitäten der Beteiligung erhöhen, bedürftige Zielgruppen besser ermitteln, nachhaltige Lösungen finden und die Begünstigten in den Entwicklungsprozess einbeziehen und sie dazu bewegen, aktiv zu werden.

Da mehr als die Hälfte der Einwohner von Teheran Frauen und Jugendliche sind, die normalerweise weniger berufliche Verpflichtungen haben, können NGOs mit ihrer Aufnahme eine starke Kraft und große Kapazitäten z. B. für die Entwicklung der städtischen Grünflächen gewinnen.

---

<sup>108</sup> *“There can be hope only for a society which acts as one big family, and not as many separate ones.” Anwar as-Sadat (Bruhn, 2005: xviii).*

NGOs schaffen eine Alternative zu den zentralisierten staatlichen Stellen und dem Dienstleistungsverkehr mit größerer Unabhängigkeit und Flexibilität. Ihre Offenheit für informelle wie auch formelle Wege der Kommunikation erweitert den Umfang der Beteiligung der Öffentlichkeit.

Ein gesundes Leben der Pflanzen und der Bürger ist miteinander verbunden und daher sollten die Stadtbewohner größere Verantwortung und Pflichten für das städtische Grün übernehmen. Die lange Erfahrung mit der Waldpflanzung durch Kinder und Jugendliche rund um einige Städte in Iran und die Begeisterung und ständige Bindung an diese Bäume durch diese lässt hoffen, dass die Straßenbäume auch Unterstützer und Paten bekommen können. Baumpatenschaften sind auch eine praktische Lösung zur ständigen Beobachtung der Straßenbäume in dieser großen Stadt, in der der Großteil der Bürger vor zwei Generationen noch Landwirte war.

Trotz aller Einschränkungen sind angesichts der Popularität von Baumpflanzaktionen für die Iraner, die verschiedenen symbolischen Konstruktionen wie z. B. die Pflanzung „eines Baumes für jedes neu geborene Kind“, „für jeden Studienabschluss“ usw. nach Planung und unter Kontrolle der Nichtregierungsorganisation (NGO) ganz einfach möglich.

Die Verbesserung der städtischen Umwelt ist ein langer kontinuierlicher Prozess und abhängig von der Kooperation aller Interessenvertreter wie Forscher und Planer, Politiker, Verwaltung, private Initiativen und unabhängige Organisationen in einem wirtschaftlichen Rahmen.

#### **5.4 Verbesserung der Organisation/von Managementtechniken**

Das Design, die Überwachung der Begrünungsprojekte und die Landschaftsgestaltung sind im Allgemeinen die Aufgaben der Park- und Grünflächenorganisation, einer Abteilung der städtischen Dienstleistungen der Teheraner Stadtverwaltung. Die große Stadtverwaltung ist nur eine von 26 Ämtern und Organisationen zur Administration dieser Metropole. Landschaftsbauprojekte werden oft von verschiedenen Behörden oder Ministerien durchgeführt. Nach dem Anlegen der Grünfläche und dem Bau der Nebengebäude ist die Pflege und Kontrolle eine Aufgabe der Park- und Grünflächenorg.

Aufgrund der bedeutsamen Rolle der Teheraner Stadtverwaltung für die Entwicklung und Pflege der öffentlichen Grünanlagen der Stadt folgt an dieser Stelle zur Verbesserung der rechtlichen Rahmenbedingungen und des Managementprozesses zur Implementierung und Wartung der Grünflächen ein kurzer Überblick über die juristische und finanzielle Struktur der Teheraner Stadtverwaltung.

##### **5.4.1 Verpflichtungen der Teheraner Stadtverwaltung**

Obwohl die Stadtverwaltung Teherans als nichtstaatliche Organisation (wegen der Selbstverwaltung der Verwaltungseinheiten der Kommunalebene) betrachtet wird,<sup>109</sup> hat sie nur sehr begrenzte Befugnisse in der Verwaltung der Stadt und wird im Allgemeinen durch die Entscheidungen der Regierung beeinflusst. Vor allem im Konflikt mit anderen Organisationen (z. B. städtischer Grüngürtel) in gemeinsamen Projekten wird die Arbeit durch den Befehl des Ministerrates bestimmt.

Der Stadtrat von Teheran (Showra), der in direkter Wahl für einen Zeitraum von vier Jahren gewählt wird und bei dem die städtische Legislative liegt, wählt den (Ober-) Bürgermeister; diesem obliegt die

<sup>109</sup> Grundgesetz der nichtstaatlichen Institutionen und Organisationen, das vom iranischen Parlament im Juni 1994 genehmigt wurde:

Die folgenden Organisationen und ihre angeschlossenen Institute sind nichtstaatliche Institutionen und öffentliche Einrichtungen:

1 - Stadtverwaltungen und ihre Tochtergesellschaften, solange mehr als 50 Prozent ihres Kapitals den Kommunen gehören ... (Forschungszentrum des Parlaments, 1994).

Genehmigung der Baupläne für die Stadt, die Genehmigung der lokalen Gesetzgebung, des Haushalts und der Gemeindeabgaben. Der Gemeinderat überwacht den Bürgermeister und die Gemeindeverwaltung .

Normalerweise reichen die bereitgestellten Mittel für die großen Bauvorhaben (wie z. B. das Stadtbahnprojekt<sup>110</sup>) nicht aus, somit sollten einige Finanzierungshilfen von der Regierung mit der Genehmigung des Parlaments gegeben werden.

Teheran ist in 22 Bezirke und 120 Unterbezirke unterteilt, jeder hat seine eigenen lokalen Verwaltungsinstitutionen. Die Bezirke werden einfach von 1 bis 22 durchnummeriert. Der Kopf ist der Bezirksbürgermeister, , der für die Vorbereitung und Umsetzung der Beschlüsse und für die sachgerechte Erledigung der Weisungsaufgaben auf dem Gemeindegebiet verantwortlich ist, was in folgende Abteilungen gegliedert ist: Koordination und Planung; Kulturelle und soziale Angelegenheiten; Städtebau und Architektur; Technische und Entwicklungsangelegenheiten; Städtische Dienstleistungen; Administration und Finanzwesen; Verkehr und Transport; Planung und Umsetzung der Bebauungsprojekte in den Stadtbezirken; dazu kommen zahlreiche weitere Abteilungen, Organisationen und verbundene Unternehmen.

Organigramme der Stadtverwaltung und Bezirke Teheran sind im Anhang B.1. zu sehen.

Im Vergleich zu anderen Ländern entziehen sich viele Verantwortungen und Aufgaben, die in der Regel den Stadtverwaltungen zugeordnet sind, komplett oder teilweise dem Einfluss der Teheraner Verwaltung in beiden Teilen: Selbstverwaltungsangelegenheiten (Aufgaben des eigenen Wirkungskreises) und Auftragsangelegenheiten (Aufgaben des übertragenen Wirkungskreises). Dies führt zu Schwierigkeiten bei der Bürgerbeteiligung an den Bau-/Begrünungsprojekten und ihrer Bewahrung, effizientem Stadtmanagement, der Steuerung und dem Umgang mit den Verstößen gegen die allgemein anerkannten Stadtregeln oder die Grünflächenverordnungen.

Eine Tabelle der Art und Anzahl der typischen Bereiche und Aufgaben von Stadtverwaltungen, die durch Teheraner Verwaltung geleistet (oder nicht geleistet) werden, steht im Anhang B.2 zur Verfügung.

Einige diese Aufgaben von Selbstverwaltungsangelegenheiten sind der Stadtverwaltung Teheran gesetzlich freigestellt, wie z. B. die Stadtinfrastrukturen betreffend: Wasser, Strom, Gas und Abwasser. Aber auch viele dieser kommunalen Dienste sind zumindest auf dem Papier eine Pflicht der Teheraner Verwaltung, die komplett oder anteilig von parallelen Organisationen einschließlich der Regierung durchgeführt werden, wie z. B. sämtliche Dienstleistungen des Immatrikulationsamtes, notarielle Beurkundungen und Lizenzen, Sozialdienstleistungen und Wohlfahrtsleistungen, öffentliche Gesundheit und Hygiene wie auch die Wohnraumversorgung für Wohnungsnotfälle.

In verschiedenen Quellen sind dafür unterschiedliche Begründungen angegeben, wie etwa das Fehlen einer angemessenen Finanzierung, ein akuter Mangel an Fachkräften, der Mangel an Einrichtungen und Ausrüstungen und die mangelhafte Ausstattung von Institutionen und Organisationen.

<sup>110</sup> Derzeit ist der (Aus-)Bau der Untergrundbahn (Metro) das wichtigste stadtplanerische Projekt in Teheran. Erste Planungen zum Bau der Metro begannen in den 1970er Jahren, die Eröffnung der ersten Linie erfolgte 1999. Derzeit besteht die U-Bahn aus drei Linien und wird von der Teheran Urban & Suburban Railway Company betrieben. Trotz der Unterstützung durch das Parlament und den Stadtrat der Teheraner Gemeinde für die Wahrung der Liquidität auf verschiedene Arten, einschließlich des Jahresbudgets und der internationalen Finanz-, Devisenkonto- und Anleihen, hat dieses große Projekt aus verschiedenen Gründen (wie Sanktionen und außen- und innenpolitischen Problemen und besonders der mangelnden Regierungszusammenarbeit) keine Möglichkeit zur Entwicklung und weiterer Mobilisierung und leidet daher ständig unter Verzögerungen (Hashemi, 2011).



Schließlich gibt es für jedes der Bauvorhaben in Teheran mehrere Ausführungen und Organisationen, die keine Vollmachten besitzen, und bei Konflikten oder dem Mangel an Koordination und in Streitfällen ist es vorgesehen, das Thema im Ministerrat zu erörtern und dort eine Lösung zu finden. Dieses System ist immer noch autoritär und streng hierarchisch strukturiert und bietet keinen Raum für Beteiligung und echte Demokratie (Akhundi et al., 2008: 153ff.).

Zum Beispiel ist Teheran für die Umsetzung des Grüngürtelprojekts verantwortlich und soll Setzlinge vom Landwirtschaftsministerium bekommen, die in den Boden des Ministeriums für Wohnung und Stadtplanung einzupflanzen sind (die Böden befinden sich außerhalb der Stadtgrenzen). Für die Wasserversorgung und -verteilung steht das TPWW (Wasser- und Abwasserunternehmen der Provinz Teheran) in der Verantwortung und für die Lieferung des behandelten Abwassers aus den städtischen Kläranlagen gibt bisher keine spezifische Behörde oder Organisation.

Die unklare Finanzierung und die unterschiedlichen Ansichten der Verantwortlichen/Beteiligten, die unsichere Rechtslage, das Nebeneinander verschiedener Entscheidungskanäle und das hohe Maß an Bürokratie führten dazu, dass in mehr als 32 Jahren nur 8,4% dieses Projektes durchgeführt (425 ha aus 5000 ha) und mit der weiter voranschreitenden Ausbreitung der Stadt in der Tat eines der wichtigsten Ziele des Plans zur Begrenzung des Stadtkörpers verfehlt wurde (Forschungsabteilung der Parks & Grünflächen org., 2002: 50).

In Anbetracht der neu verfügbaren Informationen und weitgreifenden Änderung der Situation hätten die Projektpläne erneut überarbeitet werden sollen, stattdessen wurden viel Zeit und Geld verschwendet.

Das instabile Management und die schwache Verwaltung und Organisation, finanzielle Abhängigkeit, Korruption, geringe Arbeitsleistung, Willkür und Vetternwirtschaft und kulturelle und religiöse Gewohnheiten der Angestellten (wie Prädestination) sind die großen Probleme des administrativen Systems Irans einschließlich der Teheraner Verwaltung (Alvani, 2012). Ein Bewertungssystem im Qualitäts-/Leistungsmanagement ist noch stark unterentwickelt und Inspektionen bzw. die Kontrolle von Projekten verlieren sich in den Kanälen der Bürokratie. Im Konfliktfall ist Rechtsschutz für Bürger durch die Justiz kaum zu erreichen.

#### 5.4.2 Finanzielle Herausforderungen und Haushalt der Metropole Teheran

Die Einkommensquellen der Teheraner Verwaltung sind in der Regel die lokalen Steuern und Abgaben (mit Genehmigung des Stadtrats), neben einer begrenzten Menge von Staatsbeihilfen mit Zustimmung des Parlaments für große Projekte (wie dem Bau der Teheraner U-Bahn). Dieses Budget wird in zwei Teile, „laufend“ (current) und „im Aufbau“ (construction) unterteilt (Safari, 2004: 331).

Den Schätzungen der Stadtgemeinde zufolge betrug der gesamte Teheraner Haushalt im Jahr 2012 für die laufenden Ausgaben und die Wartung der Stadt, Bebauung und Entwicklungsprojekte sowie 72 Subunternehmen über 91.000 Milliarden Rials (ca. 6 Milliarden Euro) aus den

Tabelle 5-8: Die Haushaltsvolumen und der Gesamtbetrag der Verpflichtungsermächtigungen der Einnahmen aus eigenen Quellen und von sonstigen Quellen im Haushaltsjahr 2010<sup>111</sup>

Stadtverwaltung Teheran - Finanzierungsquellen im Jahr 2010	x10 E12 Rials	= ca. Mio. Euro
Steuern, Gebühren und Beiträgen	44,3	3281
Einnahmen aus gemeinnützigen Einrichtungen	1,1	81
Verkauf der Immobilien usw.	2,2	163
Staatliche Beihilfen	0,6	44
Spenden	5,9	437
Kreditlen, Darlehen, Investitionen	20,4	1511
Summe	74,5	5519

<sup>111</sup> <http://www.tehran.ir/Default.aspx?tabid=215>.

Steuereinnahmen des Stadtrats und Beihilfen von der Regierung und wurde vom Parlament im letzten Jahr verabschiedet (Stadtverwaltung Teheran, 2012: 1). Später wurde es durch eine Haushaltssanierung auf 33.000 Milliarden Rials noch gestiegen (IRNA, 2013). Herausgekommen ist ein Zahlenwerk mit einem Gesamtvolumen von rund 8,2 Milliarden Euro.

Auf die Teheraner Grünflächen entfielen aus diesem Budget ca. 5.000 Milliarden Rials (ca. 330 Mio. Euro) auf die Entwicklung, Wartung und Renovierung. (Stadtverwaltung Teheran, 2012: 42).

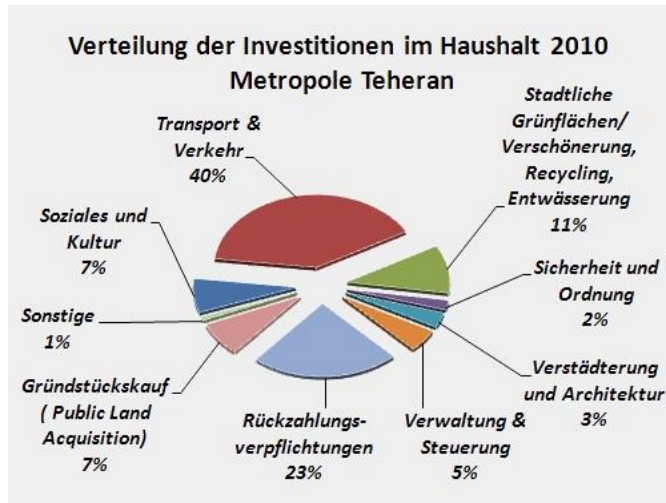


Abbildung 5-24: Konzept zur Verteilung der Haushaltsmittel von Teheran im Haushaltsjahr 2010 (eigene Darstellung, basierend auf den Finanzberichten der Gemeinde Teheran<sup>111</sup>)

Obwohl das für 2012 berechnete Budget nach einigen Sitzungsmarathons genehmigt wurde, fließt das Geld in der Regel nicht pünktlich an den Empfänger.

Da mehr als 90% dieses städtischen Einkommens aus instabilen Quellen wie dem Baugewerbe/ Bauunternehmenssteuern kommen und seit 2007 die Stabilisierung des Stadtwachstums fast weitgehend realisiert werden konnte und es sogar zurückgegangen ist, hat die Stadtverwaltung weiterhin eine hohe Verschuldung und Finanzprobleme zu tragen. Das macht eine Mitarbeit für private Investoren unattraktiv.

Die Teheraner Verwaltung verkaufte in den letzten Jahrzehnten als Ausgleich für die mangelhaften Einnahmen die überschüssige Bebauungsdichte. Dies bedeutet, dass in Gebieten mit niedriger bis mittlerer Dichte auf Grundlage einer umfassenden Planung Hochhäuser gegen Bezahlung genehmigt und gebaut wurden. So wurde das Gesicht dieser Gebiete stark verändert und komplexe Problemlagen geschaffen: sehr hohe Anforderungen an eine schwache Infrastruktur, irrationale, zu dicht gesetzte hohe Stadtgebäude, starke Umweltbelastungen und ein Mangel an Parkplätzen und regelmäßige, lange Verkehrsstaus usw. (Ghaderi, 2006: 28f.).

Mit der Verlangsamung des Bevölkerungswachstums seit 2007 wurde diese Konstruktion (Verkauf der überschüssigen Bebauungsdichte) nur noch eingeschränkt umgesetzt, so dass in den letzten zwei Jahren die erwarteten

Tabelle 5-9: 60% des Teheraner Haushalts (Gesamtvermögen) sind von der Einnahme aus Steuern und Gebühren abhängig, die meist (bis 90%) instabil und abhängig von der überschüssigen Bebauungsdichte sind (Hassanzadeh & Khosroshahi, 2008)

Art der Einnahme aus Steuern, Gebühren und Beiträgen	x10 E12, Rials	= ca. Mio. Euro
Steuern auf Baugenehmigungen und Verkauf der überschüssigen Bebauungsdichte (schwankend und unbeständig)	39,8	2948
Steuern auf Renovierung, Wartung und allgemeine Dienstleistungen (dauerhaft)	4,5	333

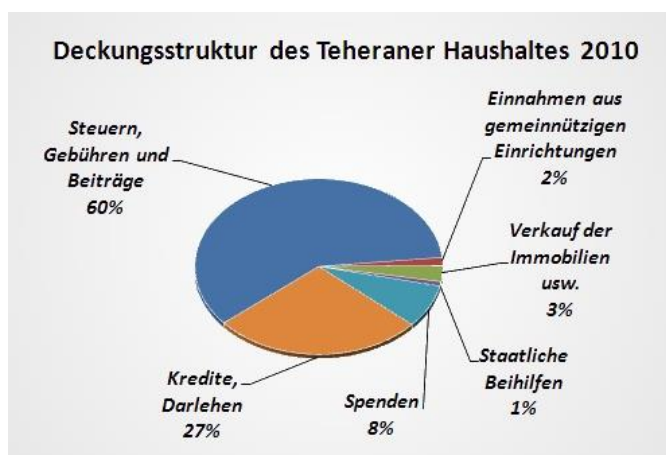


Abbildung 5-25 Konzept der Haushalts-Deckungsstruktur von Teheran im Haushaltsjahr 2010 (eigene Darstellung, basierend auf den Finanzberichten der Gemeinde Teheran<sup>111</sup>)

Einnahmen nicht erzielt werden konnten.

Derzeit kommen über 90% der kommunalen Einnahmen aus der „Raumproduktion“ und nicht aus dem „laufenden Verbrauch“, der grundsätzlich stabil bleibt. Je mehr Bebauung von parzellierten Grundstücken und Erhöhung der Dichte der gebauten Wohnblöcke, desto größer der Einkommensanteil der Gemeinde. Dies bedeutet jedoch auch ansteigende Kosten und Probleme für die ganze Stadt. Auf diese Weise stieg die Höhe der Gewinne für Spekulanten, Bauunternehmer und Makler - nach Inflation - im Verhältnis zu den kommunalen Einnahmen um das Hundertfache (Hassanzadeh & Khosroshahi, 2008). Gleichzeitig trägt die Stadt das Verlustrisiko für alle Einnahmen der Gemeinde, wenn die Stadt die Grenze des Wachstums erreicht.



Abbildung 5-26: Der instabile Teil hat sich zur größten Finanzierungsquelle des Teheraner Haushalts entwickelt und machte 2006 rund 90% der gesamten Einkünfte aus Steuern und Gebühren aus (eigene Darstellung, basierend auf Hassanzadeh & Khosroshahi, 2008)

Die Teheraner Stadtverwaltung muss daher in einer Reform alle laufenden und Wartungskosten der Stadt aus nachhaltigen, kalkulierbaren Quellen beziehbar machen und sollte nur für Entwicklungsprojekte und zum Grunderwerb aus vorübergehenden und instabilen Quellen versorgt werden.

Die Teheraner Stadtverwaltung muss daher in einer Reform alle laufenden und Wartungskosten der Stadt aus nachhaltigen, kalkulierbaren Quellen beziehbar machen und sollte nur für Entwicklungsprojekte und zum Grunderwerb aus vorübergehenden und instabilen Quellen versorgt werden.

Nach den Erfahrungen anderer Länder sind die folgenden nachhaltigen Einkommensquellen für die Teheraner Gemeinde zuverlässig (Abbasi & Bagheri-Kashkuli, 2010: 98f.)& (Hassanzadeh & Khosroshahi, 2008):

- Lokale Steuern auf Grundstücke und Immobilien, Gebühren für Baugenehmigungen, Modernisierung und Renovierung, Grunderwerbssteuer, Umsatzsteuer
- Kosten für Waren und Dienstleistungen (übertragbar auf den privaten Sektor)
- Unentgeltliche staatliche Beihilfen
- Darlehen von Banken und Investmentgesellschaften
- Geldbußen und Strafen für Verstöße gegen die öffentliche Ordnung
- Unterstützung und Beihilfe von natürlichen und juristischen Personen, Beteiligungen

### 5.4.3 Verbesserung der Managementtechniken

In Teheran, mit einer Fläche von 800 km<sup>2</sup> und einer Bevölkerung von etwa 8 Mio., gibt es derzeit rund 80 Millionen Quadratmeter Grünfläche, weitere 50 Millionen Quadratmeter sollen hinzukommen (Tabellen 5-1 & 5-2).

Die verfügbaren Wasserressourcen; behandelte Abwässer aus häuslichen Quellen und der Wassergewinn aus Qanats, Bächen und Gewässern mit ihrer derzeit geringen Effizienz, die durch die Sanierung von Wasserverteilungsanlagen bis um das 1,5-fache steigen könnten, wären für die Versorgung von bis zu 208 Millionen Quadratmetern Stadtgrünfläche in Teheran ausreichend. Mit der geeigneten Pflanzenauswahl, verbesserten Anbaumethoden und Bewässerungssystemen würde diese

Wassermenge sogar bis zu 353 Millionen Quadratmetern Stadtgrünfläche ausreichen (Tabelle 5-37 und 5.5.5).<sup>112</sup>

Angesichts der begrenzten finanziellen Ressourcen der Gemeinde ist die Entwicklung und Pflege von Grünflächen und vor allem des Landbesitzes in der Innenstadt ohne besseres Management sowie die Mitarbeit und Beteiligung der Bürger nicht möglich (5.4.2).

Das Missmanagement des Stadtbegrünungsprojekts und darüber hinaus der Mangel an ausreichenden Informationen für Bürger über die Bedeutung von Grünflächen sind wichtige Gründe für die Verweigerung der Grünflächen-Partnerschaft durch die Bürger und sogar die Zerstörung der aktuellen Grünflächen (5.3.1 bis 5.3.3).

Der Mangel an angemessener Überwachung von privaten Investoren durch die Stadtverwaltung führt dazu, dass diese durch das ungezügelter Gewinnstreben einen immer weitergehenden Verlust von Grünflächen verursachen und teuren Innenstadtboden permanent verdichteter bebauen.

#### **5.4.3.1 Adaptives Management und offene Kommunikation mit freier Information**

Im aktuellen undemokratischen System wird ein Begrünungsprojekt in Teheran in allen Phasen der Planung, Projektierung, Finanzierung und Vermessung ohne Rücksicht und Information der Bürger vorbereitet und nach Zustimmung der Stadtverwaltung einem Unternehmer zur Umsetzung überlassen. Bei Bedarf werden die Böden und Häuser unter dem Marktwert erworben. Während der Projektdurchführung wird durch die Bauunternehmer ein hoher Zaun um das Grundstück gezogen und bis zum Ende des Projektes, das manchmal ein paar Jahre dauert, gibt es keine Möglichkeit zur Besichtigung und öffentlichen Information. Nach der Implementierung eines Grünprojektes wie dem Anlegen eines Parks, einer Aufforstung oder Straßenbegrünung, wird die erforderliche Aufrechterhaltung sowie Ersetzung der gefallenen Bäume und das Management von der Park- und Grünflächenorg. durchgeführt. In dem gesamten Prozess gibt es keinen Raum für die Beteiligung der Stadtbewohner.

Viele sind trotz ihres Interesses an Grünflächen aus verschiedenen Gründen mit den Begrünungsprojekten in ihrer eigenen Region unzufrieden, wie z. B. mit der Zwangsübertragung ihres Eigentums, aus Angst vor wahrscheinlich höherer Kriminalitätsbelastung durch Anonymität der Täter aufgrund von unzureichender Überwachung und Beleuchtung der Grünfläche oder dem Missbrauch der Grünflächen und dem Mangel an ausreichender Sicherheit, Umweltverschmutzung und dem Geruch von Abfall und Kompost sowie dem vermehrten Auftreten von Insekten, dem zunehmenden Verkehr von Menschen und Wassertanks, nicht ausreichender Pflege der Grünflächen und einer unpassenden Auswahl der gepflanzten Baumarten.

*„Adaptives Management hat das Potenzial, Umweltmanagement durch die Einbeziehung der verschiedenen Interessengruppen demokratischer durchzuführen“<sup>113</sup>.“ (Stringer et al., 2006)*

Im adaptiven Managementprozess wird die anfängliche Apathie der Bürger durch die im Mittelpunkt stehende offene Information und soziales Lernen schrittweise abgebaut. Dies könnte schließlich zu einer breiteren Beteiligung führen. Es heißt, dass die Rolle der Gemeinschaft von einer „Zielgruppe“ zu einem „aktiven Teilnehmer“ und „Entscheider“ hin entwickelt werden kann.

<sup>112</sup> *Angesichts der hohen Kosten für die Verlegung der neuen zweiten Rohrleitung und gleichzeitig billigen Kraftstoffe in Iran wurde zur Bewässerung der Grünflächen die regionale Verteilung sowie der Transport von Wasser durch Tankwagen in den Morgenstunden empfohlen (Torabian & Hashemi, 1999).*

<sup>113</sup> *„Adaptive management has the potential to make environmental management more democratic through the involvement of different stakeholders.“Stringer, et al., 2006; online verfügbar unter: <http://www.ecologyandsociety.org/vol11/iss2/art39/>.*



Zwar gibt es eine allgemeine Übereinstimmung über die Bedeutung der Bürgerbeteiligung innerhalb des adaptiven Prozesses, es ist aber unklar, wie und in welcher Form dieser am besten und effizientesten umgesetzt werden sollte (Abelson et al., 2003: 239) und (Rowe & Frewer, 2000: 7-11). Es gibt kein allgemeingültiges Rezept für alle Städte; jede sollte ihre eigene Strategie und ihren individuellen ökologischen Umbauplan entwickeln und damit auch ihre kulturelle Identität stärken und alle geeigneten Ressourcen mobilisieren (Rößler et al., 2005: 56).

In dieser Fallstudie „Begrünung Teherans“ werden wissenschaftliche, technische und leitende Probleme ebenso erörtert wie die sozialen und politischen Herausforderungen.

Die Teheraner Stadtverwaltung sollte einen pluralistischen, demokratischen und transparenten Führungsstil pflegen und damit das weitgehend autokratische Management ersetzen, um sich eine größere Vertrauenswürdigkeit und Legitimität zu verdienen und die Umwandlung einer deliberativen Demokratie in eine sozial-ökologische zu fördern.

Durch die Einbeziehung des sozialen Lernens als Teil der angestrebten Ziele adaptiven Managements wird die Bedeutung der Lösung der Umweltprobleme als ein zyklischer Prozess unterstrichen, unter Hinweis auf die Einbeziehung und Mitwirkung der Beteiligten (Colfer, 2005).

Soziales Lernen führt nicht zwangsläufig zu Veränderungen in den Einstellungen und dem Verhalten der Menschen, es bringt aber wahrscheinlich ein Verständnis für und die Wertschätzung von gegensätzlichen Ansichten (Mathews, 1999: 236f.).

Trotz Konflikten und Herausforderungen können sich Lernpotenziale und Umweltbewusstsein in der Gesellschaft entwickeln, dafür sollten die Akteure neue Beziehungen knüpfen, um multidirektionale Informationsflüsse zu verbessern, voneinander zu lernen und gemeinsam flexible Möglichkeiten für die Steuerung ihrer Umgebung zu entwickeln.

#### **Exkurs 14: Erfolgreiches Beispiel für eine Bürgerbeteiligung in den Stadt-Projekten von Teheran**

*Trotz des üblichen Desinteresses und der Zurückhaltung der Teheraner Bürger in Stadtprojekten wird in einigen Fällen diese distanzierte Beziehung in eine enge Zusammenarbeit und verantwortungsvolle Beziehung umgewandelt. Zum Beispiel gibt es in Teheran eine Abteilung der Stadtverwaltung, die für den Straßen- und Wegebau der Stadt (nur für Hauptstraßen) verantwortlich ist; der Straßenbau und die Asphaltierung der Nebenstraßen der Stadtviertel jedoch werden grundsätzlich mithilfe der Bewohner und durch ihre Finanzierung durchgeführt. Es wurde ein Vertreter in der Stadtverwaltung für dieses Projekt eingeführt, um sich über die Arbeit und Ergebnisse zu informieren.*

*Unter Aufsicht der Gemeinde baut der Auftragnehmer gemäß den Bestimmungen die Straßen und öffentlichen Bürgersteige, die Bewohner werden regelmäßig über die Kosten informiert.*

*Das Einbeziehen der Bürger hat den Effekt, dass diese nach dem Bau die Straße wie ihr gemeinsames Eigentum behandeln, mit sorgfältiger Überwachung; bei Beschädigung des Asphalts oder des Gehwegs und Randstreifens verfolgen sie den Verursacher für die Gewährleistung der Wiederherstellung oder Reparatur sofort durch Briefe an die verantwortliche Behörde oder direkte Begegnungen und sogar mit Zeitungsartikeln.*

*Dieser Trend ist seit mehr als 50 Jahren in Teheran feststellbar und trotz gelegentlicher Meinungsverschiedenheiten weitgehend akzeptiert.*

*Wichtige positive Punkte in diesem Beispiel sind:*

- *Die Projekte sind überschaubar und in der Nähe des Wohnviertels, wodurch sie mehr Aufmerksamkeit und Anerkennung erhalten*
- *Die Projektvorteile sind gut bekannt und die Bewohner schätzen die gute Verkehrsanbindung, die Sauberkeit der Umgebung durch den guten Straßenbau und Gehwegpflaster*
- *Da das Projekt mit dem Antrag der Bewohner (sowie Geschäftsinhaber) gestellt wird, sie an den Planungsprozessen beteiligt sind und das Recht der Auswahl von Materialien und Formen der Pflastersteine haben sowie einen Anteil an der Finanzierung übernehmen, fühlen sie sich wie Eigentümer und zeigen freiwilliges Engagement für die Wartung und Kontrolle der Straßenpflaster*
- *Die lange Gewöhnung an diese Regel hat die Bürger soweit überzeugt, dass sie diese als selbstverständlich ansehen.*

*Alle oben genannten Aspekte sind auf Grünflächenprojekte in Teheran ebenfalls anwendbar.*

Die Kombination der verschiedenen Ebenen und Mechanismen der Beteiligung soll mit der demokratischen Entscheidungsfindung Vorteile für alle Gruppen besonders sozial benachteiligter Menschen bringen und zumindest für einige Mitglieder der Gemeinde den Eigenanteil an den Projekten spürbar machen. Es verhindert das Gefühl, ausgebeutet oder entmachtet zu werden bei den Leuten, die von partizipativen Begrünungsprojekten profitieren.

Wenn das Begrünungsprojekt von Teheran als ein zyklischer Prozess gesehen wird, schaffen die Mitbeteiligung, offene Informationen und Übertragung der Ergebnisse eine Partnerschaft zwischen dem Entscheidungsträger (politischen Institutionen), Technokraten, Fachkräften und Bürgern als Aktionäre ihrer Stadt, die das Lernen erleichtert, damit nachhaltigere Strategien für die städtische Umwelt entwickelt werden können.

Es ist eigentlich eine Kombination von wissenschaftlichen und traditionellen Management- und Monitoringmethoden, die immer von der lokalen Auskunft und Hinweisen durch die systematische Untersuchung und Analyse von vergangenen Projekten abhängig ist.

Die folgende Abbildung zeigt den vorgeschlagenen Management-Zyklus für die Stadtbegrünung in Teheran:

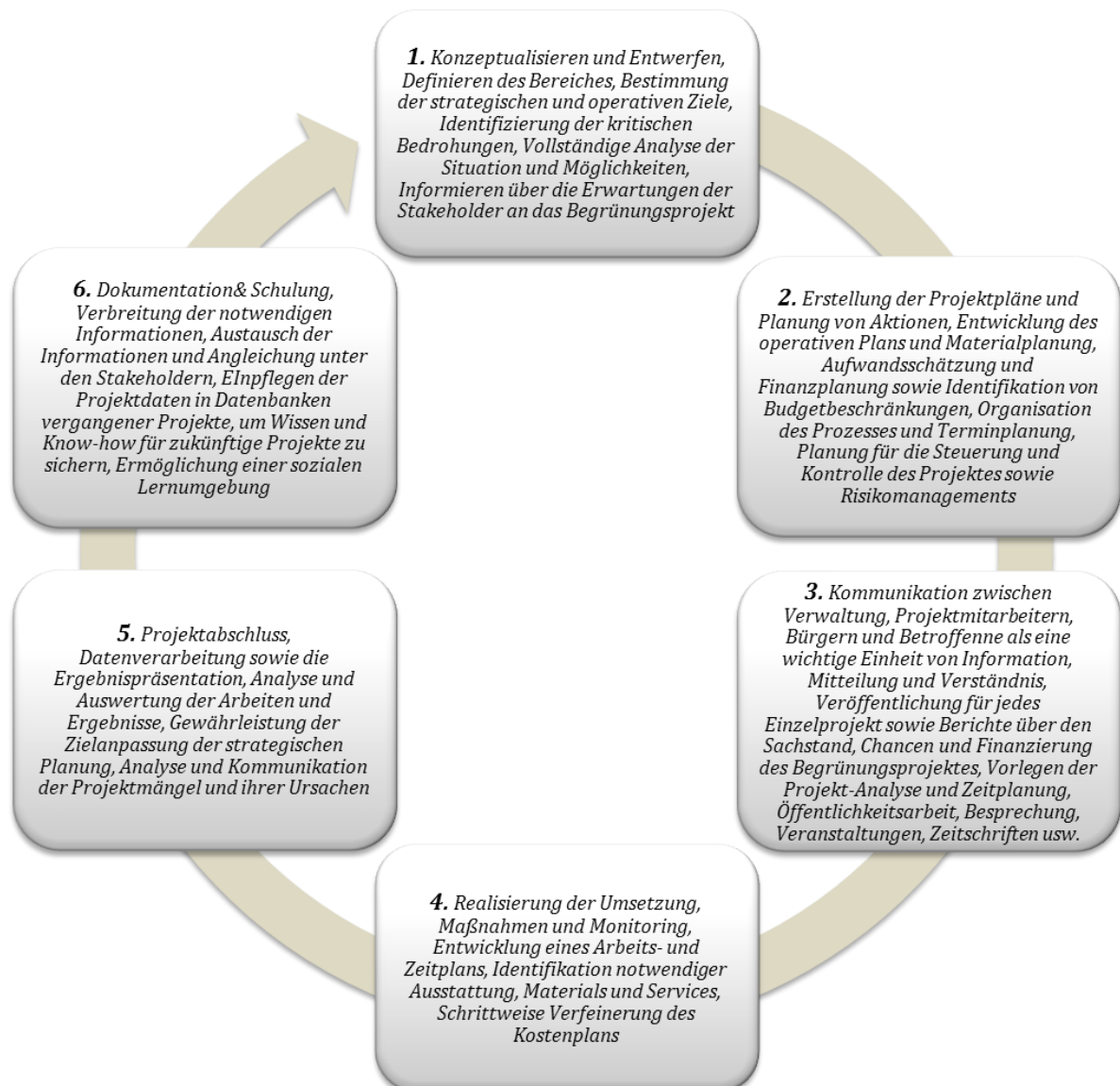


Abbildung 5-27: Der adaptive Management-Zyklus, ein Vorschlag für Prozessverbesserungen für die Stadtbegrünung in Teheran (eigene Darstellung)

## 5.5 Modifizierung und Verbesserung der Bewässerung und des Wassermanagements

In dieser Studie über die Stadtbegrünung in ariden und semi-ariden Städten ist die wichtigste Frage in Bezug auf Wasser und Bewässerung:

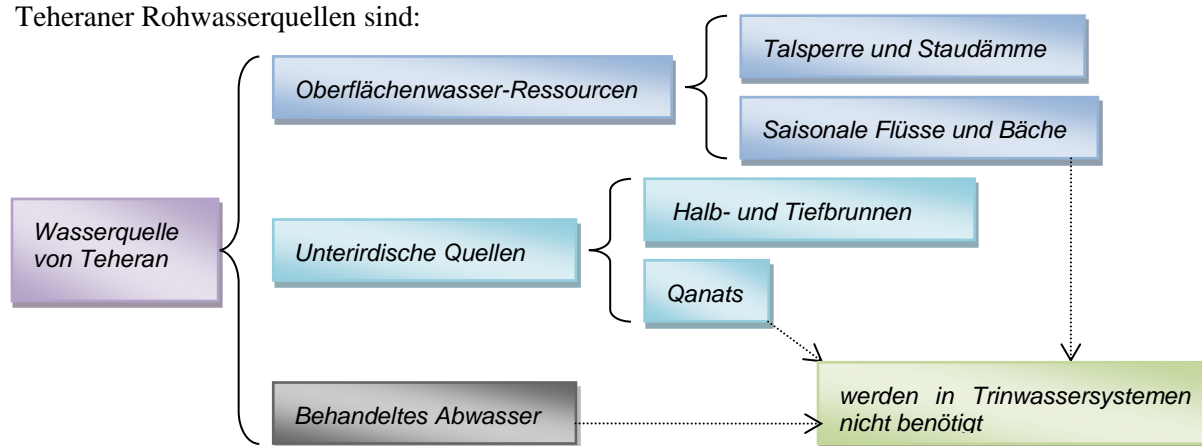
Wie und mit welchen Argumenten könnte das Wasser in Städten, die nicht genügend Trinkwasser haben, den Pflanzen zugeleitet werden? Und reicht dieses knappe Wasser für die Bewässerung?

Für eine Antwort werden zunächst der Wasserstand und die Trinkwasseranfrage/der Wasserverbrauch berechnet. Aus der Feststellung des überschüssigen Wassers und anderer Ressourcen ergeben sich die Möglichkeiten und die Menge des Bewässerungswassers.

### 5.5.1 Sauberes Trinkwasser, die oberste Priorität

Rasches Bevölkerungswachstum und die Konzentration der gewerblichen und industriellen Einheiten in Teheran verursachen ein unkontrolliertes Anwachsen des Wasserverbrauchs. Derzeit werden in dieser Metropole mit einer Fläche von weniger als 1,2% des Landes mehr als 19 Prozent des gesamten verbrauchten Wassers Irans eingesetzt. Der Anstieg des Wasserverbrauchs in Teheran ist im Verhältnis weit größer als das Bevölkerungswachstum und führte zu der Umwandlung großer Ackerlandflächen zu Ödland. Da es im Gebiet Teherans keine permanenten Flüsse gibt und einige saisonale Bäche in der Stadt stark verschmutzt und instabil sind, wird das Teheraner Wasser über Staudämme bezogen, die in anderen Gebieten der Provinz und den benachbarten Provinzen gebaut wurden. Nach der Vermischung von Wasser aus Tief- und Halbtiefbrunnen gelangt es in das Wasserversorgungsnetz Teherans (4.12).

Teheraner Rohwasserquellen sind:



Überhöhte Nitratwerte im Grundwasser von Brunnen führen aber zu einer nachweisbaren Minderung der Wasserqualität. Gerade in Zeiten der Dürre, in der der Grundwasseranteil in der Mischung erhöht wird, wurde das Problem der hohen Nitratbelastung des Wasser erkennbar, in dem Maße, dass für Kinder und Kranke vor dem Trinken des Wassers als schädlich gewarnt wurde (siehe Exkurs 10).

Die Übernutzung des Grundwassers in Teheran führte zu einer sehr starken Grundwasserabsenkung und verursachte im südwestlichen Teil der Stadt eine Bodensenkung, da die oberen Schichten des Bodens aufgrund der starken Anhäufung von Abwasser zu schwer wurden und gleichzeitig aus der unteren Schichten Wasser abgelassen wurde (siehe 4.12).

Doch trotz dieser negativen Folgen, aufgrund der nicht ausreichenden Wasserversorgung für die Stadt, wird das Wasser aus Brunnen nach der Verdünnung und Vermischung mit dem Oberflächenwasser in den Becken von Wasseraufbereitungszentren verwendet. Es gibt jedoch einen Plan für die schrittweise Reduzierung der Verwendung von Brunnenwasser. Als Konsequenz aus der

Grundwasserverunreinigungs-Krise im Jahr 2010 (4.13) wurde ein Reduzierungsplan für die Nutzung der unterirdischen Ressourcen erstellt.

Von insgesamt 482 Brunnen in Teheran im Jahr 2011 sind 286 noch in Betrieb, 88 Brunnen waren unbenutzt, da das Wasser nicht nötig war, und der Rest ist wegen der verbleibenden Verunreinigung, Entladung oder Beschädigung außer Betrieb<sup>84</sup>.

Der Umfang des potentiellen Wassers aus Staudämmen ist abhängig von Niederschlägen und daher auch nicht immer gleich. Um die Menge des verfügbaren Wassers, das in den kommenden Jahren entnommen werden wird, vorherzusagen bzw. zu berechnen, wurden die Mittelwerte aus den normalen Jahren und Dürreperioden verwendet.

Tabelle 5-10: Die Trinkwasserversorgung aus Oberflächenquellen für Teheran, Mio. m<sup>3</sup><sup>84</sup>

Staudämme	Normale Jahre	Dürrejahre
Karadsch (Amir Kabir)	340	210
Latian	290	200
Lar <sup>114</sup>	140	60
Mamloo <sup>115</sup>	80	80
Telegghan <sup>116</sup>	120	120
Summe	970	670

Tabelle 5-11: Durchschnittliche Menge allen verfügbaren Trinkwassers für Teheran, Mio. m<sup>3</sup> (Protokoll der Umweltausschusssitzung des Stadtrats, 2011a)

Quellen	2011	2016	2021	2026	
normale Jahre	Staudämmen	800	970	970	970
	Brunnen	310	280	250	220
	Summe	1110	1250	1220	1190
Dürrejahre	Staudämmen	500	670	670	670
	Brunnen	400	370	340	300
	Summe	900	1040	1010	970

### 5.5.1.1 Trinkwasserverbrauch

Der Pro-Kopf-Trinkwasserverbrauch in Teheran (250 bis 300 Liter) ist viel höher als in anderen iranische Städten und anderen Staaten. Ursache hierfür ist der vergleichsweise geringe, subventionierte Wasserpreis und eine bisher erfolglose Aufklärungspolitik bzgl. des Wassersparens. Darüber hinaus werden min. 27% des Wassers durch Wasserverlust (UFW) verschwendet (Rezapor, 2009: 3).

Laut des Teheraner Masterplans wird der Trinkwasserverbrauch im Jahr 2021 in Teheran - ohne eine Erklärung über die Quellen - mehr als eine Milliarde und 230 Millionen Kubikmeter pro Jahr betragen, während der Wasserverbrauch in Teheran von 2002 bis 2006 durchschnittlich ein jährliches Wachstum von 6,3% hatte und der Plan erst 2006 startete. Außerdem wird die

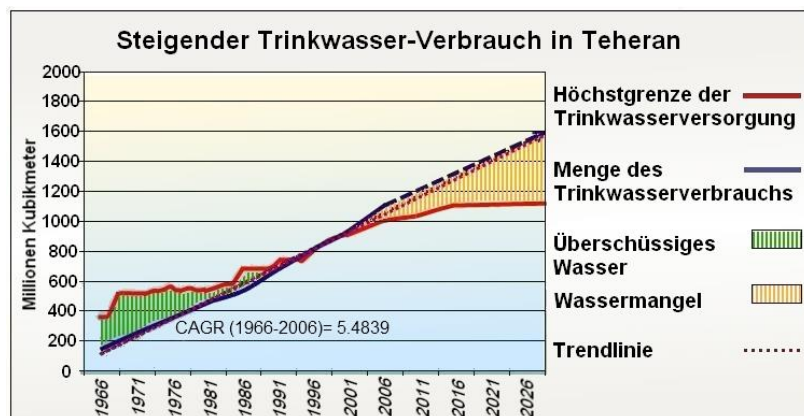


Abbildung 5-28: Der Wasserverbrauch stieg in Teheran seit 1966 immer weiter, jedoch erst in den 90er Jahren wurde diese außergewöhnliche Bedrohung mit katastrophalem Ausmaß ersichtlich (eigene Berechnung und Darstellung auf Grundlage von TPWW)

<sup>114</sup> Der Staudamm Lar wurde an dem Lar-Fluss 75 km nordöstlich von Teheran auf vulkanischem Boden errichtet. Der Untergrund ist sehr durchlässig und wegen der hohen Durchsickerung war das Becken in den letzten 30 Jahren nie komplett gefüllt. Für die Reduzierung des Wasserverlustes werden 140 Millionen Kubikmeter Wasser durch eine Tunnelgruppe zum Latian-Staudamm und Wasserspeicherkraftwerk Kalan umgeleitet.

<sup>115</sup> Beträge im Zusammenhang mit der Talsperre Mamloo, die kürzlich mit dem Wasserversorgungssystem verbunden wurde (2011), basieren auf Berechnungen und Fachschätzungen und nach ein paar Jahren können konkrete Kapazitäten des Staudamms genannt werden. Doch im ersten Jahr, im Januar 2012, lief der Mamloo-Staudamm über. Wenn sich dies in Zukunft ständig wiederholt, könnte eine Erhöhung der Kapazität nötig werden.

<sup>116</sup> Trotz der Dürre wurde der Taleghan-Staudamm für mehrere Jahre überflutet, ein zweiter Tunnel für die Übertragung des überschüssigen Wasser nach Teheran ist im Bau. Die Brüche in dem bisherigen Wasserkanal verursachten, dass das geleitete Wasser von 150 Mio.m<sup>3</sup> auf bis zu 120 Mio.m<sup>3</sup> verringert wurde.



Wassermenge von allen Teheraner Wasserquellen im Jahr 2021 sogar nach optimistischen Berechnungen nicht so groß sein.

Auch der langfristige Trinkwasserverbrauch in Teheran wuchs

seit 1966 - unabhängig von der Bevölkerungszahl - durchschnittlich jährlich um ca. 5,5%, während zur gleichen Zeit in Teheran die Bevölkerungswachstumsrate 2,4 Prozent pro Jahr betrug.

Tabelle 5-12: Trinkwasserverbrauch über fünf Jahre im Vorfeld des Wasser-Masterplans in Teheran (Protokoll der Umweltausschusssitzung des Stadtrats, 2011a)

Jahr	2002	2003	2004	2005	2006
Menge des Wassers	870	919	969	1015	1110
Jährliche Wachstumsrate des Wasserverbrauchs	+ 6,3%				

Die Teheraner Regionale Wasserversorgungsgesellschaft kündigte an, dass die Erhöhung des Trinkwasseranteils für Teheran in einem Zeitraum von zehn Jahren nicht möglich sein werde, aufgrund der begrenzten Ressourcen und Kapazitäten der Wasseraufbereitungsstationen und der hohen Verschmutzung des Grundwassers. Es heißt, dass die maximale Menge des Trinkwassers nach dem Abschluss des Baus des Wassertunnels und weiterer laufender Projekte von zwei neuen Wasseraufbereitungszentren<sup>117</sup> bei ca. 1.200 Mio.m<sup>3</sup> Wasser pro Jahr konstant bleiben wird. Jedoch wird sich dieser Betrag im Falle einer Dürreperiode wie 2007 oder bei Problemen im Wasserverteilungssystem reduzieren.

Offensichtlich ist es unmöglich, diesen Prozess fortzusetzen, also werden nachfolgend verschiedene Szenarios vorgestellt, in denen der Wasserverbrauch gesenkt wird, um mit ihrem Vergleich die richtige Lösung finden zu können.

Nach Fakten und Informationen des Wasser- und Abwasserunternehmens der Provinz Teheran stehen 1028 Millionen Kubikmeter Wasser für 7,3 Millionen Stadtbewohner zur Verfügung, vorausgesetzt war ein Abdeckungsbereich des Trinkwassers von 98%, die Stadtbezirke 21 und 22 sind ausgenommen (Protokoll der Umweltausschusssitzung des Stadtrats, 2010b).

Dementsprechend würde die vorgeschriebene Menge des Wasserverbrauchs 2006 für die Gesamtbevölkerung von 7,8 Millionen Bewohnern Teherans 1110 Millionen Kubikmeter betragen.

Wenn der Wasserverbrauch jedoch unverändert bleibt und der Wasserverlust konstant ist, erhöht sich die nötige Menge des Wassers ständig.

Tabelle 5-14: Voraussichtliche Bevölkerungsentwicklung in Teheran nach der offiziellen Schätzung des Statistischen Zentrums des Iran, 2009

Jahr	2006	2011	2016	2021	2026
Bevölkerungszahl	7,8	8,12	8,45	8,78	9,10

Tabelle 5-13: Der erwartete Wasserbedarf innerhalb der nächsten 20 Jahre unter der Annahme eines konstanten Verbrauchs/Verlusts

Jahr	2006	2011	2016	2021	2026
Bevölkerung von Teheran in Mio.	7,8	8,12	8,45	8,78	9,1
Koeffizient des Wasserverlusts	0,27%	0,27%	0,27%	0,27%	0,27%
Pro-Kopf-Verbrauch (L/T)	285	285	285	285	285
Pro-Kopf-Versorgung (L/T)	390	390	390	390	390
Benötigtes Wasser (Mio. m <sup>3</sup> /J)	1110	1156	1203	1250	1295

Um den Pro-Kopf-Wasserverbrauch in Teheran zu verringern wurde viel diskutiert, dabei wurde 1992 der vernünftige Vorschlag von 150 L/T von der Abteilung für Planung und wirtschaftliche Angelegenheiten des Energieministeriums gemacht (siehe 4.12.1).

Doch plötzlich ist es nicht möglich, dieses Ziel zu erreichen, wie der Versuch ebenfalls bisher trotz der gelegentlichen Bemühungen der Regierung erfolglos war. Soziale Bildung zur Sensibilisierung und Mobilisierung für das Wassersparen in Teheran braucht eine dauerhafte Bürgerberatung und -

<sup>117</sup> Die aktuellen fünf Wasseraufbereitungsanlagen mit einer gesamten Kapazität von 26 m<sup>3</sup>/s stellen jährlich 700 Millionen Kubikmeter sauberes Wasser zur Verfügung, das entspricht ca. 68% des Wassers benötigt Trinkwasser für Teheran.

förderung von Experten und dazu parallel eine Erhöhung der Wasserpreise im Rahmen der Sozialverträglichkeit.

Unter der Annahme einer jährlichen Reduktion des Pro-Kopf-Trinkwasserverbrauchs um 1% wird die benötigte Menge an Trinkwasser für die Zukunft in Tabelle 5-16 berechnet (So wird es etwa 50 Jahre dauern, um den gewünschten Pro-Kopf-Verbrauch zu erreichen).

Wasserverlust (Unaccounted for Water, UFW) ist die Differenz zwischen der Menge an Wasser, die dem städtischen Wassernetz zugeführt wird und der Menge, die von den Kunden tatsächlich verbraucht wird. UFW hat zwei Komponenten: (a) Reale Wasserverluste oder die mechanischen Verluste durch Leckagen von Rohrleitungen und (b) Scheinbare Wasserverluste oder Verwaltungs-Verluste durch illegale Anschlüsse und Fehler bei der Berechnung oder dem Ablesen der Wasserzähler (The World Bank, 2009).

Die Reduzierung der UFW ist ein entscheidender Schritt, um die finanzielle Wasserversorgung zu verbessern und die knappen Wasserressourcen zu schonen. Nach Angabe der Weltbank im Januar 2000 variiert der gesamte Wasserverlust in der MENA-Region zwischen 15% und 60% (The World Bank, 2009).

Zu einem großen Teil ist das Niveau der UFW ein Indikator dafür, wie gut ein Wasserversorgungssystem organisiert und verwaltet ist.

Tabelle 5-17 Erwarteter Wasserbedarf innerhalb der nächsten 20 Jahre unter der Annahme eines reduzierten Pro-Kopf-Verbrauchs und der Verminderung der Wasserverlustrate – beide um ca. 1% pro Jahr (eigene Berechnungen)

Jahr	2006	2011	2016	2021	2026
Bevölkerung von Teheran in Mio.	7,8	8,12	8,45	8,78	9,1
Koeffizient des Wasserverlusts - reduziert	0,27%	0,26%	0,24%	0,23%	0,22%
Pro-Kopf-Verbrauch - reduziert (L/T)	285	271	258	245	233
Pro-Kopf-Versorgung (L/T)	390	366	339	318	299
Benötigtes Wasser (Mio. m <sup>3</sup> / J)	1110	1085	1046	1019	993

Laut des Stellvertreters der Wasser- und Abwasserunternehmen der Provinz Teheran (TPWW) wurde von 1998 bis 2005 der Wasserverlust in Teheran durch den Plan von TPWW von 40 auf 27 Prozent erfolgreich reduziert und die Reduzierung der gesamten Wasserverluste solle im Jahr 2021 auf 10% erfolgt sein (Ghasemi, 2005). Diese optimistischen Zahlen wurden im vierten Entwicklungsplan des Landes (2005-2009) überarbeitet und die Reduzierungsrate von UFW auf -1% pro Jahr verkündet (Management und Planungsorganisation Irans, 2004), obwohl bis 2008 nur eine jährliche Reduzierung von 0,4% erreicht wurde (Namjoo, 2008).

In Tabelle 5-18 bis 21 wurden die verschiedenen Szenarien für den erwarteten Wasserbedarf /-mangel innerhalb der nächsten 20 Jahre in Teheran verglichen (eigene Berechnungen):

Tabelle 5-15 Erwarteter Wasserbedarf innerhalb der nächsten 20 Jahre unter der Annahme eines reduzierten Pro-Kopf-Verbrauchs um ca. 1% pro Jahr (eigene Berechnungen)

Jahr	2006	2011	2016	2021	2026
Bevölkerung von Teheran in Mio.	7,8	8,12	8,45	8,78	9,1
Koeffizient des Wasserverlusts	0,27%	0,27%	0,27%	0,27%	0,27%
Pro-Kopf-Verbrauch - reduziert (L/T)	285	271	258	245	233
Pro-Kopf-Versorgung (L/T)	390	371	353	336	319
Benötigtes Wasser (Mio. m <sup>3</sup> /J)	1110	1010	1089	1077	1060

Tabelle 5-16: Erwarteter Wasserbedarf innerhalb der nächsten 20 Jahre unter der Annahme der Verminderung der Wasserverlustrate um ca. 1% pro Jahr (eigene Berechnungen)

Jahr	2006	2011	2016	2021	2026
Bevölkerung von Teheran in Mio.	7,8	8,12	8,45	8,78	9,1
Koeffizient des Wasserverlusts - reduziert	0,27%	0,26%	0,24%	0,23%	0,22%
Pro-Kopf-Verbrauch (L/T)	285	285	285	285	285
Pro-Kopf-Versorgung (L/T)	390	385	375	370	365
Benötigtes Wasser (Mio. m <sup>3</sup> /J)	1110	1141	1157	1186	1212

Tabelle 5-18: Vergleich der verschiedenen Szenarien für die Prognose des Trinkwasserverbrauchs in Teheran in den kommenden Jahren

Jahr		2006	2011	2016	2021	2026
1	Fortsetzung der bisherigen Verbrauchsrate	1110	1200	1300	1420	1535
2	Konstanter Pro-Kopf-Verbrauch/Wasserverlust	1110	1156	1203	1250	1295
3	Reduzierter Pro-Kopf-Verbrauch/konstanter Wasserverlust	1110	1010	1089	1077	1060
4	Reduzierter Wasserverlust/konstanter Pro-Kopf-Verbrauch	1110	1141	1157	1186	1212
5	Reduzierter Pro-Kopf-Verbrauch und Verminderung des Wasserverlustes	1110	1085	1046	1019	993

Tabelle 5-19: Trinkwassermangel nach den verschiedenen Szenarien in Teheran im Jahr 2016

	Erwarteter Trinkwasserverbrauch für das Jahr 2016 in Mio. m <sup>3</sup>	Wassermangel in normalen Jahren (max. 1250) in Mio. m <sup>3</sup>	Wassermangel in Dürre Jahren (max. 1040) in Mio. m <sup>3</sup>
1	1300	50	260
2	1203	-	163
3	1089	-	49
4	1157	-	117
5	1046	-	6

Tabelle 5-20: Trinkwassermangel nach den verschiedenen Szenarien in Teheran im Jahr 2021

	Erwarteter Trinkwasserverbrauch für das Jahr 2021 in Mio. m <sup>3</sup>	Wassermangel in normalen Jahren (max. 1.220) in Mio. m <sup>3</sup>	Wassermangel in Dürre Jahren (max. 1.010) in Mio. m <sup>3</sup>
1	1420	200	410
2	1250	30	140
3	1077	-	67
4	1186	-	176
5	1019	-	9

Tabelle 5-21: Trinkwassermangel nach den verschiedenen Szenarien in Teheran im Jahr 2026

	Erwarteter Trinkwasserverbrauch für das Jahr 2026 in Mio. m <sup>3</sup>	Wassermangel in normalen Jahren (max. 1.190) in Mio. m <sup>3</sup>	Wassermangel in Dürre Jahren (max. 970) in Mio. m <sup>3</sup>
1	1535	345	565
2	1295	-	325
3	1060	-	90
4	1212	22	242
5	993	-	23

Laut der meisten oberen Prognosen wird der Wasserverbrauch in den kommenden Jahren trotz Rationalisierungs- und Einsparungsmaßnahmen steigen und 2026 bei 1.200 Mio. m<sup>3</sup> liegen. Lediglich die Prognosen mit reduziertem Pro-Kopf-Verbrauch haben relativ akzeptable Werte (3 und 5). Demnach ist der Pro-Kopf-Trinkwasserverbrauch der Schlüssel zur Umkehrung des schnell wachsenden Trends und zum Glück ist eine Reduzierung mit Hilfe einer sorgfältigen Planung mit geringem Kosten- und Zeitaufwand erreichbar (siehe den Bildungsabschnitt und adaptives Management in dieser Studie, 5.3.1 und 5.4.3). Obwohl in diesen zwei Szenarien bei Dürreperioden noch ein Wassermangel einkalkuliert ist.

### 5.5.1.2 Beseitigung des Trinkwassermangels

Obwohl es einige teure und energieaufwendige Systeme der zentralen Versorgung mit Einheitswasser mit guter Trinkwasserqualität für alle Nutzungszwecke und die zentrale Abwasserbeseitigung und -reinigung gibt, kommen diese nicht für Teheran in Frage mit ihren eingeschränkten Fähigkeiten, Infrastruktur, Investitionsmöglichkeiten und Energiekosten. Die Behandlung des Abwassers in Übereinstimmung mit den Agrar- und Grünflächen stellt dagegen eine große Menge des Oberflächenwassers für die Trinkwasseraufbereitung zur Verfügung. Dies ist eine Kombination alternativer Ver- und Entsorgungstechnologien, die für Teheran denkbar ist.

Für die Kompensierung des Trinkwassermangels in Trockenperioden wurde die weitere Verteilung des Wassers aus Brunnen und Staudämmen in allen Bereichen nach Angabe der TPWW in der Tabelle 5-22 zusammengestellt:

Obwohl Oberflächenwasser die beste Option für das Trinkwasser in Teheran und auch die Wasserentnahme aus unterirdischen Quellen aufgrund von Beschränkungen der Ersetzbarkeit auf 250 Mio. m<sup>3</sup> gesetzlich begrenzt ist, wurde nach Angabe von TPWW aus

Tabelle 5-22: Wasserverteilungsplan für verschiedene Verwendungen von Staudämmen und Brunnen in der Region Teheran (Protokoll der Umweltausschusssitzung des Stadtrats, 2011a)

	Verwendung	Menge des Wassers Mio. m <sup>3</sup>
Aufbereitetes Wasser	Trinkwasser	1110
Brauchwasser (nicht aufbereitet)	Industrie	191
	Landwirtschaft	1319
	Grünfläche	106

Brunnen in den Dürre Jahren 1998 bis 2001 jährlich das Zweifache dieser Rate nur für den Einsatz in der Trinkwasserverteilung entnommen. Selbst in den folgenden Jahren, in denen Niederschlag und Wasserstand in Staudämmen normal waren, war die Menge der Wasserentnahme aufgrund der Einfachheit und Verfügbarkeit der Brunnen, besonders im Süden Teherans, weiterhin hoch.

Da die südliche Hälfte der Stadt einen größeren Abstand zum Verteilungsnetz und einige Lücken hat, waren die meisten Brunnen, die in den letzten Jahren verwendet wurden, im Südwesten und Südosten von Teheran gelegen. Wie in Abbildung 5-35 zu sehen ist, liegen die landwirtschaftlichen Felder im südwestlichen Teheran. Auch steigende Abwasserspiegel in dieser Region sind sehr nah an der Oberfläche (weniger als 30 Meter).

Brunnenwasser enthält hier höhere Konzentrationen an organischen Verunreinigungen, wegen der Landnutzung konnte dies auch nicht mit einer Ausweisung von Schutzgebieten vermieden werden. Insbesondere durch zu starke Gülledüngung in der konventionellen landwirtschaftlichen Nutzung und den dadurch verursachten Nitratreintrag in das Grundwasser kann das daraus gewonnene Trinkwasser für Kleinkinder gefährlich sein (Exkurs 10).

Obwohl nach der Wasserkrise durch Verunreinigungen in Teheran 2010 der Wasserversorger die Nitratkonzentration durch Aufbereitung der betroffenen Brunnen senken konnte und viele Brunnen geschlossen wurden, gibt es weiterhin Berichte von Experten über organische Verunreinigung und hohe Nitratgehalte im Trinkwasser des südwestlichen Teils der Stadt, die von offiziellen Organisationen jedoch zurückgewiesen wurden (Protokoll der Umweltausschusssitzung des Stadtrats, 2011b).

Vor zehn Jahren konnten die meisten industriellen Zentren, Behörden, Universitäten und sogar Wohnkomplexe wegen der fehlenden Kontrolle der Grundwasserentnahmen aus dieser Quelle frei und kostenlos Wasser entnehmen. Dies sollte aus Gründen der Gesundheit und Grundwasserabsenkung verhindert werden.

Der Geschäftsführer der Teheraner Regionalen Wasserversorgungsgesellschaft hatte die Anzahl solcher Brunnen auf ca. 1.900 und die Wasserentnahme daraus auf bis 500 Millionen Kubikmeter geschätzt (Erteghaii, 2011).

Tabelle 5-23: Vergleich der Menge von Grund- und Oberflächenwasser in Teherans Trinkwasser 2005-2010 (die grundlegenden Werte von TPWW 2010 und Protokoll der Stadtratssitzung, 2011a)

	Staudämme	Brunnen	Prozent aus Staudämmen	Prozent aus Brunnen
2005	701	312,9	69%	31%
2006	739	289,6	72%	28%
2007	742	299,2	71%	29%
2008	587	431,6	58%	42%
2009	682	329,5	67%	33%
2010	687	346,3	66%	34%
Durchschnittlich	689,67	334,85	67,30%	32,70%

Der oberen Argumentation folgend wird nun alles Oberflächenwasser aus Staudämmen in erster Priorität dem Trinkwasser zugeordnet und nur die fehlende Menge des Trinkwassers wird von Brunnen unter Überwachung entnommen und gebraucht. Aber wie in Tabelle 5-24 zu sehen ist, liegt die Abhängigkeit von Grundwasser in trockenen Jahren bei ca. 300 Millionen Kubikmeter (die überschreitet die Grenzmenge von 250 Mio. m<sup>3</sup>).



Die möglichen Alternativen für die Beseitigung des Trinkwassermangels in trockenen Jahren in Teheran sind in folgender Tabelle geordnet:

#### **Alternative 1: Wasserversorgung durch zweiten Trinkwasserstollen des Taleghan-Staudamms**

Die Idee eines neuen 120 Kilometer langen Trinkwasserstollens (Nr. 2) des Taleghan-Staudamms wurde von Anfang an als Alternative zu Maßnahmen des passiven Schutzes (Versicherung) vorgeschlagen. Im Oktober 2010 wurde das Energieministerium durch das Kabinett zur Umsetzung verpflichtet, das Projekt befindet sich noch in der Studienphase (Zustimmung des Kabinetts, 2010a).

Der Taleghan-Staudamm hatte mehrere Jahre hintereinander und selbst in Dürreperioden überschüssiges Wasser, mehr als der aktuelle Wassertunnel übertragen konnte.

Die jährliche Entnahmemenge des Staudammes liegt derzeit bei 278 Mio. m<sup>3</sup> für die Landwirtschaft, 150 Mio. m<sup>3</sup> für Trinkwasser (120 Mio. m<sup>3</sup> für Teheran), 20 Mio. m<sup>3</sup> für die künstliche Grundwasseranreicherung und 12 Mio. m<sup>3</sup> für den lokalen Gebrauch.

Der heutige Tunnel (Nr. 1) benötigt aufgrund technischer Probleme, mehrerer Frakturen und Lecks eine größere Reparatur, die ohne die Unterstützung von zweiter Seite nicht möglich ist.

Beratungsingenieur Jamab stellte im Jahr 2010 einen Vorschlag für die Nutzung dieses Wassers (70-100 Mio. m<sup>3</sup>) in Teherans Trinkwasserverteilung auf Bitte der Stadt vor.

Parallel zu diesem Projekt soll die Kapazität des Aufbereitungszentrums von Teheran-West erhöht werden.

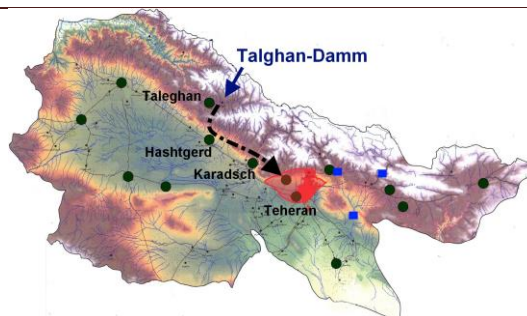


Abbildung 5-29: Route des 2. Wasserleitungsprojekts vom Taleghan-Staudamm bis Teheran, das knapp 120 Km lang ist (originale Karte im Hintergrund von „Atlas von Teheran Metropole“<sup>147</sup>, bearbeitet von der Verfasserin)

#### **Pro:**

- Dieses Wasser versorgt Teheran nicht nur in Zeiten des Wassermangels in den Dürreperioden, sondern halbiert auch das benötigte Wasser aus unterirdischen Quellen in normalen Jahren und hilft tatsächlich, das Grundwasser von Teheran zu schonen.

#### **Kontra:**

- Der Wassertransfer von Taleghan nach Teheran bringt zwar eine Erleichterung für die Teheraner Aquifere, verursacht aber gleichzeitig unterhalb des Staudammes trockene Ebenen und Ackerländer.

- In den 120 km Abstand zwischen dem Taleghan-Staudamm und Teheran befinden sich dutzende Städte und Dörfer, die auf ausreichende Trinkwasserversorgung warten.

Ein Beispiel dafür: Die kleine Stadt Parand mit einer Bevölkerung von 30.000 liegt 33 km südwestlich von Teheran. Dort hat ein Projekt für bezahlbaren Wohnraum durch das Ministerium für Wohnen und Stadtentwicklung 93.600 neue Apartments gebaut, damit das erwartete Wachstum um 350.000 neue Einwohner im Laufe des folgenden Jahres aufgefangen werden konnte. Aber am Ende der vierten Phase des Projektes stellte sich heraus, dass es kein Trinkwasser für diese Wohnungen gibt und Parand nur für die aktuelle Populationszahl Trinkwasser zur Verfügung steht (Ghadiri, 2010: 7).

Verschiedene Organisationen und Grundbesitzer, denen zurzeit das Wasser aus diesem zweiten Trinkwasserstollen versprochen wird, versuchen einen temporären Zweig des ersten Trinkwasserstollens zu erhalten, was beim Teheraner Stadtrat auf erbitterten Widerstand gestoßen ist, obwohl der Betrieb des zweiten Tunnels erst für die nächsten drei Jahre (2015) vorgesehen ist.

Konflikte und Konkurrenz um Wasser in der Provinz Teheran wurden und werden dauerhaft verschärft und die Disharmonie zwischen verschiedenen Institutionen und die Nichtzuständigkeit der Behörden intensivieren diese.

#### **Alternative 2: Wasserversorgung durch die Umleitung der Nord-Teheraner Wasserläufe**

Die Teheraner Täler im Norden haben in der Regel wenig Wasser (außer Kan mit 72 Mio.m<sup>3</sup>/J) und sind in den warmen Monaten trocken (Blourchi et al., 2005). Trotzdem gehören diese Täler aufgrund der grünen und schönen Landschaften zu den seltenen natürlichen Attraktionen dieser Stadt.

Diese Wasserläufe erzeugen einen grünen Korridor entlang der ganzen Strecke in dem Stadtgebiet und speisen die unterirdischen Grundwasserleiter.

Die Wasserläufe sind in dem nördlichen Teil grün und üppig, in der Mitte strömen sie in die unterirdischen Kanäle und sind somit im südlichen Teil schmutzig und unerwünscht.



Abbildung 5-30: Die Lage des Velenjak- und Maghsudbeik-Wasserlaufs in Nord-Teheran und die kan-Kläranlage im Westen (originale Karte im Hintergrund aus dem Teheraner Masterplan, ergänzt von der Verfasserin)

Ein grüner Streifen als Abstandshalter an beiden Seitenrändern der Bäche, die Verhinderung der Wasserkontaminationen und regelmäßige Baggerungen könnten sie im Süden wiederbeleben.

Die Park- und Grünflächenorg. ist damit beschäftigt, die Grünflächen entlang der Wasserläufe zu entwickeln und angesichts der Geschichte der Überschwemmungen in diesen Tälern<sup>118</sup> erstellte dafür die Teheraner Krisen- und Katastrophenschutzmanagementorganisation 2008 einen Plan (TDMMO, 2013).

Dieser Plan wurde im Rahmen der Umsetzung der Hochwasserrisikomanagement-Richtlinie für die Risikovermeidung durch Wasserüberläufe mit einigen Kanälen und Tunneln für die Leitung des Wassers zur Süd-Teheran-Kläranlage gegeben, der in gemeinsamen Kooperationsabkommen zwischen dem Ministerium für Energie und der Stadtverwaltung von Teheran genehmigt wurde.

Während die Park- und Grünflächenorg. nach diesem Plan ihre Arbeit durch die Koordination mit dem Stadtrat förderte, beauftragte das Kabinett im Gegensatz dazu im Jahr 2010 das Ministerium für Energie das Kann-Aufbereitungszentrum damit, das Wasser der Velenjak- und Maghsudbeik-Wasserläufe für die Abdeckung des Trinkwasserbedarfs für Teheran und die Städte im Westen zu kanalisieren (Zustimmung des Kabinetts, 2010b) & (Protokoll der Umweltausschusssitzung des Stadtrats, 2011a).

Maghsudbeik ist ein Seitenarm des Darband-Flusses, der durchschnittliche jährliche Wasserabfluss beträgt ca. 20 Mio. m<sup>3</sup>. Velenjak hat aber jährlich nur 1 bis 6 Mio. m<sup>3</sup>.

Zurzeit versorgen die fünf Brunnen im Velenjak-Tal und sieben Brunnen im Maghsudbeik-Tal zu einem Teil den Wassertank von Nord-Teheran, insgesamt mit etwa 500 Kubikmeter pro Stunde (7,5 Mio.m<sup>3</sup>/Jahr)<sup>84</sup>.

#### Kontra:

-Dieses Projekt steht nicht nur den anderen genehmigten Projekten entgegen, die jetzt in der Stadt laufen, sondern es bringt auch eine Verschlechterung der Wasserbilanz für das Darabad-Einzugsgebiet. Da diese Bäche das Darabad-Basin und die Übertragung speisen, verringert sich das Grundwasser und reduziert sich das Wasser der unteren Brunnen.

In dem Kan-Einzugsgebiet versickern aber durch die beiden wichtigsten Bäche Kan und Farahzad 77 Mio. m<sup>3</sup> Wasser jährlich im Boden und erhöhen die Kapazität der Brunnen des Südwestens von Teheran (Protokoll der

Umweltausschusssitzung des Stadtrats, 2011a)

- Außerdem ist die Menge des Wassers des Velenjak und Maghsudbeik sehr begrenzt und in den warmen Monaten werden sie in der Regel trocken, dann decken sie im Grunde nicht die Menge benötigten Wassers ab.

- Diese Bäche verbinden mit der Schaffung der grünen Korridore neben den

ästhetischen und klimatischen Auswirkungen wie alle Grünflächen das isolierte einzelne Grün mit einem kontinuierlichen Netz und ihr potentieller ökologischer Nutzen verringert die Lebensraumzerschneidung und ermöglicht die Migration zwischen Grünanlagen.

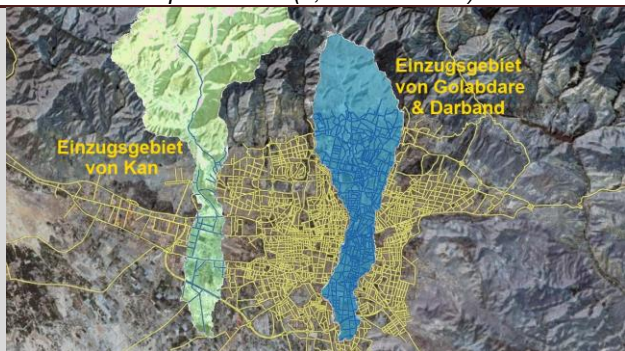


Abbildung 5-31: Die Einzugsgebiete von Kan und Golabdare-Darband (TDMMO, 2006, bearbeitet)



Abbildung 5-32: Der Maghsudbeik-Bach im Norden und Sadeghie-Bach (Kan) im Westen von Teheran, trotz verschmutztem Wassers scheint es, dass die Bäume und Möwen sich dort wohlfühlen (Fotos: Maryam Agharabi 2012 und Afshari 2011)

### Alternative 3: Gesamtreform des Konsumverhaltens und Verbrauchssteuerung durch das Ökobewusstsein

Auf der Suche nach den Wasserverbrauchverhältnissen in Teheran begegnete die Autorin der erfolgreichen

<sup>118</sup> Verheerende Überschwemmungen im Norden Teherans traten im August 1987 in der intensiven Hitze und nach einem extremen Regen (44 mm) in den Tälern Darband und Glabdare auf. Das Wasser zerstörte einen Staudamm und führte riesige Steine und große Mengen Lehm mit, durch die schwere Schäden angerichtet wurden.

Mindestens 300 Menschen sind in den betroffenen Gegenden ums Leben gekommen, ca. 757 Milliarden Rials (ca. 505 Mio. Euro) hoch waren die Schäden durch Hochwasser an öffentlichen Einrichtungen und der kommunalen Infrastruktur und mehrere Häuser, Märkte, Autos und Brücken wurden zerstört oder mit Lehm ausgefüllt (Khodaii et al., 2006: 96).

Die genaue Zahl der Todesopfer und Schäden durch Hochwasser wurde nie offiziell bekanntgegeben (Abbasi, 2009).



Wassersparperiode, die freiwillig oder obligatorisch von den Stadtbewohnern durchgeführt wurde. Trotz aller Propaganda, Beratungen und Zwangsbehandlung war dieses Verhalten in den letzten Jahrzehnten nur in trockenen Jahren und zu Beginn eines Anstiegs des Wasserpreises zu beobachten. Dieses Verhalten war zwar vorübergehend und brachte keine nachhaltige Änderung des Lebensstils, spiegelt aber die Tatsache wider, dass die benötigte Menge des Trinkwassers für die Bürger von Teheran niedriger als ihr üblicher Wasserverbrauch ist. Während der Dürre von 2008 (Exkurs 15) wurden jeden Tag die Berichte über die verbliebene Menge Wasser in den Talsperren und die Wasserverbrauchsmenge des Tages im Vergleich mit dem Vortag und Vorjahr in allen öffentlichen Medien (wie dem Wetterbericht) veröffentlicht. Dort wurde die Trockenheit als ein drängendes Problem für die Öffentlichkeit greifbar und der Verbrauch sank. Mit dem Beginn des Herbstregens wurden die Warnungen beendet und der Wasserverbrauch kehrte allmählich wieder auf das alte Niveau zurück.

#### **Exkurs 15: Letzte Trockenheit in Teheran**

Trockenheit in Iran und Teheran ist kein außergewöhnliches Phänomen und passiert häufig und fast regelmäßig.

Die jüngste Dürreperiode von 1998 bis 2000 und von 2008 bis 2010 war jedoch viel strenger als die zuvor beschriebenen, damit war die Niederschlagsmenge ca. 70% und 45% niedriger als im Jahresdurchschnitt (Iranischen Dürre-Überwachungssystem, 2011)<sup>119</sup>.

Eine Studie zeigt, dass etwa alle zehn Jahre Teheran und viele Städte Irans mit einer Dürreperiode konfrontiert ist, die ca. drei Jahre andauert<sup>119</sup>.

Shahmohamadi et al. hatten mit der Beobachtung der langfristigen Angaben von Wetterstationen die Wahrscheinlichkeit von Dürren in Teheran auf bis zu 39% berechnet (Shahmohamadi et al., 2002).

Die Wasserkrise in Iran, vor allem in Teheran im Jahr 2008 hatte solch beunruhigende Ausmaße, dass die Regierung sie damals als eine Frage der nationalen Sicherheit sah. Medien sollten betonen, dass die ganze Wurzel des Übels die Trockenheit und nicht das Wasserwirtschaftsmanagement im Land sei, obwohl dies nicht stimmte.

Trotz der Vorwarnung vor der Dürre im Herbst 2007 durch das Energieministerium und die starke Abnahme der Niederschläge im Winter diesen Jahres hatte die Regierung keinen Plan, um mit der Trockenheit umzugehen und im Frühling 2008 wurde das erste Treffen des Nationalen Komitees zur Bekämpfung der Dürre einberufen (Eskandari, 2009); (Zargar, 2008c) und (Ardakanian, 2009).

Im Sommer dieses Jahres wurde das Wasser des Karadsch-Staudamms, der wichtigsten Wasserversorgungsquelle von Teheran, so reduziert, dass nur Sand bzw. Schlamm auf dem Boden zurückblieb.

Das Wasser des Latian-Staudamms wurde nach einem katastrophalen Missmanagement in den Staudamm Mamloo übertragen, dessen Wassertunnel nach Teheran damals noch nicht fertig war. In der Folge wurde auch Latian von dem Wasserverteilungsnetz abgekoppelt.

Nur die Staudämme Taleghan und Lar lieferten weiterhin Wasser und unweigerlich wurden statt der üblichen 40%igen und 30%igen Kapazität 90% und 60% ihres Wassers nach Teheran transportiert.

Als Konsequenz wurden die gesamten Ackerländer der Provinz trockengelegt und die West-Teheraner Städte wurden von der Wasserzufuhr bis zu 20 Stunden am Tag abgeschnitten (Zargar, 2008e) (Molai, 2008); und (Zargar, 2008d: 1).

Daneben litt das ganze Land unter häufigen Stromausfällen, weil die Hälfte des iranischen Stroms aus Wasserkraftwerken an den Talsperren kommt.

Insgesamt 120 Städte und 6.000 Dörfer im Iran wurden in diesem Jahr mit Trockenheit konfrontiert und hunderttausende Hektar und tausende Bauern waren betroffen. Mangelnde strategische Planung und übereilte Entscheidungen haben den Dürreeffekt verstärkt (Zargar, 2008a).

Während der stellvertretende Energieminister ein Ausmaß der Schäden von ca. 150 Mrd. Rials ermittelte, brachten die 20.000 Mrd. Rials, die die Regierung als Schadenersatz ohne klaren Plan investiert hatte, eine Inflation mit sich und führten schließlich zu einem Teufelskreis für die iranische Wirtschaft (Asadi, 2008).

Aktionen, die in Teheran unternommen wurden, um den Wasserverbrauch in diesem Zeitraum zu reduzieren:

- TPWW übernahm alle vorhandenen Trinkwasserbrunnen von Behörden und öffentlichen Organisationen zur Stadttrinkwasserversorgung beim Übergang zum Krisenmodus
- TPWW suchte und bohrte Notfall-Trinkwasserbrunnen
- Wasser- und Stromsparen um 10 Prozent war in allen öffentlichen Gebäuden und öffentlichen Einrichtungen erforderlich
- Planung und Ausrüstung mit präziser Steuerung des Notstroms für Brunnen und Pumphäuser
- Die Nutzung der städtischen Wasserversorgung für die Bewässerung der Grünflächen wurde auf null verringert
- Präzise Kontrolle zur Verhinderung des Trinkwasserverbrauchs für unnötige Tätigkeiten wie Bauen, Schwimmbäder usw.
- Intensive Warnungen, Handlungsanweisungen und Information der Öffentlichkeit zur Reduzierung des Wasser-/Stromverbrauchs durch die Medien.

<sup>119</sup>Iranischen Dürre-Überwachungssystem (سامانه خشکسالی هواشناسی ایران): <http://drought.iranhydrology.net/index.htm>.

Offizielle Statistiken beziffern den Anteil des Trinkwassers aus Brunnen auf etwa 40% der Verbrauchssumme und nichtamtliche Statistiken auf ca. 80%.

Der häusliche Trinkwasserverbrauch in Teheran während der trockenen Monate verringerte sich um 4,18% (Molaii, 2009).

Eine Wasserpreiserhöhung im Jahr 2011 mit dem Abbau von Subventionen, der in mehreren Etappen geplant wurde, hatte eine ähnliche Wirkung auf die Senkung des Wasserverbrauchs (Exkurs 16).

Diese Reduktion könnte aber auch nach ein paar Monaten wegen der schweren Inflation und Liquiditätserhöhung durch direkte Auszahlung von Geldern verblässen.

Mit der Umsetzung des neuen Wirtschaftsplans und Verringerung der Subventionen könnte die Entwicklung der Lebenshaltungskosten und Inflation in Iran um bis zu 60 Prozent steigen (Tavakoli, 2009) und (Naderan, 2012).

Der Wasserpreis in Iran war extrem niedrig (ca. 0,08 € bis 2011) und die Wasserversorgung in Teheran ist höher als die tatsächliche Nachfrage, die Bürger wurden unbewusst daran gewöhnt, diese wertvollen Güter zu verspielen und zu verschwenden. Selbst mit einer Verdoppelung (ca. 0,17 € ab 2011) ist der Wasserpreis weiterhin zu niedrig im Vergleich zu den Lebenskosten in Teheran.



Abbildung 5-33: Wasserpreisvergleich in verschiedenen Ländern (eigene Darstellung nach „Global Water Intelligence“ / OECD, Global Water Tariff Survey 2008)

**Exkurs 16 : Die Auswirkungen der Erhöhung des Wasserpreises auf den Trinkwasserverbrauch**

Obwohl die iranische Regierung die anhaltende Hilfe zur Unterstützung der Landwirtschaft bereits im 18. Jahrhundert begann, wurde dennoch eine neue und integrative Subventionierung für alle sozialen Schichten seit dem Ausbruch des Zweiten Weltkrieges verweigert und eine Hungersnot trat auf.

Hohe Öleinnahmen in den 60ern ermöglichten weitere staatlicher Eingriffe in das Wirtschaftsleben wie beispielsweise die Steuerung und Stabilisierung der Hauptnahrungspreise, Förderungssubventionen und die Bereitstellung billiger Rohstoffe für Hersteller und Landwirte.

Während des Iran-Irak-Krieges in den 80er Jahren kamen fast alle Grundnahrungsmittel, grundlegenden Konsumgüter, Wasser und Energie auf die Liste der Subventionen und blieben dort bis heute stehen.

Nach dem Krieg verloren aber diese Subventionen ihre Gründe und verursachten eine Verlangsamung des Wirtschaftswachstums und Demotivierung für Hersteller und Investoren durch den gesunkenen Marktpreis und ebneten den Weg dafür, mehr Güter zu importieren.

Die gleichen Preise und Subventionen für alle seien auch die Ursache für soziale Ungerechtigkeit.

Zusätzliche negative Auswirkungen hatte der illegale Handel der günstigen subventionierten Güter zu den Nachbarländern wie Medizin und Benzin.

Die hierdurch entstandenen Preise waren nicht nur „fernab jeder Realität“, sondern ebenso „wirtschaftlich unverantwortlich und auf Dauer untragbar“ (IMF Working Paper, 2011: 6).

Erst ab Ende der 90er Jahre wurde über den Abbau von Subventionen und eine Tendenz zum wirtschaftlichen Gleichgewicht diskutiert.

Aber aus politischen Gründen und wegen des Mangels an verlässlichen Daten über persönliche Einkommen wurde dieser Prozess verzögert, so dass die Zahlung von Subventionen in den letzten Jahren die Grenze von 100 Milliarden Dollar pro Jahr überstieg.

Nach dem dritten Entwicklungsplan des Landes verpflichtete sich die iranische Regierung, Subventionen für Lebensmittel und Energie (80% der Gesamtzahl) mit gezielter Sozialhilfe zu ersetzen und in einem Fünf-Jahres-Zeitraum freie Marktpreise zu erreichen, was im Dezember 2010 begann (IMF Working Paper, 2011: 3).

Trotz der allgemeinen Zustimmung zu diesem Reformplan gibt es viele Kritikpunkte an den Details und der Verfahrensweise sowie die Auswirkungen auf die Inflation, die keinen Platz in dieser Studie haben.

Bisher ist nur die erste Stufe dieses Gesetzes in Kraft getreten und damit wurde der Wasserpreis um 108% erhöht (von dem durchschnittlichen Preis von 1385 auf 2885 Rials pro Quadratmeter) und der Zielpreis in fünf Jahren ist 10,000 Rials/m<sup>3</sup>.

Beginnend mit dem Quartal 2011 und nach Erhalt der ersten Rechnung mit dem neuen Tarif zeigte sich beim Trinkwasserverbrauch des Landes eine Abnahme um bis zu 6% im Vergleich zum gleichen Zeitraum des Vorjahres (Attarzade, 2011).

In den ersten sechs Monaten des Jahres 2011 betrug die Reduzierung des Pro-Kopf-Wasserverbrauchs in Teheran 4% im Vergleich mit dem Durchschnitt der Vorjahre, obwohl er später wieder anstieg (Parvareh,

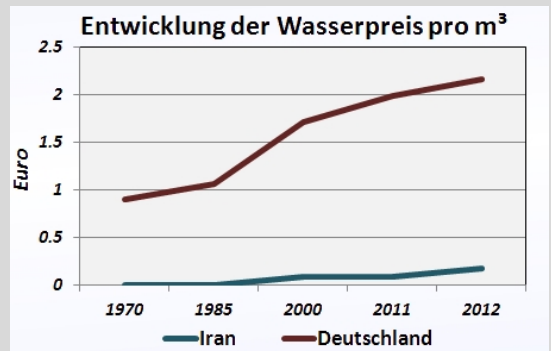


Abbildung 5-34: Niedriger Wasserpreis und das noch geringere Wachstum Irans verglichen mit Deutschland (eigene Darstellung nach TPWW & BGW)



2012a). Trotz der Preiserhöhung zahlt eine vierköpfige Familie monatlich für ihren Wasserverbrauch ca. 5 Euro, was selbst für iranische Verhältnisse sehr günstig ist. Somit besteht kein wirtschaftlicher Zwang, Wasser zu sparen.

Daher wird in dieser Alternative vorgeschlagen, dass anstatt des enormen Kostendrucks für den Wassertransfer nach Teheran und seinen nachteiligen Folgen eine Studie und Analyse über Wasserverbrauch in Teheran durchgeführt wird, die über die reine Verhaltensschilderung hinaus zur Erklärung von Ursachen des extremen sinnlosen Wasserverbrauchs und Wasservergeudens dient.

Mit einer Verbindung von Elementen aus der Soziologie, Anthropologie und Ökonomie könnten die Merkmale der Verbraucher in Teheran und die Reize ihrer Umgebung erklärt und eine sorgfältige Planung fortgesetzt werden, um die dramatische Wasserverschwendung zu überwinden (siehe soziales Lernen und adaptives Management, 5.4.3).

Nach den aufgeführten Beispielen scheint es, dass klare individuelle Vorteile und öffentliches Interesse für das Wassersparen, Vertraulichkeit mit den Kostenersparismethoden/-technologien und transparente Rechnungen notwendig sind, um den Pro-Kopf-Wasserverbrauch zu reduzieren.

Als eine Anreizpolitik für die Reduzierung des Konsums wurde der neue Tarif nach 10 Stufen vorgeschlagen, damit die Bürger damit von günstigeren Tarifen profitieren können. Aber in der Praxis funktioniert dieser Plan nicht, da mehr als die Hälfte der Wohnungen in Teheran einen gemeinsamen Wasserzähler hat.

Technische Möglichkeiten zur separaten Steuerung und zum individuellen Sparen des Wassers sollten zur Verfügung gestellt und gefördert werden, auch der derzeitige mechanische und systematische Mangel sollte korrigiert werden.

Wenn dies den Bürgern individuell zugutekommen sollte, ist es vorstellbar, dass die Reduzierung des Wasserverbrauchs statt 1% pro Kopf in Tabelle 5-25 mehr als 2% pro Jahr beträgt (siehe Exkurs 15&16).

Mit einer 2%igen Verringerung des Wasserverbrauchs pro Person und Jahr wird die Erreichung der Ziel-Verbrauchsmenge (150L/T) ca. 25 Jahre betragen.

Tabelle 5-24: Erwarteter Wasserbedarf von Teheran innerhalb der nächsten 20 Jahre unter der Annahme eines reduzierten Pro-Kopf-Verbrauchs (ca. 2% pro Jahr) und Verminderung der Wasserverluste (ca. 1% pro Jahr)

Jahr	2006	2011	2016	2021	2026
Die Bevölkerung von Teheran	7,8	8,12	8,45	8,78	9,1
Koeffizient der Wasserverlust- Reduktion	0,27%	0,26%	0,24%	0,23%	0,22%
Pro-Kopf-Verbrauch- Reduktion (L/T)	285	247	212	182	157
Pro-Kopf-Versorgung (L/T)	390	333	281	237	201
Benötigtes Wasser (Mio. m <sup>3</sup> / J)	1110	987	867	760	668

Dann hätten die Teheraner Staudämme, sogar in der Dürreperiode, genügend Wasser im Jahr 2026 und basierend auf dem städtischen Masterplan für die Teheraner Stadtbevölkerung von 9,1 Millionen<sup>120</sup> könnte diese Wasserverbrauchsmenge aufrechterhalten werden.

Ein Vergleich der drei oben genannten Optionen macht klar, dass die dritte Option weit weniger als Alternative 1 und 2 kostet. Zum Beispiel wurden die Kosten für jeden km Wassertunnel des Staudamms Mamloo nach Teheran mit den entsprechenden Anschlüssen und Ausrüstung auf über 2,3 Millionen Euro 2009 geschätzt. Während die Entfernung vom Taleghan-Staudamm bis Teheran in der ersten Alternative 135 km beträgt, wurde die Länge des Leitungstunnels für die zweite Option auf ca. 700 km geschätzt.

Aus dieser Sicht ist das Problem des Trinkwassers von Teheran nicht mehr nur eine Knappheit, die mit einem riesigen Projekt der Übertragung des Wassers aus fernen Staudämmen oder Flüssen nach Teheran gelöst werden soll, sondern darunter liegt vor allem ein soziales Dilemma, das aus fehlender Bildung und mangelhafter realistischer Information, mangelnder Ausrüstung und Technologie zur individuellen Verbrauchsreduzierung resultiert. Durch die Abwesenheit der notwendigen

<sup>120</sup> Obwohl im umfassenden Plan von Teheran die maximale Kapazität der Stadtbevölkerung bis zum Jahr 2026 und danach auf 9,1 Millionen Menschen bestimmt worden war, hatte seit 2007 das Ministerium für Wohnen und Stadtentwicklung, das für die Kontrolle von Boden- und Immobilienpreisen die Genehmigung für 10,5 Wohneinheiten in Teheran vorgeschlagen und trotz des Widerstands der Experten wurde dieser Plan im Jahr 2011 verabschiedet.

Das bedeutet, dass die Sättigungsgrenze der Bevölkerungszahl in Teheran nicht 9,1, sondern 10,5 Millionen Bewohner ist. Der aktuelle Wasserverbrauch in Teheran von 7,8 Mio. Bürgern führte zu den relativen trockenen Ackerländern und Bodensenkungen in zwei Provinzen, wobei die gesamten Kapazitäten des Wasserverbreitungs/-verteilungssystems unter Verwendung sind. So führt jeder Fehler oder Notfall im System zum Versagen des Trinkwassers in einigen Stadtbereichen und kann nicht aufgefangen werden und mit der niedrigsten Dürrezeit wird die Wasserversorgung in großen Regionen stillgelegt, die Wasserqualität verringert sich und Hygiene- wie Gesundheitsprobleme können beobachtet werden. Auch die weitere Bevölkerungsentwicklung von Teheran gibt keine Rechtfertigung für das Management, bringt hohen Verwaltungsaufwand und führt zu gesundheitlichen, ökologischen und sozialen Problemen.

Informationen, Steuermittel und den niedrigen Wasserpreis konnte die Verwaltung nicht mehr die Bürger mit Anreizsystemen oder Doppelbesteuerung für das Wassersparen motivieren.

Das heißt, dass die nachfrageabhängigen Wasserpreise und Umweltschutzziele Wassernutzern durchaus Anreize zum Wassersparen bieten könnten, jedoch ist der Preis in Iran zu gering oder der Verbrauch wird nicht mit separaten Zählern gemessen, um so als Knappheitsindikatoren zum Wassersparen anzuregen.

Selbst wenn TPWW separate Wasserzähler für die für 1,1 Millionen Wohnungen, die jetzt ein gemeinsames Zählwerk haben, zur Verfügung stellen wollte (etwa 500 Euro pro Stück), ist diese Maßnahme im Vergleich zu den Kosten für neue Wasserstollen vernachlässigbar und auch mit einer sozialverträglichen Preiserhöhung anrechenbar.

Nun ist der Wasserpreis im ganzen Land gleich, während die Lebenshaltungskosten und Einkommen in Teheran nicht vergleichbar mit anderen Städten und Dörfern Irans sind, zum Beispiel sind die Immobilien- und Grundstückspreise in Teheran so hoch wie in der Innenstadt von Stuttgart. Daher gibt es keinen obligatorischen Grund für die Gleichheit des Trinkwasserpreises in Teheran und anderen Städten Irans. Vielmehr könnte eine Entscheidung für die Berechnung nach dem durchschnittlichen Immobilienpreis und Einkommen der Bewohner in verschiedenen Stadtbezirken von Teheran getroffen werden.

Auch Angesichts einer Laufzeit der Projekte und Aufrechterhaltung der Systemleistung ist die dritte Option besser und wenn die Menschen ihre Verbrauchsgewohnheiten zukünftig anpassen, könnte ein nachhaltiges System etabliert werden.

Die wichtigsten grundsätzlichen Eigenschaften der 3. Option sind Kompatibilität mit der Umwelt und die Vermeidung neuer Schäden für die ökologisch sensible Teheraner Region.

### **5.5.2 Landwirtschaft- und Industrie-Wasserversorgung als zweite Priorität**

Die Landwirtschaft ist der größte Wasserverbraucher Irans, wie in anderen Entwicklungsländern auch. Ca. 92% des Wassers in Iran (86 Mrd. m<sup>3</sup>) werden für die Landwirtschaft verwendet (Moayeri et al., 2007: 52) und in der Metropole Teheran liegt dieser Anteil bei 54% und 70% in der Provinz Teheran und (Protokoll der Umweltausschusssitzung des Stadtrats, 2010b).

Obwohl die Effizienz von landwirtschaftlichen Erzeugnissen in Iran relativ gering ist und eine Bewässerungseffizienz im Land von nur 33% berichtet wurde (FAO, 2008), ist die Landwirtschaft aber als wichtigster Wirtschaftssektor, Arbeitsfeld des Landes und Lebensgrundlage vieler Menschen abhängig davon (25% aller Beschäftigung).

Da bei sicherer Wasserversorgung die Pflanzenerträge vervielfacht werden, hat die Bewässerung einen nennenswerten Einfluss auf die Migration, die ein bedeutendes Problem in Teheran ist, durch Schaffung von Beschäftigungen im ländlichen Raum - nach jeder Dürrezeit- kommt eine neue Welle von Migranten nach Teheran und in andere große Städte.

Die Staudämme um Teheran, außer Amirkabir und Latian, waren zuerst für die landwirtschaftliche Wasserversorgung zuständig, aber allmählich wurde mit wachsender Bevölkerung der Anteil der Landwirtschaft zugunsten des Trinkwassers reduziert.

In den trockenen Gebieten Irans liegt ein großes Problem des Agrarsektors in der herkömmlichen Bewässerung, die wegen des Mangels an technischen Kenntnissen hohen Wasserverlust verursacht und damit zu der Erschöpfung der Grundwasservorräte und Versalzen der Böden führt.

Jedes Prozent weniger in der Höhe des Wasserverlusts in der landwirtschaftlichen Versorgung bedeutet eine Einsparung von Wasser in Höhe von etwa 860 Millionen Kubikmeter.

So ist für eine soziale, ökonomische und ökologische Stabilität ein nachhaltiger sparsamer Wassereinsatz in der Landwirtschaft Irans durch effizientere Bewässerungsmethoden notwendig.

Nach Angaben des Büros für strategische Planung und Steuerung des iranischen Präsidenten wurde nach Überprüfung und Zusammenfassung aller regionalen Projekte festgestellt, dass trotz hoher Bodenpotenziale für die Entwicklung der landwirtschaftlichen Flächen im Teheraner Provinzgebiet bis zum Jahr 2026 eine Vermehrung der Wasserversorgung angesichts des wachsenden Bedürfnisses nach Trinkwasser nicht möglich und jede Entwicklung der Landwirtschaft in dieser

Region nur mit Verbesserungen der Bewässerungsmethode und Effizienzsteigerung vorstellbar ist. In diesen Studien wurde keine neue Wasserquelle für die Landwirtschaft berücksichtigt (Dehghan, 2012).

Die vorstädtische Landwirtschaft von Teheran wird hier in drei Kategorien unterteilt:

- Südöstlich von Teheran (Varamin–Pakdasht-Ebene): Die insgesamt 140.000 Hektar Ackerland wurden aufgrund der Beschneidung des „Rechts auf Wasser“ von der Staudämmen Lar und Latian um bis zu 100.000 Hektar reduziert (Naghavi, 2011). Die Landwirte haben in der Folge zur Erhaltung der verbleibenden Flächen illegale Brunnen gebohrt. Die Übertragung des Überlaufs des Mamloo-Staudamms wurde dafür geplant.

- Südlich von Teheran: Von einer Fläche von 75.000 Hektar blieben durch die jüngste Dürre 30.000 Hektar Anbaufläche (Fadaii, 2012). Ein Teil dieser Fläche (ca. 6.000 ha) ist durch häufige Bewässerung mit Rohabwasser kontaminiert.

Die Verwendung von gereinigtem Abwasser der Kläranlage Süd wurde als Lösung für dieses Problem anvisiert, die ersten vier Module wurden am Ende des Jahres 2011 eröffnet und ihre Leistung beträgt 165 Millionen Kubikmeter Wasser, die für die gesamten 75.000 Hektar der südlichen Landwirtschaftsfläche genügen.

- Westen und Südwesten von Teheran (Karadsch und Shahriar Ebene) mit insgesamt 50.000 Hektar Ackerlandfläche. Shahriar ist mit 33.000 fruchtbaren und hochwertigen Hektar Fläche aufgrund der Wasserknappheit und Absenkung des Wasserpegels von bis zu 150 Metern nicht mehr erweiterbar.

Eine experimentelle Versuchsplanung zur Tröpfchen- und Hochdruckbewässerung wurde hier gemacht, die ersten abgeschlossenen 600 Hektar zeigten ein sehr gutes Ergebnis und die Bewässerungseffizienz wurde von 33% auf 80% gesteigert (Salehi, 2012).

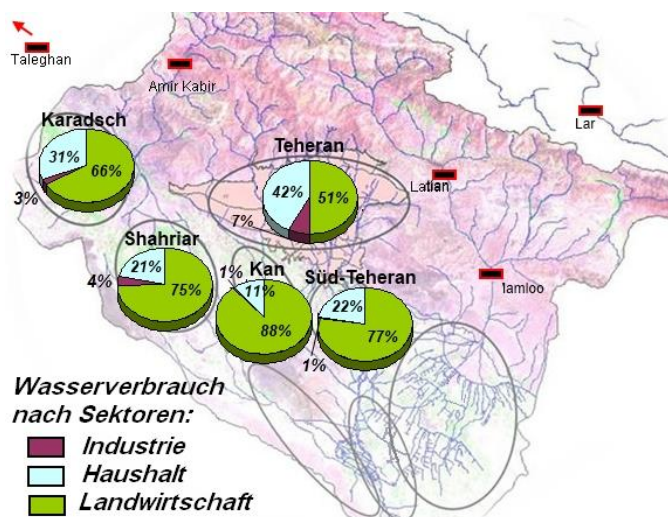


Abbildung 5-35: Anteil der Wassernutzung in der Landwirtschaft, der Industrie und Trinkwasserversorgung in Teheran und Umgebung (eigene Darstellung nach der Karte und Daten des Ministeriums für Landwirtschaft Irans)

Tabelle 5-25: Flächeninhalt der vorstädtischen Landwirtschaft von Teheran (Ministerium für Landwirtschaft, 2006)

Ackerland-Ebene Vorort von Teheran	Fläche (Hektar)
Südöstlich von Teheran (Varamin–Pakdasht-Ebene)	140.000
Südlich von Teheran	70.000
Westen und Südwesten von Teheran	50.000
Summe	260.000

Karadsch mit 18.000 Hektar hat das gleiche Problem. Des langfristigen Plans zufolge sollte das behandelte Abwasser der Teheraner Kläranlage West und Karadsch für diesen Bereich genutzt werden, jedoch ist dieser noch nicht gestartet und weiterhin sollte aufgrund der zusätzlichen Höhe der Ebene Karadsch eine separate Studie und Technologie entwickelt werden.

Die Wassernutzung in der Industrie ist aber im Vergleich mit dem Trinkwasser und der Landwirtschaft sehr niedrig. Trotz der Konzentration der industriellen Anlagen und Fabriken in Teheran und Umgebung, die einige Probleme wie Luftverschmutzung verursacht, haben diese nur einen Anteil von 7% an dem Wasserverbrauch, der generell von Brunnen im privaten Bereich dieser Zentren gestillt wird. Es gibt einige Pläne für die Abwasserwiederverwendungen in Keramik-, Fliesen- und Autofabriken.

Der Wassereinsatz der Teheraner Industrie beträgt ca. 190 Mio. m<sup>3</sup> pro Jahr und das Abwasseraufkommen wurde auf 80 Mio. m<sup>3</sup> geschätzt. Die Differenz zwischen dem Wassereinsatz und dem abgeleiteten Abwasser ergibt sich insbesondere durch Wasserverluste, Verdunstung, Wasseranteil in Produkten (z. B. Ernährungsindustrie) und Wasser in Abfallschlämmen.

Obwohl alle industriellen Zentren (außer High-Tech-Ausrüstung) gesetzlich 120 km außerhalb von Teheran angesiedelt werden sollten (genehmigt durch die Umweltschutzorg. 1982, Gesetz von 1990), wurden tatsächlich von 108.000 industriellen Tätigkeiten innerhalb der Provinz Teheran im Jahr 2009 nur 7.000 in die industriellen Städte außerhalb des Bereichs von 120 km übertragen (Forschungszentrum des Parlaments, 1990) und (Industrial Park Org. Teherans, 2011).

Tabelle 5-26: Abwasseraufkommen der wichtigsten Industriebranchen in Teheran und Vorort (JAMAB, 2006) und (Naseri et al., 2002: 197f.)

Industriekategorie	Die Menge des täglichen Abwasseraufkommens (m <sup>3</sup> )	Stand der Abwasserbehandlung			Entsorgung			
		Keine Behandlung	Teilweise Behandlung	Akzeptable Behandlung	Saugfähige Senkgrube	Örtliche Wasserläufe	Ackerländer	
Ernährungsindustrie	28000	49%	43%	8%	16%	63%	21%	
Textilindustrie/Schuhe	21500							
Chemische/ Elektronikindustrie	Pharmazeutische	45000	76%	17%	7%	70%	30%	-
	Kosmetika und Waschmittel		79%	21%	-	12%	68%	20%
	Lackindustrie		80%	20%	-	100%	-	-
	Papierindustrie		25%	67%	13%	1%	3%	96%
	Elektronik							
Metallerzeugung/-bearbeitung	44160	49%	34%	17%	86%	8%	6%	
Mineralölverarbeitung		34%	33%	33%	83%	17%	-	

Dieses Gesetz verursachte aber, dass die Industriewerkstätten in Teheran seit den letzten 30 Jahren als vorübergehende Bodennutzung betrachtet werden und mit ihren Straftaten gegen die Umwelt (Gewässerverunreinigung, unerlaubter Umgang mit Abfällen u. a.) nicht ernst und verantwortungsbewusst umgegangen wird.

Es gibt sehr wenige Studien zu der Art und dem Umfang der Wassernutzung in den industriellen Zentren in Teheran,<sup>121</sup> jedoch zeigen zahlreiche Studien und Hinweise die gefährlichen Stoffe im Industrieabwasser in Teheran, die sogar nicht in öffentliche Abwasseranlagen fließen dürfen, aber

<sup>121</sup> Eine Studie, die an der Teheraner Raffinerie durchgeführt wurde, zeigte, dass der Wasserverbrauch um bis 35% in verschiedenen Anwendungen, einschließlich Dampferzeugung, Kühlturm-Zusatzwasser, Waschen, Feuerwehr und Reparaturen reduziert werden kann. Die Teheraner Erdölraffinerie erhält täglich 20.000 Kubikmeter Wasser aus dem Trinkwasserverteilungssystem von Teheran (Nurimand, 1997).



ohne vorhergehende Behandlung in örtliche Wasserläufe oder in saugfähige Senkgruben geleitet werden (Mahvi et al., 2004); (Torabian & Mahjuri, 2004: 42f.) und (Naseri et al., 2002: 198f.).

Was in dieser Studie nützlich und interessant ist, ist, dass etwa 60% dieser Branchen im Westen von Teheran angesiedelt sind, wo die landwirtschaftlichen Flächen viel Wasser benötigen. Mit der Behandlung dieses Abwassers in Höhe von 50 Millionen Kubikmeter könnten die gesamten westlichen Ackerländer bewässert werden.

### 5.5.3 Bewässerung der Grünflächen von Teheran

In Teheran können öffentliche Parkanlagen und Straßenbegleitgrün ohne eine künstliche Bewässerung nicht überleben. Daher gehören Bewässerungseinrichtungen zum alltäglichen Bild. Aufgrund des Bevölkerungswachstums sollten auch städtische Grünflächen erweitert werden. Dies erfordert entweder die Bereitstellung von mehr Wasserressourcen oder das entsprechende Einsparen der verfügbaren Wasserressourcen wie auch die Planung zur Abwasserwiederverwendung.

#### 5.5.3.1 Grünflächenbewässerungsbedarf in Teheran

Um die Schätzung der benötigten Wassermenge für Grünflächen zu erleichtern, wurde Angesichts der klimatischen Situationen und der langfristigen Erfahrung mit der Stadtgrünflächenbewässerung in verschiedenen Regionen Irans eine Tabelle vom Forschungsbüro des Energieministeriums herausgegeben, worin ein Bereich für den Betrag der Bewässerung festgelegt wurde (der Unterschied besteht entsprechend in der gewählten Pflanzenart, Bodenbeschaffenheit und der Verdampfungsrate).

Auf dieser Grundlage liegt in Teheran (Zone 7) der Wasserbedarf pro Quadratmeter Grünfläche bei 4 bis 10 Litern am Tag bzw. 1,46-3,65 m<sup>3</sup> Wasser pro Quadratmeter Grünfläche im Jahr.

Tabelle 5-27: Grünflächebewässerungsbedarf im Iran nach der Empfehlung des Forschungsbüros des Energieministeriums, 1992<sup>122</sup>

Klimazonen des Iran	L/T
1 Sehr kalte Gebirge	2-4
2 Kalte Gebirge	
3 Kaspisch mild und feucht	0-2
4 Kaspisch mild	
5 Mittelmeer mit Frühlingsregen	4-10
6 Mittelmeer	
7 Kalte Semi-Ariden	
8 Warme Semi-Ariden	8-14
9 Trockene Ariden	
10 Warm-Trockene Ariden	
11 Warm-Trockene Küsten	
12 Trockene Küsten	7-12



Abbildung 5-36: Klimatische Regionen Irans (reproduziert nach dem Statistischen Zentrum Irans, Ausgabe 2010)

Auch die Angabe des Statistikbüros der Stadtverwaltung Teheran hat diesen Vorschlag bestätigt: Im Jahr 2009 wurde pro m<sup>2</sup> bepflanzter Grünfläche eine Pauschale von 2 Kubikmetern Wasser (Rasenfläche bis zu 3 m<sup>3</sup>) zur Bewässerung benutzt, die zu 92% aus Brunnen, 5% aus Abwasser und 2% aus Leitungswasser zugeführt wurden. Das Unterflurbewässerungsverfahren erreicht nur bis zu 25% der Bewässerungssysteme der Teheraner Grünflächen; die restlichen 75% arbeiten mit Oberflächenbewässerung bzw. traditionellen Flächenstauverfahren (Statistisches Jahrbuch der Stadt Teheran, 2010).

<sup>122</sup> مبانى و ضوابط طراحى طرحهاى آبرسانى شهرى، نشریه شماره ۳-۱۱۷، سازمان برنامه و بودجه، وزارت نیرو، ۱۳۷۱

Auf der anderen Seite betrug der jährliche Wassereinsatz für 10.834 Hektar Grünfläche in Teheran und Umgebung laut der Meldung der TPWW in diesem Jahr jedoch insgesamt 400 Millionen Kubikmeter (Ghorbani, 2009). Es ergibt sich daraus eine Effizienz von ca. 62% für die Bewässerung von Grünflächen in Teheran.

Tabelle 5-28: Minimum des jährlichen Wasserbedarfs aktueller Pflanzen in Teheran, nach eigener Befragung der Fachleute & Reviergärtner

Pflanzenwuchsform	Durchschnittlicher jährlicher Wasserbedarf der Pflanzen in Teheran, m <sup>3</sup>
Pflanzen mit einem hohen Wasserbedarf, Krautige Pflanzen, Blumen, Rasen usw. - pro qm	1,8
Bäume - pro Stück	1,3
Sträucher- pro Stück	0,8

Tabelle 5-30: Wasserverbrauch für die öffentlichen Grünflächen von Teheran

Grünflächengröße von Teheran in qm	Durchschnittliche Menge des Gießwassers für Pflanzen in m <sup>3</sup>	Insgesamt übertragenes Wasser aus verschiedenen Quellen zur Bewässerung in m <sup>3</sup>	Höhe des Wasserverlustes in m <sup>3</sup>	Effizienz
108.343.000	250.000.000	400.000.000	150.000.000	62,5%

Mit der geeigneten Pflanzenauswahl, verbesserten Anbaumethoden, einem unterirdischen Bewässerungssystem und Verdunstungsverhinderung (durch die Wahl des richtigen Zeitpunkts zur Bewässerung) könnte die durchschnittliche Menge des Wasserverbrauches für die Bewässerung für jeden Hektar Grünfläche in dieser Region um bis zu 13.635 m<sup>3</sup> pro Jahr bzw. 1.364 L/m<sup>2</sup> verringert werden (Ingenieurbüro Pars Juyab, 2008).

Tabelle 5-29: Kubikmeter benötigten Wassers pro Hektar Teheraner Grünfläche in verschiedenen Monaten in Teheran, (Ingenieurbüro Pars Juyab, 2008)

Jan.	Feb.	Mär.	Apr.	Mai	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Okt.	Nov.	Dez.	Summe
390	563	1088	1629	2094	2199	1957	1601	1098	574	212	230	13635

#### Exkurs 17: Verringerung des Wasserverbrauchs durch eine Änderung der Pflanzenarten

Die Teheraner Gemeinde hat im Jahr 2005 einen Betrag von ca. 400 Milliarden Rials für die Entwicklung und Aufrechterhaltung der Grünflächen in ihren 22 Bezirken ausgegeben. Durch die Kombination von Gräsern, Bäumen, Sträuchern und Bodendeckern konnte nicht abschließend festgestellt werden, wie viel die Rasenpflege in der Summe ausmacht, aber sie wurden auf ca. 30% der gesamten Grünflächen-Pflegekosten der Stadt geschätzt und der erforderliche Wasserbedarf durch Rasen auf 70% des gesamten Wasserverbrauchs (Masumzade, 2010: 142).

Um genau vergleichen zu können, wurde ein Pilotprojekt in den Stadtbezirken 4 und 9 durchgeführt. In jedem Bezirk wurde eine große Fläche mit Gras und eine mit einer Kombination<sup>123</sup> von Bodendeckerpflanzen und Sträuchern bepflanzt.

Obwohl mit dem Rasen der Boden nicht versiegelt und trotzdem sehr belastbar ist (man kann darauf laufen) und die normalen Arten in Teheran wie *Lolium perenne* und *Poa pratensis* auch gut beständig gegen Kälte sind, brauchen sie regelmäßige Pflegearbeit und viel Wasser. Dagegen brauchen andere Bodendeckerpflanzen weniger Wasser und sind hitzetolerant, wassertolerant und salztolerant und haben geringere Ansprüche an Boden und Lage.

Testergebnisse im Überblick:

Zweite Versuchsanlage in beiden Bezirken im Vergleich mit dem Gras- Versuchsanlage :

- reduzierte Wartungskosten auf 25%
- bis zu 50%ige Reduktion in der Bewässerung
- Reduzierung der Kosten der Pflanzung um mehr als 20%
- Die Lebensdauer der zweiten Versuchsanlage wurde auf zehn Jahre geschätzt, während die Lebensdauer des Rasens nur fünf Jahre beträgt.

Schließlich wurde bewiesen, dass die Gesamtkosten plus Overhead-Kosten mit der Änderung der bodendeckenden Pflanzen um bis zu 30% reduziert werden könnten, daneben wurde auch der Wassereinsatz halbiert (Finanz- und Administrationsabteilung der Stadtverwaltung Teheran, 2006: 8ff.).

Abgesehen von Sportplätzen gibt es viele Blumen-/Rasen-Grünanlagen, die fast die Hälfte der Teheraner Grünflächen ausmachen. Die meisten Rasentypen in Teheran haben einen sehr hohen

<sup>123</sup> Die Kombination bestand aus *Ophiopogon Jaburan*, *Lavandula*, *Frankenia sp.*, *Sedum flaccidum*, *Rosmarinus officinale* L., *Pyracantha*, *Cotoneaster* und *Pittosporaceae*.

Wasserverbrauch und eine niedrige Luftreinigungsfähigkeit; auch die saisonalen und ungelerten Arbeiter in Grünanlagen erhöhen durch übermäßige Bewässerung den Wasserlust.

Für eine nachhaltige Wasserwirtschaft sollten die verfügbaren Ressourcen so effizient wie möglich eingesetzt werden. Effiziente Wassernutzung in Teheran schont die begrenzten Vorräte und spart darüber hinaus Geld durch die Verhinderung oder Verzögerung des Baus neuer Staudämme und Brunnen, verringert den Aufwand für die Wasserbehandlung und verlangsamt die Verschmutzung und Schädigung der Umwelt.

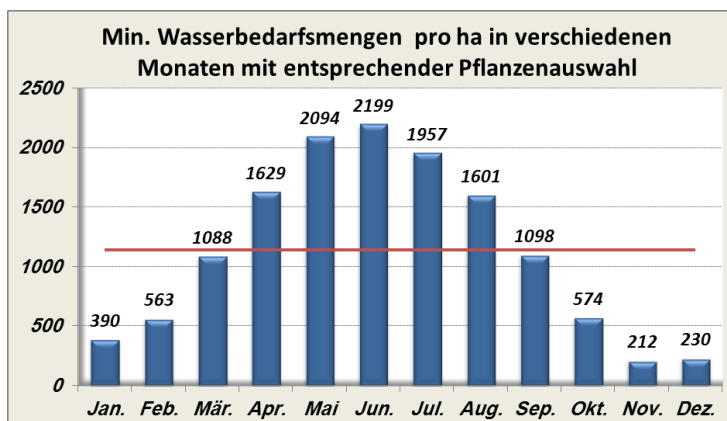


Abbildung 5-37: Mit modifizierten Pflanzenarten und verbesserten Bewässerungssystemen/-zeiten in Anbetracht der unterschiedlichen Anforderungen der Pflanzen in verschiedenen Wachstumsphase könnte die durchschnittliche Menge des Wasserverbrauches für die Bewässerung der Grünflächen deutlich reduziert werden (eigene Darstellung nach den Daten vom Pars Juyab Ingenieurbüro).

#### 5.5.4 Wasserversorgungsmöglichkeiten für Grünflächen

In den vorangegangenen Abschnitten dieses Kapitels wurde geklärt, dass der große Teil des Wassers aus Teheraner Staudämmen der Trinkwasserversorgung der Stadt zugeordnet ist, und mit der Veränderung der Konsummuster durch die Bürger wäre das vorhandene Wasser dafür ausreichend und ohne Reduzierung des Wasserverbrauchs muss in den Dürreperioden das Fehlen von Wasser aus den Tiefbrunnen kompensiert werden.

Die Landwirtschaft in den Vororten von Teheran speist sich aus behandeltem Wasser der ersten vier Module der Kläranlage Süd und den Brunnen außerhalb der Stadtgrenzen als auch dem überschüssigen Wasser der Dämme. Die Möglichkeiten und Kosten des Wassertransfers zu der westlichen Hochlandebene von Teheran werden noch erwogen.

Für die nächsten 20 Jahre gibt es keine landwirtschaftlichen Entwicklungsprogramme in diesem Bereich.

Industriezentren, die per Gesetz den Ballungsraum der Metropole verlassen müssen, entnehmen das Wasser aus Brunnen in ihren eigenen privaten Gebieten. Es könnte eine große Hilfe sein, mit der Behandlungen ihres Abwassers die Wasserversorgung für die Landwirtschaft zu gewährleisten, vor allem im Westen von Teheran.

Dieser Abschnitt konzentriert sich auf das noch verfügbare Wasser für die Bewässerung der Grünanlagen in Teheran, das sich aus dem Oberflächenwasser der saisonalen Flüsse, Bächen und Wasserläufen und Grundwasser aus den Qanats und Tiefbrunnen als weiterhin dem verbliebenem Abwasser in Teheran und seinen Behandlungen zusammensetzt.

##### 5.5.4.1 Saisonale Flüsse, Bäche und Wasserläufe

Alle Bäche oder saisonale Flüsse in Teheran entspringen im Elburs-Gebirge und auf ihrem Weg sickern sie ab und speisen das Grundwasser. Da das Niederschlagwasser durch die versiegelten Straßenflächen nicht mehr eindringen kann und in die Kanalisation abgeleitet werden soll, vermischt es sich mit dem Schmutzwasser und verbindet sich mit diesen Bächen und Wasserläufen und treibt so die Kosten für die Abwasserbeseitigung in die Höhe.



Diese Bäche sind in den nördlichen Teilen der Stadt offen, in der Mitte der Stadt werden sie in unterirdische Kanäle geleitet und werden im Süden noch einmal sichtbar. Nach 100 km werden sie in die natürlichen Feuchtgebiete Alikhan geleitet und fließen danach ins Salzmeer.

Die Wassermenge dieser Wasserläufe im Stadtgebiet ist insgesamt 155 Millionen Kubikmeter, nach dem Anschluss an die Unterseite der Flüsse Karadsch und Jajrud werden es ca. 245 Millionen Kubikmeter an der Talsperre Alikhan sein. 112 Millionen Kubikmeter diesen Wassers werden an eine Salzwiese verschwendet.

Die durchschnittliche Wassermenge innerhalb von 35 Jahren aus Bächen im nördlichen Stadtgebiet beträgt ca. 135 Mio. m<sup>3</sup> und im südlichen Stadtgebiet ca. 155 Mio. m<sup>3</sup>.

Zurzeit wird das Wasser dieser Bäche mit acht Kläranlagen gereinigt, die nur zum Zwecke der Filterung und Erhaltung des Belebtschlammes gebaut sind und lediglich mechanische

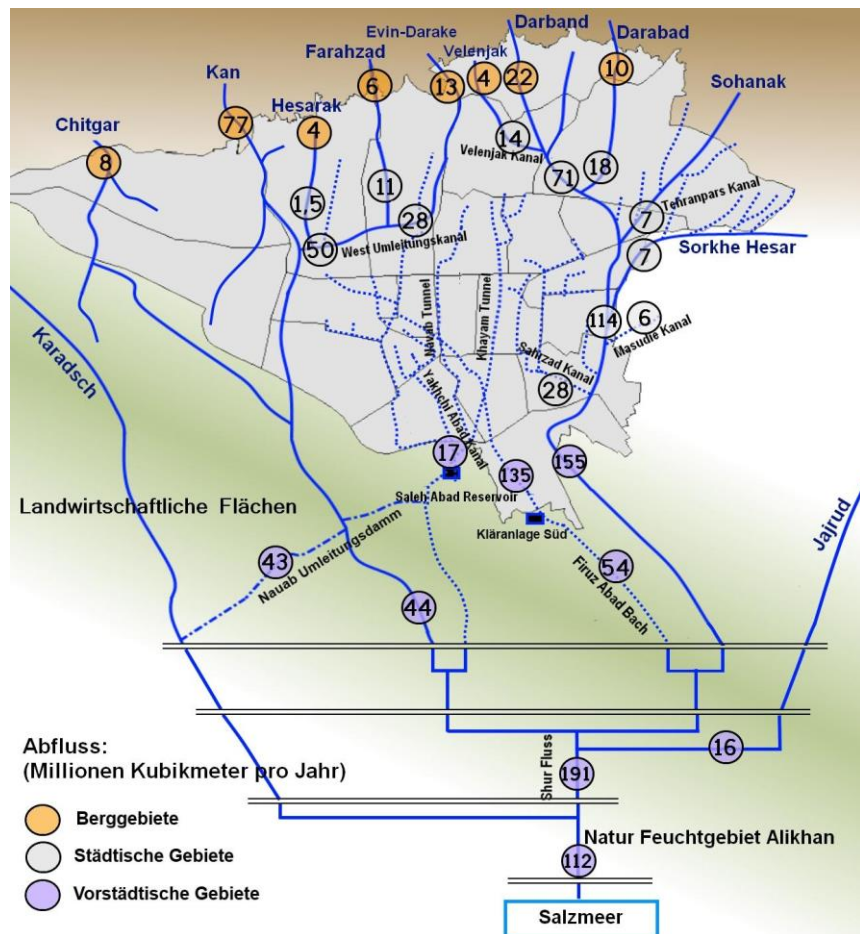


Abbildung 5-38: Die Richtungen und Menge der Oberflächenwassers, Wasserläufe und Kanäle in Teheran, Durchschnittswerte von 1972 bis 2007 (eigene Darstellung nach den Daten von TPWW)

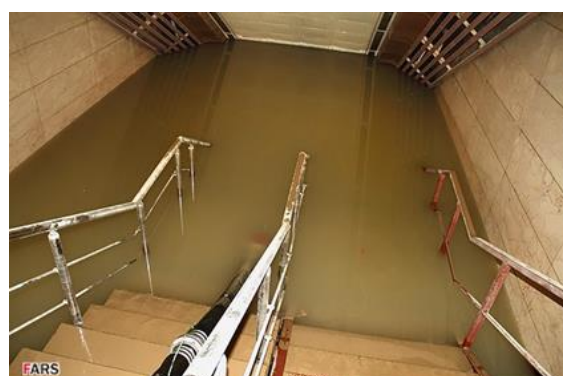


Abbildung 5-39: Bei starken Regenfällen wird ab und zu die Wasserkanalisation in Teheran überlastet und das Wasser gelangt ungereinigt in Bäche und auf die Straßen. Durch den schnellen Abfluss aus den Siedlungsgebieten steigt die Hochwassergefahr wie z. B. am 15. April 2012: An diesem Tag regnete es in Nord-Teheran ca. 15 mm und in der Stadtmitte ca. 5 mm in 6 Stunden. Der Rand des Kan-Wasserlaufs brach und Hochwasser lief in die Metro-Tunnel. Obwohl diese Flut keinen Menschen das Leben gekostet hat, wurden unterirdische Anlagen und Infrastrukturen im Wert von etwa 220 Mrd. Rials ( ca. 14,5 Mio. Euro) beschädigt oder zerstört (Teheraner Metro-Gesellschaft, 2012) & ( Fotos: Farsnews<sup>124</sup>)

<sup>124</sup> <http://www.farsnews.com/imgrep.php?nn=13910128001429>.



Vorreinigungsoperationen besitzen. Mit Ausnahme von drei dieser Kläranlagen, deren Ausgangswasser für benachbarte Grünflächen benutzt wird, werden die behandelten Abwässer ohne Nutzung einfach zu den Wasserläufern weitergeführt und damit erneut verschmutzt.

Tabelle 5-31: Durchschnittliche Wassermenge der Bäche in Nord-Teheran (Protokoll der Umweltausschusssitzung des Stadtrats, 2011a)

Insgesamt Wassermenge aller Bach-Quellen in Nord-Teheran = 144 Millionen Kubikmeter pro Jahr							
Chitgar	Kan	Hesarak	Farahzad	Darake	Velenjak	Maghsudbeik (Seitenzweig von Darband)	Darabad
7,8	77	4,3	5,8	12,8	4,3	21,8	10

Mit dem richtigen Management der saisonalen Bäche und Gewässer, die jährlich 155 Millionen Kubikmeter Wasser leiten, kann man nicht nur einen Wasserverlust verhindern, sondern auch die Umweltverschmutzung verringern und der Vermehrung von Bakterien und Pilzen vorbeugen.

#### 5.5.4.2 Qanat (Kariz<sup>125</sup>)

Im Gegensatz zu typischen großen Städten und all den ehemaligen Hauptstädten Irans wurde Teheran nicht entlang eines Flusses gegründet. Dennoch hatte diese Stadt für Jahre genügend Wasser für die Trinkwasserversorgung und Landwirtschaft, die durch den Qanat erhalten wurde.

Iran ist das Land der Qanats, und es gibt fast keine Stadt in diesem Land, die nicht mit mehreren Qanats bewässert wurde, das gilt selbst für Städte wie Isfahan und Täbris, die eine höhere Niederschlagsrate und Flussläufe in ihrer Nähe haben. Während der letzten 45 Jahre (1955-2000) trat aber eine Reduktion von 59% der Entladungsrate von Qanats auf (Maleki & Khorsandi, 2005: 21f.).

In der Zeit der Wahl Teherans zur Hauptstadt war diese Stadt nach Isfahan die größte Besitzerin von Wasserquellen des Landes, da keine andere Stadt in Iran wie Teheran mehr als 450 Qanats besaß (Maleki & Khorsandi, 2005: Vorwort).

Teherans natürliche Merkmale machte sie ideal für die Qanats, da der Bau unter folgenden Umständen möglich und preiswert ist:

- Das Fehlen von größeren Flüssen, die ganzjährig fließen und die Bewässerung ausreichend unterstützen
- Die räumliche Nähe zu fruchtbaren Gebieten wie niederschlagsreichen Gebirgen oder Bergketten, wo der Grundwasserspiegel höher liegt und die Möglichkeit besteht, das Wasser abzufangen bevor es in größere Tiefen verschwindet
- Gleichmäßige und geringe Neigung der bewässerten Fläche (hier Teheran) im Vergleich zu den steilen Bergen,

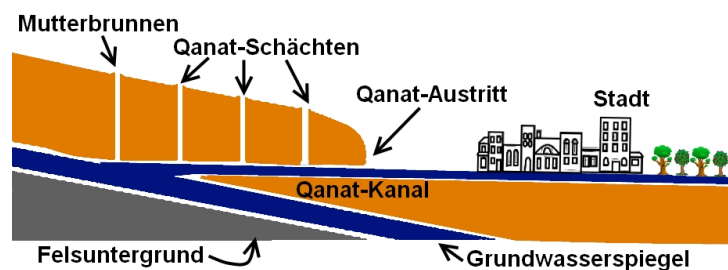


Abbildung 5-40: Schematischer Längsschnitt durch ein Qanat: Ein Qanat wird aus einer Reihe von vertikalen Schächten gebaut, die unten mit einem sanft abfallenden Tunnel verbunden sind. Dieses unterirdische Leitungswasser führt auf diese Weise eine effizient große Menge des Wassers an die Oberfläche ohne zu pumpen.

Das Wasser läuft durch die Schwerkraft und wird über weite Strecken in heißen und trockenen Klimazonen transportiert, ohne dass dabei ein größerer Anteil von Versickerung und Verdunstung betroffen wird (eigene Darstellung)

<sup>125</sup> In dem ältesten schriftlichen Text über Qanats von 714 v. Chr. wurden die Qanats von Sargon II. von Assyrien im Königreich Urartu im nördlichen Zāgros-Gebirge entdeckt, ein System von unterirdischen Leitungen, die zu Kanalisierung der Schneeschmelze konstruiert worden waren (Garbrecht, 2004: 97), (Goblot, 1979: 67).

Diese Bewässerungskanäle sollen zwei Jahrhunderte später von Kyros dem Großen bewundert und nachgeahmt worden sein, so dass dieser dieses Wassergewinnungssystem in seinem Reich einsetzte. Schließlich wurde das System erweitert und 40.000 Qanats im Jahr 1966 waren gleichzeitig aktiv, damit sich also ein Durchfluss von rund 20 Mrd. m<sup>3</sup> pro Jahr ergibt (Maleki & Khorsandi, 2005: 21).

Wasserspiegel und Felsuntergrund, um die Erstellung mehrerer Qanats und Galerien in der gesamten Stadtfläche zu ermöglichen

- Arides oder semi-arides Klima mit einer hohen Oberflächenverdampfungsrate, so dass die Oberflächen von Stauseen oder Kanälen zu hohen Verlusten führen
- Ein fruchtbarer Grundwasserleiter, der für einfache Brunnen zu tief ist.

Es gibt keine endgültigen Statistiken über die Anzahl und Richtung der Qanats in Teheran, da die meiste Fläche der Stadt mit Gebäuden bedeckt ist und weiterhin die Wiederentdeckung der verschwundenen Qanats, insbesondere jener, die Niedrigwasser haben oder getrocknet sind, schwierig ist.

Die Zahl der identifizierten Qanats ist aktuell 531 und die unten angegebenen Informationen basieren darauf (Maleki & Khorsandi, 2005: 80).

Die Gesamtlänge der Qanat-Kanäle in Teheran wird auf über 1200 km geschätzt (TDMMO, 2007); es besteht ein Mangel an genauen Karten des Standortes vieler Kanäle und ihrer aktuellen Pegelstände, der einerseits eine Menge Probleme und Risiken für die die Anlagen und Bauwerke wie Bodensenkungen und Wasserschäden an den Wänden der Gebäuden darstellt und andererseits erfolgte die städtische Bebauung, ohne dabei die qualitativen und quantitativen Grenzen der Qanats-Anlagen zu beachten, verursachte damit schwere Wasserverschmutzung, strukturelle Schäden an Kanälen und

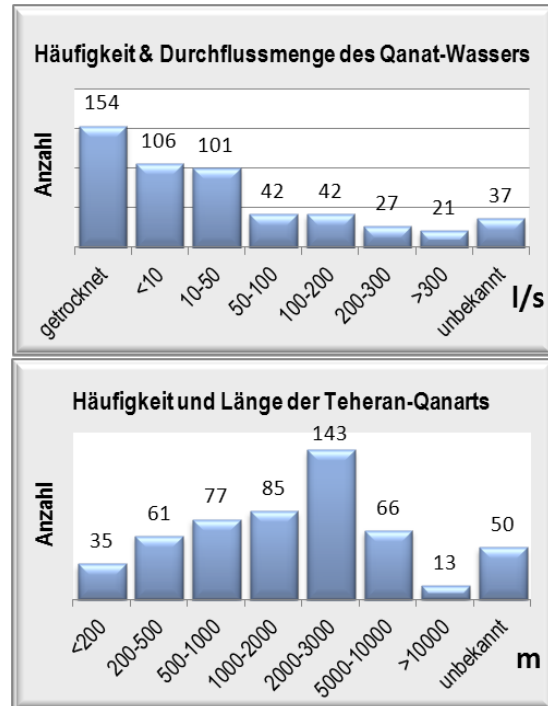


Abbildung 5-41: Die Merkmale von Qanats in Teheran (eigene Darstellung nach Maleki & Khorsandi, 2005)

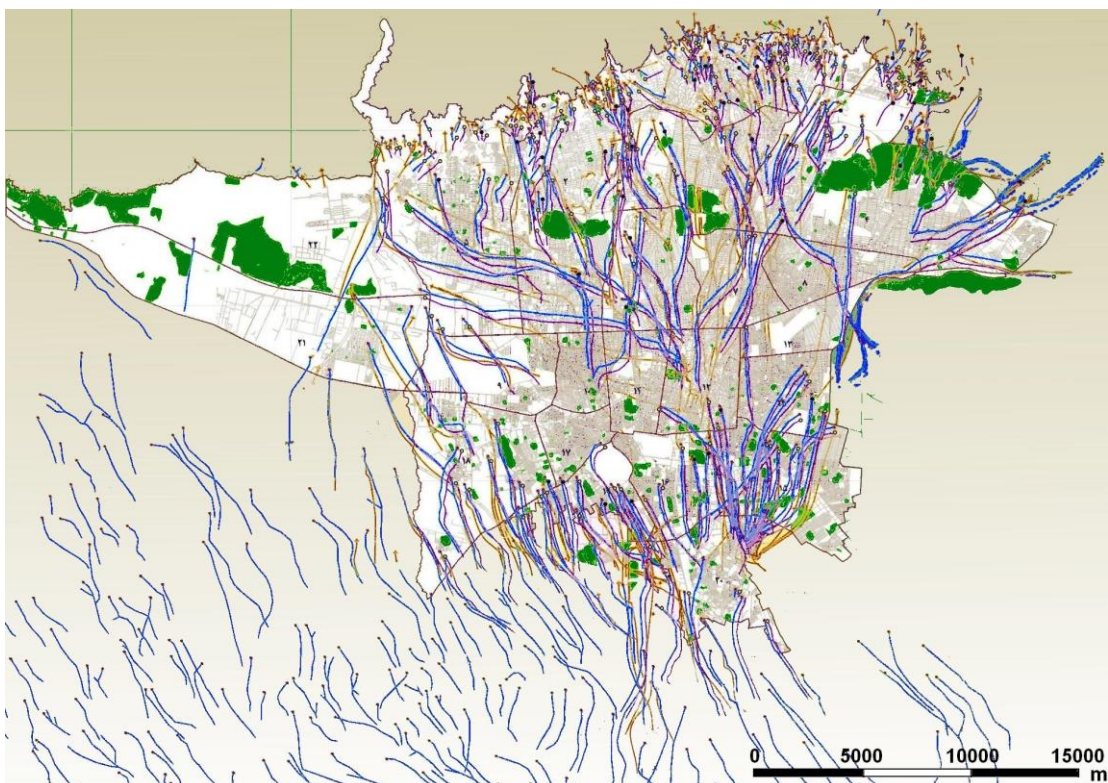


Abbildung 5-42: Qanats-Verstreuung und Lage in Teheran (vereinfachte Karte nach TDMMO, 2007)

letztendlich ihren Abbruch, womit schließlich viele Qanats ausgedient hatten.

Die schlimmsten Ursachen der Beschädigung sind mangelnde Baggerarbeiten und regelmäßige Reparatur der Qanats sowie das Bohren der Tiefbrunnen in den Qanat-Arealen.

Die Beschädigungen sind nicht einheitlich in der ganzen Stadt:

- Im Norden, Nordosten und Nordwesten von Teheran, die einen stetigen Rückgang des Grundwassers zu verzeichnen hatten, ist die Wasserverschmutzung und Reduzierung der Wassermenge zu beobachten

- In den östlichen und südlichen Regionen stagnierten die Wasserstände von Qanat-Kanälen, trotz des Rückgangs des Grundwasserspiegels, und die hohe Wasserverschmutzung durch Abwasser ist das größte Problem

- Im Westen, wo schwere Absenkungen des Grundwassers stattfanden, trockneten die Qanats aus

Die Dispersion der Qanat-Kanäle und ihre Austritte in der Stadt sind eine positive Eigenschaft, da der Zugang zu Wasser ohne das Aufbringen von Energie und die Transportkosten möglich wird.

Der Wasserabfluss aus den Qanats in Teheran, wovon derzeit nur etwa 25% aktiv sind und der Rest halb-aktiv oder trocken ist, beträgt durchschnittlich 110 Millionen Kubikmeter pro Jahr und die durchschnittliche Volumenstromstärke (Abfluss) der Teheraner Qanats ist sieben Liter pro Sekunde (Protokoll der Umweltausschusssitzung des Stadtrats, 2010a). Mit einem Rehabilitationsprojekt für Teherans Qanats schätzen die Experten, dass die Wassermenge von den Qanats in Teheran bis zu 300 Mio. m<sup>3</sup> pro Jahr erreichen könnte (Tarkian, 2005).

Alle Qanats in Iran bestehen in Form einer frommen Stiftung<sup>126</sup> ohne Einkommensrecht für alle Menschen und Gärten, daher können keine Organisationen und Einrichtungen durch ihr Wasser verdienen.

Dennoch kann der materielle Wert dieses Qanatswassers berechnet werden: Die durchschnittlichen Kosten für einen Kubikmeter Wasser mit den Wartungskosten, Transport und Overhead betragen 5.400 Rials (36 Eurocent) im Jahr 2010 in Teheran laut TPWW.

$110.000.000 \times 5400 = 594$  Mrd. Rials pro Jahr (ca. 40 Mio. Euro)

Darüber hinaus beträgt die Nutzungsdauer von Brunnen in Teheran nur neun bis 15 Jahre, während die Qanats hunderte Jahre bestehen (der älteste Qanat in Teheran – Mehrgard - ist über 700 Jahre alt<sup>127</sup>).

Derzeit wird das Wasser aus Qanats in Teheran für Autobahn- und Straßengrün und Parks verwendet.

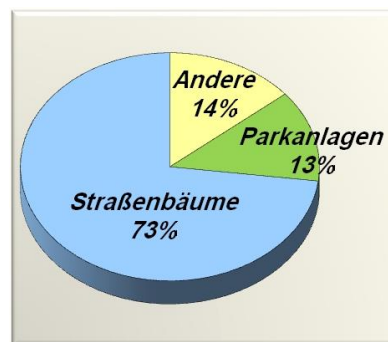


Abbildung 5-43: Aktueller Verbrauchsanteil des Teheraner Qanat-Wassers (eigene Darstellung nach ABFA, 2010)

<sup>126</sup> Eine Fromme Stiftung entsteht, wenn ein Individuum sich verpflichtet, bewegliche oder unbewegliche Güter, die er sein Eigen nennen kann, ohne sie an eine Gegenleistung zu binden, den armen Menschen überlässt. Mit anderen Worten: Der Stifter hat keine Verfügungsgewalt mehr über die gestifteten Güter, das heißt sie gehen in das Vermögen der Stiftung über. Somit können diese Güter weder verkauft, verschenkt oder vererbt werden. Ein fromme Stiftung wird gegründet als eine Wohltat, ein Geschenk und Nachlass für die Menschen in dieser Welt. Der Gründungsgrund für eine Fromme Stiftung ist, Gottes Wohlgefallen zu erlangen. Anders ausgedrückt verfolgt man die Absicht, eine positive Vergeltung im Jenseits von Gott zu bekommen. Wichtig bei der Gründung einer Frommen Stiftung sind die Bedingungen der Unveräußerlichkeit und die Eigenschaft der ewigen Dauer.

<sup>127</sup> Wahrscheinlich ist der älteste Qanat in Iran, der immer noch eine beträchtliche Menge Wasser spendet (150 Liter pro Sekunde), Gonabad mit einem Alter von über 2.500 Jahren, in der Provinz Yazd und mit einem Mutterbrunnen von 350 m Tiefe und über 30 km Länge.



**Exkurs 18: Ein typischer Qanat in Teheran**

Abbasabad, 70 Jahre alt, mit 450 Litern pro Sekunde (14,2 Mio.m<sup>3</sup>/Jahr) ist der wasserreichste Qanat in Teheran (Bazargani, 2009).

Der Qanat besteht aus fünf Zweigen von je 3 bis 4,5 km, der Mutterbrunnen ist im Velenjak 60 Meter tief und der Austritt ist in der Mitte der Modarres-Autobahn.

Seit 15 Jahren werden mit einigen Wasserspeichern und Pumpstationen die grünen Hügel beider Seiten der Autobahn Modarres (Taleghani Park) mit dem Tröpfchenbewässerungssystem bewässert (300 Hektar) und dazu die gesamte Grünfläche dieser Autobahn und Teile von fünf anderen Autobahnen, Stadtstraßen, Gärten und große Teheran-Mosalla kultiviert (Maleki & Khorsandi, 2005: 118-23).



Abbildung 5-44: Diese Landschaft ist nur ein Teil der Grünflächen, die durch den Abbasabad-Qanat bedient werden (Foto: TPA, 2012)

Ein Revival-Plan für die Teheraner Qanats in Stadtbezirk 4 wurde durch den Ausschuss für Umwelt und nachhaltige Entwicklung im Jahr 2007 begonnen, um die genauen Positionen auf dem Weg der Kanäle und Schächte zu identifizieren und auf 3D-Karten zu präsentieren. Später sollen für alle Städte in der ersten Phase eine richtige Karte und Informationen über die aktuellen Status erstellt werden und nach der Priorisierung in der nächsten Phase die Restaurierung beginnen.

**5.5.4.3 Abwasser**

Derzeit wird eine beträchtliche Menge von Abwasser in der Stadt erzeugt, das in Anbetracht seiner Konzentration und auch der physikalischen Form von Teheran (relativ gleichmäßige Steigung von Norden nach Süden) eine gute Planung zur Wiederverwendung möglich macht.

Die Verwendung des behandelten Abwassers für die städtischen Grünflächen und die Bewässerung der urbanen Landwirtschaft (peri-urban) können eine effektive Rolle für die Verbesserung des städtischen Klimas spielen. Darüber hinaus verringert die Nutzung dieser Ressourcen die Umweltverschmutzung, verhindert Grundwasserverschmutzung in tieferen Bodenschichten und ergibt einen Mechanismus gegen Dürreperioden und Trockenheit, der nicht abhängig von der Jahreszeit und Niederschlägen ist. Sie kann die Einkommen von in der Landwirtschaft Beschäftigten erhöhen und die erforderliche Menge an Dünger reduzieren. Jedoch ist das Risiko der Kontamination abhängig von Management und öffentlicher Bürgerbildung und erfordert eine präzise Steuerung.

Laut der Angabe des iranischen Energieministeriums werden insgesamt jährlich 4 Milliarden Kubikmeter häusliche Abwässer produziert (Sharifi-Sistani, 2006).

Basierend auf dem Umweltbericht von Teheran verbrauchen Teheraner Bürger im Jahr 2007 ca. 750 Millionen Kubikmeter Wasser jährlich in ihrem Wohnraum (Teheraner Stadt- und Forschungszentrum, 2011: 86), davon werden 70 bis 80 Prozent (bis zu 600 Millionen Kubikmeter) in häusliche Abwässer konvertiert (Shabanikia et al., 2007: 3). Es gibt noch ca. 50 Mio. m<sup>3</sup> jährliches Industrieabwasser, diese weisen oft besondere Verschmutzungen auf und kommen nicht in die öffentliche Kanalisation (Teheraner Stadt- und Forschungszentrum, 2011: 100).

Wenn die Rate des Wasserverbrauchs und das Abwasseraufkommen weiterhin stationär bleiben, vermehrt sich die Menge des häuslichen Abwassers in späteren Jahren:

Tabelle 5-32: Jährliche Haushaltsabwässer in Teheran in Mio. m<sup>3</sup>, wenn Trinkwasserverbrauch konstant bleibt

Jahr	2006	2011	2016	2021	2026
Die Bevölkerung von Teheran	7,8	8,12	8,45	8,78	9,1
Pro-Kopf-Verbrauch (L/T)	285	285	285	285	285
Konvertierung der häuslichen Abwässer (Mio. m <sup>3</sup> /J)	608	633	659	685	710



Wenn aber die vorgeschlagenen Einsparungen des Wasserverbrauchs, wie in Abschnitt 3 erwähnt, die die einzige nachhaltige Methode gemäß den Bedingungen und Ressourcen von Teheran ist, mit der Verringerung des Wasserverbrauchs pro Kopf geschehen wird, reduziert sich auch die Menge der produzierten Abwässer:

Bei der Planung und Darstellung des Baus der Kläranlage in Teheran wurde über die beiden Arten von dezentralen und zentralen Kläranlagen bzw. die Möglichkeit von 200 lokalen Kleinkläranlagen oder drei zentralen großen Abwasserreinigungen mit der Kanalisation in der ganzen Stadt diskutiert.

*Tabelle 5-33: Jährliche Haushaltsabwässer in Teheran in Mio. m<sup>3</sup>, wenn der Pro-Kopf Trinkwasserverbrauch um jährlich 2% reduziert wird*

Jahr	2006	2011	2016	2021	2026
Die Bevölkerung von Teheran	7,8	8,12	8,45	8,78	9,1
Pro-Kopf-Verbrauch reduziert (L/T)	285	247	212	182	157
Konvertierung der häuslichen Abwässer (Mio.m <sup>3</sup> /J)	608	549	490	437	391

Angesichts der Probleme wie der hohen städtischen Dichte, hohen Bodenpreisen, mehr erforderlichen Arbeitskräften sowie Energieverbrauch und Feststoffentsorgungsprobleme wurde die Option einer dezentralen Kläranlage verworfen. Obwohl dieses Verfahren für die zukünftige Verwendung von gereinigtem Abwasser für die Grünflächenbewässerung die bessere Option ist (Miranzadeh, 2007).

Die bestehenden Kläranlagen in Teheran, mit Ausnahme der südlichen, die erst seit dem Jahr 2011 in Betrieb ist, leiten neben den Stadtwasserläufen und abgesehen von drei Anlagen das Abwasser nach der Filtration noch einmal in die Bäche zurück (ca. 29 Mio. m<sup>3</sup>). Das behandelte Abwasser dieser drei Kläranlagen wird für die Bewässerung von Grünflächen in ihrer Nähe verwendet.

Das vorgeschlagene Programm für die zentralen Kläranlagen wurde auf drei Regionen im Süden, Südwesten und Westen der Stadt konzentriert. Es besteht aus insgesamt 20 Modulen mit je einer Kapazität von 41 Millionen Kubikmetern gereinigten Abwassers, die für 525.000 Menschen in Planung sind.

Nun befinden sich nur die ersten vier Module der Kläranlage Süd in Betrieb, deren 165 Millionen Kubikmeter behandeltes Abwasser für die Ackerländer in Süd-Teheran genutzt werden.

Die beiden anderen Module werden in den nächsten Monaten betriebsbereit sein (Module 5 und 6) und die zwei letzten Module der Kläranlage Süd wie auch die zwei ersten Module der Kläranlage West, die den benötigten Kredit erhalten, bei denen es aber noch immer ein Problem mit dem Finden eines geeigneten Grundstücks gibt, werden bis 2015 beendet sein (Stadtrat Teherans, 2011).

Für die restlichen 10 Module im Westen und Südwesten ist noch kein detailliertes Programm angekündigt, aber nach der Weisung des Teheraner Stadtrats sollten alle 20 Module bis 2026 in Betrieb gehen.

*Tabelle 5-34: Kapazität der Teheraner Kläranlagen in Mio. m<sup>3</sup> pro Jahr nach dem angekündigten Programm des Stadtrats*

Die verbleibende Kapazität der Kläranlagen von Haushaltsabwasser könnten für die Filterung der Stadtbäche und die zweite Phasebehandlung den industriellen Abwässer zugeteilt werden.

Jahr	2011	2016	2021	2026
Nennkapazität der Teheraner Kläranlagen	163,2	326,4	490	816

Wie bereits erwähnt, werden von dem gesamten Abwasser vier Module (163,2 Mio. m<sup>3</sup>) im Süden und zwei Module (81,6 Mio. m<sup>3</sup>) im Westen der Landwirtschaft gewidmet und die

*Tabelle 5-35: Menge des verfügbaren Wassers für die Bewässerung von Grünflächen mit der Herkunft des Abwassers, nach Abzug der erforderlichen Wassermenge in der Landwirtschaft*

Jahr	2011	2016	2021	2026
Gesamtes verfügbares behandeltes Abwasser	163,2	326,4	437	391
Verfügbares Wasser für Grünflächen aus der Abwasserquelle	-	81,6	192,2	146,2

verbleibende Menge könnte für die Bewässerung der städtischen Grünflächen verwendet werden. Diese Menge von 146 Mio. m<sup>3</sup> Wasser bleibt ab 2026 konstant.

#### 5.5.4.4 Tiefbrunnen

Nach Angaben der Teheraner Park- und Grünflächenorg. werden zurzeit jährlich 400 Millionen Kubikmeter Wasser für die Bewässerung der Stadtgrünflächen verwendet, davon werden ca. 70% aus 550 Tiefbrunnen, 10% aus Trinkwasser und der Rest aus Qanats und Oberflächenwasser gespeist.

Diese Tiefbrunnen müssen ständig vertieft werden, da der Grundwasserstand in Teheran stetig sinkt, was das Einzugsgebiet beschädigt, Bodensenkungen verursacht und den Qanat-Kanälen Wasser entzieht. Daher bedarf die Wassergewinnung aus Tiefbrunnen weiterer Studien und Überlegungen. Aus diesem Grund wurde die Verwendung von Wasser aus Brunnen gesetzlich auf 250 Mio. m<sup>3</sup> begrenzt.

Da ein Teil des Wasser aus Tiefbrunnen in Dürreperioden für die Trinkwasserversorgung verwendet wird, wird in folgender Tabelle (5-36) das benötigte Trinkwasser in normalen und trockenen Jahre an erster Stelle bestimmt, um das überschüssige erhältliche Wasser für die Bewässerung der Grünflächen zu berechnen.

*Tabelle 5-36: Menge des verfügbaren Wassers für die Bewässerung von Grünflächen mit der Herkunft der Tiefbrunnen, nach Abzug des erforderlichen Trinkwassers*

Die maximale Wassergewinnung aus Brunnen wird auf 250 Millionen geschätzt und in Bezug auf die verfügbare Wassermenge aus den Staudämmen von Teheran beträgt sie bis

Jahr		2011	2016	2021	2026
Benötigtes Trinkwasser		987	867	760	668
Verfügbares bzw. benötigtes Oberflächenwasser (Staudämme)	normale Jahre	800	867	760	668
	Dürrejahre	500	670	670	668
Benötigtes Trinkwasser aus den Brunnen	normale Jahre	187	0	0	0
	Dürrejahre	487	197	90	0
Restliches Wasser für Grünflächen	normale Jahre	63	250	250	250
	Dürrejahre	0	53	160	250

2013 in normalen Jahren 800 Mio. m<sup>3</sup> und im Fall von Trockenperioden 500 Mio. m<sup>3</sup>, danach ist die Trinkwasserversorgung aus Staudammquellen in normalen Jahren auf 970 Mio. m<sup>3</sup> und in Trockenperioden auf 670 Mio. m<sup>3</sup> begrenzt.

### 5.5.5 Gesamtbetrag der verfügbaren Ressourcen für die Bewässerung und deren Potential für die Begrünung von Teheran

Ressourcen, die für die Bewässerung von Grünanlagen in diesem Abschnitt betrachtet wurden, sind:

- saisonale Flüsse, Bäche und Wasserläufe, die sich von Norden nach Süden erstrecken und verfügbar sind. Die minimale Menge an Wasser in normalen Jahren liegt bei 155 Mio. m<sup>3</sup> und bei Trockenheit bei 96 Mio. m<sup>3</sup>.
- Qanats gelten aufgrund der Streuung in der Stadt und der damit verbundenen leichten Zugänglichkeit, ihrer sehr hohe Lebensdauer und ihres günstigen Wassers als eine hoch geschätzte Wasserquelle. Die minimale Menge an Wasser von Qanats in Teheran beträgt unabhängig von den klimatischen Verhältnissen 110 Mio. m<sup>3</sup>, die mit Baggerungen und Reparaturen weiter erhöht werden kann.
- Behandelte Abwässer von drei Kläranlagen im Süden, Südwesten und Westen von Teheran, das überschüssige Wasser wird allmählich mit der Fertigstellung des Baus in den kommenden Jahren zur Verfügung stehen und ohne Bindungen an die Dürreperiode immer konstant sein
- Tiefbrunnen sind angesichts ihrer Verwendungsbeschränkung je nach Wetterlage und Trinkwasserbedarf in den ersten Jahren weniger brauchbar. Aber mit der Verringerung und

Beendigung der Abhängigkeit des Trinkwassers von den Tiefbrunnen wäre ihr Wasser eine gute Quelle für die zukünftige Wasserversorgung der Grünflächen. Besonders positive Punkte von Brunnen sind, dass die meisten von ihnen innerhalb des Gebiets von Grünflächen liegen und ein Wassertransport somit nicht nötig ist.

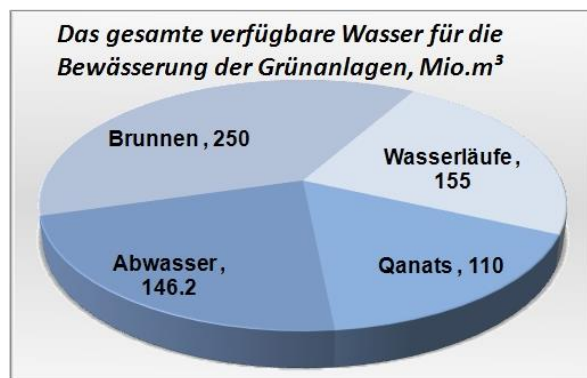
Schließlich beträgt die Gesamtmenge des verfügbaren Wassers aus verschiedenen Quellen für die Bewässerung der Grünanlagen in Teheran:

Tabelle 5-37: Menge des verfügbaren Wassers für die Bewässerung der Grünflächen aus allen Ressourcen in Mio. m<sup>3</sup>

Klimatische Situation	Quelle	2011	2016	2021	2026
Normale Jahre	Wasserläufe	155	155	155	155
	Qanats	110	110	110	110
	Abwasser	-	81,6	192,2	146,2
	Brunnen	63	250	250	250
	Summe	328	596,6	707,2	661,2
Von Dürre betroffene Jahre	Wasserläufe	96	96	96	96
	Qanats	110	110	110	110
	Abwasser	-	81,6	192,2	146,2
	Brunnen	-	53	160	250
	Summe	206	340,6	558,2	602,2

Was in diese Studie sehr wesentlich erscheint, ist die Reduzierung des Pro-Kopf-Trinkwasserverbrauchs in Teheran um bis 150 Liter pro Tag, die ebenfalls in der grundlegenden Berechnung betrachtet worden ist.

In der Tat könnte Teheran nur mit dieser Senkung des Verbrauchs in Dürreperioden, die es alle 10 Jahre erlebt, das benötigte Trinkwasser und Wasser für die Versorgung der Landwirtschaft bereitstellen, ohne weitere Schäden an der Umwelt und ihrem Einzugsgebiet zu verursachen. Als Folge davon werden die Stabilität der unterirdischen Wasserreserven und die Entwicklung der städtischen Grünflächen ermöglicht.



Auf Basis dieser Berechnungen wird etwa ab 2021 eine konstante dauerhafte Menge des Wassers für die Bewässerung der Grünflächen von 600 Mio. m<sup>3</sup> in Dürreperioden und 660 Mio. m<sup>3</sup> in normalen Jahren zur Verfügung stehen.

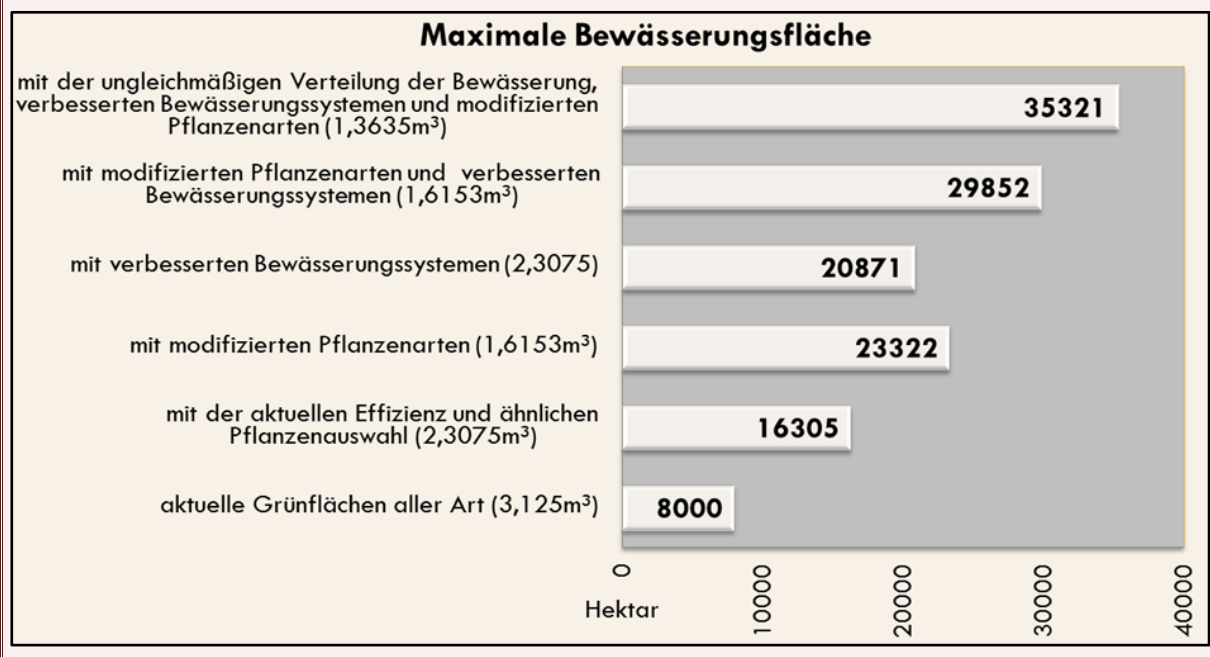
Abbildung 5-45: Nach den in diesem Kapitel dargestellten Berechnungen würde ab 2021 in Teheran eine konstante dauerhafte Menge des Wassers für die Bewässerung der Grünflächen von ca. 600 Mio. m<sup>3</sup> in Dürreperioden und über 660 Mio. m<sup>3</sup> in normalen Jahren zur Verfügung stehen, ohne weitere Schäden an der Umwelt und dem Einzugsgebiet zu verursachen.

Um die zu versorgende Begrünungsfläche in Teheran zu berechnen, wurde von verschiedenen Gestaltungen ausgegangen und die Berechnungen basieren auf den folgenden Zahlen:

Aktuelle Grünflächengröße von Teheran :	<b>79.922.259 m<sup>2</sup></b>
Aktuelle durchschnittliche jährliche Menge des Gießwassers für Pflanzen pro qm (Tabelle 5-29):	<b>2.3075 m<sup>3</sup></b>
Momentan übertragenes Wasser pro Jahr und pro qm mit einer relativ geringen Wassernutzungseffizienz um 62,5% (Tabelle 5-29):	<b>3.6920 m<sup>3</sup></b>

Durchschnittliche jährliche Menge des übertragenen Wassers pro qm mit der Effizienzsteigerung von üblichen 62,5% auf bis zu 80% wie im Westen von Teheran – Shahriar - mit Tropfbewässerung in der Landwirtschaft (5.5.2):	<b><u>2,8844 m<sup>3</sup></u></b>
Durchschnittliche jährliche Menge des Gießwassers pro qm mit der Verringerung des Wasserverbrauchs durch eine Änderung der Pflanzenarten bis zu 30% (Exkurs 18):	<b><u>1,6153 m<sup>3</sup></u></b>
Durchschnittliche jährliche Menge des Gießwassers pro qm mit der ungleichmäßigen Verteilung der Bewässerung in verschiedenen Monaten und verbesserten Bewässerungssystemen und der richtigen Auswahl von Pflanzen (Tabelle 5-30):	<b><u>1,3635 m<sup>3</sup></u></b>
Mindestmenge verfügbaren Wassers für die Bewässerung der Grünflächen von Teheran konstant ab 2021:	<b><u>602.000.000 m<sup>3</sup></u></b>
Insgesamt Menge des Gieß-Wassers mit geringe Wassernutzungseffizienz (62.5%) ab 2021:	<b><u>376.250.000 m<sup>3</sup></u></b>
Gesamte Menge des Gießwassers mit Effizienzsteigerung bis zu 80%, ab 2021:	<b><u>481.600.000 m<sup>3</sup></u></b>

1. mit der aktuellen Effizienz (62,5%) und ähnlichen Pflanzenauswahl:
 
$$376.250.000 : 2,3075 = 163.055.255 \text{ m}^2$$
2. mit modifizierten Pflanzenarten wie in Exkurs 18 aufgeführt wurde, die den Wasserverbrauch um bis zu 30% reduzieren könnten:
 
$$376.250.000 : 1,6133 = 233.217.629 \text{ m}^2$$
3. mit verbesserten Bewässerungssystemen und Vermehrung der Bewässerungseffizienz bis zu 80%:
 
$$481.600.000 : 2,3075 = 208.710.726 \text{ m}^2$$
4. die Kombination der Methoden 2 und 3:
 
$$481.600.000 : 1,6133 = 298.518.564 \text{ m}^2$$
5. mit der ungleichmäßigen Verteilung der Bewässerung, verbesserten Bewässerungssystemen und der richtigen Auswahl von Pflanzen:
 
$$481.600.000 : 1,3635 = 353.208.654 \text{ m}^2$$





Unter diesen Voraussetzungen - obwohl die Stadt Teheran in der ariden und semi-ariden Zone liegt - ist ihr Wasserreservoir zur Stadtbegrünung ausreichend. Diese 600-650 Millionen Kubikmeter Wasser mit der aktuell geringen Effizienz könnten rund 16.306 Hektar Grünflächen versorgen. Bei einer Verbesserung der Wasserverteilung und der Bewässerungsverfahren könnte die Leistung der Bewässerung um bis zu 80% für ein Gebiet von bis zu 20.871 Hektar steigen.

In der städtischen Grünflächenbewässerung sollten geeignete Bewässerungsverfahren ausgewählt und die richtige Sortenwahl insbesondere von Pflanzen mit hoher Wassernutzungseffizienz getroffen werden, die einem möglichen Vandalismus standhalten. Bei der Planung sollte auch an eine zentrale Steuerung der weit verteilten Grünflächen gedacht werden, um den Wartungsaufwand zu minimieren. Die Pflegekräfte sollten in der Bedienung der eingebauten Bewässerungseinrichtungen geschult werden. Es gilt, mit jedem aufgewendeten Milliliter Wasser eine größere Produktmenge und -qualität zu erzielen. Moderne Bewässerungsanlagen können auch andere Vorteile bringen, wie eine Arbeits-, Zeit- und Wasserersparnis und die Ermöglichung einer Bewässerung schwer zugänglicher Stellen und außerhalb der Dienstzeit, weiterhin eine Energieersparnis, vitale Pflanzen und die Eindämmung des unerwünschten Aufwuchses.

Mit der Verbesserung des Bewässerungssystems und der richtigen Auswahl der Pflanzen sowie gut ausgebildetem Personal könnten mit dieser Menge bis zu 29.852 und sogar bis zu 35.321 Hektar Grünflächen in Teheran bewässert werden.<sup>128</sup>

---

<sup>128</sup> Obwohl der Wassermangel ein limitierender Faktor für die Entwicklung von Grünflächen ist und kommunale Abwässer geeignet sein können darf nicht übersehen werden, dass die Nutzung von Abwasser für die Bewässerung dem Ökosystem aufgrund der hohen Konzentration toxischer Stoffe und Schwermetalle schaden könnte (Torabian & Hashemi, 1999). Die Akkumulation von Schwermetallen im Boden ist mit einer Veränderung des pH-Werts, der Textur und Kationenaustauschkapazität des Bodens verbunden (Rattan et al., 2005: 314f.). Daher sollte die Entscheidung über die Verwendung von Abwasser in jedem Fall auf der Grundlage der Erkenntnisse der jeweiligen speziellen Beschaffenheit des Wassers, Bodens, der Pflanze und Umwelt vorgenommen und die Schwermetalle in der Abwasserbehandlung herausgefiltert werden (Naghshinepour, 1994).

Bis jetzt wurden in Teheran mehrere Untersuchungen über die Wirkung des Abwassers auf Boden und landwirtschaftliche Kulturen und über die Wirkung der Bewässerung mit kommunalem Abwasser auf das Wachstum von Bäumen durchgeführt.

Die Studien haben aufgezeigt, dass alle gemessenen Parameter des Wachstums der mit Abwasser bewässerten Bäume mit Abwasser statistisch besser als die anderen mit Brunnenwasser bewässerten sind. In der Tat erzeugt diese Art der Bewässerung eine Vermehrung der Nährstoffe für Pflanzen im Boden (Hasanoghli et al., 2002); (Bagheri, 2000) und (Salehi et al., 2008) usw. Die meisten dieser Studien haben sich auf die Bewässerung der Grünanlagen und Stadtwälder konzentriert und haben stark betont, dass unbehandeltes Abwasser hygienische Belastungen der Erntegüter, Obst und Gemüse und ein hohes Infektionsrisiko für die Bevölkerung verursacht. Daher sollte die wichtige gesundheitliche Richtlinien, wie die der Weltgesundheitsorganisation und länderspezifische Grenzwerte, befolgt und eingehalten werden.

Die Ergebnisse der Studien von Malakian und Kollegen in Isfahan zeigten, dass die Verwendung von Abwasser zur Bewässerung von Rasen keinen signifikanten Effekt auf die Dichte und den Stickstoffgehalt hat und die Höhe des Grases bedeutend größer als die der anderen Rasenflächen, die mit Brunnenwasser bewässert wurden, war. Die Kalium und Phosphor-Aufnahme durch Bewässerung mit Abwasser waren signifikant höher (Malakian et al., 2008: 254ff.).

## 5.6 Auswahl der entsprechenden Pflanzenarten für Teheran

Die Integration vorhandener Naturräume in die städtebauliche Entwicklung in vielfältigen Erscheinungsformen ist für die Lebensqualität einer Stadt von weittragender Bedeutung. Das urbane Ökosystem ist nicht autark und seine Schutzmechanismen hängen mit den abiotischen und biotischen Teilen aus einem Trägereingangsmerkmal zusammen. Vitalität und ökologischer Reichtum der Stadt sind mit hoher Pflegebedürftigkeit verbunden. So ist eine Verbesserung der Stadtgrünflächen ohne die Reform der städtischen Baupolitik, eine Änderung der öffentlichen Meinung und damit verbunden eine weitreichendere Aufklärung und Bildung sowie ein dauerhaft gutes Management unmöglich.

Teheran ist in den letzten zwei Jahrhunderten, in denen technische Energie für Verkehr und Bauwirtschaft noch nicht auf dem heutigen Level zur Verfügung stand, schnell gewachsen, mit fein gegliederten Stadtteilen, verschiedenartigen Straßen, Plätzen und Gärten mit vielfältigen Möglichkeiten für das städtische Leben, für Muße und Erholung. Komplexe soziale Beziehungen und Verflechtungen haben sich in diesem Zeitraum herausgebildet. Jetzt aber sind diese Straßen und Stadtviertel zu eng für das moderne Leben und die Bewohner sind nicht mehr in Reichweite einer natürlichen Umgebung. Die extreme Stadtentwicklung verändert bzw. vernichtet das natürlich gewachsene urbane Ökosystem und seine Strukturen. Einige kleine Grüne Inseln in jedem Stadtteil sind kein Ausgleich für eine geeignete und entsprechend vielfältige Bepflanzung und Biodiversität.

Das Ökosystem der Stadt wurde durch die horizontalen und vertikalen Entwicklungen der Siedlungen und der Art und Verdichtung der Bebauung und Infrastruktur stark belastet. Sie sind verantwortlich für den Umfang des Verlustes und die Zerschneidung der natürlichen Lebensräume und nehmen den Grünflächen die Funktion der Erfüllung von Grundbedürfnissen wie Licht und saubere Luft.

Leider sind einige der in Teheran gepflanzten Baumarten nicht auf das lokale Klima und örtliche Bedingungen zugeschnitten, oder nach allmählich zunehmenden Verschmutzungen und Hitze sind sie in manchen Stadtteilen nicht mehr geeignet (z. B. die Thujen als Grünstreifen neben den Autobahnen in Teheran).

Da die Auswahl der entsprechenden Pflanzenarten in ariden Gebieten kompliziert ist (im Vergleich mit mäßig warmem und feuchtem Klima), wird weit und breit nur eine Pflanzenart bei Erfolg in diesem Klima angepflanzt, und die Vielfältigkeit in der Entwicklung der städtischen Grünflächen ist farblos (z. B. Monokultur von *Pinus eldarica* im Grüngürtel fast aller Städte Irans).

Eine Rückkehr zu den lokalen einheimischen Pflanzen könnte in dieser Hinsicht nützlich sein, da sie meist widerstandsfähig gegen Trockenheit, Schädlinge und Krankheiten sind, dies auch die Kosten für die Pflege von Grünflächen senkt. Aber die meisten einheimischen Arten in Teheran sind Sträucher und Gräser und auf die Bedürfnisse des urbanen Raums nicht genug abgestimmt. Dann sollte auf andere Sorten (z. B. andere Wuchsformen) oder auch auf bestimmte nicht heimische Arten zurückgegriffen werden, die zumindest einige Teile der zahlreichen ökologischen Funktionen erfüllen können. Z. B. wurden die Eukalyptusbäume, Palmen und Olivenbäume in den letzten Jahren in Teheran ausprobiert, davon waren nach zehn Jahre nur Olivenbäume widerstandsfähig und vital.

Obwohl es in botanischen Lexika verschiedene Listen von Pflanzen und deren Eigenschaften in jeder Klimazone wie ariden Regionen gibt, sind sie aber ohne praktische Experimente und Erfahrungen nicht ratsam. Da in diesen Quellen z.B. die tatsächliche Dauer der Trockentoleranz oder die min./maximale Temperatur der resistenten Pflanzen im Vergleich mit anderen Parametern wie Luftfeuchtigkeit nicht aufgeführt wird und die Informationen zu der Symbiose zwischen verschiedenartigen Pflanzen, Pflanzen und Bakterien usw., die eine erhebliche Bedeutung für das Wachstum und die Entwicklung der Bäume in Extremstandorten besitzen, oft unzureichend sind. Die

Auswirkungen von regionalen Schädlingen/ Nützlinge, Boden-Mikroorganismen und der unterschiedlichen Eigenschaften der Untergruppen/Untergattungen der Pflanzenarten und deren Kompatibilität sind vernachlässigt worden.

Da für jede neue Auswahl von Ersatzbäumen der Stadt eine Studie und langfristige Tests erforderlich sind, wurden in dieser Studie nur die bestehenden Bäume in Teheran, meist heimische Laubbäume, beachtet und auf andere Vorschläge<sup>129</sup> verzichtet.

Die häufigsten von insgesamt 87 Baumarten (4.11.1.1), die in Teheran gepflanzt wurden, sind unter anderem:

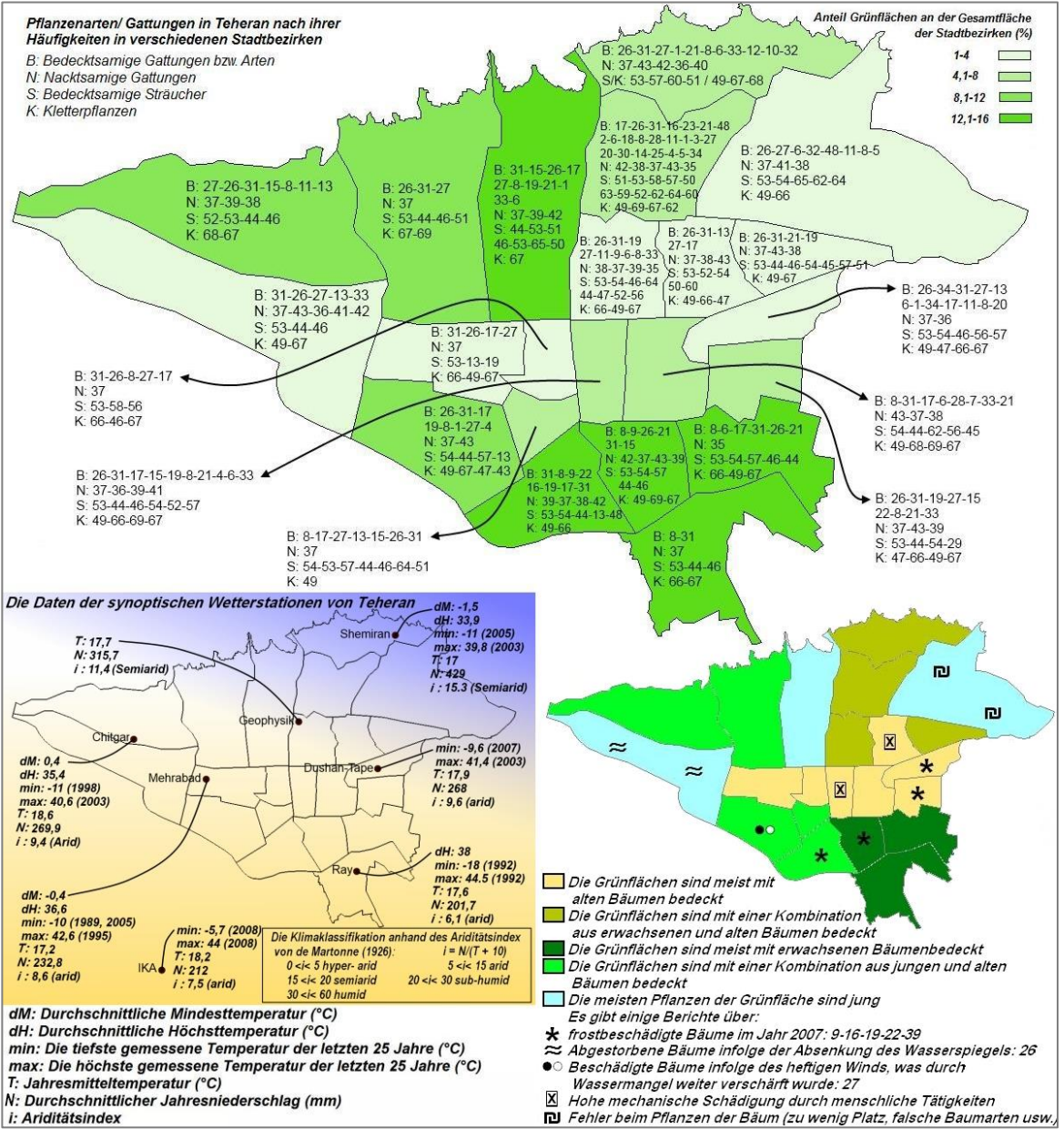
1- <i>Platanus orientalis</i> , Morgenländische Platane/ Orientalische Platane	6- <i>Ulmus carpinifolia</i> , Feldulme
2- <i>Pinus eldarica</i> , Eilar-Kiefer/ Afghanische Kiefer	7- <i>Salix babylonica</i> , Echte Trauerweide
3- <i>Cupressus arizonica</i> , Arizona-Zypresse	8- <i>Salix excelsa</i> , Weide
4- <i>Ulmus carpinifolia</i> var. <i>umbraculifera</i> , Feldulme	9- <i>Robinia pseudoacacia</i> , Gewöhnliche Robinie
5- <i>Fraxinus rotundifolia</i> , Manna-Esche	10- <i>Cupressus sempervirens</i> , Trauerzypresse
	11- <i>Ailanthus glandulosa</i> , Götterbaum

Diese Gruppe macht mehr als die Hälfte der Gesamtanzahl der Bäume auf öffentlichen Grünflächen in Teheran aus (Ghahreman & Attar, 2001); (Khorasani, 2003: 34); (Park- und Grünflächenorganisation Teherans, 2009); (Sanei, 1995) und (Mirzadeh et al., 2008: 303). Weitere Baumarten, entsprechend ihrer Häufigkeit, sind der nachfolgenden Tabelle und Karte (Tabelle 5-38 & Abbildung 5-46) zu entnehmen.

<sup>129</sup> Zum Beispiel ist ein guter Vorschlag mit sehr positiven Argumenten der Pistazienbaum für Süd-Teheran, der für salzhaltigen Boden und wegen seiner Trockenheitstoleranz sogar als Xeriscape-Landschaftsbau geeignet ist. Aber die Studie läuft noch und eine definitive Bewertung braucht mehr als zehn Jahre Zeit (Naimi, 2012: 14).

Tabelle 5-38 & Abbildung 5-46: Pflanzenarten/Gattungen in Teheran nach ihrer Häufigkeit in verschiedenen Stadtbezirken (die Karten wurden von der Autorin auf Basis der Aktivitätenberichte und Pflanzenlisten der Grünflächeanlagen der Teheraner Stadtbezirksverwaltungen und der Daten der Synoptischen Wetterstationen von Teheran dargestellt.)

Bedeckungsart	Bedeckungsart		Bedeckungsart	Bedeckungsart		
	Arten	Arten		Arten	Arten	
Bedeckungsart	1	Ahorn / افرا	35	Eiben / سرخدار	35	Eiben / سرخدار
	2	Äpfel / انواع سیب	36	Fichten / کاج نونال / درخت نونال	36	Fichten / کاج نونال / درخت نونال
	3	Aprikose / زردآلو	37	Kiefern / کاج تهران / مشهد / سیاه سفید / نقره ای / موتقزی	37	Kiefern / کاج تهران / مشهد / سیاه سفید / نقره ای / موتقزی
	4	Caesalpinien / ابریشم مصری	38	Lebensbäume / نوش / سرو خمره	38	Lebensbäume / نوش / سرو خمره
	5	Diospyros / خرمالو / کلهر	39	Scheinzypressen / شیشه سرو / لاسون	39	Scheinzypressen / شیشه سرو / لاسون
	6	Eichen / سیاه مازو / بلوط	40	Tannen / نراد	40	Tannen / نراد
	7	Erlen / توسکای بیلابی	41	Wacholder / ارس / ژونی / پروس / مای مرز	41	Wacholder / ارس / ژونی / پروس / مای مرز
	8	Eschen / ون / زبان گنجشک	42	Zedern / سدر / کالو سدر / اطلس / سدروس	42	Zedern / سدر / کالو سدر / اطلس / سدروس
	9	Eukalypten / اکالیپتوس	43	Zypressen / سرو نقره ای / سفید / ناز	43	Zypressen / سرو نقره ای / سفید / ناز
	10	Gleditschien / لیلیکی	44	Berberitzen / زرشک زینتی / بربریس	44	Berberitzen / زرشک زینتی / بربریس
11	Götterbäume / عرعر	45	Deutzien / نوگس درختی	45	Deutzien / نوگس درختی	
12	Hartriegel / ذغال اخته / ال	46	Feuerdorn / پیراکتا / خار مصری	46	Feuerdorn / پیراکتا / خار مصری	
13	Judesbäume / ارغوان معمولی	47	Flieder / یاس ایرانی / بنفش	47	Flieder / یاس ایرانی / بنفش	
14	Kirsche / گیلاس گل / البالو	48	Granatapfel / انار	48	Granatapfel / انار	
15	Maclura / توت آمریکایی / کاکوزا	49	Hackenkirschen / بیچ امین الدوله / پلاخور	49	Hackenkirschen / بیچ امین الدوله / پلاخور	
16	Magnolien / ماگنولیای سفید / بنفش / توت سفید / سیاه / شاه توت	50	Hibiskus / ختمی درختی	50	Hibiskus / ختمی درختی	
17	Maulbeeren / توت	51	Jasminum / یاسمن سفید / زرد / زمستانی	51	Jasminum / یاسمن سفید / زرد / زمستانی	
18	Mispeln / ازگیل	52	Lagerströmien / توری	52	Lagerströmien / توری	
19	Ölbäume / زیتون	53	Liguster / برگ نور / ترون	53	Liguster / برگ نور / ترون	
20	Ölweiden / سنجد	54	Oleander / خر زهره	54	Oleander / خر زهره	
21	Papeln / سپیدار / صنوبر / تبریزی	55	Pfeifensträucher / نوگس درختی	55	Pfeifensträucher / نوگس درختی	
22	Petticoat-Palmen / نخل بادبازی	56	Pfriemginster / طاووسی	56	Pfriemginster / طاووسی	
23	Pfirsichbaum / هلو	57	Rosen / رز	57	Rosen / رز	
24	Pflaumenbaum / آلوچه	58	Schneeball / بداع جنگلی / سنبل / ژاپنی	58	Schneeball / بداع جنگلی / سنبل / ژاپنی	
25	Phönixbaum / سید الاشجار	59	Schneebeeren / مروارید سفید / ارغوانی	59	Schneebeeren / مروارید سفید / ارغوانی	
26	Platanen / چنار	60	Seidelbast / میخک هندي	60	Seidelbast / میخک هندي	
27	Robinen / اقاقیا	61	Sommerflieder / دم موشی	61	Sommerflieder / دم موشی	
28	Roskastanien / شاه بلوط	62	Spiersträucher / اسپیره	62	Spiersträucher / اسپیره	
29	Schirmakazien / گل ابریشم	63	Spindelsträucher / شمشاد رسمی / ابلق / نعلبلی	63	Spindelsträucher / شمشاد رسمی / ابلق / نعلبلی	
30	Trompetenbäume / جوالدوز	64	Zierquitten / به ژاپنی	64	Zierquitten / به ژاپنی	
31	Ulmen / نارون / اوجا	65	Zwergmispeln / شیر خشت	65	Zwergmispeln / شیر خشت	
32	Walnüsse / گردو	66	Blauregen / بیچ گلپسین	66	Blauregen / بیچ گلپسین	
33	Weiden / انواع بید	67	Efeu / پایتیل معمولی / ابلق	67	Efeu / پایتیل معمولی / ابلق	
34	Zürgelbäume / دا عداغان	68	Jungferneben / مور چسب	68	Jungferneben / مور چسب	
		69	Klettertrompeten / بیچ اناری گل / درشت	69	Klettertrompeten / بیچ اناری گل / درشت	





Eine nachhaltige Verbesserung der Lebensqualität - wie auch Erweiterung der grünen Landschaft - in Teheran ist ein langer Weg und sollte als ein ständiger Teil jeder Mikro- und Makroebene städtischer Planung betrachtet werden.

Die in Abschnitt 5.3.1 erwähnten Strategien wurden als separate unterschiedliche Aktivitäten zur Stadtbegrünung in den langfristigen Plänen und kurzfristigen Musterlösungen vorgestellt. Als die Weiterführung dieser Strategie und für die Auswahl der geeigneten Bäume für eine Grünfläche sollten folgende Punkte berücksichtigt werden:

1. Abiotische Umweltfaktoren: Die wichtigsten ökologischen Kriterien für die Auswahl von Stadtgehölzen in Teheran sind Trockenheits-/Hitzetoleranz einschließlich der Ansprüche an die Bodenfeuchte und die erforderliche Winterhärte. Weitere Faktoren sind eine geringe Empfindlichkeit gegenüber Luftschadstoffen und Pathogenen, geringe Ansprüche an die Bodenfaktoren und Toleranz gegenüber einem alkalischen pH-Wert im Boden. Bäume in Teheran müssen also Trockenheit und ungeeigneten und

unzureichenden Wasserhaushalt, hohe Sonnenstrahlung, Hitze, eingeschränkten Wurzelraum und ungünstige Bodenverhältnisse gut ertragen können.

Obwohl der Teheraner Raum für die Bäume keine optimalen Standortbedingungen bietet, gibt es einige Baumarten in dieser Stadt, die für solche extremen Bedingungen spezielle Anpassungen an ihren Blättern oder Wurzeln vorweisen. Dazu gehören eine Behaarung auf der Blattunterseite, Wachsauflagerungen und dickere Blätter, andere Baumarten verfügen über ein tief reichendes

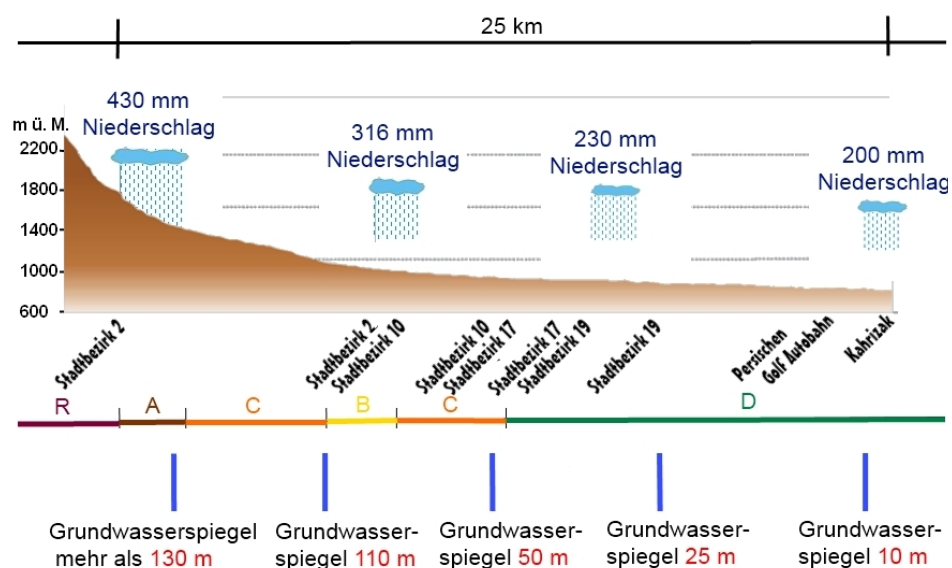


Abbildung 5-47: Schematischer Nord-Süd-Querschnitt von Teheran (eigene Darstellung)  
Ergänzende Informationen über Geologie und Topographie der Stadt (Berberian M. et al., 1992)  
; (JICA, 2001) und (Ghanbari, 2009) :

A) Die Hezardarreh-Landformen (erste Stufe der Schwemmkegel-Entwicklung) mit einer Zugehörigkeit zum Eozän sind die ältesten alluvialen Formationen der Region Teheran. Diese Formationen sind östlich von Teheran am breitesten und bis zu 2000 Meter hoch. Die Ablagerungen bilden sich durch große und kleine Anschwemmungen und mehrere Meter große Steinblöcke, ihre Schichten sind stark geneigt. Derzeit haben die meisten dieser Landschaftsformen eine Hügel-Morphologie mit hoher Drainagedichte und sehr tiefes Grundwasser (mehr als 150 Meter).

B) Konglomeratische Hügel in der nördlichen Hälfte von Teheran (zweite Stufe der Schwemmkegel-Entwicklung). Ein großer Teil der Hügel in der Stadt gehört in diese Kategorie.

C) Kürzlich gebildete Schuttkegel (dritte Stufe). Das Sediment aus den oberen Einzugsgebieten und die Überreste der Zerstörung der alten Schwemmfächer und Hezardarreh bilden in den unteren Teilen der alten Schwemmkegel neue Sedimente, die einen großen Teil der Form Teherans bedingen. Diese Ebene hat eine ziemlich glatte Topographie mit einer Steigung von 1 bis 10% von Süden nach Norden.

D) Fruchtbare Schwemmlandebenen südlich von Teheran (vierte Stufe). Die jüngsten Sedimente des neuen Schwemmfächers sind entlang der Flussaue und am Ende des jungen Schuttfächers in den südlichen Gebieten von Teheran entstanden. Die Böden sind hier kalkhaltig und lehmig. Die Oberflächenstruktur ist mit Sand, Schluff und feinkörnigen Sedimenten bedeckt worden. Die Oberflächentopographie dieser Bereiche ist sehr glatt, meist mit einer Neigung von weniger als einem Grad.

Die Stadtbezirke 16, 17, 19 und 20 und große Teil der Bezirke 10,11,12,14,15 und liegen auf den alluvialen Schwemmkegeln mit einer wesentlich sanfteren Topographie.



Große Teile der Stadtbezirke 1,4,5,9,21 und 22 sind dem alten Schwemmfächer zugeordnet, die Bezirke 7, 8 und 13 bestehen größtenteils aus dem jungen Schwemmkegel und einige Teile der Bezirke 1, 2, 3, 4, 5, 6 und 22 sind auf die Hügel verteilt.

Wurzelsystem und können somit besser an das Wasser gelangen, wie z. B. die Götterbäume oder die Zürgelbäume.

Da die unterschiedlichen Gebiete von Teheran verschiedene klimatische und Bodeneigenschaften haben, werden vorsorglich unterschiedliche Baumlisten für sie vorgeschlagen.

Eine Tabelle im Anhang A.2 informiert über die Standortbedingungen in den verschiedenen Stadtbezirken von Teheran.

Tabelle 5-39: Das allgemeine Klima und die Standortfaktoren sind unterschiedlich in den verschiedenen Stadtbezirken von Teheran. Charakterisierung und die Beschreibung bodenkundlicher Faktoren wie Gestein, Klima und Relief der verschiedenen Bereiche von Teheran stehen im Anhang A.2 zur Verfügung

Stadtbezirk	Klimatische Bedingungen (1985-2005)								Bodenbeschaffenheit (die oberste Schicht der Erdoberfläche)
	Höchste Monatsdurchschnittstemperatur im Juli (°C)	Durchschnittliche kälteste Jahrestemperatur (°C) / USDA Zonen <sup>130</sup>	Höchste Temperatur (°C)	Durchschnittliche jährliche Anzahl der Tage über 30°C / AHS Heizzonen <sup>130</sup>	Tiefste Temperatur (°C)	Durchschnittliche Frosttage im Jahr (Minimum unter 0°C)	Durchschnittlicher Jahresniederschlag (mm)	Durchschnittliche Grundwasserstand	
	34	-1,5 /9b	39,5	97,5 /8	- 11	55	420	>130	Weitgestufter Kies und Kies-Sand-Gemisch in einem schwachen Sand-Schluff-Zement, hochdurchlässig, gering frostempfindlich, häufige Bodenklassen: GW, GM, SW, SM
	37,5	-0,2 /10a	44	128 /9	- 12	25	210	16	Alluviale Sedimente, hochplastischer bindiger Boden mit hohem Anteil an Ton oder Schluff, sehr niedrige Durchlässigkeit. Bodenklassen: ML, CL, CH, MH

2. Hygienische Aspekte: Bei der Verwendung von Grünpflanzen ist auf Themen wie die toxische, allergieauslösende Wirkung für Mensch und Tier zu achten. Trotz der Faszination der Teheraner Bürger für ihre alten Platanus orientalis in der Vali-Asr Avenue, die der Denkmal- und Naturschutzliste hinzugefügt sind (Farahani, 2011), ist zu bedenken, dass sie eine mäßige bis starke allergene Potenz haben; die klinische Bedeutung ist nicht zu unterschätzen. Jeden April haben tausende Bürger unter allergischen Reaktionen wie einer juckenden und laufenden Nase sowie tränenden Augen zu leiden (Khorasani, 2003: 36). Die Platanus orientalis könnten nach und nach durch Acer platanoides (oder negondo l.) ersetzt werden.

3. Kompatible Pflanzen nebeneinander: Trotzdem Vielfalt etwas Positives ist, sollte auf gewisse Bäume verzichtet werden, die anderen Pflanzen großen Schaden zufügen. Theoretisch ist z. B. ein Schadh Holz die Robinia pseudacacia, die überall in Teheran wächst und einige unangenehme Eigenschaften hat. Er wie alle Schmetterlingsblütler in Symbiose mit stickstoffbindenden Knöllchenbakterien lebt und diese Stickstoffanreicherung könnte als chemischen Mittel gegen andere Pflanzen benutzt werden (Dietrich, 2001). Es muss aber nicht immer gleich sein: Trotz dieses

<sup>130</sup> In Anbetracht der Ähnlichkeit von Klima und Vegetation in vielen Regionen von Amerika und Iran und zur Erleichterung der Verwendung der umfangreichen USA-Ressourcen über "Hitze/Kälte-Toleranz", wurde diese Werte in der Stadtteilen Teherans von der Autorin berechnet.

USDA-Klimazonen orientieren sich an durchschnittlich ermittelten Tiefsttemperaturen, die das amerikanische Landwirtschaftsministerium US Department of Agriculture (USDA) herausgegeben hat.

Zusätzlich gibt es die AHS- Wärme Zonen von American Horticultural Society, was die durchschnittliche Anzahl der Tage pro Jahr -mit der Temperatur über 30 ° C- Repräsentiert.

negativen Punkts sind Robinien in Teheran (außer im südwestlichen windigen Bereich) als Monokultur und in Kombination mit Kiefern sehr positiv. Sie duldet schwierige Lagen, unfruchtbaren Boden und ihr aggressiver unkrautartiger Charakter erklärt ihren Erfolg.

4. Ästhetische Überlegungen und die kulturelle und historische Position der Bäume: Farbe, Form, Größe und Duft der Blumen wie auch begrenzte Früchte und fallende Blätter sind manchmal in der Wahl einer Landschaft wichtige Faktoren. Die Befriedigung und Gewinnung des öffentlichen Interesses an den gepflanzten Bäumen kann als Garantie für die Beteiligung der Bürger und ihre Kooperation für die Pflege und Erhaltung von Grünflächen betrachtet werden.

5. Wirtschaftliche Aspekte und niedrige Wartungskosten: Eine zweckmäßige kalkulierende Sicht auf die Stadtbegrünung und passende Pflanzenauswahl neben finanziellen Einsparungen verhindern, dass begrenzte natürliche Ressourcen zerstört werden (wie wenig Dünger- und Schnittbedarf als auch Bedarf an Wasser und Mineralien).

Obwohl die Bäume der Städte auch als eine Quelle für Lebensmittel und Energie betrachtet werden können (Kuchelmeister, 1997), sind entsprechende Bepflanzungen in den öffentlichen Grünflächen von Teheran nicht zu empfehlen.

#### **Exkurs 19: Öffentliche Grünflächen in Teheran**

*Die Entwicklung der öffentlichen Grünflächen in der Stadt ermöglicht den Zugang zur Natur für alle Bürger und hat das Potential eines städtischen Grünsystems, die Anforderungen ihrer Einwohner erfolgreich zu erfüllen. Zur Verbesserung sind folgende Punkte zu beachten:*

*- Förderung der Qualität des Landschaftsbaus im gesamten Prozess: Die Auswahl von Pflanzen, deren Dichte, Pflege und Bewässerung, ständige Bewachung und Kontrolle den Status des Grüns verbessert*

*- Entzweiung und Verkleinerung der Grünflächen und die Isolation städtischer Grünflächen zwischen Häuserblöcken sollte vermieden werden. Größere Grünanlagen können unterschiedliche Erholungsaktivitäten anbieten und haben ebenfalls einen positiven Einfluss auf die potentielle Nutzung, Pflege und Bewässerung und ökonomischen Parameter. Weiterhin bieten sie einen besseren Lebensraum für vielfältige Pflanzen und Tiere und haben eine größere Fähigkeit zur Selbstreparatur und effektivere Schutzmechanismen*

*- Schutz des Bodens und Vermeidung von Bodenbedeckung: Zur Erleichterung der Bewegung und des Gehens der Besucher in Parks und Wäldern von Teheran wurden die Böden häufig mit Asphalt und Steinen bedeckt, wobei manchmal nur ein kleiner Bereich (Loch) rund um die Bäume frei blieb (auch nicht sichtbare Bauteile unter der Erdoberfläche, wie z. B. Leitungen, Kanäle, Fundamente). Diese Flächenversiegelung verhindert, dass Niederschläge in den Boden eindringen können und damit Nähr- und Schadstoffe im Boden gefiltert werden. Die Stoffkonzentration steigt und organische Nährstoffe nehmen ab, da die unteren Bodenschichten ein Medium für Organismen und ein gewaltiges Nährstoff- und Wasserreservoir darstellen.*

*- Obwohl die vielen ökologischen Vorteile von Grünflächen für die Stadt nicht in direktem Verhältnis zur Besuchermenge stehen, erhöht eine Steigerung der Besucherzahlen die positive soziale und psychologische Wirkung der Grünflächen sowie die Sicherheit und wirtschaftliche Leistung dieser Räume.*

*Einigen Umfragen zufolge ist der wichtigste Grund für den Verzicht auf den Besuch öffentlicher Grünflächen für viele Teheraner die mangelnde Sicherheit und Belästigung durch Menschen, die vor allem Familien mit Kindern stören. Dieses Problem kann mit besseren (Sicherheits-)Managementmethoden gelöst werden.*

*Die Erstellung der Landnutzungen durch ein attraktives Kulturzentrum und Flächen zur Erholung, Sport usw. neben den Grünflächen verleiht den Stadtvierteln lokale Identität und erhöht das Einkommen, die Sicherheit und die Besucherzahl der Grünfläche (funktionale Grünfläche).*

*Auch die halböffentliche Grünfläche, wie Sportplätze, Krankenhaushöfe, Schul/Universitäts-Grünflächen usw., die, obwohl sie in öffentlicher Hand liegen, durch Mauern oder Zäune eingegrenzt sind und deren Nutzung auf bestimmte Gruppen oder Stunden des Tages beschränkt ist, könnten rentabel werden und für private Investoren attraktiv sein. Eine Änderung der Gesetze in Bezug auf Führung und Besitz dieser Orte zugunsten einer Öffnung für den privaten Sektor macht die Entwicklung der funktionalen Grünflächen praktisch schneller möglich.*

*In vielen Fällen könnten die Zäune und damit eine lediglich halböffentliche Nutzung abgebaut werden, um eine gemeinschaftlich Nutzung zu ermöglichen, wie z. B. bei den Universitäten, die eine relativ breite Grünfläche in der Mitte Teherans einnehmen. Dann gäbe es Übergangszonen und Räume, die Eigenschaften von halböffentlichen und öffentlichen Grünflächen vermischen bzw. vereinen und vor allem der Bevölkerung zusätzliche Freiräume zugänglich machen.*

Pflanzungen von Obstbäumen in Teheran sollten noch auf private Gärten oder als seltene Zierbäume in der Parkanlage begrenzt bleiben, da sie im öffentlichen Grün die Verschmutzung von Böden und gebrochene Äste durch Menschen nach sich ziehen.

Obstbäume sind kurzlebig und die Luft- und Bodenverschmutzung von Teheran hat einen großen Einfluss auf sie. Ihr Obst ist infiziert, auch die Verwendung von Phosphat-Pestiziden durch die Teheraner Park- und Grünflächenorg. für diese Bäume gefährdet die menschliche Gesundheit.

In der Tabelle im Anhang A.1 wurden die ökologische Bedürfnisse, ökonomische Wirkungen und kulturelle ästhetische Merkmale der Baumarten in Teheran verglichen. Die Bäume in dieser Tabelle sind relativ häufig in Teheran.

Tabelle 5-40: Die Merkmale und Bedürfnisse der verschiedenen Bäume, die in Teheran wachsen. Anhang A.1 enthält eine weitere Liste der häufigsten Baumarten in Teheran.

Botanischer Name	Deutscher Name	Persischer Name	Baumart	Wachstumsgeschwindigkeit	Wuchshöhe in Teheran	Kronenbreite (m)	AHS Heizzone	USDA Klimazone	Wasserverbrauch	Ökologische Kriterien										Sanitäre Kriterien	Ökono-mische Kriterien	Ästhe-tische Kriterien	Beschreibung					
										Trockentoleranz	Hitzetoleranz	Staubtoleranz	Windresistenz	Bodenansprüche	Frosttoleranz	Schattenspende	Staubbindung	Windschutz	Biodiversität	Pollenbelastung	Früchte/Holz	Pflege/Pflanzschnitt/Düngemittelbedarf		Krankheiten/Schädlinge	Formschönheit der Baumkrone	Dauemde Blätter/ Blüte/ Formfähigkeit	Kultureller/symbolischer Wert	
Acacia dealbata	Silber-Akazie	میوژنا	Zl/la/lm	S	3-8	3-5	12-10	8-11	0	+	+	+	+	+	0	0	+	0	0	+	0	0	+	+	+	+	+	Schnellwüchsig, aber kurzlebig, relativ frostempfindlich, duftend, besser in alkalischen Boden und empfindlich gegen Staunässe
Platanus orientalis	Morgenländische Platane	چار	La/So	M	10-18	6-10	9-5	3-8	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	0	-	+	+	+	Beliebtester Baum in Teheran, war seit vielen Jahren die dominierende Baumart der Stadt. Trotz der Störung für Gebäude und des hohen Wasserverbrauchs und Pollen ist er noch sehr beliebt bei den Teheranern. Ziemlich behaarte Blätter ziehen viel Luftverschmutzung nach sich, so dass sie nicht mehr einatmen können, danach verlieren die Bäume früh ihre Blätter. Auch macht der Platane ein seit einigen Jahren vermehrt auftretender Pilz zu schaffen, der die gerade austreibenden Blätter zerstört.

Für Baum-Auswahl werden wieder einmal die Standortbedingungen der Stadtbezirke angeschaut:

Tabelle 5-41: Kurzer Überblick über die Standortbedingungen der Stadtbezirke

Beschreibung	Betroffene Stadtbezirke
Gebiete mit durchlässigen und trockenen Böden	1,2,3,4,5,6,7,8,9,13,21,22 auch Teile von Bezirken 10,11,12,14,15
Regionen mit feuchten lehmigen und bindigen Böden	14,15,16,17,18,19,20
Kalten Regionen (kälteste Monat mit durchschnittlich unter null Grad)	1,2,3,4,15,16,17,18,19,20
Warme Bereiche (mehr als 120 Tage pro Jahr über 30 Grad bzw. AHS 9)	9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21
Gebiete mit ausreichend Niederschlag (über 300 mm/J) und den Zugriff auf andere Wasserquellen	1,2,3,4,5,22
Bereiche mit hoher Luftverschmutzung	6,7,9,12,17 und einige Teile von 2,3,18
Windige Stadtbezirke	18,21
Wasserläufe im Norden von Teheran	1,2,3,4,5,22

Mit der Kombination dieser Tabellen (5-40 bis 42 und A.1 und A.2) werden die mögliche Bäume in jedem Stadtbezirk separat vorgestellt (Tabelle 5-43).



Tabelle 5-42: Geeignete Stadtbezirke von Teheran für jede ausgewählte Baumart

	Baum	Geeignete Stadtbezirke für den Baum		Bemerkung <sup>131</sup>
1	Silber-Akazie	5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,21,22		
2	Feldahorn	1,2,3,4,5,6,7,8,22		S <sub>E</sub>
3	Persischer Berg-Ahorn	entlang der Flussläufen 1,2,3,4,5,22	1, 2	
4	Eschen-Ahorn	1,2,3,4,5,6,7,8,22		S
5	Bergahorn	1,2,3,4,5,8, 22	2, 4	
6	Gemeine Rosskastanie	1,2,3,4,5,8, 22	1, 2	S <sub>E</sub>
7	Götterbaum	1,2,3,4,5,6,7,8,22	2, 3	S <sub>E</sub>
8	Seidenbaum	5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,21,22	1	
9	Kaukasische Erle	entlang der Flussläufen 1,2,3,4,5,22	2, 3	
10	Papiermaulbeerbaum	1,2,3,4,5,6,7,8,22		
11	Paradiesvogelbusch	5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,21,22		
12	Trompetenbaum	Alle Stadtbezirke	1	S <sub>E</sub>
13	Atlas-Zeder	Alle Stadtbezirke		
14	Himalaya-Zeder	5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,21,22	1	
15	Südlicher Zürgelbaum	Alle Stadtbezirke		S <sub>E</sub>
16	Gewöhnlicher Judasbaum	5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,21,22	1, 2, 3, 4	
17	Kornelkirsche	1,2,3,4,5,6,7,8,22	1	
18	Gewöhnlicher Perückenstrauch	Alle Stadtbezirke	1, 2	
19	Weißdorn	Alle Stadtbezirke	1	S <sub>E</sub>
20	Arizona-Zypresse	Alle Stadtbezirke	1	
21	Trauerzypresse	5,8,13,14,22	1, 2	
22	Quitte	1,2,3,4,5, 8, 22	1	
23	Kakibaum	1,2,3,4,5,6,7,8, 13, 21, 22		
24	Schmalblättrige Ölweide	1,2,3,4,5,6,7,8,22	1	
25	Japanische Wollmispel	Alle Stadtbezirke		
26	Echte Feige	Alle Stadtbezirke	4	
27	Phönixbaum	1,2,3,4,5,6,7,8, 9, 13, 21, 22		
28	Gemeine Esche	1,2,3,4,5,6,7,8,22	4	S <sub>E</sub>
29	Ginkgo	Alle Stadtbezirke	1	S
30	Amerikanische Gleditschie	Alle Stadtbezirke	1	
31	Walnuss	1	1, 4	
32	Chinesische Wacholder	Alle Stadtbezirke	1	
33	Blasenese	Alle Stadtbezirke	1	S <sub>E</sub>
34	Gemeiner Goldregen	1,2,3,4,5,6,7,8,22	1	

131

1. Die Erde sollte für diese Bäume gut drainiert sein, besonders in den Stadtbezirken 10 bis 20, deren Böden stark verdichtet (lehmiger oder schluffiger Boden) sind und Bodenstrukturschäden verursachen, die zur Entstehung von Staunässe nach Regen oder Bewässerungen führen. Er muss zusätzlich gelockert und belüftet und mit einer Sand-Kies-Schicht und Mulchen oder anderen gut wasserleitenden Materialien geschützt werden.

2. Die Wurzeln dieser Bäume wachsen direkt unter der Erdoberfläche besonders bei der Bodenverdichtung und können Schäden im Straßenraum und an Fundamenten der Gebäude führen, auch sie können in Abwasserleitungen einwachsen oder von Leitungen umwachsen. Ein ausreichend großer Wurzelraum und Grenzabstand zu den Gebäuden und Straßenrändern ist notwendig.

3. Diese starkwüchsigen Pflanzen breiten sich an manchen Standorten gelegentlich oder häufig bei Verletzung der Wurzeln durch lästige Wurzelaufläufer bis in mehrere Meter Entfernung vom Stamm aus und können dadurch Pflaster und Bodenbeläge beschädigen, so dass ihr wachsender Wurzeltrieb zwischen Steinen oder Platten diese langsam hoch- und auseinander drückt. Diese Pflanzen sollten in der Nähe von Gebäuden und Pflastern nicht gepflanzt werden oder zumindest diese durch etwas wie eine ausreichend tiefe Rhizomsperre geschützt werden.

4. Schutz gegen Spätfrost ist erforderlich. Obwohl diese Bäume winterhart sind und problemlos Temperaturen bis minus 20 Grad Celsius überstehen können, sind sie aber nach ihrer Winterruhe nicht mehr frostgeschützt und besonders anfällig für Minustemperaturen. Trotz der Erhöhung der durchschnittlichen Temperatur von Teheran in letzten 40 Jahren sank die Wahrscheinlichkeit für Spätfrost dennoch nicht.

S: Straßen-Allee-Bäume, SE: Straßenbäume mit der Beschränkung

35	Chinesische Lagerströmie	1,2,3,4,5,6,7,8, 13, 21, 22		S
36	Echter Lorbeer	1,2,3,4,5,6,7,8, 13, 21, 22		S
37	Milchorangenbaum/ Osagedorn	Alle Stadtbezirke		
38	Immergrüne Magnolie	5,6,7,8,9, 10, 11, 12, 13, 14, 21, 22	4	S
39	Kulturapfel	Alle Stadtbezirke	1, 2	
40	Japanischer Wildapfel	1,2,3,4,5,6,7,8,22	1	
41	Zedrachbaum	1,2,3,4,5,6,7,8, 13, 21, 22	1	
42	Weißer Maulbeere	1,2,3,4,5,6,7,8, 13, 21, 22	1	
43	Schwarzer Maulbeerbaum	Alle Stadtbezirke		
44	Olivenbaum	5,6,7,8,9, 13, 21, 22	1	
45	Persischer Eisenholzbaum	1,2,3,4,5,6,7,8,22	2	
46	Gemeine Fichte	5,6,7,8,9, 10, 11, 12, 13, 14, 21, 22	2	
47	Eilar-Kiefer/ Afghanische Kiefer	Alle Stadtbezirke		
48	Schwarz-Kiefer	1,2,3,4,5,6,7,8,22		
49	Morgenländische Platane	1, 2, 3, 4, 5, 8, 13, 14, 15, 16, 19, 20, 21, 22		S
50	Morgenländischer Lebensbaum	1, 2, 3, 4, 5, 8, 13, 14, 15, 16, 19, 20, 21, 22	1, 2	
51	Silber-Pappel	entlang der Flussläufen 1,2,3,4,5,22	2	
52	Kaspische Pappel	entlang der Flussläufen 1,2,3,4,5,22	2	
53	Kanadische Schwarz-Pappel	entlang der Flussläufen 1,2,3,4,5,22	2	
54	Euphrat-Pappel	entlang der Flussläufen 1,2,3,4,5,22	2	
55	Schwarz-Pappel	1,2,3,4,5,6,7,8, 9, 13, 21, 22	2	S <sub>E</sub>
56	Sauerkirsche	1,2,3,4,5,6,7,8,22	1	
57	Pflaume	Alle Stadtbezirke	1, 4	
58	Mandelbaum	1,2,3,4,5,6,7,8,22	1	
59	Pfirsichbaum	5,6,7,8,9, 10, 11, 12, 13, 14, 22	1	
60	Japanische Blütenkirsche	Alle Stadtbezirke	1	
61	Granatapfel	1, 2, 3, 4, 5, 8, 13, 21, 22	1	
62	Kulturbirne	Alle Stadtbezirke	2, 4	
63	Kastanienblättrige Eiche	1,2,3,4,5,6,7,8,22		S
64	Persische Eiche	Alle Stadtbezirke		
65	Gewöhnliche Robinie	Alle Stadtbezirke außer 18	2, 3	S
66	Silber-Weide	Alle Stadtbezirke außer 18	2	
67	Echte Trauerweide	Alle Stadtbezirke	2	
68	Sommer-Linde	entlang der Flussläufen 1,2,3,4,5,22	4	
69	Feldulme	Alle Stadtbezirke	1, 3	
70	Kugel-Ulme	Alle Stadtbezirke	1	S

Diese Sammlung von ausgewählten Bäumen wurde nach der Angemessenheit und Kompatibilität der Baumprofile und der ökologischen Bedingungen, dem Bodenzustand und dem Abstand von den Wasser- und Luftverschmutzungsquellen der jeweiligen Stadtbezirke zusammengestellt.

Alle diese Bäume existieren jetzt mehr oder weniger in Teheran, aber die endgültige Entscheidung, welches die richtigen Bäume, an welchem Ort sind, erfordert außer diesen Daten zusätzliche notwendige Kenntnisse aus den in Baumschulen kultivierten Arten und Sorten und die Erfahrungen über einzelne Pflanzen vor Ort oder langjährige Forschungsarbeit.

#### **Exkurs 20: Straßengrün in Teheran**

##### **Erwägungen im Zusammenhang mit dem Standort:**

- In Anbetracht der hohen Kosten für Pflanzung und Pflege von Straßenbäumen sollten für Baumpflanzaktionen nur breite Straßen mit ausreichendem Licht gewählt sowie die Größe der Baumkrone, das Wurzelwachstum und die ökologischen Bedürfnisse beachtet werden. Zurzeit gibt es auf einigen Straßen ein Sichtbehinderungsproblem für den Fahrverkehr, weiterhin stehen die Bäume zu nah an den Gebäuden und haben sich zur Lichtquelle hin in Richtung Mitte der Straße verbogen. So führt der vernachlässigte Lichtbedarf der Gehölzarten zu funktionsschwachen und pflegeaufwendigen Gehölzpflanzungen.

- Bedeutsam für die Auswahl der Pflanzen sind auch das Identifizieren der Bodeneigenschaften, ausreichend große Baumgruben und die Verwendung einer geeigneten Bodenmischung. In ganz Teheran und vor allem im Süden der Stadt gibt es alkalische Böden, die übermäßig verdichtet sind und einen erheblichen Eisenmangel aufweisen, auch werden die Baumwurzeln unzureichend mit Sauerstoff versorgt und die Zusammensetzung des Bodens ist schwach und birgt die Gefahr eines Sturzes. Die Verdichtung des Wurzelhorizonts ist eine wesentliche Ursache für die Krankheitsanfälligkeit von Gehölzen. Durch die Bodenverdichtung kommt es zur Staunässe und damit zur Wurzelfäule.

- Bewässerung der Straßenbäume: Die Straßenbäume von Teheran sind dauerhaftem Stress ausgesetzt, intermittierender Staunässe und Dürre. Mit den unerbittlichen Temperaturen des Teheraner Sommers in Verbindung mit den geringen Niederschlagsmengen kommen sie nicht zurecht. Die Vermeidung von Stress als Folge der geringen Bodenfeuchtigkeit hat eine sehr hohe Priorität für die Bäume in dieser Stadt.

Das schmutzige Abwasser, das die Straße unterspült, fließt mit dem Abfall von Passanten und Geschäften in diesen Kanälen. Die Versiegelung des Kanalbodens durch Beton verhindert, dass das Wasser in den Boden eindringen kann. Dieser Schlamm und die staunassen Böden lassen eine Reproduktion von Pilzen und Krankheitserregern zu, die besonders den unteren Teil des Stammes und die Wurzeln der Bäume gefährdet. Es bilden sich Pilze und Bakterien, die durch Verletzungen der Rinde in das Holz eindringen und den Baum ernsthafter schädigen können. Bodenverschmutzungen durch Öle, Salze und Abwasser greifen unter Umständen die Wurzeln an.

Ein unterirdisches Tropfsystem, nicht nur an der Oberfläche der Bodenschichten, ist eine Technik, die die direkte effektive Anwendung von Wasser für die Wurzeln ermöglicht. Das gesamte kostbare Wasser steht so den Wurzeln der Pflanze zur Verfügung, und neben der exakten Dosierung des Wassers unter Vermeidung von Verdunstungsverlusten und der damit verbundenen Möglichkeit, Nährstoffe dem Wasser direkt beizumischen, ist ein Vorteil des Verfahrens, dass die Blätter nicht benetzt werden und somit Pilzkrankungen der Pflanzen nicht weiter gefördert werden. Auch gibt es keinen Überlauf oder Überschwemmungen mehr. Das Klassifizieren der Pflanzen nach ihrem Wasserverbrauch und die Koordination beim Einpflanzen reduzieren den Wasserverlust.

Obwohl es in ariden und semi-ariden Gebieten auch bei Tröpfchenbewässerung zu einer gewissen Versalzung des Bodens kommen kann, kann wegen der großen Effektivität der Tröpfchenbewässerung mit relativ geringen Wassermengen gearbeitet werden, was die Versalzung minimiert.

Auch sollte auf Mindest-Schäden oder Entwicklungsbehinderungen an den vorhandenen Wurzeln durch die Bebauung und Installation rund um die Bäume geachtet werden.

Ein Bodenfeuchte-Monitoring kann weiterhin verwendet werden, um die Wasserwirtschaft genau aufzeichnen und regulieren zu können. Eine robuste Konstruktion des Wasserabgabesystems zusammen mit dem effektiveren Arbeiten mit verschiedenen Bodentypen und Mulchen sowie die Modifikation von Bewässerungs-Zeitplänen haben dazu geführt, dass es der Stadt gelungen ist, fast alle klima-salz-toleranten Baumarten und Sorten in einem gesunden oder akzeptablen Zustand zu erhalten.

#### **Erwägungen im Zusammenhang mit Pflanzen:**

Die entsprechenden Baumarten in Teheran werden in Abschnitt 5.6 beschrieben. Darüber hinaus sollten diese Merkmale besonders für die Auswahl der Straßenbäume berücksichtigt werden:

- Die Laubbäume sollten möglichst immer heimisch gepflanzt werden, da Nadelhölzer im Vergleich mit Laubbäumen, vor allem bei der Luftverschmutzung und saurem Regen, eine schnellere Reaktion zeigen und können davon sogar bis zum endgültigen Tod beschädigt sein.

Die Nadelbäume sind die erste Pflanzen-Opfer der Luftverschmutzung in Teheran und dafür sogar als Bioindikator bezeichnet werden, daher sollten sie hier nicht als Straßenbäume gepflanzt werden. Die häufigsten Gründe: 1. Nadelhölzer sind anfälliger für Luftverschmutzung, da sie meist immergrün sind, 2. Saurer Regen verursacht die Auslaugung der Schutzschicht von Nadeln und sie bleiben wehrlos gegen Umweltbelastungen, Luftverschmutzung und Schädlinge, 3. Aufgrund der erhöhten Temperaturen in Teheran wurde die Winter-Ruhezeit für alle Pflanzen reduziert, dann werden eine längere Periode lang die gespeicherten Nährstoffe in Nadeln verbraucht, und der Baum wird in der nächsten Periode mit Nährstoffknappheit konfrontiert. Schließlich leben die Nadeln der Bäume in Teheran statt fünf bis acht Jahre nur zwei bis drei Jahre, danach vergilben sie und fallen ab (Bahram-Soltani, 1990).

- Größe und Form der Bäume sollten nach Standort, Straßenbreite und Verkehrsachsen individuell gewählt werden.

- Bei der Planung von Straßenbäumen sollten ausreichende Abstände von den umgebenden Gebäuden wie auch weiter entfernt liegenden Bäumen und des Vegetationsumfeldes berücksichtigt werden, auch besonders auf genügenden Wurzelraum von Flachwurzlern oder Wurzelaufläufers geachtet werden.

- Zur Verminderung der Sturzgefahr der Bäume ist es vorteilhaft, wenn die Straßenbäume langlebig mit einem langsamen bis moderaten Wachstum sind. Schnell wachsende Bäume oder lichtsuchende Bäume neigen zu schwachem Holz und drohen, durch den Wind oder mechanische Schäden umzufallen. Auch Bäume mit langfaseriger Struktur sind elastisch und verhindern Schäden durch Windbruch.

Außerdem gibt es andere Faktoren, die die Erhaltung und Nachhaltigkeit der Baumarten beeinflussen, wie unter anderem die Mikroorganismen. Zum Beispiel ist in zwei Parks in Teheran, Cheetgar im Stadtbezirk 21 und Taleghani in Bezirk 3 mit sehr ähnlichen Lagesituationen, in denen gewöhnliche Robinie (*Robinia pseudoacacia*) und Eilar-Kiefer (*Pinus eldarica*) gepflanzt wurden, deutlich

ersichtlich, dass das Robinien-Wachstum relativ gleichmäßig ist, die Kiefern aber mit großem Unterschied wachsen.

#### **Exkurs 21: Private Grünflächen in Teheran**

Entsprechend den Vorschriften sollten 20% der Oberfläche jedes Baugrundstücks einer begrünten Fläche vorbehalten sein (bzw. 35% für große Wohnblöcke oder Apartment-Komplexe). Nicht selten werden jedoch nach Erteilung der Baugenehmigung (oder Bauabnahmebescheinigung durch die Behörde) die Bäume wieder entfernt.

Auch gibt es Gesetze, die die Bodennutzungsänderung von Gärten und Feldern verbieten, aktuelle Informationen über private Grundstücke stehen jedoch nicht zur Verfügung. Ohne dauerhaftes und genaues Monitoring sowie Kontrolle sind diese Regelungen wertlos.

Jedes Jahr werden zahlreiche Sämlinge und Samen gratis oder sehr billig an Privathaushalte und Grundbesitzer der Stadtgemeinde von Teheran verteilt. Es ist aber weiterhin notwendig, dass ausreichende Tipps und Fachinformationen sowie Unterstützung gegeben werden, um das Eingehen des Keimlings zu verhindern.

Für Gründächer/Fassaden sollten vor der Genehmigung durch die geltenden Vorschriften erst einige Tests durchgeführt werden. Dazu gibt es noch keine ausreichende Erfahrung mit diesem Klima, der Umweltverschmutzung und Baustoffen wie in Teheran, und plötzlicher gesetzlicher Zwang<sup>132</sup> zu einer entsprechenden Begrünung der Innenstadt kann den Verlust von viel Wasser und Pflanzen und finanzielle Verluste für Bürger verursachen.

Ein Vorschlag für private Grünflächen in Teheran könnte Xeriscape-Gartenbau sein, der sich auf die wassersparenden Techniken und einheimische Pflanzen konzentriert. Auch die Wohnkomplexe mit den gemeinsamen breiten Grünflächen einschließlich der Verwendung von gereinigtem Abwasser (Kleinkläranlagen) für Bewässerungszwecke haben mehrere weitere Vorteile wie das Trinkwassersparen, Vermeiden von Sanitär- oder Abwassertransport und dadurch verursachte Verschmutzung und jährliche Kostenvorteile bei den Entwässerungsgebühren.

Das Ergebnis der repräsentativen Bodenprobenahme und des Vergleichs der beiden Regionen enthüllt, dass die Mykorrhizapilze, die der Pflanze Nährsalze und Wasser liefern und eine Form der Symbiose von Pilzen und Pflanzen bieten, im Boden des Taleghani-Parks häufiger existieren. Das heißt, die Kiefern könnten in diesem Park überleben, während ein Mangel an diesen Pilzen in dem nährstoffarmen Boden von Chitgar zum Welken und Absterben der Kiefern führt (Sharifi et al., 2007: 45ff.).

Auch pilzliche Organismen als Risikofaktoren können umfangreiche Schäden an Bäumen auszulösen. In einer Baumschule im Westen der Teheraner Provinz, die einen großen Verlust von Eilar-Kiefern (*Pinus eldarica*) hatten, wurde "*Fusarium oxysporum* var. *redolens*", ein Saprobiont, der in Pflanzen eindringen und zur Fäulnis führen kann, als das kausale Agens der vaskulären Welke-Krankheit in salzhaltigem Boden dokumentiert (Yahaghi & Rostami, 2011).

Somit werden hier schließlich die Ratschläge der zuständigen Gärtnermeister/Reviergärtner der Park- und Grünflächenorg., die normalerweise die geeigneten Herkunftsnummern der Pflanzen und die Baumschulen kennen, für jeden Stadtbezirk dargestellt (Tabelle 5-43). Obwohl einige große Bezirke wie 2 und 5 so viele verschiedene Bodentypen (bzw. Subtypen) und klimatische Merkmale beinhalten, dass eine gleiche Vorschrift dafür nicht sehr vernünftig zu sein scheint und obgleich diese Pflanzen mit positiven Ergebnissen geprüft worden sind, ist in dieser Liste keine ausreichend vielfältige Pflanzenart zu sehen.

Tabelle 5-43: Die Tipps der zuständigen Reviergärtner in allen Stadtbezirken, die die geeigneten Herkunftsnummern der Pflanzen und die Baumschulen kennen

Stadtbezirke	Vorgeschlagene Bäume der Reviergärtner
1	Bergahorn, Rosskastanie, Arizona-Zypresse, Trauerzypresse, Esche, Ginkgo, Amerikanische Gleditschie, Gemeiner Goldregen, Platane
2	Bergahorn, Rosskastanie, Arizona-Zypresse, Ginkgo, Feld/Kugelulme, Robinie, Eiche, Platane
3	Gemeine Rosskastanie, Arizona-Zypresse, Gemeine Esche, Ginkgo, Platane, Weiden

<sup>132</sup> Nach Zustimmung des Teheraner Stadtrates am 25.07.2008 müssen die künftigen Wohntürme und großen Apartments einen Anteil von 15 bis 25 Prozent ihrer Grundfläche Grünen Dächern oder Wänden widmen (Rechtsbüro der Stadtverwaltung Teheran, 2008).



4	<i>Bergahorn, Esche, Ginkgo, Robinie, Eiche, Papiermaulbeerbaum, Zedrachbaum</i>
5	<i>Bergahorn, Rosskastanie, Arizona-Zypresse, Esche, Ginkgo, Robinie, Eilar-Kiefer</i>
6	<i>Ginkgo, Robinie, Eilar-Kiefer, Maulbeere, Götterbaum, Feige, Zürgelbaum, Platane, Trompetenbaum</i>
7	<i>Ginkgo, Robinie, Weiße Maulbeere, Feld/Kugelulme, Götterbaum, Zürgelbaum, Chinesische Lagerströmie, Echte Lorbeer, Papiermaulbeerbaum</i>
8	<i>Bergahorn, Rosskastanie, Eilar-Kiefer, Trompetenbaum, Weißdorne</i>
9	<i>Trauerzypresse, Esche, Eiche, Robinie, Zürgelbaum, Götterbaum, Eilar-Kiefer, Weißdorne</i>
10	<i>Eilar-Kiefer, Götterbaum, Trompetenbaum, Weißdorne, Weiden</i>
11	<i>Zürgelbaum, Weiden, Erle, Paradiesvogelbusch, Papiermaulbeerbaum, Milchorangenbaum</i>
12	<i>Esche, Rosskastanie, Götterbaum, Papiermaulbeerbaum, Milchorangenbaum, Kulturbirne</i>
13	<i>Esche, Eilar-Kiefer, Feige, Zürgelbaum, Papiermaulbeerbaum, Japanische Wollmispel, Schwarzkiefer</i>
14	<i>Eiche, Feige, Zürgelbaum, Weißdorne, Arizona-Zypresse</i>
15	<i>Esche, Eiche, Weißdorne, Weiden</i>
16	<i>Esche, Eiche, Weißdorne, Weiden, Japanische Wollmispel</i>
17	<i>Esche, Eiche, Weißdorne, Weiden, Papiermaulbeerbaum, Judasbaum</i>
18	<i>Eilar-Kiefer, Götterbaum, Milchorangenbaum, Schwarzkiefer, Zedrachbaum, Himalaya-Zeder</i>
19	<i>Esche, Weiße Maulbeere, Weißdorne, Schwarzkiefer, Zedrachbaum, Weiden, Himalaya-Zeder</i>
20	<i>Arizona-Zypresse, Esche, Eilar-Kiefer, Weiße Maulbeere, Papiermaulbeerbaum, Zedrachbaum, Olivenbaum</i>
21	<i>Eilar-Kiefer, Weiße Maulbeere, Zedrachbaum</i>
22	<i>Bergahorn, Rosskastanie, Arizona-Zypresse, Esche, Ginkgo, Robinie, Eilar-Kiefer, Chinesische Lagerströmie</i>

## 5.7 Fazit

Trockene Gebiete verbreiten sich zunehmend und ihre Zustände werden immer schwieriger. Viele große Städte in dieser Region stehen vor einer Bevölkerungsexplosion und einem Veränderungssturm, was die Verwaltung und Planung dieser Städte diffiziler macht. Die Umweltqualität und die städtischen Grünflächen nehmen stetig ab, was zum einen natürliche Ursachen hat, zum anderen aus der Überbevölkerung resultiert.

Ziel der vorliegenden Studie war es, die Entwicklungsmöglichkeit der städtische Grünflächen in dieser Klimazone mit Hilfe der Fallstudie Teheran zu kalkulieren.

Zu diesem Zweck wurde zuerst über ein breites Spektrum von Aridität und ihre Merkmale und ihre Unterschiedlichkeit diskutiert. Diese mikroklimatische Varianten, die Unterschiedlichkeit der Bodeneigenschaften, der Zugang zu Wasserressourcen und die unterschiedlichen räumlichen Möglichkeiten, führten sogar in Teheran zu verschiedenen Empfehlungen und Verfahren in jedem Bereich.

Was aus Sicht der Verwaltung der Grünflächen in dieser Studie als wesentlich festgestellt wurde, ist ein realistisches Verständnis der natürlichen Möglichkeiten und Grenzen. Aride Gebiete haben ein zerbrechliches Ökosystem, in dem alle Faktoren miteinander verbunden und voneinander abhängig sind. Daher sollten alle Planungen auf der Mikroebene (Stadtskala), die Makroebene-Anordnungen (Regionalplanungen) verfolgen, um durch die Einschränkungen auf die natürlichen Ressourcen, insbesondere auf Wasser, nicht zu einer Rivalität zwischen den Städten und ihrer Umgebung zu führen und kein Stadtbegrünungsprojekt ohne Rücksicht auf Verluste und auf Kosten anderer voranzutreiben. Aufgrund der rapiden demographischen Entwicklung, der Veränderung der Siedlungs- und Verkehrsfläche und der Wasserschwankungen, sollten diese Pläne flexibel sein und ständig auf der Grundlage neuer Daten und Ergebnisse korrigiert und aktualisiert werden. In der Umsetzung und Überwachung ist eine transparente Informationsvermittlung für die Suche nach Engagementgelegenheiten durch Bürger erforderlich; zudem erhöht es auch das Vertrauen an die Projekte (verfasste und informelle Beteiligung, beide im Top-down-Verfahren). Diese Bürgerbeteiligung ist vor allem in der Pflege von Grünflächen - eine aktuelle Schwäche- sehr wertvoll.

Auch was das soziale Verhalten der Bürger in Bezug auf städtische Grünflächen Teherans betrifft, konnte anhand der Historie, der Literatur und kultureller Traditionen der Wüstenbewohner - wie die der Iraner- eine große Sehnsucht nach Natur belegt werden, so dass es ein großes Partnerschaft-Potential durch eine entsprechende Bildung und Aufklärung gibt, um die Chance der sicheren Grünflächen-Entwicklung/Wartung - in Form von NGOs oder gezielten sozialen Traditionen- ohne Kosten zu erhöhen.

Andererseits wurde nach den Schätzungen in dieser Studie festgestellt, dass der langfristige quantitative und qualitative Nutzen der städtischen Grünflächen weit höher ist als ihre Kosten, was als Werkzeug dazu dient, private Investoren und Regierungsplaner zu ermutigen, Stadtbegrünungen zu finanzieren.

Ein Großteil dieser Arbeit widmet sich, aufgrund des unübertroffenen Wertes des Wassers und seiner Knappheit in der Region, der optimalen Nutzung von Rohwasser und Abwasser. Mit den Berechnungen wurde bewiesen, dass es trotz wiederkehrenden Dürren und anhaltenden Trinkwassermangel, ausreichend Wasser für die Grünflächenentwicklung in Teheran gibt, was mit niedrigen Kosten und einem einfachen Zugang in ganzem Stadtbereich verbunden ist.

Zu diesem Zweck wurden die Informationen über die erforderliche Wassermenge für die Bewässerung der verschiedenen Grünflächenarten in unterschiedlichen Zeiträumen und Effizienzen von Bewässerungssystemen in Teheran dargestellt. Daraufhin wurden mögliche Begrünungsflächen kalkuliert. Gleichzeitig wurde gezeigt, dass die Ursache des aktuellen Mangels an Trinkwasser in Teheran nicht nur auf natürlichen Faktoren, sondern vielmehr auf extrem hohem Wasserverbrauch und abnormen Wasserverlust beruht.

Im letzten Schritt dieser Arbeit wurde das Bepflanzen geeigneter Bäume und Pflanzenarten für unterschiedliche Umgebungen und nach mehreren Kategorisierungen für verschiedene Stadtteile der Stadt empfohlen. Obwohl hier zahlreiche Studien und Projekte im Iran erwähnt wurden, wurde noch auf unzureichende spezialisierte Studien und Versuchsprojekte - besonders für nichteinheimische Gehölze - hingewiesen.

Zwar kann anhand dieses Befundes darauf geschlossen werden, dass die Entwicklung der Grünflächen in Teheran um das 5-fache der aktuellen Menge, die im Einklang mit der Stadtbreite und der Bevölkerung der Stadt steht, möglich ist, es soll dennoch beachtet werden, dass die meisten Berechnungen und Lösungen auf lokalen und regionalen Potentialen und auf dem Verhaltensmuster der Bewohner von Teheran basieren und daher nicht unbedingt auf andere Städte in ariden und semi-ariden Regionen zutrifft.

Abschließend kann festgestellt werden, dass die Antwort auf die Frage, ob eine grüne Stadt in trockenen Gebieten realisiert werden kann, bejaht werden kann, wenn erstens alle Maße und Kapazitäten der Ressourcen und ihr Management, die Partnerschaft und das soziale Lernen, die Wirtschaftsplanung und die botanischen Studien berücksichtigt werden und mit konstantem Monitoring und einer konstanten Modernisierung der Überwachungssysteme, einer permanenten Korrektur von Daten und Programmen, die Gelegenheit für die gleichlaufende Entwicklung der Stadt und ihre Grünflächen bieten.

Mit anderen Worten soll Stadtbegrünungskonzept einen ganzheitlichen Ansatz verfolgen und sich nicht auf Einzelmaßnahmen beschränken.

Neben der Entwicklung einer Lösung für Stadtbegrünung in Teheran gibt diese Arbeit einen Ausblick auf eine zukünftige Herausforderung, die für viele Städte der Welt durch die Folgen des Klimawandels zu erwarten ist.



**LITERATURVERZEICHNIS**

- Abbasi, M.A. & Bagheri, A. (2010). → Farsi-Index Nr. 136
- Abbasi, P. (2009). → Farsi-Index Nr. 137
- Abelson, J., Forest, P. G., Eyles, J., Smith, P., Martin, E., & Gauvin, F. P. (2003). Deliberations about deliberative methods: issues in the design and evaluation of public participation processes. *Social Science and Medicine*, 57(2), S. 239–251.
- Abrahamian, E. (1980). *Structural Causes of the Iranian Revolution*. MERIP Reports (Middle East Research and Information Project), No. 87, Iran's Revolution: The Rural Dimension .
- Aga Khan Foundation team. (2007). *Non-State Providers and Public-Private-Community Partnerships in Education*. UNESCO, 2008/ED/EFA/MRT/PI/4. <http://unesdoc.unesco.org/images/0015/001555/155538e.pdf>. [Zugriff am 15.12.2013].
- Aghabarati, A., Hosseini, S.M., Esmaili, A., Maralian, H. & Bahramifar, N. (2010). → Farsi-Index Nr. 13
- Akbari, H., Bretz, S., Kurn, D., & Hanford, J. (1997). Peak power and cooling energy savings of high-albedo roofs. *Energy and Buildings*, 25(2), S. 117–126.
- Akbari, H., Pomerantz, M., & Taha, H. (2001). Cool Surfaces and Shade Trees to Reduce Energy Improve Air Quality in Urban. *Solar Energy*, 70(3), 295-310.
- Akbarpour, F. (2009). → Farsi-Index Nr. 14
- Akhundi, A., Barakpour, A., Asadi, A., Basirat, M. & Taherkhani, H. (2008). → Farsi-Index Nr. 2
- Ali-Ashrafipour, R. (2011). → Farsi-Index Nr. 141
- Alizadeh, M., Fathi, F. & Torabian, A. (2008). → Farsi-Index Nr. 142
- Allison, I., Bindoff, N., Bindschadler, R., Cox, P., Noblet, N. d., England, M., . . . . (01. 04 2011). *The Copenhagen Diagnosis, 2009: Updating the world on the Latest Climate Science*. UNSW Climate Change Research Centre, Sydney, Australia: [http://www.ccrcc.unsw.edu.au/sites/default/files/Copenhagen\\_Diagnosis\\_HIGH.pdf](http://www.ccrcc.unsw.edu.au/sites/default/files/Copenhagen_Diagnosis_HIGH.pdf). [Zugriff am 15.12.2013].
- Alvani, S.M. (2012). → Farsi-Index Nr. 15
- Amirahmadi, H. (1990). *Revolution and Economic Transition: The Iranian Experience*. State University of New York Press.
- Amirahmadi, H., & El-Shakhs, S. S. (2012). *Urban Development in the Muslim World*. New Brunswick (New Jersey): Center for Urban Policy Research.
- Amirahmadian, B. & Maghsoudi, M. (2008). → Farsi-Index Nr. 17
- Amt für Informations- und Kommunikationstechnik. (2011). → Farsi-Index Nr. 96
- Amt für Planung und Haushalt. (2012). → Farsi-Index Nr. 192
- Amtsblatt des Energieministeriums. (2008). → Farsi-Index Nr. 164
- Angotti, T. (2008). *New York for Sale. Community Planning Confronts Global Real Estate*. Cambridge: Massachusetts Institute of Technolog.
- APEIS, RISPO. (2004). *Second Progress Report*. Asia-Pacific Environmental Innovation Strategy Project (APEIS); Research on Innovative and Strategic Policy Options (RISPO) . Japan: Institute for Global Environmental Strategies (IGES).
- Ardakanian, R. (2009). → Farsi-Index Nr. 9
- Ardalan, N. (1980). Places of Public Gathering. *Places of Public Gathering In Islam*. Philadelphia: Aga Khan Award for Architecture.
- Ardestani, G. (2004). *Die Entwicklung des iranischen Wasserversorgungs- und Abwasserentsorgungssektors*. Aachen: Gesellschaft z. Förd. d. Inst. f. Siedlungswasserwirtsch.
- Arnold, R. A. (1877). *Through Persia by caravan*. New York: Harper & Row.
- Asadi, J. (2008). → Farsi-Index Nr. 10
- Ashtari, M., Hatzfeld, D., & Kamalian, N. (2005). Microseismicity in the region of Tehran. *Tectonophysics*, 395(3-4), S. 193–208.
- Atlas von den Teheraner Stadtvierteln. (2009). → Farsi-Index Nr. 34
- Attarzade, M.R. (2011). → Farsi-Index Nr.140
- Azar, A. (2012). → Farsi-Index Nr. 7
- Badalians Gholikandi, G., Delnavaz, M. & Lashkari, M. (2009). → Farsi-Index Nr. 22



- Badripour, H. (2006). *Country Pasture/Forage Resource Profiles*. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Forest, Range and Watershed Management Organization, FRWO.
- Bagheri, M.R. (2000). → Farsi-Index Nr. 21
- Bahmani, G. (1994). *Entwicklungs- und Umweltprobleme der Stadt Schiraz unter besonderer Berücksichtigung freiraumplanerischer Belange*. Hanover: Diss., Universität Hannover, Institut für Freiraumentwicklung und planungsbezogene Soziologie (IFPS).
- Bahmanpour, H. & Moharramnejad, N. (2006). → Farsi-Index Nr. 32
- Bahmanpour, H. & Salajeghe, B. (2009). → Farsi-Index Nr. 31
- Bahram-Soltani, K. (1990). → Farsi-Index Nr. 28
- Bahram-Soltani, K. (1995). → Farsi-Index Nr. 29
- Baker, L. A., Brazel, A. J., Selover, N., Martin, C., McIntyre, N., Steiner, F. R., . . . Musacchio, L. (2002). Urbanization and warming of Phoenix (Arizona, USA): Impacts, feedbacks and mitigation. *Urban Ecosystems*, 6(3), S. 183-203.
- Barabadi, K. (2009). → Farsi-Index Nr. 23
- Barde, J., & Pearce, D. (1991). *Valuing the environment: six case studies*. London: Earthscan.
- Barradasa, V. L., Tejada-Martínez, A., & Jáuregui, E. (1999). Energy balance measurements in a suburban vegetated area in Mexico City. *Atmospheric Environment*, 33(24-24), 4109-4113.
- Bastami, H. (2010). → Farsi-Index Nr. 25
- Baumgartner, A., & Liebscher, H. (1995). *Allgemeine Hydrologie. Quantitative Hydrologie*. Borntraeger Gebueder.
- Bazargani, M. (2009). → Farsi-Index Nr. 20
- BBC News. (01.09.2007). *Iran smog 'kills 3,600 in month'*. BBC News, UK: <http://news.bbc.co.uk/2/hi/6245463.stm>. [Zugriff am 15.12.2013].
- BDEW. (2013). *Wasserverluste seit 1991*. BDEW Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V.: [https://www.bdew.de/internet.nsf/id/C125783000558C9FC125766C00042C7E/\\$file/Wasserverluste%20seit%201991%20Anteile.pdf](https://www.bdew.de/internet.nsf/id/C125783000558C9FC125766C00042C7E/$file/Wasserverluste%20seit%201991%20Anteile.pdf). [Zugriff am 15.12.2013].
- Behan, K. (2009). *Climate Change and the Urban Forest Toronto Workshop Proceedings*. Toronto, Canada: Clean Air Partnership (CPA).
- Behzad, B. (2010). → Farsi-Index Nr. 30
- Bell, G. (1894). *Safar Nameh: Persian Pictures: A Book of Travel*. Cambridge University Press; Auflage: Reissue (15. Dezember 2011).
- Bender, L., Burns, S., David, L. (Produzenten), & Guggenheim, D. (Regisseur). (2006). *An Inconvenient Truth* [Kinofilm]. USA.
- Berberian M., Ghoreishi M., Arajang-Rawesh B., Mohajer-Ashjai, A., 1992. → Farsi-Index Nr. 24
- Beschorner, N. (1992). Water and Instability in the Middle East. *Adelphi Paper* 273.
- Bi, J., Huang, J., Liu, Y., Shi, J., Huang, Z., & Zhang, W. (2008). Characteristics of surface radiation over semi-arid region of the Loess Plateau. *Journal of Lanzhou University(Natural Sciences)*, 44(3), 33-38.
- Bianca, S. (2000). *Urban Form in the Arab World, Past and Present*. Hochschulverlag AG an der ETH Zürich.
- Blourchi, M.J. (2009). → Farsi-Index Nr. 26
- Blourchi, M.J., Ansari, F. & Shemshaki, A. (2005). → Farsi-Index Nr. 27
- BMZ. (07. 07 2011). *Urbanisierung in der MENA Region (Nahost und Nordafrika)*. [http://www.bmz.de/de/zentrales\\_downloadarchiv/themen\\_und\\_schwerpunkte/stadtentwicklung/Urbanisierung\\_in\\_der\\_MENA\\_Region.pdf](http://www.bmz.de/de/zentrales_downloadarchiv/themen_und_schwerpunkte/stadtentwicklung/Urbanisierung_in_der_MENA_Region.pdf): Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung.
- Bochaca, F., & Puliafito, E. (2007). Dry island effect on intermediate cities. The case of the city of Mendoza. In R. S. Rodriguez, & A. Bonilla, *Urbanization, Global Environmental Change, and Sustainable Development in Latin America* (S. 77-104). Panama: United Nations Environment Programme - UNEP, IAI, INE.
- Brandt, K. (2005). *Mikroklima; Meteorologie in der Nähe des Erdbodens*. Brandt.
- Braun, B. (2005). Umweltqualität und Umweltschutz. In M. Korda (Hrsg.), *Städtebau: Technische Grundlagen* (S. 609-688). Vieweg-teubner Verlag; Auflage: 5., neubearb.
- Brazel, A., Selover, N., Vose, R., & Heisler, G. (2000). The tale of two climates—Baltimore and Phoenix urban LTER sites. *Climate Research*, 15, S. 123-135.

- Brown, O. (2008). *Migration and Climate Change*. Geneva: International Organization for Migration, IMO. [http://www.iom.cz/files/Migration\\_and\\_Climate\\_Change\\_-\\_IOM\\_Migration\\_Research\\_Series\\_No\\_31.pdf](http://www.iom.cz/files/Migration_and_Climate_Change_-_IOM_Migration_Research_Series_No_31.pdf). [Zugriff am 15.12.2013].
- Bruhn, J. G. (2005). *The Sociology of Community Connections*. New York: Springer.
- Bruse, M. (05.05.2009). *Klimawandel: Begrünung von Städten kann Hitzewellen abschwächen und so Gesundheitsgefährdungen senken*. Kommunikation und Presse, Johannes Gutenberg-Universität Mainz: <http://www.uni-mainz.de/presse/29363.php>. [Zugriff am 15.12.2013].
- Bucher, A. (2009). *Psychologie des Glücks: Ein Handbuch*. Salzburg: Beltz.
- Burden, D. (2006). *22 Benefits of Urban Street Trees*. Glatting Jackson and Walkable Communities: <http://www.northlandnemo.org/images/22BenefitsofUrbanStreetTrees.pdf>. [Zugriff am 15.12.2013].
- Burel, F., & Baudry, J. (2003). *Landscape Ecology: Concepts, Methods, and Applications*. Paris: Science Publishers.
- Buttlar, A. v. (1993). *Der Landschaftsgarten. Gartenkunst des Klassizismus und der Romantik*. Ostfildern: DuMont Reiseverlag.
- Carlowicz, M. (15.12.2009). *Ecosystem, Vegetation Affect Intensity of Urban Heat Island Effect*. NASA's Earth Science News Team: [http://www.nasa.gov/mission\\_pages/terra/news/heat-islands.html](http://www.nasa.gov/mission_pages/terra/news/heat-islands.html). [Zugriff am 15.12.2013].
- Carter, J. (1993). *The potential of urban forestry in developing countries: A concept paper*. Rome: FAO corporate document repository: <http://www.fao.org/docrep/005/t1680e/t1680e00.HTM>. [Zugriff am 15.12.2013].
- CCSP. (2008). *Weather and Climate Extremes in a Changing Climate, Regions of Focus: North America, Hawaii, Caribbean, and U.S. Pacific Islands*. Washington DC, USA.
- CEST & JICA. (2000). *The Study on Seismic Microzoning of the Greater Tehran Area in the I. R. of Iran*. Teheran: Center for Earthquake Studies of Tehran & Japan International Cooperation Agency.
- Chamran, M. (2011). → Farsi-Index Nr. 54
- Cheheltan, A. (Winter 2008). Teheran. Eine Stadt mit Dorfbewohnern. *Literatur Nachrichten*(99), S. 10-11.
- Chethana, S. (2003). *Effect of background variables on the environmental attitude of 9th. standard students*. Mysore: M. A. Dissertation, Department of Studies and Research Education, Karnataka State Open University.
- Chiesura, A. (2004). The role of urban parks for the sustainable city. *Landscape and Urban Planning*, 68(1), 129-138.
- Cholet, J. (2010). Die schleichende Katastrophe. *Das Parlament*(32-33): <http://www.das-parlament.de/2010/32-33/Titelseite/30783436.html>. [Zugriff am 15.12.2013].
- Clark, K., & Paylore, P. (1980). *Desert housing: balancing experience and technology for dwelling in hot arid zones*. University of Arizona, Office of Arid Lands Studies.
- Clavijo, R. G. (1412). *Narrative of the embassy of Ruy Gonzalez de Clavijo to the court of Timour at Samarcand, A.D. 1403-6* (Markham, Clements R. (Clements Robert), Sir, 1830-1916 ed Ausg., Bd. 26). London: Printed for the Hakluyt society.
- Colfer, C. J. (2005). *The Complex Forest: "Communities, Uncertainty, and Adaptive Collaborative Management" (Resources for the Future)*. Routledge.
- Costello, L. (1993). Urban forestry a new perspective. *Arborist News*, 2, 33-36.
- CSBE. (2003). *Greywater Reuse in Other Countries and its Applicability to Jordan*. Amman: Centre for the Study of the Built Environment ,CSBE.
- Curdes, G. (2010). Stadtmorphologie und Klimawandel; Welche Stadtstrukturen können den Klimawandel überleben? . *17th Conference International Seminar on Urban Form*. Hamburg: International Seminar on Urban Form, ISUF.
- Dachgesellschaft der Flughäfen Irans. (2011).→ Farsi-Index Nr. 112
- De Kimpe, C., & Morel, j. (2000). Urban soil management: a growing concern. *Soil Science*, 165(1), S. 31-40.
- Dehghan, M. (2012). → Farsi-Index Nr. 67
- Delgado, M. M., Porcel, M. A., Miralles, R., Beltrán, E. M., Beringola, L., & Valero, J. (2004). Management Sewage Sludge Thermal Drying Amended Soil. *Sustainable Organic Waste Management for Environmental Protection and Food Safety*. Murcia, Spanien: FAO.
- DellaValle, P. (1843). *Viaggi di Pietro della Valle, il pellegrino: La Turchia. La Persia, pt. I*. Torino: Gancia.
- Diba, F. (2004). *Erinnerungen*. Bastei Lübbe.
- DICSA. (1990). *Las Funciones de un Árbol*. Departamento de Investigación Científica y Superación Académica, Universidad de Guadalajara.
- Dietrich, G. (02.06.2001). *Gehölze – Stadtbaum*. [pflanzen.de: http://www.pflanzen.de/2001/06/02/gehoelze-stadtbaum/](http://www.pflanzen.de/2001/06/02/gehoelze-stadtbaum/). [Zugriff am 15.12.2013].

- Djohartschi, M. (1999). *Ökologische Stadt- und Regionalplanungsmaßnahmen für die Entwicklungsländer der ariden Zonen. Das Beispiel Iran*. Tectum Verlag.
- Dobner, P. (2010). *Wasserpolitik - Zur politischen Theorie, Praxis und Kritik globaler Governance*. Berlin: Suhrkamp.
- Downing, A. J. (1869). *Rural Essays*. University of Michigan's Making of America Collection (original: Geo. A. Leavitt Publisher).
- Dwyer, J. F., McPherson, E., Schroeder, H., & Rowntree, R. A. (1992). Assessing the Benefits and Costs of the Urban Forest. *Journal of Arboriculture*, 18(5), 227-234.
- Dwyer, J. F., Schroeder, H. W., & Gobster, P. H. (1991). The Significance of Urban Trees and Forests: Toward a Deeper Understanding of Values. *Journal of Arboriculture*, 17(10), S. 276-184.
- Ebtekar, M. (2012). → Farsi-Index Nr. 1
- Emmanuel, M. R. (2005). *An Urban Approach To Climate Sensitive Design: Strategies for the Tropics*. Taylor & Francis.
- Energieministerium Irans. (2012). → Farsi-Index Nr. 220
- Erfanian-Salim, R. (2010). → Farsi-Index Nr. 139
- Erickson, A. K. (2004). *Equity in Urban Forest Management: An assessment of street tree condition, maintenance, and neighborhood income levels in Seattle, Washington*. Washington: University of Washington, Master of Science thesis.
- Erteghaii, K. (2011). → Farsi-Index Nr. 8
- ESI. (2005). *Environmental Sustainability Index, Benchmarking National Environmental Stewardship*. Yale Center for Environmental Law and Policy (YCELP), Yale University; Center for International Earth Science Information Network (CIESIN), Columbia University, New Haven, USA: [http://www.yale.edu/esi/ESI2005\\_Main\\_Report.pdf](http://www.yale.edu/esi/ESI2005_Main_Report.pdf). [Zugriff am 15.12.2013].
- Eskandari, M.R. (2009). → Farsi-Index Nr. 11
- Etemad-al-Saltane, M.H. (1907/1985) → Farsi-Index Nr. 12
- Fadaii, H. (2012). → Farsi-Index Nr. 144
- Fahmida, A. (2007). *Feasibility Study 2006-2007 Final Report*. The Cal Climate Action Partnership (CalCAP). Berkeley: UC Berkeley Climate Action Partnership . UC Berkeley Climate Action Partnership: <http://sustainability.berkeley.edu/calcap/docs/CalCAP%20Report%20FINAL%202007.pdf>. [Zugriff am 15.12.2013].
- Faiman, D., Jacob, S., & Karnieli, A. (2002). Concerning the relationship between clear-sky, global and direct– beam, solar spectra. *Progress in Photovoltaics: Research and Applications*, 10(8), S. 527 - 532.
- FAO. (1989). Arid zone forestry: A guide for field technicians. *FAO Conservation Guide 20*. Rome, Italy: <http://www.fao.org/docrep/T0122E/T0122E00.htm>. [Zugriff am 15.12.2013].
- FAO. (2006). *Urban and peri-urban forestry and greening in west and Central Asia*. Livelihood Support Programme (LSP), Working Paper 36: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/009/ah238e/ah238e00.pdf>. [Zugriff am 15.12.2013].
- FAO. (2008). *Regional report Iran: Water Report 34, 2009*. AQUASTAT: [http://www.fao.org/nr/water/aquastat/countries\\_regions/IRN/index.stm](http://www.fao.org/nr/water/aquastat/countries_regions/IRN/index.stm). [Zugriff am 15.12.2013].
- Farahani, M.H. (2011). → Farsi-Index Nr. 145
- Finanz- und Administrationsabteilung der Stadtverwaltung Teheran. (2006). → Farsi-Index Nr. 193
- Fisher, W. B., & Boyle, J. A. (1968). *The Cambridge History of Iran, Vol. 1*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Forschungsabteilung der Parks & Grünflächen org. (2002). → Farsi-Index Nr. 217
- Forschungszentrum des Parlaments. (1973). → Farsi-Index Nr. 184
- Forschungszentrum des Parlaments. (1990). → Farsi-Index Nr. 183
- Forschungszentrum des Parlaments. (1994). → Farsi-Index Nr. 181
- Forschungszentrum des Parlaments. (2005). → Farsi-Index Nr. 182
- Forschungszentrum des Parlaments. (2007). → Farsi-Index Nr. 179
- Forschungszentrum des Parlaments. (2009). → Farsi-Index Nr. 180
- Fraser, E. D., & Kenney, W. A. (2000). Cultural background and landscape history as factors affecting perceptions of the urban forest. *Journal of Arboriculture*, 26(2), S. 106-113.
- Garbrecht, G. (2004). *Wasserbauten im Königreich Urartu und weitere Beiträge zur Hydrotechnik in der Antike; Band 5 der Schriften der Deutschen Wasserhistorischen Gesellschaft (DWhG)*. Siegburg: Books on Demand.

- Gerhold, H., & Frank, S. A. (2002). *Our heritage of community trees*. Mechanicsburg: Pennsylvania Urban & Community Forestry Council.
- Gesundheitsausschuss des Parlaments. (2010). → Farsi-Index Nr. 161
- Ghaderi, J. (2006). → Farsi-Index Nr. 146
- Ghadiri, F. (2010). → Farsi-Index Nr. 149
- Ghahreman, A. & Attar, F. (2001). → Farsi-Index Nr. 155
- Ghamami, M. (2001). → Farsi-Index Nr. 143
- Ghanbari, A. (2009). → Farsi-Index Nr. 154
- Ghanbari, H.A. & Azizi, G. (2009). → Farsi-Index Nr. 153
- Gharakhlou, M. & Zanganeh, S. (2009)→ Farsi-Index Nr. 152
- Ghasemi, A. (2005). → Farsi-Index Nr. 147
- Ghayoumian, J., S.M.Fatemi, Maleki., M., & Shoaie, Z. (2006). Engineering Geology of Quaternary Deposits of Greater Tehran. *The International Association for Engineering Geology and the Environment (IAEG)* (S. Paper number 248). Nottingham, UK: The Geological Society of London 2006.
- Ghodratnama, G. (2001). → Farsi-Index Nr. 148
- Ghorbani, A. (2009). → Farsi-Index Nr. 150
- Ghorbani, A. (2010). → Farsi-Index Nr. 151
- Givoni, B. (1998). *Climate considerations in building and urban design*. New York: John Wiley & Sons.
- Glickman, D. (1999). Building Cities of Green. *National Urban Forest of Conference* (S. 4-7). Washington, DC: American Forests.
- Glück, P., Oesten, G., Schanz, H., & Volz, K. (1999). Formulation and Implementation of National Forest Programmes, Volume I: Theoretical Aspect. *International Seminar held*. Freiburg, Deutschland: European Forest Institute.
- Goblot, H. (1979). *Les qanats : une technique d'acquisition d'eau*. Paris: École des hautes études en sciences sociales.
- Goede, E., van Leeuwen, E., Nijkamp, P., & Rodenburg, C. (2001). *Development of Urban Green Spaces to Improve the Quality of Life in Cities and Urban Regions*. ESI, Amsterdam: Urban Green Environment, URGE.
- GTZ. (2006). *Verlieren wir an Boden – oder können wir gewinnen?, Desertifikationsbekämpfung in der deutschen Entwicklungszusammenarbeit*. Eschborn: Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit, GTZ.
- Gutro, R. (25.07.2006). *There's a Change in Rain Around Desert Cities*. NASA-GSFC, Goddard Space Flight Center: [http://www.nasa.gov/centers/goddard/news/topstory/2006/arid\\_phoenix.html](http://www.nasa.gov/centers/goddard/news/topstory/2006/arid_phoenix.html). [Zugriff am 15.12.2013].
- Habibi, S.M. (2012). → Farsi-Index Nr. 56
- Hagen, L. J. (1991). Wind erosion mechanics: Abrasion of aggregated soil. *Transactions of the ASAE*, 34(3), S. 831-837.
- Hajnasrolahi, K. (2006). → Farsi-Index Nr. 55
- Hakimzadeh, S. (01.09.2006). *Iran: A Vast Diaspora Abroad and Millions of Refugees at Home*. Migration Information Source, ISSN 1946-4037: <http://www.migrationinformation.org/feature/display.cfm?ID=424>. [Zugriff am 15.12.2013].
- Halik, Ü. (2003). *Stadt Begrünung im ariden Milieu. Das Beispiel der Oasenstädte des südlichen Xinjiang*. Technische Uni Berlin.
- Hammer, T. (1999). *Nachhaltige Entwicklung im Lebensraum Sahel. Ein Beitrag zur Strategietheorie nachhaltiger ländlicher Entwicklung*. Münster: LIT.
- Hansen, K. (08.05.2008). *NASA Data Show Some African Drought Linked to Warmer Indian Ocean*. NASA's Goddard Space Flight Center: [http://www.nasa.gov/centers/goddard/news/topstory/2008/indian\\_ocean\\_warm.html](http://www.nasa.gov/centers/goddard/news/topstory/2008/indian_ocean_warm.html). [Zugriff am 15.12.2013].
- Hargreaves, G. H., & Allen, R. (2003). History and evaluation of Hargreaves evapotranspiration equation. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, 129(1), 53–63.
- Harirchi, P. (2006). → Farsi-Index Nr. 57
- Harris, R. W. (1992). *Arboriculture: Integrated Management of Landscape Trees, Shrubs, and Vines*. (2.nd ed.). New Jersey: Prentice Hall .
- Harris, R. W., Steinke, G. A., & Clark, J. R. (2003). *Arboriculture: Integrated Management of Landscape Trees, Shrubs, and Vines*. Prentice Hall.
- Hasanoghli, A.R., Liaghat, A. & Mirabzade, M. (2002). → Farsi-Index Nr. 58



- Hashemi, F. (1992). → Farsi-Index Nr. 215
- Hashemi, M. (2011). → Farsi-Index Nr. 216
- Hashemi, S. M., & O'Connell, P. (2009). A Strategic Framework for Institutional Capacity Building. *International Conference on Capacity Building in Urban Water Management under Water Scarcity Conditions*. Muscat, Oman.
- Hassanzadeh, A. & Khosroshahi, P. (2008). → Farsi-Index Nr. 59
- Heinze, J. (2011). *Benefits of Green Space – Recent Research*. Chantilly, Virginia: Environmental Health Research Foundation.
- Helms, J. (1998). *The Dictionary of Forestry*. CABI Publishing.
- HELVETAS. (09.2005). *Globale Verteilung der Süßwasserressourcen*. Helvetas-Wasser-Factsheets: [https://assets.helvetas.ch/downloads/0203\\_wasserverteilung.pdf](https://assets.helvetas.ch/downloads/0203_wasserverteilung.pdf). [Zugriff am 15.12.2013].
- Heshmati, G. (2007). Vegetation characteristics of four ecological zones of Iran. *International Journal of Plant Production*, 1(2), S. 215-224 .
- Heydarzadeh, M.H. (2012). → Farsi-Index Nr. 62
- Hosseini, H.R. (2006). → Farsi-Index Nr. 61
- Hosseini-Sadr, M. (2012). → Farsi-Index Nr. 60
- Hupfer, P., Kuttler, W., Chmielewski, F. M., & Pethe, H. (2006). *Witterung und Klima: Eine Einführung in die Meteorologie und Klimatologie*. Vieweg+Teubner.
- IADB. (1997). *Good Practices for Urban Greening*. Washington, D.C: The Environment Division of the Social Programs and Sustainable Development Department of the Inter-American Development Bank.
- ICID Bulletin. (23. 08 2010). *A Summary Report of the Second International Conference on Climate, Sustainability and Sustainable Development in Semi-arid Regions: 16-20 august 2010*. Fortaleza, Brazil: International Institute for Sustainable Development (IISD).
- IEEM. (2007). *Dezentrale Verwertung von Abwasser aus der Kanalisation zur Grünflächenentwicklung in ariden Stadtgebieten - Vorprojekt Algerien*. Institut für Umwelttechnik und Management an der Universität Witten/Herdecke: [http://www.uni-wh-utm.de/html/de/projects\\_executed/algerien.html](http://www.uni-wh-utm.de/html/de/projects_executed/algerien.html). [Zugriff am 22.05.2012].
- ILF Beratende Ingenieure. (2011). *Abwasserreinigungsanlage Teheran*. ILF Consulting Engineers: <http://www.ilf.com/de/referenzen/wasser-umwelt/abwasserentsorgung/teheran/>. [Zugriff am 09.05.2012].
- IMF Working Paper. (2011). *Iran–The Chronicles of the Subsidy Reform*. International Monetary Fund.
- IMO. (2007). *Discussion Note: Migration and the Environment, 94th session, MC/INF/288*. International Organization for Migration.
- Industrial Park Org. Teherans (2011). → Farsi-Index Nr. 111
- Ingenieurbüro Pars Juyab (2008). → Farsi-Index Nr. 33
- International conference of Urmia Lake (2012). → Farsi-Index Nr. 162
- IPCC. (2007a). *Climate Change : The Physical Science Basis*. Cambridge, UK: Cambridge University Press: [http://www.ipcc.ch/publications\\_and\\_data/ar4/wg1/en/spmsspmpm-projections-of.html](http://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg1/en/spmsspmpm-projections-of.html). [Zugriff am 15.12.2013].
- IPCC. (2007b). *Climate Change 2007: Synthesis Report*. Geneva, Switzerland: [http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4\\_syr.pdf](http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr.pdf). [Zugriff am 15.12.2013].
- IPCC. (2007c). *Zusammenfassung für politische Entscheidungsträger*. In: *Klimaänderung 2007: Auswirkungen, Anpassung, Verwundbarkeiten*. Cambridge, UK: Cambridge University Press: <https://www.ipcc.ch/pdf/reports-nonUN-translations/deutch/IPCC2007-WG2.pdf>. [Zugriff am 15.12.2013].
- Iran environment and wildlife watch Group. (2011). → Farsi-Index Nr. 68
- Irani-Behbahani, H. (1994). → Farsi-Index Nr. 18
- Irani-Behbahani, H. & Khosravi, F. (2006). → Farsi-Index Nr. 19
- Irans Oberster Rat für Stadtplanung und Architektur. (2007). → Farsi-Index Nr. 127
- Irans Oberster Rat für Stadtplanung und Architektur. (2012). → Farsi-Index Nr. 126
- IRIMO (I.R. of Iran Meteorological Organization). (1951-2006). → Farsi-Index Nr. 101
- Jafari, M.K. & Razmkhah, A. (2003). → Farsi-Index Nr. 51
- Jahani, H., & Reyhani, M. (2006). Role of groundwater in Tehran water crisis mitigation . *International Workshop on Groundwater for Emergency Situations, Regional Center on Urban Water Management/UNESCO-IHP*. Teheran.
- JAMAB. (2006). → Farsi-Index Nr. 48

- Janbaz, H.R. (2009). → Farsi-Index Nr. 49
- Jantzen, F. (1973). Freiflächenbedarf Parkanlagen. *Schriftenreihe Konferenz der Gartenbauamtsleiter beim Deutschen Städtetag*. Hamburg.
- Jáuregui, E. (1990/91). Influence of a Large Urban Park on Temperature and Convective Precipitation in a Tropical City. *Energy and Buildings*, 15(3-4), 457-463.
- Jáuregui, E. (1997). Climatic changes in Mexico during the historical and instrumented periods. *Quaternary International*, 43-44, S. 7-17.
- Jawaheri, P. & Jawaheri, M. (1999). → Farsi-Index Nr. 53
- Jellicoe, G. &. (1987). *The landscape of man*. New York: Thames & Hudson Ltd.
- JICA. (2001). → Farsi-Index Nr. 50
- Jochumsen, C. (1.12.2010). *Ecology and urbanism*. Danish Architecture Centre, DAC: <http://www.dac.dk/en/service-sider/news/2010/december/ecology-and-urbanism/?bbredirect=true>. [Zugriff am 15.12.2013].
- Joneidi-Jafari, A., Zohur, A.R., Rezaei, R., Malek-Afzali, Sh. & Seif, A. (2009). → Farsi-Index Nr. 52
- Jorgensen, E. (1974). Towards an urban forestry concept. *The 10th Commonwealth Forestry Conference* (S. 14). Ottawa, Canada: Forestry Service.
- Kamari, M. (1983). The Qanat System in Iran. *Ekistics*, 50(303), S. 467-472.
- Karami, M. (2012). → Farsi-Index Nr. 158
- Kardavani, P. (2011). → Farsi-Index Nr. 157
- Kariman, H. (1976). → Farsi-Index Nr. 159
- Kasmaei, M. (1993). → Farsi-Index Nr. 160
- Kazemian, G. & Saidi, N. (2004). → Farsi-Index Nr. 156
- Keller, T. (1979). The possibilities of using plants to alleviate the effects of the motor vehicle and of detecting "latent" injury. (S. 109-113). Transport and Road Research Laboratory, Symposium Report 513.
- Kerr, R.A. (02. 10 2009). What Happened to Global Warming? Scientists Say Just Wait a Bit. *Science*, 326, 28.
- Keshavarzian, A. (2009). *Bazaar and State in Iran: The Politics of the Tehran Marketplace*. Cambridge University Press.
- Khaksar, K. & Haghighi, M.K. (2008). → Farsi-Index Nr. 63
- Khodaii, H., Omidvar, B. & Emami, K. (2006). → Farsi-Index Nr. 64
- Khorasani, N. (2003). → Farsi-Index Nr. 65
- Kjelgren, R., & Montague, T. (1998). Urban tree transpiration over turf and asphalt surfaces. *Atmospheric Environment*, 32(1), 35-41.
- Kolenda, C. (2001). *Die Funktion von Grünflächen in der Stadt*: [http://www.kolenda.de/pdf/SemA\\_Gruenfl\\_LF.pdf](http://www.kolenda.de/pdf/SemA_Gruenfl_LF.pdf). [Zugriff am 20.12.2009].
- Konijnendijk, C. C., Sadio, S., Randrup, T. B., & Schipperijn, J. (2003). Urban and peri-urban forestry for sustainable urban development. *The XII World Forestry Congress*. Québec, Canada: FAO.
- Konijnendijk, C., & Randrup, T. B. (2004). Landscape and planning, Urban Forestry. In *Encyclopedia of Forest Sciences* (S. 471-478). Elsevier Ltd.
- Konijnendijk, C., Ricard, R., Kenney, A., & Randrup, T. (2006). Defining urban forestry – A comparative perspective of North America and Europe. *Urban Forestry & Urban Greening*, 4(3-4), S. 93-103.
- Konijnendijk, C., Sadio, S., Randrup, T. B., & Schipperijn, J. (2004). Urban and peri-urban Forestry in a Developing Context-Strategy and Implementation. *Journal of Arboriculture*, 30(5), 269-276.
- Kuchelmeister, G. (Fall/Winter 1997). Urban trees in arid landscapes: Multipurpose urban forestry for local needs in developing countries. *Arid Lands Newsletter Urban Agriculture in Drylands*(42): <http://ag.arizona.edu/oals/ALN/aln42/kuchelmeister.html>. [Zugriff am 15.12.2013].
- Kuchelmeister, G. (1998). *Urban forestry in the Asia-Pacific Region- status and prospects*. Rome, Bangkok: FAO, Asia-Pacific Forestry Sector Outlook Study Working Paper Series No: APFSOS/WP/44.
- Kuchelmeister, G. (2002). URBAN FORESTRY - A Development Tool. *Urban forestry a development tool - The North-South Perspective Cost Action*. Thessaloniki, Griechenland.
- Kuchelmeister, G., & Braatz, S. (1993). Urban forestry revisited. *Unasylva, Urban and peri-urban forestry*, 44(173), S. 3-12.
- Künzli, N., Perez, L., & Rapp, R. (2010). *Luftverschmutzung für die Gesundheit*. Basel: Swiss Tropical and Public Health Institute.

- Kuttler, W. (2004). Stadtklima, Teil 1: Grundzüge und Ursachen. *Umweltwissenschaften und Schadstoff-Forschung, Zeitschrift für Umweltchemie und Ökotoxikologie, UWSF – Z Umweltchem Ökotox*, Vol. 16, Nr. 3.
- Lakany, H. E. (1999). Urban and peri-urban forestry in the near east. A case study of Cairo. In S. Rouchiche, R. Webb, S. Murray, M. Pastuk, M. H. El-Lakany, & A. M. Ataie, *Urban and Peri-Urban Forestry: Case Studies in Developing Countries* (S. 131-161). Rome, Italy: Food and Agriculture Organization.
- Lal, R. (2007). Soil Science and the Carbon Civilization. *Soil Science Society of America Journal*, 71(5), S. 1425-1437.
- Lefebvre, F., & De Ridder, K. (2003). The Impact of Green Space Modifications on Air Quality for the Antwerp Urban Area. *Fifth International Conference on Urban Climate*. Lodz, Poland.
- Lockhart, L. (1939). *Famous cities of Iran*. Brentford, London: W. Pearce & Co.
- Lomborg, B. (2007). *Cool It: The Skeptical Environmentalist's Guide to Global Warming*. Cyan Communications / Marshall Cavendish.
- Ludwig, E. (1970). Urban Temperature Fields in Urban Climates. *Technical Note No. 108*, S. 80-107.
- Lüpke, S., & Weth, D. (2001). WILMA Wirksamkeitsanalysemodell für Altlastensanierung. In *Reduzierung der Massenströme bei der Behandlung belasteter Böden unter besonderer Berücksichtigung des Kreislaufwirtscha*. Fraunhofer Irb Verlag. Das Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung.
- Madanipour, A., (2002). → Farsi-Index Nr. 174
- Mahmoudi, M.R. (2011). → Farsi-Index Nr. 170
- Mahmudian, A.A. (2005). → Farsi-Index Nr. 171
- Mahvi, A.H., Afsharnia, M., Nuri, J. & Naseri, S. (2004). → Farsi-Index Nr. 172
- Majnonian, H. (1995). → Farsi-Index Nr. 166
- Malakian, R., Heydarpour, M., Mostafazade, B. & Aabedi, J. (2008). → Farsi-Index Nr. 200
- Maleki, A. & Khorsandi, A. (2005). → Farsi-Index Nr. 163
- Maleki, K. (2008). → Farsi-Index Nr. 199
- Management und Planungsorganisation Irans. (1989). → Farsi-Index Nr. 99
- Management und Planungsorganisation Irans. (2004). → Farsi-Index Nr. 100
- Mashhadizadeh Dahaghani, N. (2002). → Farsi-Index Nr. 187
- Masjedi, M.R. (2002). → Farsi-Index Nr. 186
- Masumzade, J. (2010). → Farsi-Index Nr. 195
- Mathews, F. D. (1999). *Politics for People: Finding a Responsible Public Voice*. Champaign, Illinois: University of Illinois Press.
- McPherson, E. G., & Simpson, J. R. (1999). *Carbon dioxide reduction through urban forestry: guidelines for professional and volunteer tree planters*. (P. S. USDA Forest Service, Hrsg.) Albany, California.
- Mehrawaran, H., Zabani, S. & Ghosi, R. (2006). → Farsi-Index Nr. 201
- Mercer. (04.12.2012). *Asia Pacific cities rank high on 2012 Quality of Living index*: <http://www.mercer.com/press-releases/asiapac-cities-rank-high-on-2012-QOL>. [Zugriff am 29.08.2013].
- Messner, J., & Babies, H. (2011). MENA Der Nahe Osten und Nordafrika – Eine Schlüsselregion für die Erdölversorgung der Welt –. *Commodity Top News*, Nr. 34.
- Met Office. (2011). *National Meteorological Library and Archive. Fact sheet No. 14 – Microclimates*. Devon, UK.
- Mildrexler, D., Zhao, M., & Running, S. (26. 10 2006). Where are the hottest spots on Earth? *Eos, Transactions American Geophysical Union*, 43, S. 461-467.
- Millennium Ecosystem Assessment. (2005). Chapter 22. Dryland Systems. In *Ecosystems and Human Well-being: Current State and Trends* (Bd. 1, S. 623-662). London: Island press.
- Miller, R. (2007). *Urban Forestry: Planning and Managing Urban Greenspaces*. Waveland Press.
- Milly, P. C., Wetherald, R. T., Dunne, K. A., & Delworth, T. L. (2002). Increasing risk of great floods in a changing climate. *Nature*(415), 514-517.
- Ministerium für Arbeit und Soziales Irans. (2011). → Farsi-Index Nr. 219
- Minorsky, V. (1936). Teheran. In M. T. Houtsma, A. J. Wensinck, & H. A. Gibb (Hrsg.), *E. J. Brill's First Encyclopaedia of Islam, , 1913-1936, Band 4* (S. 713-720). London.
- Miranzadeh, M.B. (2007). → Farsi-Index Nr. 203

- Mirzadeh, S.S., Rajamand, M.A. & Khayami, M. (2008). → Farsi-Index Nr. 204
- Moayeri, M., Dehghanisanij, H., Sedgi, H., Farahani, H., Abbasi, F., Nato, A., & Pazira, E. (2007). Assessment of the Causes of Low Water Productivity and Ways of Improvement in Irrigated Maize Areas of South KRB in Iran. *Proceedings of the International Workshop on: Improving Water Productivity and Livelihood Resilience in Karkheh River Basin in Iran* (S. 59-66). Karaj: International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA).
- Mohamadizadeh, M.J. (2011a). → Farsi-Index Nr. 168
- Mohamadizadeh, M.J. (2011b). → Farsi-Index Nr. 169
- Mohseni-Bandpei, A. (2009). → Farsi-Index Nr. 167
- Mokhtari, A.M. (2010). → Farsi-Index Nr. 173
- Molahosseini, M. (2010). → Farsi-Index Nr. 196
- Molaii, D. (2008). → Farsi-Index Nr. 197
- Molaii, D. (2009). → Farsi-Index Nr. 198
- Monatliches Wetterbulletin der Provinz Teheran (2011). → Farsi-Index Nr. 6
- Moore, G. M. (2008). Managing Trees in a Changing Environment. *Botanic Gardens of Australia and New Zealand*, 21, S. 7-14.
- Mosahab, G. (1976). → Farsi-Index Nr. 188
- Motamedi, M. (2002). → Farsi-Index Nr. 194
- MSF. (2009). → Farsi-Index Nr. 39
- Murawski, H., & Meyer, W. (2004). *Geologisches Wörterbuch*. Spektrum Akademischer Verlag.
- Musavi, S. Sh. (2013). → Farsi-Index Nr. 202
- Nadafi, K. (2002). → Farsi-Index Nr. 210
- Naderan, E. (2012). → Farsi-Index Nr. 205
- Naghavi, S.H. (2011). → Farsi-Index Nr. 213
- Naghshinepour, B. (1994). → Farsi-Index Nr. 212
- Naimi, M.A. (2012). → Farsi-Index Nr. 211
- Najar, M. (2010). → Farsi-Index Nr. 208
- Najm-al-Dowleh, A. (1868). → Farsi-Index Nr. 209
- Namjoo, M. (2008). → Farsi-Index Nr. 207
- Naseri, S., Mesdaghinia, A.R., Mahvi, A.H. & Afsharnia, M. (2002). → Farsi-Index Nr. 206
- National Geographical Organization of Iran. (2003-2005). → Farsi-Index Nr. 102
- NCAR. (2007). *Climate Change and Urban Green Spaces*. Community Renewal and Liveability Division, , Neighbourhoods, Cities and Regions Analysis Division.
- Nemani, R. R., Keeling, C. D., H.Hashimoto, Jolly, W. M., Piper, S. C., Tucker, C. J., . . . Running, S. W. (2003). Climate-Driven Increases in Global Terrestrial Net Primary Production from 1982 to 1999. *Science*, 300(5625), 1560-1563.
- NOCR (National organization for civil registration). (2010). → Farsi-Index Nr. 95
- Nowak, D. J., & Dwyer, J. F. (2007). Understanding the Benefits and Costs of Urban Forest Ecosystems. In J. E. Kuser (Hrsg.), *Urban and Community Forestry in the Northeast* (S. 25-46). Springer; Auflage: 2nd ed.
- Nurimand, K. (1997). → Farsi-Index Nr. 214
- Olsson, L., Eklundh, L., & Ardöb, J. (2005). A recent greening of the Sahel—trends, patterns and potential causes. *Journal of Arid Environments*, 63(3), 556–566.
- Omi, F. (2011). → Farsi-Index Nr. 16
- Pahlavi, M. (1976). → Farsi-Index Nr. 40
- Parivar, P., Yavari, A.R., Faryadi, Sh. & Sotoudeh, A. (2009). → Farsi-Index Nr. 38
- Park- und Grünflächenorganisation Teherans. (2009). → Farsi-Index Nr. 91
- Park- und Grünflächenorganisation Teherans. (2010a). → Farsi-Index Nr. 90
- Park- und Grünflächenorganisation Teherans. (2010b). → Farsi-Index Nr. 92



- Park- und Grünflächenorganisation Teherans. (2012). → Farsi-Index Nr. 89
- Parsa, M. (1989). *Social Origins of the Iranian Revolution*. New Brunswick, N.J., and London: Rutgers University Press.
- Parvaresh, M. (2012a). → Farsi-Index Nr. 37
- Parvaresh, M. (2012b). → Farsi-Index Nr. 36
- Parvaresh, M. (2013). → Farsi-Index Nr. 35
- Paterson, M. (1996). *Global Warming and Global Politics*. Routledge Chapman & Hall.
- Pearlmutter, D., Krueger, E., & Berliner, P. (2009). The role of evaporation in the energy balance of an open-air scaled urban surface. *International Journal of Climatology*, 29(6), S. 911-920.
- Pescod, M. (1992). Wastewater treatment and use in agriculture. *FAO irrigation and drainage paper 47*.
- Petrov, A., & Sugumaran, R. (2005). Monitoring and modeling farmland loss in rapidly growing urban and depopulating rural counties of Iowa using remotely sensed data and GIS. *Geocarto International*, 20(4), 45-52.
- Petruccioli, A. (1997). *Gardens in the Time of the Great Muslim Empires: Theory and Design (Muqarnas Supplement)* (Aga Khan Program for Islamic Architecture Ausg.). Brill Academic Pub.
- Podlech, D. (1996). Karl Heinz Rechinger und die Flora Iranica. *Annalen des Naturhistorischen Museums in Wien 98 B Supplement - 90 Jahre K.H. Rechinger*, 57-65.
- Pomerantz, M., Akbari, H., Chang, S.-C., Levinson, R., & Pon, B. (2003). *Examples of cooler reflective streets for urban heat-island mitigation : Portland cement concrete and chip seals*. Environmental Energy Technologies Division. Berkeley: Lawrence Berkeley National Laboratory; Publication No. LBNL-49283.
- Portnov, B., & Erell, E. (1998). Long-term Development patterns of Peripheral Desert Settlements. *International Journal of Urban and Regional Research*, 22(2), S. 216-232.
- Potchtera, O., Goldman, D., Kadishb, D., & Iluzb, D. (2008). The oasis effect in an extremely hot and arid climate: The case of southern Israel. *Journal of Arid Environments*, 72(9), S. 1721-1733.
- Pouyat, R. V., Yesilonis, I. D., & Golubiewski, N. E. (2009). A comparison of soil organic carbon stocks between residential turf grass and native soil. *Urban Ecosystems*, 12(1), S. 45-62.
- Protokoll der Umweltausschusssitzung des Stadtrats. (2010a). → Farsi-Index Nr. 122
- Protokoll der Umweltausschusssitzung des Stadtrats. (2010b). → Farsi-Index Nr. 121
- Protokoll der Umweltausschusssitzung des Stadtrats. (2011a). → Farsi-Index Nr. 119
- Protokoll der Umweltausschusssitzung des Stadtrats. (2011b). → Farsi-Index Nr. 123
- Rahmanian, D. (1991). → Farsi-Index Nr. 70
- Rahmstorf, S., & Schellnhuber, H. (2006). *Der Klimawandel – Diagnose, Prognose, Therapie*. München: C.H. Beck.
- Randrup, T. B., Konijnendijk, C., Dobbertin, M. K., & Prüller, R. (2005). The Concept of Urban Forestry in Europe. In C. N. Konijnendijk, C. Konijnendijk, K. Nilsson, T. B. Randrup, & J. Schipperijn (Hrsg.), *Urban Forests and Trees: A Reference Book* (S. 9-21). Springer.
- Ranjbar, A., Aliakbari, A.A. & Sadeghi, A.R. (2006). → Farsi-Index Nr. 76
- Ranjbar, A., Azadi, M., Aliakbari, A.A. & Sadeghi, A.R. (2005). → Farsi-Index Nr. 75
- Rapoport, E., Betancourt, M. D., & Moreno, I. L. (1983). *Aspectos de la Ecología Urbana de la Ciudad de México. Flora de las Calles y Baldíos*. Editorial Limusa.
- Rasuli, A. (2004). → Farsi-Index Nr. 72
- Rattan, R., Datta, S., Chhonkar, P., Suribabu, K., & Singh, A. (2005). Long-term impact of irrigation with sewage effluents on heavy metal content in soils, crops and groundwater—a case study. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 109(3-4), S. 310-322.
- Raunkjær, C. (1934). *The Life Forms of Plants and Statistical Plant Geography*. Oxford University Press.
- Razmi, A. (2010). → Farsi-Index Nr. 71
- Rechtsbüro der Stadtverwaltung Teheran. (2009). → Farsi-Index Nr. 4
- Rechtsbüro der Stadtverwaltung Teheran. (2008). → Farsi-Index Nr. 5
- Rezapour, Y. (2009). → Farsi-Index Nr. 73
- Rohani, G., Jazirei, M.H., Safavi, M. & Mozafarian, V. (2009). → Farsi-Index Nr. 77
- Rooyan ingenieurbüro. (2009). → Farsi-Index Nr. 79
- Rooyan ingenieurbüro. (2011). → Farsi-Index Nr. 78

- Rosenfeld, A., Akbari, H., Bretz, S., Fishman, B., Kurn, D., Sailor, D., & Taha, H. (1995). Mitigation of Urban Heat Islands: Materials, Utility programs, Updates. *Energy and Buildings*, 22(3), S. 255-265.
- Rößler, S., Costa, C. S., & Mathey, J. (2005). Grünflächenentwicklung als Beitrag zum ökologischen Umbau von Städten in Europa. In T. Wiechmann, & P. Wirth, *Ökologischer Umbau in Städten und Regionen* (S. 39-63). Dresden: Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung.
- Rowe, G., & Frewer, L. (2000). Public participation methods: a framework for evaluation. *Science, Technology and Human*, 25(1), S. 3-29.
- Rudolph, K. U., Paris, S., & Heindl, F. (2007). *Dezentrale Verwertung von Rohabwasser aus der Kanalisation zur Grünflächenentwicklung in ariden Stadtgebieten (am Beispiel VAE)*. Institute of Environmental Engineering and Management, BMBF-Verbundprojekt, FKZ: 02WD0757.
- Saadvandian, S. & Etehadieh, M. (1989). → Farsi-Index Nr. 105
- Sabeti, H. (2008). → Farsi-Index Nr. 47
- Sadat-Razavi, M. & Hejazi, R. (2006). → Farsi-Index Nr. 87
- Safari, A. (2004). → Farsi-Index Nr. 132
- Safavi, S.Y. & Alijani, B. (2007). → Farsi-Index Nr. 133
- Saidnia, A. (2003). → Farsi-Index Nr. 10
- Salehi, A. & Tabari, M. (2011). → Farsi-Index Nr. 128
- Salehi, A., Tabari, M., Aliarab, A.R. & Shahsavaripour, N. (2008). → Farsi-Index Nr. 129
- Salehi, M. (2012). → Farsi-Index Nr. 130
- Samadi-Alinia, H. (2010). → Farsi-Index Nr. 134
- Sanei, M. (1995). → Farsi-Index Nr. 131
- Santamouris, M. (2001). *Energy and Climate in the Urban Built Environment, Band 1*. London: James & James.
- Saravanan, V. S., Mollinga, P. P., & Bogardi, J. J. (2011). Global change, wastewater and health in fast growing economies. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 3(6), S. 461-466.
- Sassen, R. (2008). *Vergleich ökonomischer Wohlstandsindikatoren ausgewählter Länder vor dem Hintergrund ihrer Arbeitsmarktpolitik*. Grin Verlag.
- Sayyah, S. (2003). *A short note on NGOs in Iran*. Payvand News Of Iran: <http://www.payvand.com/news/03/jan/1114.html>. [Zugriff am 15.12.2013].
- Schaefer, M. (2012). *Wörterbuch der Ökologie*. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag.
- Schlichtungsrat. (2009). → Farsi-Index Nr. 165
- Schuppe, M. (2013). *Coping with Growth in Tehran: Strategies of Development Regulation*. Norderstedt: Grin Verlag.
- Scott, C. A., Faruqui, N. I., & Raschid-Sally, L. (2004). *Wastewater use in irrigated agriculture: confronting the livelihood and environmental realities*. Wallingford, UK: CABI Publishing.
- Seck, A. (2010). *Urban development, climate change and flood risk management, A case study of Saint-Louis, Senegal*. M.Sc. Thesis MWI.2010.032, UNESCO-IHE.
- Segrest, M. (20. Juli 2009). *Cash for grass: Las Vegas residents get rebates for tossing their turf*. Green Right Now: <http://www.grn-network.com/cash-for-grass-las-vegas-residents-get-rebates-for-tossing-their-turf/>. [Zugriff am 15.12.2013].
- Seifollahi, M., & Faryadi, S. (2011). Evaluating the Quality of Tehran's Urban Environment Based on Sustainability Indicators. *International Journal of Environmental Research*, 5(2), S. 545-554.
- Semsar, M.H., Sarayan, F. & Moghadam, R. (2008). → Farsi-Index Nr. 107
- Sepehri, J. & Zarei, P. (2006). → Farsi-Index Nr. 104
- Seybold, S., Bödeker, N., Erhardt, W., & Götz, E. (2008). *Der große Zander - Enzyklopädie der Pflanzennamen (2 Bände): Band 1: Familien und Gattungen - Band 2: Arten und Sorten*. Stuttgart: Ulmer, Eugen.
- Shabanikia, A., Nazari, A. & Khalaji-Asadi, M. (2007). → Farsi-Index Nr. 115
- Shahmohamadi, P., Che-Ani, A., I, E., Maulud, K., & Mohd-Nor, M. (2010). The Conceptual Framework on Formation of Urban Heat Island in Tehran Metropolitan, Iran: A Focus on Urbanization Factor. *Selected Topics in Power Systems and Remote Sensing: 10th WSEAS/IASME International Conference on Electric Power Systems, High Voltages, Electric Machines (POWER '10) ; 6th WSEAS International Conference on Remote Sensing (REMOTE '10)* (S. 251-259). WSEAS.

- Shahmohamadi, Z., Haghghatjoo, P. & Afrasiab, P. (2001). → Farsi-Index Nr. 108
- Sharbatoghlie, A. (1992). *Urbanization and Regional Disparities in Post-Revolutionary Iran*. Colorado: West View Press.
- Sharifi, M., Ghorbanli, M. & Barati, M. (2007). → Farsi-Index Nr. 114
- Sharifi-Sistani, M. (2006). → Farsi-Index Nr. 113
- Shashua-Bar, L., & Hoffman, M. E. (2003). Geometry and orientation aspects in passive cooling of canyon streets with trees. *Energy and Buildings*, 35(1), 61-68.
- Shashua-Bar, L., Erell, E., & Pearlmutter, D. (2009a). Microscale vegetation effects on outdoor thermal comfort in a hot-arid environment. *The seventh International Conference on Urban Climate (ICUC-7)*. Yokohama, Japan.
- Shashua-Bar, L., Erell, E., & Pearlmutter, D. (2009b). Water use considerations and cooling effects of urban landscape strategies in a hot dry region. *The seventh International Conference on Urban Climate (ICUC-7)*. Yokohama, Japan.
- Shepherd, J. (2006). Evidence of urban-induced precipitation variability in arid climate regimes. *Journal of Arid Environments*, 67(4), S. 607–628.
- Shobeiri, S. M., Omidvar, B., & Prahallada, N. N. (2006). Influence of gender and type of school on environmental attitude of teachers in Iran and India. *International journal of Environmental Science and Technology*, 3(4), S. 351-357.
- Skidmore, E. (1986). Wind erosion climatic erosivity. *Climatic Change*, S. 195-208.
- Staatliches Büro für NGO-Angelegenheiten Irans. (2004). → Farsi-Index Nr. 3
- Stadtrat Teherans. (2011). → Farsi-Index Nr. 120
- Stadtverwaltung Teheran. (2011). → Farsi-Index Nr. 191
- Statistisches Bundesamt. (2013). *Wasserwirtschaft, Öffentliche Wasserversorgung in Deutschland von 1991 bis 2010*. Destatis:  
[https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/GesamtwirtschaftUmwelt/Umwelt/\\_Doorpage/AktuellMeldung.html](https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/GesamtwirtschaftUmwelt/Umwelt/_Doorpage/AktuellMeldung.html).  
 [Zugriff am 15.12.2013].
- Statistisches Informationssystem der Stadt Teheran. (2011). → Farsi-Index Nr. 103
- Statistisches Jahrbuch der Stadt Teheran. (2007). → Farsi-Index Nr. 116
- Statistisches Jahrbuch der Stadt Teheran. (2009). → Farsi-Index Nr. 117
- Statistisches Jahrbuch der Stadt Teheran. (2012). → Farsi-Index Nr. 118
- Statistisches Zentrum Irans. (2006). → Farsi-Index Nr. 176
- Statistisches Zentrum Irans. (1966-2006). → Farsi-Index Nr. 178
- Statistisches Zentrum Irans. (2012). → Farsi-Index Nr. 177
- Statistisches Zentrum Irans. (2013). → Farsi-Index Nr. 175
- Stefanov, W. L., Ramsey, M. S., & Christensen, P. R. (08 2001). Monitoring urban land cover change: An expert system approach to land cover classification of semiarid to arid urban centers. *Remote Sensing of Environment*, 77(2), 173-185.
- Stringer, L. C., Dougill, A. J., Fraser, E., Hubacek, K., Prell, C., & Reed, M. S. (2006). Unpacking “Participation” in the Adaptive Management of Social–ecological Systems: a Critical Review. *Ecology and Society*, 11(2): 39.
- Sukopp, H., Numata, M., & Huber, A. (1995). *Urban Ecology as The Basis of Urban Planning*. Den Haag, Niederlande: SPB Academic Publishing.
- Swarup, D., Dwivedi, S., & Dey, S. (1997). Lead and cadmium levels in blood and milk of cows from Kanpur city. *Indian Journal of Animal Sciences*, 67(3), S. 222-223.
- Sykes, P. M. (1902). *Ten Thousand Miles in Persia: Or, Eight Years in Irán*. London: J. Murray.
- Szucs, T. D. (1997). *Medizinische Ökonomie : eine Einführung*. München: Urban und Vogel.
- Tabari, M. & Salehi, A. (2008). → Farsi-Index Nr. 135
- Tabatabai, S.M. (1988). → Farsi-Index Nr. 134
- Taha, H. (1997). Urban climates and heat islands: albedo, evapotranspiration, and anthropogenic heat. *Energy and Buildings*, 25(2), S. 99–103.
- Tajrishi, M. & Abrishamchi, A. (2004). → Farsi-Index Nr. 36
- Tajrishy, M., & Abrishamchi, A. (2005). Integrated Approach to Water and Wastewater Management for Tehran, Iran. In *Water Conservation, Reuse, and Recycling: Proceedings of an Iranian-American Workshop* (S. 217-229). Washington, DC: The National Academies Press.

- Tarkian, A. (2005). → Farsi-Index Nr. 46
- Tavakoli, A. (2009). → Farsi-Index Nr. 47
- Tavakoli, M.T. (2013). → Farsi-Index Nr. 48
- TDMMO. (2007). → Farsi-Index Nr. 94
- TDMMO. (2013). → Farsi-Index Nr. 93
- Teheran Recycling & Stoffumwandlung Org. (2006). → Farsi-Index Nr. 88
- Teheraner Metro-Gesellschaft. (2012). → Farsi-Index Nr. 123
- Teheraner Stadt- und Forschungszentrum. (2011). → Farsi-Index Nr. 185
- Teheran-Städtebaulicher Rahmenplan. (1999). → Farsi-Index Nr. 124
- The California Energy Commission. (2006). *OUTSIDE YOUR HOME*. The California Energy Commission, Consumer Energy Center: <http://www.consumerenergycenter.org/home/outside/index.html>. [Zugriff am 21.04.2013].
- The World Bank. (2005). *Islamic Republic of Iran, Cost Assessment of Environmental Degradation, Report No. 32043-IR*. Rural Development, Water and Environment Department, Middle East and North Africa Region.
- The World Bank. (2009). *Water - Unaccounted-for Water (UFW)*. The World Bank Group; <http://go.worldbank.org/U22MWA1ZD0>. [Zugriff am 15.12.2013].
- The World Bank. (2012). *3.5 World Development Indicators: Freshwater*. The World Bank Group; Environment: <http://wdi.worldbank.org/table/3.5>. [Zugriff am 15.12.2013].
- Thoreau, H. D. (1854). *Walden*. Boston, Massachusetts.: Ticknor and Fields.
- THRW. (2013). → Farsi-Index Nr. 109
- Torabian, A. & Hashemi, F. (1999). → Farsi-Index Nr. 44
- Torabian, A. & Mahjuri, M. (2004). → Farsi-Index Nr. 45
- TPWW. (2006). → Farsi-Index Nr. 110
- Treydte, K. S., Schleser, G. H., Helle, G., Frank, D. C., Winiger, M., Haug, G. H., & Esper, J. (2006). The twentieth century was the wettest period in northern Pakistan over the past. *Nature*(440), 1179-1182.
- Ulrich, R. (1990). The role of trees in well-being and health. *Proceedings of the fourth Urban Forestry Conference* (S. 25-30). St. Louis, Missouri, USA: American Forestry Association.
- UN-HABITAT. (2006). *State of the World's Cities Report 2006-2007, 30 Years of Shaping the Habitat Agenda*. United Nations Human Settlements Programme. London: Earthscan Publications Ltd.: [http://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/11292101\\_alt.pdf](http://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/11292101_alt.pdf). [Zugriff am 15.12.2013].
- UN-HABITAT. (2008a). *Sustainable development of Tehran city green space and providing improved condition for citizens*. Best Practices Database: [http://mirror.unhabitat.org/bp/bp.list.details.aspx?bp\\_id=1250](http://mirror.unhabitat.org/bp/bp.list.details.aspx?bp_id=1250). [Zugriff am 18.03.2013].
- UN-HABITAT. (2008b). *State of the World's Cities 2008/2009 - Harmonious Cities*. State of the World's Cities 2008/2009 - Harmonious Cities. London: Earthscan Publications Ltd.: [http://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/11192562\\_alt-1.pdf](http://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/11192562_alt-1.pdf). [Zugriff am 15.12.2013].
- UNHCR. (2013). *UNHCR Global Appeal 2012-2013*. Geneva: United Nations High Commissioner for Refugees.
- United Nations. (2004). *Freshwater and sanitation country profile - The Islamic Republic of Iran*. (U. Nations, Hrsg.) Sustainable Development Knowledge Platform: <http://www.un.org/esa/agenda21/natlinfo/countr/iran/Iranwatersanitf.pdf>. [Zugriff am 15.12.2013].
- United-Nations. (2009). *World Population Prospects: The 2008 Revision; Working Paper No. ESA/P/WP.210*. United Nations Department of Economic and Social Affairs/Population Division. New York: United Nations publication. [http://www.un.org/esa/population/publications/wpp2008/wpp2008\\_highlights.pdf](http://www.un.org/esa/population/publications/wpp2008/wpp2008_highlights.pdf). [Zugriff am 15.12.2013].
- Ura, K., Alkire, S., Zangmo, T., & Wangdi, K. (2012). *A short guide to Gross National Happiness Index*. Thimphu, Bhutan: The Centre for Bhutan Studies.
- URGE. (2003a). *ICC – Interdisziplinärer Kriterienkatalog. Kriteriengruppe N° 1*. Urban Green Environment (greenspace development project): [http://www.urge-project.ufz.de/CD/pdf/Part\\_2\\_Toolbox/3\\_ICC\\_SiteLevel/ICC\\_SiteLevel\\_German\\_Crit\\_1.pdf](http://www.urge-project.ufz.de/CD/pdf/Part_2_Toolbox/3_ICC_SiteLevel/ICC_SiteLevel_German_Crit_1.pdf). [Zugriff am 15.12.2013].
- URGE. (2003b). *ICC – Interdisziplinärer Kriterienkatalog. Kriteriengruppe N° 3 Nutzen des städtischen Grünsystems*. Urban Green Environment (greenspace development project): [http://www.urge-project.ufz.de/CD/pdf/Part\\_2\\_Toolbox/3\\_ICC\\_SiteLevel/ICC\\_SiteLevel\\_German\\_Crit\\_3.pdf](http://www.urge-project.ufz.de/CD/pdf/Part_2_Toolbox/3_ICC_SiteLevel/ICC_SiteLevel_German_Crit_3.pdf). [Zugriff am 15.12.2013].



- Vahid-Dastjerdi, M. (2010). → Farsi-Index Nr. 218
- Vakili, B. (2011). → Farsi-Index Nr. 221
- Vaughan, W. J., & Ardila, S. (1993). *Economic analysis of the environmental aspects of investment projects*. Inter-American Development Bank, Working Paper ENP100.
- von Storch, H. (05.12.2009). *The Sustainability of Climate Science*. Roger Pielke Jr.'s Blog: <http://rogerpielkejr.blogspot.de/2009/12/guest-post-by-hans-von-storch.html>. [Zugriff am 15.12.2013].
- Wade, G. L., & Midcap, J. T. (2007). *Xeriscape, a guide to developing a water-wise landscape*. 1073, Bulletin, The University of Georgia College of Agricultural and Environmental Sciences and the U.S. Department of Agriculture cooperatin.
- Wang, X. J. (2009). Analysis of problems in urban green space system planning in China. *Journal of Forestry Research*, 20(1), S. 79-82.
- WETECH. (2011). *Wasserknappheit in ariden und semi-ariden Regionen - Trinkwasserknappheit in Ländern arider und semi-arider Regionen*: water-asar: <http://www.water-asar.de/index.html>. [Zugriff am 01.07.2012].
- WHO & UN-HABITAT. (2010). *Hidden cities: unmasking and overcoming health inequities in urban settings*. World Health Organization & United Nations Human Settlements Programme. WHO Library Cataloguing-in-Publication Data: [http://www.who.int/kobe\\_centre/publications/hiddencities\\_media/who\\_un\\_habitat\\_hidden\\_cities\\_web.pdf?ua=1](http://www.who.int/kobe_centre/publications/hiddencities_media/who_un_habitat_hidden_cities_web.pdf?ua=1). [Zugriff am 15.12.2013].
- WHO. (2003). *Domestic Water Quantity, Service Level and Health*. Geneva: World Health Organization.
- WHO. (2010). *Global status report on noncommunicable diseases*. Geneva: World Health Organization.
- World heritage liste. (2011). *The Persian Garden*. World Heritage Earthen Architecture Programme (WHEAP), UNESCO: <http://whc.unesco.org/en/list/1372>. [Zugriff am 15.12.2013].
- WRMC. (2010). → Farsi-Index Nr. 98
- WRMC. (2012). → Farsi-Index Nr. 97
- WSSD. (2002). *Report of the World Summit on Sustainable Development; A/CONF.199/20*. World Summit on Sustainable Development, United Nations, Johannesburg, South Africa: <http://www.johannesburgsummit.org/>. [Zugriff am 15.12.2013].
- WWAP. (2009). *The Third United Nations World Water Development Report: Water in a Changing World (WWDR-3)*. United Nations World Water Assessment Programme. London: Earthscan: <http://unesdoc.unesco.org/images/0021/002112/211294e.pdf>. [Zugriff am 15.12.2013].
- WWC. (2006). *Final Report of the 4th World Water Forum*. World Water Council and the Secretariat of the 4th World Water Forum, México: [http://www.worldwatercouncil.org/fileadmin/world\\_water\\_council/documents/world\\_water\\_forum\\_4/Final\\_Report\\_4th\\_Forum.pdf](http://www.worldwatercouncil.org/fileadmin/world_water_council/documents/world_water_forum_4/Final_Report_4th_Forum.pdf). [Zugriff am 15.12.2013].
- Yahaghi, B. & Rostami, T. (2011). → Farsi-Index Nr. 222
- Yāqūt-al-Ḥamawī, A. A. (2001). → Farsi-Index Nr. 223
- Zangemeister, C. (1976). *Nutzwertanalyse in der Systemtechnik : eine Methodik zur multidimensionalen Bewertung und Auswahl von Projektalternativen*. München: Wittemann.
- Zare, S., Namiranian, M., Makhdum, M. & Shabanali-Fami, H. (2009). → Farsi-Index Nr. 80
- Zargar, R. (2008a). → Farsi-Index Nr. 82
- Zargar, R. (2008b). → Farsi-Index Nr. 86
- Zargar, R. (2008c). → Farsi-Index Nr. 84
- Zargar, R. (2008d). → Farsi-Index Nr. 83
- Zargar, R. (2008e). → Farsi-Index Nr. 81
- Zargar, R. (2009). → Farsi-Index Nr. 85
- Zech, W., & Hintermaier-Erhard, G. (2002). *Böden der Welt: Ein Bildatlas*. Berlin: Spektrum Akademischer Verlag.
- Zohary, M. (1973). *Geobotanical foundations of the Middle East* (Bd. 1&2). Stuttgart: Gustav Fischer.
- Zokai, M. (2005). → Farsi-Index Nr. 70
- Zustimmung des Kabinetts. (2010a). → Farsi-Index Nr. 189
- Zustimmung des Kabinetts. (2010b). → Farsi-Index Nr. 190

## Farsi-Index

- 1 ابتکار، معصومه: "گزارش شورای شهر درباره از بین رفتن بخشی از باغ‌های ازگل". رئیس کمیته محیط زیست شورای شهر. چهارصد و هفتاد و هفتمین جلسه علنی شورای شهر تهران. مجموعه صورتجلسات شورا، ۲۷ تیر ماه ۱۳۹۱.
- 2 احمد آخوندی، عباس؛ برک پور، ناصر؛ اسدی، ایرج؛ بصیرت، میثم؛ طاهرخانی، حبیب‌الله؛ آسیب‌شناسی مدل اداره امور شهر در ایران". فصلنامه پژوهش های جغرافیایی. شماره ۶۳، بهار ۱۳۸۷.
- 3 اداره کل امور سازمانهای مردم‌نهاد- وزارت کشور. آمار و اطلاعات سازمانهای غیردولتی و شعبه های آنها برحسب نوع فعالیت عمده سازمان و استان. قابل دسترس در:  
<http://saman.moi.ir/Portal/Home/Default.aspx?CategoryID=27a0bbb8-9d8e-42d8-a0d6-06f19d082f3b>.
- 4 اداره کل تدوین قوانین و مقررات شهرداری تهران. مجموعه قوانین و مقررات مورد عمل شهرداری، "لایحه قانونی حفظ و گسترش فضای سبز در شهرها، مصوب شورای انقلاب ۳ خرداد ماه ۱۳۵۹". سازمان فرهنگی هنری شهرداری تهران، مؤسسه نشر شهر، ۱۳۸۸.
- 5 اداره کل تدوین قوانین و مقررات شهرداری تهران. مجموعه قوانین و مقررات مورد عمل شهرداری، "تعیین بهای خدمات تشویقی و شاخص‌های اقتصادی جلب مشارکت شهروندان در ایجاد و توسعه فضای سبز بر بدنه فضاهای بلااستفاده ساختمان‌ها در شهر تهران، مصوب شورای اسلامی شهر تهران ۴ تیر ماه ۱۳۸۷". سازمان فرهنگی هنری شهرداری تهران، مؤسسه نشر شهر، ۱۳۸۸.
- 6 اداره کل هواشناسی استان تهران: ماهنامه های هواشناسی استان تهران، ۱۳۹۰-۱۳۸۰. قابل دسترس در:  
[http://www.tehranmet.ir/ShowPage.aspx?page\\_ =form&order=show&lang=1&sub=0&PagelD=39&PagelDF=28&tem pname=maintebranair](http://www.tehranmet.ir/ShowPage.aspx?page_ =form&order=show&lang=1&sub=0&PagelD=39&PagelDF=28&tem pname=maintebranair).
- 7 آذر، عادل: "گزارش سرشماری نفوس و مسکن سال ۱۳۹۰ به مجلس شورای اسلامی". رئیس مرکز آمار ایران. ایسنا. ۲ مهرماه ۱۳۹۱.
- 8 ارتقایی، خسرو: "برداشت سالانه ۵۰۰ میلیون مترمکعب آب از ۱۹۰۰ چاه غیرمجاز در تهران". مدیرعامل آب منطقه‌ای تهران. خبرگزاری فارس: ۱۶ آبانماه ۱۳۹۰.
- 9 اردکانیان، رضا: "خشکسالی قابل پیش بینی است". روزنامه ایرار اقتصادی. معاون اسبق وزارت نیرو. به نقل از ایسنا، ۲۶ اردیبهشت ۱۳۸۸.
- 10 اسدی، جمشید: "اقتصاد ایران در دور باطل" گفتگو. رادیو زمانه: ۲۹ فروردین ۱۳۸۷. قابل دسترس در:  
[http://radiozamaaneh.com/adibzadeh/2008/04/print\\_post\\_95.html](http://radiozamaaneh.com/adibzadeh/2008/04/print_post_95.html).
- 11 اسکندری، محمد رضا: "یک خشکسالی شدید در راه است". وزیر جهاد کشاورزی. اطلاعیه شماره ۵ سازمان هواشناسی. خبرگزاری مهر: ۲۵ فروردین ۱۳۸۷.
- 12 اعتماد السلطنه، محمدحسن خان: مرات الیدان ناصری (۱۳۱۳-۱۲۵۹ ق). مترجم: نوری علاء، پرتو. کتابخانه بنیاد دایرة المعارف اسلامی: تهران، ۱۳۶۴.
- 13 آقابراتی، اشرف؛ حسینی، سید محسن؛ اسماعیلی، عباس؛ مارالبان، حبیب؛ بهرامی‌فر، نادر: "اثر آبیاری با فاضلاب شهری بر ویژگیهای شیمیایی خاک و رشد زیتون در فضای سبز تهران". طرح پژوهشی. کارفرما: معاونت خدمات شهری سازمان پارک ها و فضای سبز شهر تهران. ۱۳۸۹.
- 14 اکبریور، فاطمه: "خطرناک تر از آلودگی هوا". ماهنامه شهرداریها: سال نهم، شماره ۹۵، صص ۱۱۶-۱۱۴، اردیبهشت ۱۳۸۸.
- 15 الوانی، سید مهدی: مدیریت عمومی (ویرایش جدید)، نشرنی، تهران، ۱۳۹۱.
- 16 امی، فتح‌الله: اقدامات و برنامه های کاهش آلودگی هوای تهران و سایر کلانشهرها، در: "همایش تخصصی بررسی وضع آلودگی هوا و راهکارهای مدیریت و کنترل آن"، (سوم بهمن ماه ۱۳۸۱)، دانشگاه صنعتی شریف
- 17 امیراحمدیان، بهرام؛ مقصدی، مهران: اطلس عمومی ایران. سازمان نقشه‌برداری کشور، تهران، ۱۳۸۶.
- 18 ایرانی بهبهانی، هما: "اصول و ضوابط طراحی پارکهای شهری". مهندسی مشاور آمایش محیط، تهران، ۱۳۷۳.
- 19 ایرانی بهبهانی، هما؛ خسروی، فخری: "باغ ایرانی - مکان همبستگی، شهر - طبیعت - منظر، مورد مطالعاتی: تهران و باغ هایش". فصلنامه علوم محیطی: سال سوم، شماره ۴، تابستان ۱۳۸۵.
- 20 بازرگانی، محسن: "تا کنون ۷۰ رشته قنات اصلی و فرعی در منطقه ۳ شناسایی شده". معاون فنی عمران منطقه ۳ شهرداری تهران. بازیابی از سامانه مدیریت ارتباطات شهرداری تهران، ۱۸ شهریور ۱۳۸۸. قابل دسترس در:
- 21 باقری، محمد رضا: "اثرات پساب و سیستمهای آبیاری بر برخی خواص فیزیکی، شیمیایی و آلودگی خاک تحت کشت چند محصول زراعی" پایان نامه کارشناسی ارشد دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان، ۱۳۷۹.
- 22 بدلیانسی قلی کندی، گانگیک؛ دلنواز، محمد؛ لشکری، محسن: مدیریت مصرف آب در نواحی خشک کشور با استفاده مجدد از فاضلاب شهری تصفیه شده، مطالعه موردی: استان سیستان بلوچستان، در: "سومین همایش ملی آب و فاضلاب با رویکرد بهره برداری"، (۱۳۸۸)، تهران، دانشگاه صنعت آب و برق، شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور.
- 23 برآبادی، کاظم: "اینجا کرج، مرکز استان البرز". روزنامه وطن امروز. شماره ۱۲۷، ۹ اردیبهشت ماه ۱۳۸۸.
- 24 بربریان، مانوئل؛ قریشی، منوچهر؛ ارژنگ روش، بهرام؛ مهاجر اشجعی، ارسلان: گسلش در گستره تهران و پیرامون. سازمان زمین شناسی کشور، ۱۳۷۱.
- 25 بیظامی، حشمت‌الله: "تارنمای ایرانی، برنامه ی بیست و یکم". مدیر روابط عمومی شرکت کنترل کیفیت هوا. ایران صدا: گفتگوی داغ سبز. ۱۱ آذرماه ۱۳۸۹. قابل دسترس در:  
<http://iranseda.ir/Fulllive/?g=807755>.
- 26 بلورچی، محمدجواد: "زلزله آرام در پایتخت / فرونشست گسترده در بیش از ۳۰۰ دشت کشور". مدیر امور زمین‌شناسی مهندسی، مخاطرات و زیست‌محیطی سازمان زمین‌شناسی. ایسنا: ۱۸ فروردین ۱۳۸۸.
- 27 بلورچی، محمد جواد؛ انصاری، فرهاد؛ شمشکی، امیر: "بررسی فرونشست زمین در دشت تهران- شهریار". گزارش نخست. گروه زمین شناسی زیست محیطی، وزارت صنایع و معادن، ۱۳۸۴.
- 28 بهرام سلطانی، کامبیز: "آثار فضای سبز بر بیوکلیمای شهر". فصلنامه علمی سازمان حفاظت محیط زیست، جلد سوم، شماره اول، ۱۳۶۹.
- 29 بهرام سلطانی، کامبیز: "روش پیشنهادی برای محاسبه سهم فضای سبز شهری". مجله آبادی، شماره ۱۷، صص ۷۸-۷۴، تابستان ۱۳۷۴.
- 30 بهزاد، بهروز: "آبیاری سبزیجات با فاضلاب تصفیه شده درست یا نا درست". خبر آنلاین: ۲۶ تیرماه ۱۳۸۹.
- 31 بهمن پور، هومن؛ سلاجقه، بهرنگ: "گونه های گیاهی سازگار با آب و هوای شهر تهران". شهرداریها، سال نهم، شماره ۹۵، صص ۸۹-۸۴، اردیبهشت ۱۳۸۸.
- 32 بهمن پور، هومن؛ محرم نژاد، ناصر: توسعه پایدار فضاهای سبز شهری در شهر تهران، در: "همایش ملی مناسب سازی محیط شهری" (۱۳۸۵)، تهران، سازمان زیباسازی شهر تهران.
- 33 پارس جویاب، مهندسین مشاور: "خلاصه گزارش مطالعات مرحله اول و دوم. طرح آبرسانی و آبیاری فضای سبز شاهین شهر". اصفهان، ۱۳۸۷.

- 34 طرح تفصیلی مناطق ۲۲ گانه تهران- اطلاعات منطقه هفت شهر تهران. بازیابی از اطلس محلات شهر تهران- شهرداری تهران. قابل دسترس در: <http://parishsatlas.tehran.ir/main/index.php>.
- 35 پرورش، محمد: "۷۵۰ میلیارد تومان زیان انباشته و عدم توان بازپرداخت وام بانک جهان". مدیرعامل شرکت آب و فاضلاب استان تهران. ایسنا، ۲۱ مرداد ماه ۱۳۹۲.
- 36 پرورش، محمد: "کیفیت آب جنوب تهران با شمال شهر تفاوتی ندارد". مدیرعامل شرکت آب و فاضلاب استان تهران. ایرنا، ۲۵ مهر ماه ۱۳۹۱.
- 37 پرورش، محمد: "هشدار به تهرانی‌ها برای استفاده بی‌رویه آب/ مصرف آب دوباره افزایش یافت!". مدیرعامل شرکت آب و فاضلاب استان تهران. خبرگزاری مهر، ۱۷ خرداد ماه ۱۳۹۱.
- 38 پرورش، پرستو؛ باوری، احمدرضا؛ فریادی، شهرزاد؛ ستوده، احد: "تحلیل ساختار اکولوژیک سیمای سرزمین شهر تهران برای تدوین راهکارهای ارتقای کیفیت محیط زیست". فصلنامه محیط‌شناسی، سال سی و پنجم، شماره ۵۱، صص ۴۵-۵۶، پاییز ۱۳۸۸.
- 39 پزشکان بدون مرز: "در کشور ایران، هزینه سالانه درمان بیماران قلبی بیش از هزار میلیارد تومان است". پایگاه اطلاع رسانی اخبار پزشکی، ۱۲ مهر ماه ۱۳۸۷.
- 40 پهلوی، محمد رضا: بسوی تمدن بزرگ. مرکز پژوهش و نشر فرهنگ سیاسی کتابخانه پهلوی، تهران، ۱۳۵۵.
- 41 تجریشی، مسعود؛ ابریشمی، احمد: مدیریت تقاضای منابع آب در کشور، در: "اولین همایش روشهای پیشگیری از اتلاف منابع ملی"، (۱۳۸۳)، تهران، فرهنگستان علوم جمهوری اسلامی ایران.
- 42 ترابیان، علی؛ هاشمی، فلور: "آبیاری فضای سبز با پساب تصفیه شده تصفیه خانه های تهران". فصلنامه آب و فاضلاب: شماره ۲۹، بهار ۱۳۷۸.
- 43 ترابیان، علی؛ مهجوری، مریم: "بررسی وضعیت فاضلاب‌های صنعتی- تولیدی در صنایع استان تهران". فصلنامه علمی پژوهشی آب و فاضلاب: دوره ۱۵، شماره ۵۰، صص ۴۴-۴۴ تابستان ۱۳۸۳.
- 44 ترکیان، ایوب: "احیای قنات‌های تهران ۳۰۰ میلیون مترمکعب آب تولید می‌کند". مشاور شهردار تهران در امور محیط زیست. ایسنا: اول اسفند ۱۳۸۴.
- 45 توکلی، احمد: "درخواست تعویق یکساله هدفمند کردن یارانه کالاهای اساسی". گزارش کمیسیون ویژه هدفمند کردن یارانه ها در مجلس، ۲۸ مهر ماه ۱۳۸۸.
- 46 توکلی، محمدتقی: "استفاده از فاضلاب در کشاورزی منجر به بروز سرطان می‌شود". عضو کمیسیون کشاورزی مجلس. مرکز پژوهشهای مجلس شورای اسلامی: اخبار مرکز پژوهشها، شماره خبر: ۳۳-۸۳۷۰، ۱۲ اسفند ۱۳۹۱.
- 47 ثابتی، حبیب‌الله: جنگلها درختان و درختچه های ایران. دانشگاه یزد، ویرایش اول، چاپ پنجم، یزد، ۱۳۸۷.
- 48 جاماب- شرکت مهندسی مشاور: طرح جامع آب کشور. ۱۳۸۵.
- 49 جانباز، حمید رضا: "در پایان برنامه پنجم توسعه، متوسط سرانه مصرف آب روزانه به ۱۳۳ لیتر در روز می‌رسد". معاون برنامه‌ریزی و توسعه شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور. خبرگزاری فارس: ۲ آبانماه ۱۳۸۸.
- 50 جایکا: گزارش نهایی پروژه ریز پهنه‌بندی لرزه‌ای تهران بزرگ". گروه مطالعاتی جایکای ژاپن: تهران ۱۳۸۰.
- 51 جعفری، محمدکاظم؛ رزمخواه، آرش: "ریز پهنه بندی لرزه ای جنوب تهران". طرح تحقیقات ملی. پژوهشنامه زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله: نشریه شماره ۸۱ - ۲۰۰۳ - ۴، ۱۳۸۱.
- 52 جنیدی جعفری، احمد؛ ظهیر، علیرضا؛ رضایی، روشنگر؛ ملک‌افضلی، شیدا؛ سیف، آزاده: "برآورد تعداد مرگهای قلبی و تنفسی منتسب به آلودگی هوای شهر تهران بر حسب ذرات". طب و تزکیه: شماره ۷۵-۷۴، صص ۴۷-۳۷، پاییز و زمستان ۱۳۸۸.
- 53 جواهری، پرهام؛ جواهری، محسن: چاره آب در تاریخ فارس. جلد اول. گنجینه ملی آب ایران و کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران، تهران، ۱۳۷۸.
- 54 چمران، مهدی: "مرثیه ای برای درختان پایتخت". رئیس شورای اسلامی شهر تهران. روزنامه ابتکار: شماره ۲۱۸۰، ۱۸ آبانماه ۱۳۹۰.
- 55 حاج نصراللهی، کامران: بررسی مشکلات حمل و نقل و ترافیک تهران و ارائه پیشنهادات، در: "دومین سمینار ساخت و ساز در پایتخت"، (۱۳۸۵)، تهران، دانشگاه تهران، دانشکده فنی.
- 56 حبیبی، سیمین: "از شار تا شهر (تحلیلی تاریخی از مفهوم شهر و سیمای کالبدی آن تفکر و تاجر)". مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران، ویرایش اول، چاپ دوازدهم، ۱۳۹۱.
- 57 حریریچی، پرچهر: "بررسی اثر جذابیت فضای سبز بوستانهای شهری بر قیمت املاک مسکونی مطالعه در دو منطقه از شهر تهران- ۳ و ۱۷"، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی. واحد علوم تحقیقات، دانشکده محیط زیست، گروه مدیریت محیط زیست، ۱۳۸۵.
- 58 حسن اقلی، علیرضا؛ لیاقت، عبدالمجید؛ میراب زاده، مهدی: "تغییرات میزان مواد آلی خاک در نتیجه آبیاری با فاضلاب های خانگی و خودپالایی آن". مجله آب و فاضلاب: شماره ۴۲، صص ۱۱-۲، تابستان ۱۳۸۱.
- 59 حسن زاده، علی؛ خسروشاهی، پرویز: الگوی تأمین مالی کارآمد برای شهرداری‌های کلانشهرها (مطالعه موردی شهرداری تهران)، در: "اولین همایش ملی شهرداری، مشکلات و راهکارها"، (۱۳۸۷)، مرکز مطالعات تکنولوژی دانشگاه صنعتی شریف، تهران، انتشارات بوم سازه.
- 60 حسینی صدر، مویذ: "تعطیلی یک روز تهران چقدر هزینه دارد، سخنگوی فراکسیون محیط زیست و عضو کمیسیون صنایع و معادن مجلس. روزنامه مردم سالاری: ۱۸ دیماه ۱۳۹۰.
- 61 حسینی، حمیدرضا: "مرگ ده ها هزار چنار در خیابان ولیعصر تهران". بی بی سی فارسی، ۲۴ شهریور ۱۳۸۵. قابل دسترس در: [http://www.bbc.co.uk/persian/iran/story/2006/09/060915\\_mv-hrh-valiasr-street.shtml](http://www.bbc.co.uk/persian/iran/story/2006/09/060915_mv-hrh-valiasr-street.shtml).
- 62 حیدرزاده، محمد هادی: "تهران جزو ۱۰ شهر آخر دنیا در زمینه فاضلاب". خبرگزاری مهر: کد خبر: ۱۸۱۷۱۸۱، ۲۹ بهمن ۱۳۹۱.
- 63 خاکسار، کاوه؛ حقیقی، محمد کاظم: "پشت پرده ریزشهای مکرر تونلهای مترو تهران". ایرنا، ۲۳ شهریورماه ۱۳۸۷.
- 64 خدایی، هانی؛ امیدوار، بابک؛ امامی، کامران: بهینه سازی سیستمهای پیش بینی و هشدار سیلاب در گلپدره و دریند با استفاده از مهندسی ارزش، در: "دومین کنفرانس بین المللی مدیریت جامع بحران در حوادث غیرمترقبه طبیعی"، (۱۳۸۵)، تهران، شرکت کیفیت ترویج.
- 65 خراسانی، نعمت‌الله: ویژگی های اکولوژیکی برخی از درختان مناسب برای کاشت در شهر تهران". مجموعه مقالات علمی تخصصی فضای سبز، جلد پنجم، صص ۳۸-۳۳، انتشارات سازمان پارکها و فضای سبز شهر تهران، ۱۳۸۲.
- 66 خبرگزاری جمهوری اسلامی ایران، ایرنا: "لایحه متمم بودجه سال ۹۱ شهرداری تهران تصویب شد". کد خبر: ۸۰۴۵۱۴۹۷ (۳۰۲۷۶۱۹) / تاریخ خبر: ۲۱ آذرماه ۱۳۹۱.
- 67 دهقان، مصطفی: "کاهش ۳۲۰ میلیون متر مکعب آب از آنجوان های تهران و البرز". مدیر دفتر حفاظت و بهره برداری از منابع آب شرکت آب منطقه ای تهران. پایگاه اطلاع رسانی وزارت نیرو (پاون): ۳۱ تیرماه ۱۳۹۱.
- 68 دیده بان محیط زیست و حیات وحش ایران: پایگاه خبری - تحلیلی و اطلاع رسانی تخصصی، دریاچه ارومیه. قابل دسترس در: <http://www.iew.ir>.
- 69 نکائی، محمد: طرح زیست محیطی آب و هوا: دومین گزارش وضعیت محیط زیست ایران. سازمان حفاظت محیط زیست ایران، ۱۳۸۴.
- 70 رحمانیان، داود: "مقابله با خشکسالی بدون برنامه ریزی جامع میسر نیست" فصلنامه مهتاب قدس: دوره جدید، شماره یازدهم، ۱۳۷۹.

- 71 رزمی، امیر: "مزایا و نقش مترو در کلان‌شهرها". نشریه خدمات شهری: شماره ۲، ۱۳۸۹.
- 72 رسولی، احد: نقش مترو بر سازماندهی فضایی و کالبدی منطقه شهری کرج، در: "هفتمین همایش حمل و نقل ریلی"، (۱۳۸۳)، تهران، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه صنعتی شریف.
- 73 رضا پور، یوسف: "۲۷ درصد هدر روی آب شرب شهر تهران". روزنامه دنیای اقتصاد، شماره ۱۷۱۶، ۲۹ دیماه ۱۳۸۷.
- 74 رضوی زاده، نورالدین؛ عزیزی، محبوبه: بررسی تاثیر مصرف رسانه ها بر سبک زندگی ساکنان تهران. پژوهشگاه فرهنگ، هنر و ارتباطات، تهران، ۱۳۸۶.
- 75 رنجبر سعادت آبادی، عباس؛ آزادی، مجید؛ علی اکبری بیخنتی، عباسعلی؛ صادقی حسینی، علیرضا: "مطالعه موردی جزیره گرمایی تهران و شبیه‌سازی عددی آن". مجله فیزیک زمین و فضا: جلد ۳۱، شماره ۱، صص ۶۳-۷۸، ۱۳۸۴.
- 76 رنجبر سعادت آبادی، عباس؛ علی اکبری بیخنتی، عباسعلی؛ صادقی حسینی، علیرضا: "آثار جزیره گرمایی و شهرنشینی روی وضع هوا و اقلیم محلی در کلان شهر تهران براساس داده های مهرآباد و ورامین". فصلنامه محیط شناسی: سال سی و دوم، شماره ۳۹، صص ۶۸-۵۹، تابستان ۱۳۸۵.
- 77 روحانی، غزاله؛ جزیره ای، محمدحسین؛ صفوی، محمد؛ مظفریان، ولی الله: راهنمای انتخاب و داشت درختان زینتی در فضای سبز. نشر آبیژ، تهران، ۱۳۸۸.
- 78 رویان، شرکت مهندسی مشاور: "طرح بررسی دقیق کمربند سبز جنوب تهران- بخش دوم". طرح پژوهشی. کارفرما: معاونت خدمات شهری سازمان پارک ها و فضای سبز شهر تهران، ۱۳۹۰.
- 79 رویان، شرکت مهندسی مشاور: "طرح بررسی مسائل و مشکلات کمربند سبز شهر تهران به منظور تکمیل و بهینه سازی آن- بخش اول". طرح پژوهشی. کارفرما: معاونت خدمات شهری سازمان پارک ها و فضای سبز شهر تهران، ۱۳۸۸.
- 80 زارع، سارا؛ نمیرانیان، منوچهر؛ مخدوم، مجید؛ شعبانعلی فسی، حسین: "عوامل موثر بر تمایل به مشارکت در امور اجرایی و حفاظتی پارک های جنگلی تهران". مجله جنگل ایران، سال اول، شماره ۳، صص ۲۰۸-۱۹۷، پاییز ۱۳۸۸.
- 81 زرگر، رسول: "ادامه بحرانهای آب و برق". روزنامه جهان صنعت، ۱۲ شهریور ۱۳۸۷.
- 82 زرگر، رسول: "ایران با خشکسالی بی سابقه روبروست، ۱۲۰ شهر ایران مواجه با بحران کم آبی". معاون آب و فاضلاب وزارت نیرو. خبرگزاری مهر: ۲۰ فروردین ۱۳۸۷.
- 83 زرگر، رسول: "خشک ترین سال ایرانی ها در ۴ دهه اخیر". معاون آب و فاضلاب وزارت نیرو. روزنامه ایران: ۱۷ اردیبهشت ۱۳۸۷.
- 84 زرگر، رسول: "مواجهه ۱۵ سد با کاهش ۷۰ درصدی بارندگی". معاون آب و فاضلاب وزارت نیرو. روزنامه سرمایه: ۲۴ فروردین ۱۳۸۷.
- 85 زرگر، رسول: "هدر رفتن آب در ایران بیش از میانگین جهانی است". معاون آب و فاضلاب وزارت نیرو. واحد مرکزی خبر: ۱۹ اردیبهشت ۱۳۷۸.
- 86 زرگر، رسول: "مردم نماز باران بخوانند". پایگاه خبری الف، کد مطلب: ۲۴۱۵۸: ۲۰ فروردین ۱۳۸۷.
- 87 سادات رضوی، منیره؛ حجازی، رخشاد: "مزایا و معایب کمربند سبز (در شهر تهران)". طرح پژوهشی. کارفرما: سازمان پارک ها و فضای سبز شهر تهران، ۱۳۸۵.
- 88 سازمان بازیافت و تبدیل مواد شهرداری تهران: "گزارش ویژه سازمان بازیافت تبدیل مواد شهرداری تهران". ماهنامه دام کشت و صنعت: سال هفتم شماره ۷۶، ۱۳۸۵.
- 89 سازمان پارک ها و فضای سبز شهر تهران: "طراحی و اجرای شبکه های آبرسانی فضای سبز؛ طرح جامع آب خام شهر تهران". طرح عمرانی در دست مطالعه و اجرا. کارفرما: معاونت خدمات شهری ۱۳۹۱.
- 90 سازمان پارک ها و فضای سبز شهر تهران: "عملکرد جنگلکاریهای شهری در جذب گازهای گلخانه ای". ۱۳۸۹.
- 91 سازمان پارک ها و فضای سبز شهر تهران: "طرح بازنگری گیاه شناختی فضای سبز شهر تهران". طرح پژوهشی. کارفرما: معاونت خدمات شهری. ۱۳۸۸.
- 92 سازمان پارک ها و فضای سبز شهر تهران: "طرح علمی اجرایی ساماندهی وضعیت درختان چنار خیابان ولیعصر تهران". طرح پژوهشی. کارفرما: معاونت خدمات شهری. ۱۳۸۹.
- 93 سازمان پیشگیری و مدیریت بحران شهر تهران (TDMMO): "پیشگیری و کاهش خطرپذیری سیلاب". پروژه: طرح جامع کاهش خطرپذیری شهر تهران، در حال انجام. قابل دسترس در:  
<http://tdmmo.tehran.ir/Default.aspx?tabid=90>.
- 94 سازمان پیشگیری و مدیریت بحران شهر تهران (TDMMO): "نقشه موقعیت قنوات شهر تهران". ۱۳۸۶.
- 95 سازمان ثبت احوال کشور: "گزارش تحلیلی ثبت رویداد و ولادت استان تهران". اداره کل ثبت احوال استان تهران. نشریه شماره ۲. ۱۳۹۰.
- 96 سازمان فناوری اطلاعات و ارتباطات شهرداری تهران: اطلس کلانشهر تهران. زمستان ۱۳۸۹.
- 97 سازمان مدیریت منابع آب ایران (WRMC): "مجموعه بانک اطلاعات منابع آب". آمار و اطلاعات آبهای سطحی و زیر زمینی سال ۱۳۹۱. قابل دسترس در:  
<http://wrs.wrm.ir/tolidat/banks.asp>.
- 98 سازمان مدیریت منابع آب ایران (WRMC): "گزارش میزان بارندگی، جریان سطحی و حجم آب موجود در مخازن سدها". تهران، سال آبی ۱۳۸۸-۱۳۸۹.
- 99 سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور: "قانون برنامه پنج ساله اول": قانون برنامه پنج ساله چهارم توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی جمهوری اسلامی ایران (۱۳۷۴-۱۳۷۰). مصوب مجلس شورا: ۱۳۶۸.
- 100 سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور: "قانون برنامه پنج ساله چهارم توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی جمهوری اسلامی ایران (۱۳۸۹-۱۳۸۵)". مصوب مجلس شورا: ۱۳۸۳.
- 101 سازمان هواشناسی کشور: رکوردهای هواشناسی ایستگاه سینوپتیک فرودگاه مهرآباد ۲۰۰۶-۱۹۵۱. قابل دسترس در:  
<http://www.irimo.ir/farsi/drought/synopH/Tehranmehrabad.txt>.
- 102 سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح: فرهنگ جغرافیایی رودهای کشور، جلد ۱ تا ۵، تهران، ۱۳۷۴-۱۳۷۲.
- 103 سامانه آماری شهر تهران: شاخص های حمل و نقل و ترافیک. قابل دسترس در:  
<http://statistics.tehran.ir/Default.aspx>.
- 104 سپهری، جعفر؛ زارعی، پرریسا: ورزش و پدیده جزیره گرمایی در شهرها (ورزش و توسعه پایدار)، در "اولین همایش ملی شهر و ورزش"، (۱۳۸۵)، هتل المپیک، تهران.
- 105 سعیدنیان، سیروس؛ اتحادیه، منصوره: آمار دارالخلافه تهران. نشر تاریخ ایران، تهران، ۱۳۶۸.
- 106 سعیدنیان، احمد: کتاب سیزدهمین شهرهای ایران، جلد پنجم. انتشارات سازمان شهرداریهای کشور، تهران، ۱۳۸۲.



- 107 سمسار، محمد حسن؛ سراییان، فاطمه؛ مقدم، رضا: سیمای تهران در سده ۱۳ هجری قمری. جلد اول. انتشارات زیریران، ۱۳۸۷.
- 108 شاه محمدی، زمان؛ حقیقت جو، پرویز؛ افراسیاب، پیمان: تعیین خشکسالی ها و تریسالی ها بر اساس آمار بلند مدت بارندگی های سالانه در ایران، در " اولین کنفرانس ملی بررسی راهکار های مقابله با بحران آب"، (۱۳۸۰)، زایل، دانشگاه زایل.
- 109 شرکت آب منطقه ای تهران: " ساختمان سد طالقان". قابل دسترس در: <http://www.thrw.ir/tabid/303/agentType/View/PropertyID/1152/Default.aspx>.
- 110 شرکت آب و فاضلاب استان تهران: " بازدید رئیس جمهور از روند پیشرفت فعالیت های بزرگترین پروژه زیست محیطی کشور (پروژه فاضلاب تهران)". گزارش روابط عمومی آفا: ۱۵ تیر ماه ۱۳۸۵. قابل دسترس در: <http://www.tpww.co.ir/newsdetail-499-fa.html>.
- 111 شرکت شهرکهای صنعتی تهران: " تاریخچه شکل گیری طرح انتقال صنایع آلوده کننده و مزاحم درون شهری تهران". پایگاه اطلاع رسانی شرکت. قابل دسترس در: <http://www.tehranec.ir/index.aspx?siteid=1&pageid=125>.
- 112 شرکت فرودگاههای کشور: " ماهنامه آمار عملکرد شرکت فرودگاههای کشور". شماره بیست و هشتم. عملکرد اسفند ماه ۱۳۹۰.
- 113 شریفی سیستانی، محمد: " بیش از ۸۰ درصد آب مصرفی کشور به فاضلاب تبدیل می شود". مشاور معاون نظارت بر بهره برداری وزارت نیرو. پایگاه خبری اداره کل روابط عمومی وزارت نفت (شانا): ۱۱ بهمن ۱۳۸۴.
- 114 شریفی، مظفر؛ قربانی، مه لقا؛ براتی، مرجان: " بررسی پارامتر های خاک و عوامل زیستی در ریزوسفر درختان کاج و اقیاقا در پارکهای طالقانی و چیتگر استان تهران". مجله زیست شناسی ایران: سال بیستم، شماره ۱، صص ۴۹-۴۲، بهار ۱۳۸۶.
- 115 شعبانی کیا، اکبر؛ نظری، علی؛ خلجی اسدی، مرتضی: بررسی تأثیر احداث نیروگاه بیوگازی در تأمین انرژی و کاهش معضلات زیست محیطی مواد زائد شهری در تهران، در: " چهارمین همایش بهینه سازی مصرف سوخت در ساختمان"، (۱۳۸۴)، تهران، سازمان بهینه سازی مصرف سوخت کشور.
- 116 شهرداری تهران: سالنامه آماری شهر تهران سال ۱۳۸۵. انتشارات سازمان فناوری اطلاعات و ارتباطات شهرداری تهران. ۱۳۸۶.
- 117 شهرداری تهران: سالنامه آماری شهر تهران سال ۱۳۸۸. انتشارات سازمان فناوری اطلاعات و ارتباطات شهرداری تهران. ۱۳۸۹.
- 118 شهرداری تهران: سالنامه آماری شهر تهران سال ۱۳۹۰. انتشارات سازمان فناوری اطلاعات و ارتباطات شهرداری تهران. ۱۳۹۱.
- 119 شورای اسلامی شهر تهران: " برنامه ساماندهی آب تهران". نهمین جلسه کارگروه آب و فاضلاب، ۳۱ فروردین ۱۳۹۰.
- 120 شورای اسلامی شهر تهران: " اصلاحیه مصوبه برنامه پنجساله شرکت فاضلاب تهران (مصوب جلسه ۲۱۴)". جلسه شماره ۴۱۸، ۵ دیماه ۱۳۹۰.
- 121 شورای اسلامی شهر تهران: " ارزیابی عملکرد دستگاهها برای مدیریت پایدار تامین و بهره برداری از منابع آب شهر تهران (۲)". صورتجلسه نود و یکمین جلسه کمیته محیط زیست، ۱۹ مرداد ماه ۱۳۸۹.
- 122 شورای اسلامی شهر تهران: " ارزیابی عملکرد دستگاهها برای مدیریت پایدار تامین و بهره برداری از منابع آب شهر تهران (۱)". طرح مدیریت زیست محیطی ساماندهی، احیا و بهره برداری از قنوات". صورتجلسه نودمین جلسه کمیته محیط زیست، ۱۲ مرداد ماه ۱۳۸۹.
- 123 شورای اسلامی شهر تهران: " گزارش وضعیت کیفیت آب شرب تهران و بررسی وضعیت نیترات". صورتجلسه یکصد و بیست و چهارمین جلسه کمیته محیط زیست، ۱۷ شهریور ماه ۱۳۹۰.
- 124 شورای شهر تهران: " گزارش شهرداری درباره خسارت آبرگفتگی مترو تأیید شد". گزارش کمیته حقیقتیاب دولت، کمیسیون عمران شورای اسلامی شهر تهران. روزنامه همشهری: ۲۱ خرداد ۱۳۹۱.
- 125 شورای عالی شهرسازی و معماری: چکیده طرح جامع تهران (طرح حفظ و ساماندهی تهران). گردآورنده: نواشتیاق، صمد؛ شرکت پردازش و برنامه ریزی شهری: تهران، ۱۳۷۸.
- 126 شورای عالی شهرسازی و معماری: طرح تفصیلی مناطق ۲۲ گانه شهر تهران. مصوب اردیبهشت ۱۳۹۱.
- 127 شورایی عالی شهرسازی و معماری ایران: " طرح راهبردی - ساختاری جدید شهر تهران (طرح جامع)". مصوب ۵ آذر ماه ۱۳۸۶.
- 128 صالحی، آزاده؛ طبری، مسعود: " بررسی تأثیر آبیاری با استفاده از فاضلاب شهری بر تجمع فلزات سنگین در خاک". فصلنامه علوم و تکنولوژی محیط زیست، سال سیزدهم، شماره ۴ (پیاپی ۵)، صص ۶۰-۴۹، زمستان ۱۳۹۰.
- 129 صالحی، آزاده؛ طبری، مسعود؛ علی عرب، علیرضا؛ شهسواری پور، ناهید: تأثیر طولانی مدت آبیاری با پساب فاضلاب شهری تهران بر ویژگیهای فیزیکی - شیمیایی خاک تحت جنگلکاری (کاج تهران)، در: " سومین کنگره ملی بازیافت و استفاده از منابع آلی تجدید شونده در کشاورزی"، (۱۳۸۷)، خوراسگان، دانشگاه آزاد واحد خوراسگان.
- 130 صالحی، مهدی: " آبیاری تحت فشار ۸۰۰ هکتار از اراضی کشاورزی شهریار". مدیر اداره جهاد کشاورزی شهریار. خبرگزاری مهر: ۳۱ خرداد ۱۳۹۱.
- 131 صانعی شریعت پناهی، محمد: " شناسایی علفهای هرز مهم پارکها و فضای سبز" - فصلنامه علمی و آموزشی فضای سبز: سال چهارم، شماره ۱۱، سازمان پارکها و فضای سبز شهر تهران، بهار ۱۳۷۵.
- 132 صفری، عبدالحمید: ساختار و ترکیب درآمدی شهرداری ها در کلانشهرهای ایران، در: " همایش مسائل شهرسازی ایران"، (۱۳۸۳)، دانشگاه شیراز، شیراز، جلد دوم- مدیریت شهری- انتشارات دانشکده هنر و معماری دانشگاه شیراز.
- 133 صفوی، سید یحیی؛ علیجانی، بهلول: " بررسی عوامل جغرافیایی در آلودگی هوای تهران". پژوهشهای جغرافیایی: شماره ۵۸، صص ۹۹-۱۱۲، زمستان ۱۳۸۵.
- 134 صمدی علی نیا، حدیث: " تهیه نقشه آسیب پذیری شهر تهران با استفاده از تئوری محاسبات دانه ای"، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران، دانشکده فنی، ۱۳۸۹.
- 135 طباطبایی، سید مرتضی: " عوارض مهاجرت های بی رویه در شهر تهران". اطلاعات سیاسی - اقتصادی: شماره ۲۴، آبان و آذر ۱۳۶۷.
- 136 طبری، مسعود؛ صالحی، آزاده: تأثیر آبیاری با فاضلاب شهری بر تجمع فلزات سنگین Cu، Fe، Pb در خاک تحت جنگلکاری ( اقیاقا )، در: " سومین کنگره ملی بازیافت و استفاده از منابع آلی تجدید شونده در کشاورزی"، (۱۳۸۷)، خوراسگان، دانشگاه آزاد واحد خوراسگان.
- 137 عباسی کشکولی، محمد علی؛ باقری کشکولی، علی: " راه های تامین درآمد پایدار برای شهرداری های کشور". ماهنامه شهرداریها: سال دهم، شماره ۹۸، صص ۲۷-۱۸، فروردین ۱۳۸۹.
- 138 عباسی، پویا: " میدان تجربیش شده بود منسقه عملیاتی!". همشهری مسافر، کد مطلب: ۹۳۷۶۵: ۶ آبانماه ۱۳۸۸.
- 139 عرفانیان سلیم، رامین: " تارنمای ایرانی، برنامه ی چهاردهم". معاون سازمان پارکها و فضای سبز شهرداری تهران. ایران صدا: گفتگوی داغ سبز. ۲۹ مهرماه ۱۳۸۹. قابل دسترس در: <http://iranseda.ir/Fulllive/?g=7969>.
- 140 عطارزاده، محمدرضا: " صرفه جویی ۶ درصدی در مصرف آب با هدفمندی بارانه ها". معاون وزیر نیرو در امور آب و آفا. پایگاه خبری وزارت نیرو: ۲۵ آذرماه ۱۳۹۰.

- 141 علی اشرفی پور، رسول: "مهرماه ۱۰ تن به آلودگی هوای تهران اضافه می شود". مدیرکل محیط زیست تهران. روزنامه کیهان. شماره پیاپی ۲۰۰۲۷. ۲۸ شهریور ماه ۱۳۹۰.
- 142 عزیززاده، محمد؛ فتحی، فریبا؛ ترابیان، علی: "بررسی مقدار تجمع فلزات سنگین در گیاهان علوفه ای تحت آبیاری با فاضلاب در جنوب تهران". فصلنامه محیط شناسی. سال سی و چهارم، شماره ۴۸، صص ۱۴۸-۱۳۷، زمستان ۱۳۸۷.
- 143 غمامی، مجید: "رابطه شهر و منطقه تهران، تنگناها و ضرورتها". فصلنامه مدیریت شهری. سال دوم، شماره ۶، صص ۴۳-۳۶، تابستان ۱۳۸۰.
- 144 فدایی، حسین: "کاهش ۴۵ هزار هکتار از زمین های کشاورزی جنوب تهران بر اثر خشکسالی". نایب رئیس کمیسیون اصل نود مجلس. خبرگزاری ایرنا، ۲۰ دی ماه ۱۳۸۹.
- 145 فراهانی، محمد حسین: "ثبت ملی خیابان ولیعصر تهران در چهارمین همایش ملی شورای سیاستگذاری ثبت میراث فرهنگی". مدیرکل میراث فرهنگی و گردشگری استان تهران. روزنامه همشهری: ۷ دیماه ۱۳۹۰.
- 146 قادری، جعفر: "ارزیابی نظام مالی و درآمدی شهرداری ها در ایران". فصلنامه اقتصاد مقداری: دوره سوم، شماره ۳، صص ۴۸-۲۱، پاییز ۱۳۸۵.
- 147 قاسمی، علی: "کاهش هدررفت آب در شهر تهران". معاون بهره برداری آب و فاضلاب شهر تهران. خبرگزاری آفتاب: خرداد ۱۳۸۴.
- 148 قدرت نما، قهرمان: "ساختار و محورهای اصلی در مطالعات پیش بینی و مقابله با خشکسالی". نشریه پیام آب: صص ۲۸-۲۵، ۱۳۸۰.
- 149 قدیری، فرید: "مارتن «آب» در مسکن مهر / گزارش فنی از وضعیت آب، برق، گاز و تلفن در واحدهای مسکونی مهر مخصوص تهران". روزنامه دنیای اقتصاد: شماره پیاپی ۲۲۴۹، ۲۳ آذرماه ۱۳۸۹.
- 150 قربانی، اصغر: "افزایش ۱۰ درصدی قیمت آب تأیید شد". مدیر عامل شرکت آب و فاضلاب استان تهران. روزنامه همشهری: ۱۸ مهر ماه ۱۳۸۸.
- 151 قربانی، اصغر: "بهره برداری بخش دوم تصفیه خانه فاضلاب تهران". مدیر عامل شرکت آب و فاضلاب استان تهران. خبرگزاری اقتصادی ایران: ۲۴ اسفند ماه ۱۳۸۸.
- 152 قرخلو، مهدی؛ زنگنه شهرکی، سعید: "شناخت الگوی رشد کالبدی فضایی شهر با استفاده از مدل های کمی مطالعه موردی شهر تهران". جغرافیا و برنامه ریزی محیطی: جلد ۲، شماره ۲، (پیاپی ۳۴)، صص ۶۰-۱۹، تابستان ۱۳۸۸.
- 153 قنبری، حسین علی؛ عزیزی، فاسم: "شبیه سازی عددی رفتار آلودگی هوای تهران بر اساس الگوی باد". فصلنامه پژوهش های جغرافیایی طبیعی: سال چهل و یکم، شماره ۶۸، صص ۳۲-۱۵، تابستان ۱۳۸۸.
- 154 قنبری، علی: "مطالعه مدل الاستیسیته خاک در آبرفت جنوب تهران". علوم زمین: سال هجدهم، شماره ۷۱، صص ۳۸-۳، بهار ۱۳۸۸.
- 155 قهرمان، احمد؛ عطار، فریده: "تنوع زیستی گونه های گیاهی ابرشهر تهران". مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران، تهران، ۱۳۸۰.
- 156 کاظمیان، غلامرضا؛ سعیدی رضوانی، نوید: "امکان سنجی واگذاری وظایف جدید به شهرداری ها". جلد اول و دوم. انتشارات سازمان شهرداری ها، تهران، ۱۳۸۳.
- 157 کردوانی، پرویز: "منابع و مسائل آب در ایران". جلد اول. ویرایش اول. چاپ دهم. مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران، تهران، ۱۳۹۰.
- 158 کریمی، محسن: "آمریکا، اولین گزینه مهاجران ایرانی است". معاون امور اسناد هویتی سازمان ثبت احوال. ایلنا: ۴ شهریورماه ۱۳۹۱.
- 159 کریمان، حسین: "تهران در گذشته و حال". انتشارات دانشگاه ملی ایران، تهران، ۱۳۵۵.
- 160 کسمایی، مرتضی: "پهنه بندی اقلیمی ایران: مسکن و محیط های مسکونی". چاپ اول. مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، تهران، ۱۳۷۲.
- 161 کمیسیون بهداشت و درمان مجلس شورای اسلامی: "منطقه «بافت آباد تهران» به دلیل شدت آلودگی آب «منطقه سیاه» اعلام شد". خبرگزاری مهر: ۳۰ تیر ماه ۱۳۸۹.
- 162 کنفرانس بین المللی دریاچه ارومیه، چالشها و راهکارها: مجموعه خلاصه مقالات، دبیرخانه همایش، (۲۱-۱۸ آذرماه ۱۳۹۱)، ارومیه.
- 163 مالکی، احمد؛ خورسندی آقایی، احمد: "فناات در ایران، مطالعه موردی فنوآت شهر تهران". تهران: انتشارات پردازش و برنامه ریزی شهری، ۱۳۸۴.
- 164 ماهنامه اختصاصی وزارت نیرو "میزان بارندگی در ایران". پیام نیرو: شماره ۱۵۹، مرداد ۱۳۸۷.
- 165 مجمع تشخیص مصلحت نظام: "آئین نامه «اصلاح قانون حفظ و گسترش فضای سبز در شهرها مصوب سال ۱۳۵۹ شورای انقلاب»". مصوب ۱۳ مرداد ۱۳۸۸.
- 166 مجنونیان، هنریک: "مباحثی پیرامون پارکها، فضای سبز و تفرجگاهها". سازمان پارکها و فضای سبز شهر تهران، تهران، ۱۳۷۴.
- 167 محسنی بندپی، انوشیروان: "۱۶ هزار نفر قربانی آلودگی هوای تهران!". نایب رئیس کمیسیون بهداشت و درمان مجلس. خبرگزاری فردا، ۱۸ مهر ماه ۱۳۸۸.
- 168 محمدی زاده، محمدجواد: "سالانه ۸۳۰ هزار تن آلاینده توسط خودرو ها وارد هوای تهران می شود". رئیس سازمان حفاظت محیط زیست. ایسنا: ۱ آبانماه ۱۳۹۰.
- 169 محمدی زاده، محمدجواد: "سرانه فضای سبز تهران يك هشتم استاندارد جهانی". رئیس سازمان حفاظت محیط زیست. روزنامه ابتکار، ۲ بهمن ۱۳۸۹.
- 170 محمودی، محمد رضا: "شناسایی نیم میلیون درخت در استان". معاون عمرانی استاندار تهران. ایسنا، ۶ مهرماه ۱۳۹۰.
- 171 محمودیان، علی اکبر: "نگاهی به تهران از آغاز تاکنون". مؤسسه جغرافیایی و کارتوگرافی گیتاشناسی ۱۳۸۴.
- 172 محوی، امیرحسین؛ افشارنیا، مجتبی؛ نوری، جعفر؛ ناصری، سیمین: "بررسی کمی و کیفی فاضلاب صنایع فلزی و کانی غیر فلزی تهران بزرگ". فصلنامه علوم و تکنولوژی محیط زیست، شماره ۲۱، صص ۷۲-۵۶، تابستان ۱۳۸۳.
- 173 مختاری، علی محمد: "سرانه استاندارد فضای سبز تهران ۱۵ تا ۲۵ متر مربع است". مدیر عامل سازمان پارک ها و فضای سبز شهر تهران. خبرگزاری مهر، ۲۰ آذر ۱۳۸۹.
- 174 مدنی پور، علی: "تهران ظهور یک کلانشهر". مترجم: زرآزوند، حمید. چاپ اول. انتشارات پردازش و برنامه ریزی شهری، تهران، ۱۳۸۱.
- 175 مرکز آمار ایران: نتایج آمارگیری از هزینه و درآمد خانوار های شهری ۱۳۹۱ شماره مسلسل: ۴۶۳۳، تهران: مرکز آمار ایران، دفتر ریاست، روابط عمومی و همکاریهای بین الملل، ۱۳۹۲. قابل دسترس در:
- 176 [http://www.amar.org.ir/Portals/0/Files/fulltext/1391/n\\_hdsh\\_91.pdf](http://www.amar.org.ir/Portals/0/Files/fulltext/1391/n_hdsh_91.pdf)  
مرکز آمار ایران: سرشماری عمومی نفوس و مسکن- ۱۳۸۵. نتایج تفصیلی شهر تهران (مناطق ۲۲گانه)، شماره مسلسل ۴۲۶۷، تهران.
- 177 مرکز آمار ایران: گزیده نتایج سرشماری عمومی نفوس و مسکن ۱۳۹۰. شماره مسلسل ۴۵۴۸، تهران، مرداد ۱۳۹۱. قابل دسترس در:
- 178 [http://www.amar.org.ir/Portals/0/Files/abstract/1390/n\\_sarshomari90\\_2.pdf](http://www.amar.org.ir/Portals/0/Files/abstract/1390/n_sarshomari90_2.pdf)  
مرکز آمار ایران: نتایج تفصیلی سرشماری های عمومی نفوس و مسکن ایران (۱۳۴۵ تا ۱۳۸۵). قابل دسترس در:
- <http://lib.sci.org.ir/DiglibGuest/WebUI/Index.aspx>.

- 179 مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی: "آیین نامه اجرایی قانون انتقال زندانها و مراکز اقدامات تأمینی و تربیتی موجود به خارج از شهرها - مصوب ۱۳۸۰". مصوبه هیات وزیران: ۳ تیر ماه ۱۳۸۶. قابل دسترس در:  
<http://rc.majlis.ir/fa/law/show/129701>.
- 180 مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی: "قانون فروش و انتقال یادگانها و سایر اماکن نیروهای مسلح به خارج از حریم شهرها". مصوبه مجلس شورا: ۱ شهریور ۱۳۸۸. قابل دسترس در:  
<http://rc.majlis.ir/fa/law/show/136171>.
- 181 مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی: "قانون فهرست نهادها و مؤسسات عمومی غیر دولتی". مجموعه قوانین: دوره ۴، جلد ۱، ص ۵۸۹، مصوب ۱۴ تیر ماه ۱۳۷۳. قابل دسترس در:  
<http://rc.majlis.ir/fa/law/show/90418>.
- 182 مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی: "گزارش مدیریت منابع آب و توسعه پایدار". دفتر مطالعات زیربنایی: شماره مسلسل ۷۳۷۴، ۱۳۸۴.
- 183 مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی: "انتقال صنایع آلوده کننده و مزاحم محیط زیست شهر تهران (تهران بزرگ) و دما دریاها و مرغدریهای داخل محدوده شهر تهران به خارج از محدوده شهر". مصوبات هیات وزیران: دوره ۶۹، مصوب ۱۳ خرداد ۱۳۶۹. قابل دسترس در:  
<http://rc.majlis.ir/fa/law/show/111372>.
- 184 مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی: "قانون حفظ و گسترش فضای سبز و جلوگیری از قطع بی رویه درخت". مجموعه قوانین: دوره ۲۳، جلد ۹، ص ۴۹۶۴، مصوب ۱۵ مرداد ۱۳۵۲. قابل دسترس در:  
<http://rc.majlis.ir/fa/law/show/96960>.
- 185 مرکز مطالعات و برنامه‌ریزی شهر تهران: "گزارش وضعیت محیط زیست شهر تهران (SoE)، ۱۳۷۸-۱۳۸۶".
- 186 مسجدی، محمدرضا: بررسی وضعیت بیماریهای تنفسی ناشی از آلودگی هوا، در: "همایش تخصصی بررسی وضع آلودگی هوا و راهکارهای مدیریت و کنترل آن"، (سوم بهمن ماه ۱۳۸۱)، دانشگاه صنعتی شریف.
- 187 مشهدیزاده دهقانی، ناصر: تحلیلی از ویژگی های برنامه ریزی شهری در ایران. چاپ چهارم. دانشگاه علم و صنعت ایران، ۱۳۸۱.
- 188 مصاحب، غلامحسین: دائرةالمعارف فارسی. جلد دوم. امیرکبیر- کتابهای جیبی، تهران، ۱۳۶۵.
- 189 مصوبات استانی هیات دولت، تهران: "شروع عملیات اجرایی خط دوم انتقال آب از سد طالقان به غرب تهران پس از اخذ مجوزهای قانونی لازم (جهت افزایش ضریب ایمنی خط اول و پدافند غیر عامل)". شماره مصوبه ۴۳۰۸۴/۹۹۷۲۴، ۲۴ مهر ۱۳۸۹. قابل دسترس در:  
<http://mosavabaat.moe.org.ir/showStateDoc.aspx?qscrid=2>.
- 190 مصوبات استانی هیات دولت، تهران: "مطالعه درباره افزایش ارتفاع سد فشافویه و شبکه های سد طی سال های ۱۳۸۹ و ۱۳۹۰ نسبت به شروع عملیات اجرایی طرح ساماندهی آب های جنوب تهران و انتقال آب کانال مقصود بیک و ولنجک به رودخانه کن با هدف تامین آب شرب شهر جدید پرد". شماره مصوبه ۴۳۰۸۴/۹۹۷۲۴، ۲۴ مهر ۱۳۸۹. قابل دسترس در:  
<http://mosavabaat.moe.org.ir/showStateDoc.aspx?qscrid=2>.
- 191 معاونت برنامه ریزی و توسعه شهری - شهرداری تهران: "بودجه مصوب سال ۱۳۹۰ شهرداری تهران". اداره کل برنامه و بودجه. پیام رسا، تهران، ۱۳۹۰.
- 192 معاونت برنامه ریزی و توسعه شهری، اداره کل برنامه و بودجه: بودجه مصوب سال ۱۳۹۱ شهرداری تهران. پیام رسا، تهران، ۱۳۹۱.
- 193 معاونت مالی اداری شهرداری تهران: "طرح جامع جایگزینی چمن با گیاهان پوششی و درختچه در بخش‌هایی از فضای سبز". مجموعه نشریات پروژه کاهش هزینه شهرداری تهران، ۱۳۸۵.
- 194 معتمدی، محسن: جغرافیای تاریخی تهران. چاپ اول. مرکز نشر دانشگاهی، ۱۳۸۱.
- 195 معصوم زاده، جعفر: "مروری بر تجربیات شهرداری تهران در حوزه کاهش هزینه ها". فصلنامه اقتصاد شهر، سال دوم، شماره ۷، صص ۱۵۱-۱۳۸، ۱۳۸۹ پاییز.
- 196 ملاحسینی، محمد: "آشنایی با باغ سنگی - کرمان". روزنامه همشهری، ۱۰ شهریور ۱۳۸۸.
- 197 ملایی، دود: "هشدارهای اولیه برای صرفه‌جویی در مصرف آب". مدیرعامل شرکت آب و فاضلاب استان تهران. روزنامه جام جم: ۰۹ اردیبهشت ۱۳۸۷.
- 198 ملایی، دود: "مصرف آب تهران ۴/۱۸ درصد کاهش یافت". مدیرعامل شرکت آب و فاضلاب استان تهران. پایگاه اطلاع رسانی وزارت نیرو: ۲۳ تیر ماه ۱۳۸۸.
- 199 ملکی، کبری: "تاثیر جنگل کاریهای خالص و آمیخته کاج تهران و افاقیا بر کاهش آلودگی صوتی"، پایان نامه دکتری، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی دانشگاه تربیت مدرس، ۱۳۸۷.
- 200 ملکیان، راحله؛ حیدرپور، منوچهر؛ مصطفی زاده فرد، بهروز؛ عابدی کوپایی، جهانگیر: "تاثیر آبیاری سطحی و زیرسطحی با پساب تصفیه شده بر خصوصیات چمن برموداگراس" فصلنامه علوم کشاورزی و منابع طبیعی، شماره ۶۶، صص ۲۵۷-۲۴۸، مهر و آبان ۱۳۸۷.
- 201 مهرآوران، حسین؛ زبانی، ساناز؛ قوسی، روزبه: بررسی میزان تراز معادل صدا در مناطق مختلف شهری تعیین نقاط بحرانی از نظر آلودگی صوتی با اندازه گیری و مدلسازی، در: "هفتمین کنفرانس مهندسی حمل و نقل و ترافیک ایران"، (۱۳۸۵)، تهران، سازمان حمل و نقل و ترافیک تهران، شهرداری تهران.
- 202 موسوی، سید شکر خدا: "جمعیت تهران روزها به ۱۴ میلیون نفر می‌رسد/انتقاد از تمرکز دستگاههای دولتی در تهران". عضو کمیسیون کشاورزی، آب و منابع طبیعی مجلس. خبرگزاری مهر: اول بهمن ماه ۱۳۹۱.
- 203 میران زاده، محمد باقر: "اجراء پروژه جمع آوری و تصفیه فاضلاب در تهران ضرورتی اجتناب ناپذیر". ماهنامه فنی و مهندسی ساختمان و شهر، ۱۳ خرداد ماه ۱۳۸۶.
- 204 میرزاده واقفی، سعیده سادات؛ رحماند، محمدعلی؛ خیامی، مسعود: "معرفی گیاهان کاشته شده در سطح شهر تهران". مجله زیست شناسی ایران، سال بیست و یکم، شماره ۱، صص ۳۱۴-۲۹۸، بهار ۱۳۸۷.
- 205 نادران، الیاس: "مردم بعد از هفتمندی یارانه‌ها تورم ۶۰ درصدی را تجربه کردند". عضو کمیسیون اقتصادی مجلس. خبرگزاری مجلس شورای اسلامی/ خانه ملت: ۲۴ اردیبهشت ۱۳۹۱.
- 206 ناصر، سیمین؛ مصدافی نیا، علیرضا؛ محوی، امیرحسین؛ افشارنیا، مجتبی: "قابلیت بازرچرخش و استفاده مجدد از فاضلاب صنایع فلزی و کانی غیرفلزی تهران بزرگ". فصلنامه حکیم: دوره پنجم، شماره سوم، صص ۱۹۵-۲۰۱، پاییز ۱۳۸۱.
- 207 نامجو، مجید: "کاهش هدر رفت سالانه آب از برنامه عقب است". مدیرعامل شرکت آب و فاضلاب کشور. نسخه شماره ۱۳۱۴. روزنامه ابتکار: ۲۲ مهرماه ۱۳۸۷.
- 208 نجار، مرتضی: "۳۰ حلقه چاه جنبی در منطقه ۷ احداث می شود / کشف ۶ قنات جدید در منطقه ۷". رئیس اداره مسیلهها و قنوات منطقه هفت. سامانه مدیریت ارتباطات شهرداری تهران (سما): ۲۷ فروردین ۱۳۸۹.
- 209 نجم الدوله، عبدالغفار: تشخیص نفوس دارالخلافه. تهران، ۱۲۸۴ ه. ق.

- 210 ندافی، کاظم: بررسی اثرات آلودگی هوا بر سلامت و بهداشت عمومی، در: "همایش تخصصی بررسی وضع آلودگی هوا و راهکارهای مدیریت و کنترل آن"، (سوم بهمن ماه ۱۳۸۱)، دانشگاه صنعتی شریف.
- 211 نعیمی، محمد علی: "تهران را چنارستان نکنیم". روزنامه جام جم، شماره ۳۳۴۴، ۲۰ بهمن ماه ۱۳۹۰.
- 212 نقشینه پور، بیژن: کاربرد فاضلابها در امر تولیدات کشاورزی و اصلاح خاکها، در: "اولین کنگره برنامه ریزی و سیاستگذاری امور زیربنایی (آب و خاک)"، (۱۳۷۳)، مجموعه مقالات، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، صص ۱۳۵-۱۴۴، تهران.
- 213 نقوی حسینی، سید حسین: "چاه های آب کشاورزان تهرانی در عطش مجوز وزارت نیرو". نماینده مردم ورامین در مجلس. . خبرگزاری فارس، ۲۰ آبانماه ۱۳۹۰.
- 214 نوریننده، کاوس: "بهینه سازی مصرف آب صنعتی در پالایشگاه تهران"، پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه صنعتی شریف. ۱۳۷۶.
- 215 هاشمی، فضل الله: حقوق شهری و قوانین شهرسازی. چاپ سوم. مرکز مطالعات و تحقیقات شهرسازی و معماری ایران، تهران، ۱۳۷۱.
- 216 هاشمی، محسن: "محسن هاشمی رسنجانى سرانجام از مترو رفت". مدیرعامل سابق شرکت راه آهن شهری تهران و حومه (مترو). ایسنا: ۱۳ اسفند ۱۳۸۹.
- 217 واحد تحقیقات سازمان پارکها و فضای سبز شهر تهران: "خلاصه گزارش بررسی تفصیلی کمربند سبز جنوب تهران و امکان سنجی توسعه فضای سبز پیرامون تهران". مجموعه مقالات علمی تخصصی فضای سبز، جلد چهارم، صص ۵۳-۵۰، انتشارات سازمان پارکها و فضای سبز شهر تهران، ۱۳۸۱.
- 218 وحید دستجردی، مرضیه: "وزیر بهداشت از افزایش گسترده مراجعات قلبی و تنفسی به اورژانس های تهران خبر داد". وزیر بهداشت، درمان و آموزش پزشکی. خبرگزاری ایرنا: ۲۱ آذر ۱۳۸۹.
- 219 وزارت تعاون، کار و رفاه اجتماعی: طرح آمارگیری نیروی کار از سوی مرکز آمار ایران، پاییز ۱۳۹۱. قابل دسترس در: <http://www.amarkar.ir/asp/statReport.aspx>.
- 220 وزارت نیرو: گزارش عملکرد ۳۰ ساله بخش آب. معاونت تحقیقات و منابع انسانی، دفتر فن آوری اطلاعات، بهمن ۱۳۸۷.
- 221 وکیلی، بهنام: "فروش سه ریالی بساب فاضلاب". مدیر دفتر بهبود روش های بهره برداری فاضلاب آبفا. خبرگزاری موج، گروه انرژی: ۳۰ مهر ۱۳۹۰.
- 222 باحقی، بهجت؛ رستمی، تیمور: تاثیر شوری خاک بر آلودگی فوژاریومی ریشه نهال های کاج تهران در نهالستان سبحان قزوین، در: "هفتمین همایش ملی علوم و مهندسی آبخیزداری ایران"، (۱۳۹۰)، اصفهان، دانشگاه صنعتی اصفهان.
- 223 باقوت حموی، ابو عبدالله (۵۷۴ ق): معجم البلدان، مترجم: منزوی، علی نقی. پژوهشگاه سازمان میراث فرهنگی کشور، ۱۳۸۰.





## ABBILDUNGSVERZEICHNIS

<i>Abbildung 1-1: Die Zirkulationszellen der Atmosphäre</i> .....	1
<i>Abbildung 1-2: Für Desertifikation anfällige Gebiete</i> .....	3
<i>Abbildung 1-3: Hyper-aride Landschaft: Algerien</i> .....	5
<i>Abbildung 1-4: Aride Landschaft: Marokko</i> .....	5
<i>Abbildung 1-5: Semi-aride Landschaft: Iran</i> .....	5
<i>Abbildung 1-6: Klimaszenarien in Wüstengebieten</i> .....	6
<i>Abbildung 1-7: Albedowerte verschiedener Oberflächen</i> .....	7
<i>Abbildung 1-8: Schmale Gassen und Straßen, die Schatten spenden und stürmische Winde verhindern</i> .....	10
<i>Abbildung 1-9: Windleitung und Nutzung der Luftströmung durch die Ventilation zur Kühlung</i> .....	10
<i>Abbildung 1-10: Kompakte Geometrie und Innenhöfe mit High-Albedo-Baustoffen</i> .....	10
<i>Abbildung 1-11: Kompakte Formen zur Minimierung der Windbelastung</i> .....	11
<i>Abbildung 1-12: Globale Wasserknappheit</i> .....	11
<i>Abbildung 1-13: Aqueducs de les Ferreres bei Tarragona, Spanien</i> .....	12
<i>Abbildung 1-14: Gonabad-Qanat</i> .....	12
<i>Abbildung 1-15: Tang-e-Mahi, ein großer 700 Jahre alter Staudamm</i> .....	12
<i>Abbildung 1-16: Bodensenkung infolge einer Grundwasserabpumpung</i> .....	13
<i>Abbildung 1-17: Versalzung bzw. Krustenbildung durch übermäßige Bewässerung und hohe Verdampfung</i> .....	13
<i>Abbildung 1-18: Wasserverbrauch in verschiedenen Ländern nach Sektoren</i> .....	14
<i>Abbildung 1-19: Trockenheits-Zonierung des Mittleren Ostens und Nordafrikas</i> .....	15
<i>Abbildung 2-1: Erneuerbare Wasserressourcen mit und ohne Klimawandel-Effekte in der MENA-Region</i> .....	17
<i>Abbildung 2-2: Aride und hyper-aride Gebiete Irans</i> .....	18
<i>Abbildung 2-3: Nord-Iran, Hyrcanischer Wald in der Provinz Gilān</i> .....	19
<i>Abbildung 2-4: West-Iran, Zagros, Kuhrang in der Provinz Tschahār Mahāl und Bachtijārī</i> .....	19
<i>Abbildung 2-5: Zentral-Iran, Yardang-Feld in der Lut-Wüste, Provinz Kerman</i> .....	19
<i>Abbildung 2-6: Süd-Iran, Palmenhaine Ab-Pakhsh, Provinz Buschehr</i> .....	19
<i>Abbildung 2-7: Karte zu den Geobotanik-Bereichen des Irans</i> .....	20
<i>Abbildung 2-8: Artemisia sieberi, irano-turanische Zone</i> .....	21
<i>Abbildung 2-9: Carpinion betuli, Quercus Castaneifolia, Hyrcanien-Zone</i> .....	21
<i>Abbildung 2-10: Acacia tortilis, Khalidj-o-Oman-Zone (Golf)</i> .....	21
<i>Abbildung 2-11: Wüstenbekämpfung</i> .....	22
<i>Abbildung 2-12: Niederschlagverteilung in Iran, 1961-2003</i> .....	23
<i>Abbildung 2-13: Anzahl der Grundwasserquellen und jährliche Menge des geschöpften Wassers</i> .....	24
<i>Abbildung 2-14: Verteilung des Wasserverbrauchs</i> .....	25
<i>Abbildung 2-15: Tod des Urmia-Sees</i> .....	25
<i>Abbildung 2-16: Veränderungen in der relativen städtischen und ländlichen Bevölkerung</i> .....	26
<i>Abbildung 2-17: Bevölkerungsentwicklung und Bevölkerungswachstum Irans in 125 Jahren</i> .....	27
<i>Abbildung 2-18: Relative Bevölkerungsdichte in Iran</i> .....	28
<i>Abbildung 2-19: Vakil-Basar 1881</i> .....	29
<i>Abbildung 2-20: Zand-Straße 1931</i> .....	29
<i>Abbildung 2-21: Zand-Straße Änderung</i> .....	29
<i>Abbildung 2-22: Schiras, Altstadt</i> .....	29
<i>Abbildung 2-23: Steingarten und Darvish-Khan</i> .....	30
<i>Abbildung 2-24: Shazde-Mahan-Garten</i> .....	32
<i>Abbildung 2-25: Shazde-Mahan-Garten</i> .....	32
<i>Abbildung 2-26: Kennnummer auf den Bäumen</i> .....	33
<i>Abbildung 2-27: Soziale Strafe für die illegale Baumfällung</i> .....	33
<i>Abbildung 2-28: Verteilung der größeren Städte des Iran und klimatische Regionen</i> .....	34
<i>Abbildung 3-1: Normalisierte Werte des Thermischen Belastungsindex</i> .....	50

Abbildung 4-1: Teherans Lage in Iran.....	55
Abbildung 4-2: Teheran zwischen Wüste und Bergen.....	55
Abbildung 4-3: Nord-südlicher Abschnitt von Teheran.....	56
Abbildung 4-4: Niederschlag in Teheran.....	56
Abbildung 4-5: Langfristige Höchst- und Tiefsttemperaturen und Niederschlagsmenge in Teheran.....	57
Abbildung 4-6: Zunehmender Hitze in der Stadt.....	58
Abbildung 4-7: Die geologische Verwerfungen.....	62
Abbildung 4-8: Das Salzmeer Hoz-e-Soltan.....	62
Abbildung 4-9: Teheran in 1857.....	63
Abbildung 4-10: Teherans Wachstum in der Zeit von 1892 bis 1997.....	64
Abbildung 4-11: Die Instabilität im Erscheinungsbild von Teheran.....	67
Abbildung 4-12: Die historische Meilensteine und wichtigsten Beweggründe der Einwanderung nach Teheran.....	68
Abbildung 4-13: Einwohnerentwicklung von Teheran 1846-2011.....	68
Abbildung 4-14: Die Metropole Teheran, schematische Form der großen Städte der Region.....	69
Abbildung 4-15: Einkommensvergleich der Bewohner der Teheraner Stadtbezirke.....	70
Abbildung 4-16: Bevölkerungsdichte in den Teheraner Stadtbezirken 2006.....	71
Abbildung 4-17: Bevölkerungspyramide Teheran 2006.....	71
Abbildung 4-18: Jährliche Preisänderungsraten im Iran von 2000 bis 2012.....	72
Abbildung 4-19: Wohnungs-Kaufpreis-Vergleich pro Quadratmeter in den Stadtbezirken von Teheran.....	73
Abbildung 4-20: Schapour-Allee (Tarkhani), Teheran-Altstadt.....	73
Abbildung 4-21: Allmähliche Veränderungen im Straßen-Design von Teheran.....	74
Abbildung 4-22 Hauptkern und zwei wichtige Achsen der Stadt.....	74
Abbildung 4-23: Die Valiasr-Straße.....	74
Abbildung 4-24: Landnutzungsverteilung in Teheran.....	76
Abbildung 4-25: Inversionswetterlage und Luftverschmutzung in Teheran.....	77
Abbildung 4-26: Luftverschmutzung in Teheran.....	78
Abbildung 4-27: Teherans Luftverschmutzung für die Jahre 2007-2011.....	78
Abbildung 4-28: Straßenverkehrslärm.....	80
Abbildung 4-29: Stadtverbreiterung und Verlust der Grünflächen.....	81
Abbildung 4-30: Tradition der Baumpflanzungen.....	82
Abbildung 4-31: Baumfällung in Teheran.....	82
Abbildung 4-32: Verteilung der verschiedenen Arten von Grünflächen in Teheran.....	83
Abbildung 4-33: Große Rasen Grünflächen, mit hohem Wasserverbrauch.....	85
Abbildung 4-34: Grüne Wand an der Nyayesh-Autobahn.....	86
Abbildung 4-35: Pflanzenwuchsformen in Teheran.....	86
Abbildung 4-36: Häufigkeit der Pflanzenarten in Teheran.....	87
Abbildung 4-37: Geographische Herkunft der Baum-Straucharten in Teheran.....	87
Abbildung 4-38: Tschitgar, der 50-jährige Wald in den peri-urbanen Gebieten.....	88
Abbildung 4-39: Grüngürtel der Stadt Teheran.....	88
Abbildung 4-40: Qanat der Heilige Salih, Schemiran-Teheran, 1910.....	89
Abbildung 4-41: Teherans kompliziertes Wasserversorgungssystem.....	90
Abbildung 4-42: Trinkwasserressourcen der Stadt Teheran.....	90
Abbildung 4-43: Bodensenkung in der Navab-Autobahn.....	91
Abbildung 4-44: Grundwasserspiegel-Fluktuation und Geländesenkung von der Teheraner Ebene.....	91
Abbildung 4-45: Trockene Weinberge in Shahriar, West-Teheran.....	92
Abbildung 4-46: Geländesenkung in der Varamin-Ebene in West-Teheran.....	92
Abbildung 4-47: Wasserverbrauchsanstieg im Vergleich zum Bevölkerungswachstum.....	93
Abbildung 4-48: Die Berechnungsmethode zur Bewässerung verursacht hohe Wasserverluste.....	95
Abbildung 4-49: Verdunstung von der großen Wasserfläche in Teheran.....	95
Abbildung 4-50: Abwasser-Infiltration in Grundwasser und Brunnen.....	96
Abbildung 4-51: Schematische Darstellung vom Abwassersammlung unter der Stadt.....	97

Abbildung 4-52: Das Teheraner Abwassersammlungs-System.....	97
Abbildung 4-53: Abwasserkanäle am Stadtrand.....	101
Abbildung 5-1: Grünflächeverteilung/verlust in Teheran.....	105
Abbildung 5-2: Vergleich der Vegetationsabdeckung in 22 Stadtbezirken von Teheran.....	106
Abbildung 5-3: Korrelation zwischen der Bevölkerungsdichte und den Grünflächen.....	107
Abbildung 5-4: Aktuelle Vegetationsdeckung in Teheran.....	108
Abbildung 5-5: Koeffizienten der Grünflächenbedarf in jedem Stadtviertel.....	109
Abbildung 5-6: Mögliche Entwicklungsmethoden der Grünflächen in verschiedenen Stadtbezirken.....	113
Abbildung 5-7: Stadtbezirk 7 im 19. Jahrhundert, Vorort von Teheran.....	116
Abbildung 5-8: Stadtbezirk 7 um das Jahr 1925.....	116
Abbildung 5-9: Stadtbezirk 7 von 1940 bis 1980.....	116
Abbildung 5-10: Bevölkerungsdichte von Stadtbezirk 7.....	117
Abbildung 5-11: „Eshrat Abad“ Palast, 1880.....	117
Abbildung 5-12 Garnison und Gefängnis „Eshrat Abad“, 2009.....	117
Abbildung 5-13: Die Teheran-Mosalla.....	117
Abbildung 5-14: Flächennutzungen und Grünflächen aller Art in Stadtbezirk 7.....	118
Abbildung 5-15: Kleine Gebäude in sehr schlechter Qualität in Stadtbezirk 7.....	119
Abbildung 5-16: Standortprobleme der Straßenbäume.....	119
Abbildung 5-17: Hohe Bevölkerungsdichte, Verkehrsaufkommen und Luftverschmutzung in Stadtbezirk 7.....	119
Abbildung 5-18: Bessere Grünflächen-Situation in den westlichen und nördlichen Vierteln des Bezirks 7.....	120
Abbildung 5-19: Lage des Stadtbezirks 7.....	120
Abbildung 5-20: Verwaltungskosten der Stadtbezirken Teherans.....	120
Abbildung 5-21: Vorschlag für groß angelegten Grünflächenentwicklung.....	121
Abbildung 5-22: Stark sanierungs/rekonstruktionsbedürftige Wohngebäude.....	122
Abbildung 5-23: Bebauungs- und Begrünungskonzept für ein paar Wohnblöcke.....	123
Abbildung 5-24 Konzept der Haushalts-Deckungsstruktur von Teheran im Haushaltsjahr 2010.....	141
Abbildung 5-25: Konzept zur Verteilung der Haushaltsmittel von Teheran im Haushaltsjahr 2010.....	141
Abbildung 5-26: Art der Einnahme der Stadt aus Steuern, Gebühren und Beiträgen.....	142
Abbildung 5-27: Der adaptive Management-Zyklus.....	145
Abbildung 5-28: Steigender Trinkwasserverbrauch in Teheran.....	147
Abbildung 5-29: Route des 2. Wasserleitungsprojekts vom Taleghan-Staudamm bis Teheran.....	152
Abbildung 5-30: Die Lage der Wasserläufe in Nord-Teheran und die kan-Kläranlage im Westen.....	152
Abbildung 5-31: Die Einzugsgebiete von Kan und Golabdare-Darband.....	153
Abbildung 5-32: Die Wasserläufe im Norden und im Westen von Teheran.....	153
Abbildung 5-33: Wasserpreisvergleich in verschiedenen Ländern.....	155
Abbildung 5-34: Niedriger Wasserpreis und das noch geringere Wachstum Irans verglichen mit Deutschland.....	155
Abbildung 5-35: Wasserverbrauch nach Sektoren in Teheran und Umgebung.....	158
Abbildung 5-36: Klimatische Regionen Irans.....	160
Abbildung 5-37: Min. Wasserbedarfsmengen der Pflanzen pro ha in verschiedenen Monaten.....	162
Abbildung 5-38: Die Richtungen und Menge der Oberflächenwassers, Wasserläufe und Kanäle in Teheran.....	163
Abbildung 5-39: Überschwemmung durch Starkregen in Teheran.....	163
Abbildung 5-40: Schematischer Längsschnitt durch ein Qanat.....	164
Abbildung 5-41: Die Merkmale von Qanats in Teheran.....	165
Abbildung 5-42: Qanats-Verstreuung und Lage in Teheran.....	165
Abbildung 5-43: Bewässerte Grünflächen durch den Abbasabad-Qanat.....	167
Abbildung 5-44: Aktueller Verbrauchsanteil des Teheraner Qanat-Wassers.....	166
Abbildung 5-45: Das gesamte verfügbare Wasser für die Bewässerung der Grünflächen.....	170
Abbildung 5-46: Pflanzenarten/Gattungen in Teheran nach ihrer Häufigkeit in verschiedenen Stadtbezirken.....	175
Abbildung 5-47: Schematischer Nord-Süd-Querschnitt von Teheran.....	176





## TABELLENVERZEICHNIS

<i>Tabelle 1-1: Klassifikation und Erweiterung der Trockenheit.....</i>	<i>2</i>
<i>Tabelle 1-2: Allgemeine Umgebung-Parameteränderungen in der Stadt im Vergleich zu unbebautem Umland... 8</i>	<i>8</i>
<i>Tabelle 2-1: Haupthydrologische Einzugsgebiete des Iran .....</i>	<i>23</i>
<i>Tabelle 2-2: Charakteristik und Indikatoren des iranischen Wasservorkommens.....</i>	<i>23</i>
<i>Tabelle 2-3: Der Zustand des Wassers im Jahr 2021 .....</i>	<i>26</i>
<i>Tabelle 2-4: Verteilung der Bevölkerung in städtischen und ländlichen Gebieten zwischen 1956 und 2011.....</i>	<i>26</i>
<i>Tabelle 2-5: Stadtgrünfläche im Vergleich, große Städte in Iran .....</i>	<i>34</i>
<i>Tabelle 3-1: Verschiedene Funktionen der Stadtgrünfläche und ihre Bereiche .....</i>	<i>43</i>
<i>Tabelle 3-2: Allgemeine Typologie der Stadtgrünflächen.....</i>	<i>45</i>
<i>Tabelle 3-3: Ökologische und Technische Beschränkungs-Faktoren für die Stadtbegrünung .....</i>	<i>47</i>
<i>Tabelle 3-4: Design-Faktoren für die Stadtbegrünung .....</i>	<i>47</i>
<i>Tabelle 4-1: Klimatische Informationen 2009, von der synoptischen Station Mehrabad.....</i>	<i>56</i>
<i>Tabelle 4-2: Bedeutende Faktoren in der Anordnung des Stadtklimas in Teheran.....</i>	<i>60</i>
<i>Tabelle 4-3: Vergleich der Temperatur, Niederschlag &amp; Luftfeuchtigkeit in zwei Wetterstationen in Teheran ..</i>	<i>61</i>
<i>Tabelle 4-4: Entwicklung der Bevölkerungszahl, Ausbreitung und Bevölkerungsdichte von Teheran.....</i>	<i>69</i>
<i>Tabelle 4-5: Entwicklung der Bevölkerungszahl von Provinz und Stadt Teheran im Vergleich.....</i>	<i>69</i>
<i>Tabelle 4-6: Einkommen der Einwohner der Stadtbezirke von Teheran, 2010.....</i>	<i>70</i>
<i>Tabelle 4-7: Flächennutzung in Teheran.....</i>	<i>75</i>
<i>Tabelle 4-8: Gesamtergebnis der Grünflächenerfassung in den Gemeindebezirken 1 bis 22 von Teheran.....</i>	<i>84</i>
<i>Tabelle 4-9: Menge der Wasserentnahme aus verschiedenen Quellen in Teheran.....</i>	<i>92</i>
<i>Tabelle 4-10: Wachstum der Bevölkerungszahl/des Wasserverbrauchs in den letzten 50 Jahren.....</i>	<i>93</i>
<i>Tabelle 4-11: Empfehlungsmuster des Pro-Kopf-Verbrauchs der privaten Haushalte bis 2011 .....</i>	<i>93</i>
<i>Tabelle 4-12: Wassernutzung in der Umgebung der Provinz/Stadt Teheran.....</i>	<i>94</i>
<i>Tabelle 4-13: Vergleich der Wassergewinnung aus Brunnen und Qanats in verschiedenen Jahren.....</i>	<i>94</i>
<i>Tabelle 4-14: Kläranlagen von Teheran, die Art ihrer Tätigkeiten und die Menge ihres Ausgangswassers .....</i>	<i>98</i>
<i>Tabelle 5-1: Bevölkerungszahl der 22 Teheraner Bezirke, die Anzahl von Grünflächen, und ihre Mängel.....</i>	<i>110</i>
<i>Tabelle 5-2: Korrekturtabelle für die Menge des Flächenbedürfnisses der Grünfläche in Teheran .....</i>	<i>111</i>
<i>Tabelle 5-3: Mögliche Entwicklungsmethoden der Grünflächen in verschiedenen Stadtbezirken von Teheran ..</i>	<i>113</i>
<i>Tabelle 5-4: Individuelle Vorschläge zur Begrünung der Stadtbezirke von Teheran .....</i>	<i>114</i>
<i>Tabelle 5-5: Daten und Fakten des Stadtbezirks 7.....</i>	<i>118</i>
<i>Tabelle 5-6: Die Menge der Erhöhung der Grünfläche im Stadtbezirk 7 .....</i>	<i>122</i>
<i>Tabelle 5-7: Jährliche Pflegekosten pro Quadratmeter einer Teheraner Grünfläche.....</i>	<i>125</i>
<i>Tabelle 5-8: Die Haushaltsvolumen &amp; der Gesamtbetrag der Verpflichtungsermächtigungen der Einnahmen</i>	<i>140</i>
<i>Tabelle 5-9: Teheraner Haushalts; Art der Einnahme aus Steuern, Gebühren und Beiträgen .....</i>	<i>141</i>
<i>Tabelle 5-10: Die Trinkwasserversorgung aus Oberflächenquellen für Teheran.....</i>	<i>147</i>
<i>Tabelle 5-11: Durchschnittliche Menge allen verfügbaren Trinkwassers für Teheran .....</i>	<i>147</i>
<i>Tabelle 5-12: Trinkwasserverbrauch über fünf Jahre im Vorfeld des Wasser-Masterplans in Teheran .....</i>	<i>148</i>
<i>Tabelle 5-13: Voraussichtliche Bevölkerungsentwicklung in Teheran .....</i>	<i>148</i>
<i>Tabelle 5-14: Erwarteter Wasserbedarf innerhalb der nächsten 20 Jahre-1 .....</i>	<i>148</i>
<i>Tabelle 5-15 Erwarteter Wasserbedarf innerhalb der nächsten 20 Jahre-2.....</i>	<i>149</i>
<i>Tabelle 5-16: Erwarteter Wasserbedarf innerhalb der nächsten 20 Jahre-3 .....</i>	<i>149</i>
<i>Tabelle 5-17 Erwarteter Wasserbedarf innerhalb der nächsten 20 Jahre-4.....</i>	<i>149</i>
<i>Tabelle 5-18: Vergleich der verschiedenen Szenarien für die Prognose des Trinkwasserverbrauchs .....</i>	<i>150</i>
<i>Tabelle 5-19: Trinkwassermangel nach den verschiedenen Szenarien in Teheran im Jahr 2016 .....</i>	<i>150</i>
<i>Tabelle 5-20: Trinkwassermangel nach den verschiedenen Szenarien in Teheran im Jahr 2021 .....</i>	<i>150</i>
<i>Tabelle 5-21: Trinkwassermangel nach den verschiedenen Szenarien in Teheran im Jahr 2026 .....</i>	<i>150</i>
<i>Tabelle 5-22: Wasserverteilungsplan für verschiedene Verwendungen von Staudämmen und Brunnen.....</i>	<i>151</i>

<i>Tabelle 5-23: Vergleich der Menge von Grund- und Oberflächenwasser in Teherans Trinkwasser.....</i>	<i>151</i>
<i>Tabelle 5-24: Erwarteter Wasserbedarf von Teheran innerhalb der nächsten 20 Jahre-5 .....</i>	<i>156</i>
<i>Tabelle 5-25: Flächeninhalt der vorstädtischen Landwirtschaft von Teheran .....</i>	<i>158</i>
<i>Tabelle 5-26: Abwasseraufkommen der wichtigsten Industriebranchen in Teheran und Vorort.....</i>	<i>159</i>
<i>Tabelle 5-27: Grünflächebewässerungsbedarf im Iran .....</i>	<i>160</i>
<i>Tabelle 5-28: Minimum des jährlichen Wasserbedarfs aktueller Pflanzen in Teheran .....</i>	<i>161</i>
<i>Tabelle 5-29: Bewässerungsbedarf der Grünflächen in verschiedenen Monaten in Teheran .....</i>	<i>161</i>
<i>Tabelle 5-30: Wasserverbrauch für die öffentlichen Grünflächen von Teheran.....</i>	<i>161</i>
<i>Tabelle 5-31: Durchschnittliche Wassermenge der Bäche in Nord-Teheran .....</i>	<i>164</i>
<i>Tabelle 5-32: Jährliche Haushaltsabwässer in Teheran mit konstantem Trinkwasserverbrauch .....</i>	<i>167</i>
<i>Tabelle 5-33: Jährliche Haushaltsabwässer in Teheran mit reduziertem Trinkwasserverbrauch.....</i>	<i>168</i>
<i>Tabelle 5-34: Kapazität der Teheraner Kläranlagen.....</i>	<i>168</i>
<i>Tabelle 5-35: Menge des verfügbaren Wassers für die Bewässerung, mit der Herkunft des Abwasser .....</i>	<i>168</i>
<i>Tabelle 5-36: Menge des verfügbaren Wassers für die Bewässerung, mit der Herkunft der Tiefbrunnen .....</i>	<i>169</i>
<i>Tabelle 5-37: Menge des verfügbaren Wassers für die Bewässerung der Grünflächen aus allen Ressourcen....</i>	<i>170</i>
<i>Tabelle 5-38: Pflanzenarten/Gattungen in Teheran nach ihrer Häufigkeit in verschiedenen Stadtbezirken.....</i>	<i>175</i>
<i>Tabelle 5-39: Charakterisierung und die Beschreibung bodenkundlicher Faktoren.....</i>	<i>177</i>
<i>Tabelle 5-40: Die Merkmale und Bedürfnisse der verschiedenen Bäume, die in Teheran wachsen.....</i>	<i>179</i>
<i>Tabelle 5-41: Kurzer Überblick über die Standortbedingungen der Stadtbezirke .....</i>	<i>179</i>
<i>Tabelle 5-42: Geeignete Stadtbezirke von Teheran für jede ausgewählte Baumart .....</i>	<i>180</i>
<i>Tabelle 5-43: Die Tipps der zuständigen Reviergärtner in allen Stadtbezirken .....</i>	<i>183</i>

**ANHÄNGE:**

**A.1: DIE MERKMALE UND BEDÜRFNISSE DER VERSCHIEDENEN BÄUMEN, DIE HÄUFIG IN TEHERAN WACHSEN**

**A.2: CHARAKTERISIERUNG BODENKUNDLICHER FAKTOREN WIE GESTEIN, KLIMA UND RELIEF DER VERSCHIEDENEN BEREICHE VON TEHERAN**

**A.3: DIE WICHTIGSTEN PFLANZENARTEN IN DEN ÖFFENTLICHEN GRÜNFLÄCHEN VON TEHERAN**

**B.1: B.1: AKTUELLER VERWALTUNGSaufbau DER STADTVERWALTUNG TEHERAN UND IHRE STADTBEZIRKEN**

**B.2: DIE AUFGABEN DER STADTVERWALTUNG TEHERAN, IM VERGLEICH ZU ANDEREN STADTVERWALTUNGEN/GEMEINDEN**



### A.1: Die Merkmale und Bedürfnisse der verschiedenen Bäumen, die häufig in Teheran wachsen

Tabelle A.1-0-1: Eigene Zusammenstellung anhand von Daten aus: (Mirzadeh et al., 2008); (Park- und Grünflächenorganisation Teherans, 2009); (Rohani et al., 2009); (Sabeti, 2008); (Bahmanpour & Salajeghe, 2009); (Majnonian, 1995); (Khorasani, 2003); (Irani-Behbahani, 1994); (Seibold et al., 2008) und N.C. State University Horticultural Science Department<sup>133</sup>

	Botanischer Name	Deutscher Name	Persischer Name	Baumart	Wachstumsgeschwindigkeit	Wuchshöhe in Teheran	Kronenbreite (m)	AHS Heizzone <sup>130</sup>	USDA Klimazone <sup>130</sup>	Wasserverbrauch	Ökologische Kriterien					Sanitäre Kriterien				Ökonomische Kriterien	Ästhetische Kriterien		Beschreibung						
											Trockentoleranz	Hitzetoleranz	Staubtoleranz	Windresistenz	Bodenansprüche	Frosttoleranz	Schattenspende	Staubbindung	Windschutz		Biodiversität	Pollenbelastung		Früchte/Holz	Pflege/Pflanzschnitt/Düngemittelbedarf	Krankheiten/Schädlinge	Formschönheit der Baumkrone	Dauernde Blätter/ Blüte/ Formfähigkeit	Kultureller/symbolischer Wert
1	<i>Acacia dealbata</i>	Silber-Akazie	میموزا	Z/La/Im	S	3-8	3-5	12-10	8-11	0	+	+	+	+	+	0	0	+	0	+	0	0	+	+	+	+	+	+	Schnellwüchsig, aber kurzlebig, relativ frostempfindlich, duftend, lieber in alkalischen Boden und empfindlich gegen Staunässe
2	<i>Acer campestre</i>	Feldahorn	کرب (افرا)	La/So	L	10-20	8-12	8-4	5-8	0	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	0	+	+	0	+	+	+	+	Hangbefestigung, sehr schnittverträglich, Herzwurzler, alkalische, feuchtgehaltene (nicht nasse) Böden, am besten mit Mulchen, nicht geeignet bei Bodenverdichtungen und hohem Versiegelungsgrad.
3	<i>Acer insigne</i> Boiss. ( <i>velutinum</i> )	Persischer Berg-Ahorn (Samt-Ahorn)	پلنت (افرا)	La/So/Z	S	10-20	8-15	8-3	5-8	-	+	+	-	+	+	+	+	0	+	+	0	+	+	0	+	+	+	+	Hervorragende Herbstfarbe, empfindlich gegen Bodenverdichtung, Flachwuzler. Geeignet zur Pflanzung in Parks
4	<i>Acer negundo</i>	Eschen-Ahorn	افرای سیاه	La/So	S	10-20	8-10	8-3	2-8	0	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	0	+	+	+	+	Sehr anspruchslos, verträgt Trockenheit und Staunässe, stadtklimaverträglich, häufig als raschwüchsiger Park- und Zierbaum gepflanzt, Uferbefestigung, Hangbefestigung, geringer bis hoher pH-Wert

<sup>133</sup> [http://www.ces.ncsu.edu/depts/hort/consumer/factsheets/trees-new/scientific\\_namesa\\_e.html](http://www.ces.ncsu.edu/depts/hort/consumer/factsheets/trees-new/scientific_namesa_e.html).

5	<i>Acer pseudoplatanus</i>	Bergahorn	افرای شهبه چناری	La/So	S	8-15	6-12	8-1	5-8	0	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	0	+	+	0	+	+	+	+	+	+	+	+	Sehr empfindlich gegenüber Luftverschmutzung, spätfrostgefährdet, bevorzugt tiefgründige und feuchte Böden und ist deshalb nicht geeignet bei Bodenverdichtungen und hohem Versiegelungsgrad, Tiefwurzler
6	<i>Aesculus hippocastanum</i>	Gemeine Roskastanie	شاه بلوط هندی	G/Nu/La/So	S	9-18	7-16	8-1	3-8	+	+	0	+	+	0	+	+	0	+	+	+	+	0	+	+	+	+	+	+	+	+	+	Giftige Pflanzenteile für Menschen, Fruchtfall, empfindlich gegen Bodenverdichtung und Salz, stadtklimafest
7	<i>Ailanthus altissima</i>	Götterbaum	عرعر	G/La/So	S	9-16	6-12	8-1	4-8	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	0	+	+	+	+	+	+	+	+	Aggressive Wurzeln, gerader durchgehender Stamm nur schwer erziehbar, bruchgefährdet, Blüten/Fruchtschmuck; anspruchslos, auch extreme Trockenheit vertragend, giftig
8	<i>Albizia julibrissin</i>	Seidenbaum	ابریشم ایرانی	Z/La/So	S	6-11	4-12	9-6	6-9	+	+	+	+	+	+	+	0	+	+	+	+	+	0	+	+	+	+	+	+	+	+	+	Raschwüchsig, relativ kurzlebig, in der Jugendphase Winterschutz erforderlich, mit dem Alter zunehmende Frosthärte. Auf Trockenheit reagieren die Pflanzen mit Abwurf der Fiederblätter, die danach wieder austreiben.
9	<i>Alnus subcordata</i>	Kaukasische Erle	توسکای بیلاقی	La/So	S	10-20	6-8	9-6	6-9	-	+	0	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	0	+	+	+	+	+	+	+	+	+	Bodenverbesserer, eines der wichtigsten Baumpollenallergene. Raschwüchsig, Windschutzgehölz, langhaftende Blätter, bevorzugt offene und feuchte Böden und ist deshalb nicht geeignet bei Bodenverdichtungen und hohem Versiegelungsgrad
10	<i>Broussonetia papyrifera</i>	Papier maulbeerbaum	توت کاکوزا	Z/La/So	S	12-15	8-12	8-1	4-8	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	0	+	0	0	+	+	+	+	+	+	+	Schnellwachsender Baum, in gut drainierter Erde; in der Jugendphase Winterschutz erforderlich
11	<i>Caesalpinia gilliesii</i>	Paradies vogelbusch	ابریشم مصری	G/Z/La/So	M	3-8	2-5	12-1	7-15	+	+	+	+	0	+	-	0	0	+	+	-	0	+	0	+	+	+	+	+	+	+	+	Sehr anpassungsfähig, der sich in gut entwässerten Böden entwickelt, kälteempfindlich
12	<i>Catalpa bignonioides</i>	Trompeten baum	کاتالپا (جوالدوز)	Z/La/So	M	10-18	8-15	9-5	5-9	0	+	+	+	0	+	+	+	+	+	+	+	+	+	0	0	+	+	+	+	+	+	+	Sehr gut hitzeverträglich auf frischem Boden; meist frosthart, Industriefest, stadtklimafest, , bruchgefährdet für einen gut drainierten Boden, großes dekoratives Blatt, Raupen können es entblättern, aber es wird wieder regeneriert, gering bis mittel pH-Wert
13	<i>Cedrus atlantica</i>	Atlas-Zeder	سنر اطلس	Z/Na/Im	M	16-20	8-11	9-6	6-9	0	+	+	+	0	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	Sehr langlebig in gut drainiertem normalen bis lockeren Boden, dekorativ, hoher Platzbedarf, bevorzugt windgeschützten Standort.
14	<i>Cedrus deodara</i>	Himalaya-Zeder	کاج سدروس (نیودار)	Na/Im/Z	S	15-20	10-15	9-7	7-9	+	+	+	+	+	0	0	+	+	+	+	+	+	0	+	+	+	+	+	+	+	+	+	Sehr anpassungsfähiger Baum, der eine gut drainierte Erde und winter mildes Klima braucht.
15	<i>Celtis australis</i>	Südlicher Zürgelbaum	داغداغان/تا	La/So/Z	L	13-20	13-16	9-1	2-9	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	0	+	+	+	+	+	+	+	+	+	Langlebig, Bodenbefestigung, wärmeliebig und für trockene Standorte geeignet, in der Jugendphase frostempfindlich. Er wird in einigen Teilen Irans als heilige Pflanze verehrt und wird als Tribal-Motiv in dem Perserteppich verwendet.	

16	<i>Cercis siliquastrum</i>	Gewöhnlicher Judasbaum	ارغوان	Z/La/So	S	3-6	2-5	9-6	6-9	+	+	+	+	+	+	0	0	0	+	+	+	0	0	0	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	Sehr anpassungsfähig, Bodenverbesserer, frostempfindlich, wärmeliebend und für trockene Standorte geeignet, in gut drainierten Böden.
17	<i>Cornus mas</i>	Kornelkirsche	زغال اخته	Z/La/So	M	3-8	4-6	8-5	4-8	0	+	0	+	+	+	+	0	+	+	+	+	+	0	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	Langlebig, auf gut entwässerten Böden, gut schattenverträgliches Gehölz, wohlschmeckende Früchte und ein schweres festes Holz.	
18	<i>Cotinus coggygria</i>	Gewöhnlicher Perückenstrauch	پر	G/Z/So	M	4-5	3-5	9-3	5-9	0	+	+	+	+	+	0	0	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	In gut drainierter Erde, extrem trocken- und hitzeresistent, absolut stadtklimafest. Alle Pflanzenteile sind schwach giftig	
19	<i>Crataegus spp.</i>	Weißdorn- ver. Unterarten	انواع زالزالک	Z/La/So	M	2-10	3-9	10-1	3-8	+	+	+	+	+	+	+	0	+	+	+	+	+	0	+	0	+	+	+	+	+	+	+	+	Beliebte Zierpflanze in verschiedenen Farben und Arten, Vogelschutzgehölz, äußerst windfest, in gut drainierten Böden, auch für Kübel und Container geeignet	
20	<i>Cupressus arizonica</i>	Arizona-Zypresse	سرو نقره ای	Z/Na/Im	S	6-16	4-9	10-2	6-9	+	+	+	+	+	+	0	+	+	+	+	+	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	Ziergehölz und als Schutz vor Erosion, anpassungsfähig auch in schweren Böden, krankheitsanfällig, in gut entwässerten Böden		
21	<i>Cupressus sempervirens</i>	Trauerzypresse	سرو ناز زربین	Z/Na/Im	S	3-10	10-16	9-3	7-10	+	+	-	0	+	0	-	+	+	+	+	+	+	+	+	0	+	+	+	+	+	+	+	+	Immergrüner, duftiger, schwach giftiger, schlanker Baum mit spitzer Krone, der viele historische persische Gärten beschmückte und in persischen Miniatur/Teppich-Designs einen besonderen Platz hat.	
22	<i>Cydonia oblonga</i>	Quitte	به	Ob/La/So	L	3-8	4-7	10-1	6-9	+	+	+	0	0	-	+	+	+	+	+	+	+	0	+	-	0	+	+	+	+	+	+	+	Sehr attraktives Gartengehölz in fruchtbarer gut drainierter Erde, ansehnliche Blüten, lange haftende Früchte, duftige Heilpflanze, schwach giftig.	
23	<i>Diospyros kaki</i>	Kakibaum	خرمالو	Ob/La/So	M	6-8	4-6	10-7	6-10	0	+	+	0	0	0	+	+	0	+	+	+	0	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	Empfindlich gegen Staunässe, Parkpflanzung, Privates Grün, Terrassen	
24	<i>Elaeagnus angustifolia</i>	Schmalblättrige Ölweide	سنجد	La/So	M	3-10	2-7	8-1	2-8	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	Sehr anpassungsfähig, duftende Blüten, Bodenbefestigung, hervorragend als Windschutz, erträgt hohe Konzentrationen von Salz in nicht besonders fruchtbaren, aber gut dränierten Böden	
25	<i>Eriobotrya japonica</i>	Japanische Wollmispel	ازگیل ژاپنی	La/Im	M	4-7	2-5	12-8	8-11	0	+	+	+	+	+	0	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	Kommt mit jedem Boden zurecht, auch schwerem Boden, bevorzugt lehmigen, kalkarmen, spätfrostempfindlich, duftend, Herbstfärbung, Ziergehölze, auch Kübelpflanzung.	
26	<i>Ficus carica</i>	Echte Feige	انجیر	Ob/La/So	S	3-10	3-8	9-6	6-10	+	+	+	+	+	+	0	+	+	+	+	+	0	+	0	0	0	0	+	+	+	+	+	+	Anpassungsfähig, spätfrostgefährdet, empfindlich bei Überschwemmungen und Änderungen des Grundwasserstandes. Es bedarf der Hilfe der Feigenwespe ( <i>Blastophaga psenes</i> ), um eine Befruchtung zu ermöglichen. Schwach giftig.	
27	<i>Firmiana platanifolia</i>	Phönixbaum	سید الاشجار	La/So	S	6-12	5-12	12-8	7-11	0	0	+	0	0	+	0	+	+	0	+	+	0	+	0	+	+	+	+	+	+	+	+	+	Schnellwüchsig, mit attraktiver, gelber Herbstfärbung. Konstant feuchte, aber nicht nasse Erde.	

28	<i>Fraxinus excelsior</i>	Gemeine Esche	زبان گنجشک	La/So	S	6-8	3-5	8-3	5-8	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	0	+	+	+	+	+	+	+	Erfolgreichster einheimischer Baum von Teheran in allen Stadtbezirken, der sehr anpassungsfähig ist. Hangbefestigung, obwohl frosthart treten Spätfrostschäden gelegentlich auf. Tiefgründige, sandig bis lehmige Böden, Kalkliebend, empfindlich gegen Oberflächenverdichtung, Schwach giftig.
29	<i>Ginkgo biloba</i>	Ginkgo	ژینگو	Na/Im	M	7-18	5-12	9-3	4-9	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	0	+	+	+	+	+	+	Hartnäckiger Baum gegen der Hitze, Trockenheit und Verschmutzungen, Bodenverdichtung Boden-Salzgehalt, krankheitsresistent, mit attraktiver Herbstfärbung. Sonderstellung als einziger Vertreter einer ganzen Klasse nacktsamiger Gewächse. Schwach giftig.
30	<i>Gleditsia triacanthos</i>	Amerikanische Gleditschie	لیلیکی آمریکایی	La/So	S	8-16	7-14	9-1	3-9	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	0	+	+	+	+	+	+	Langlebig in gut entwässerten Böden, anspruchslos, stadtklimafest, Windbruchgefährdung auf nährstoffreichen Böden, daher Abmagerung des Standortes, Verkehrsgefahr durch Dornen am Stamm und Abwurf im Alter.
31	<i>Juglans regia</i>	Walnuss	گردو	La/Nu/So	M	10-25	8-18	7-1	4-8	+	+	+	+	+	0	+	+	+	+	+	+	-	+	+	0	+	+	+	Empfindlich gegen Boden-pH und bevorzugt Standorte mit trockenen neutralen bis schwach sauren Böden. Der Austrieb erfolgt auffallend spät. Der Laubfall extrem früh. Ausschließlich in Grünanlagen pflanzen.
32	<i>Juniperus chinensis</i>	Chinesische Wacholder	اریس (ژونی پروس)	Na/Im	M	3-18	1-6	9-1	3-9	+	+	0	0	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	0	+	+	In allen Arten von Böden mit guter Entwässerung, auch in felsigen Tälern und Hängen.	
33	<i>Koelreuteria paniculata</i>	Blasenesche	باران طلائی	Z/La/So	M	3-12	3-14	9-1	5-9	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	0	+	+	+	+	Hervorragender Farbton, stadtklimafest, gute Straßenbäume, auch für Gärten und Parks, dank des kleinkronigen Wuchses und einem meist geringen Jahreszuwachs eignet er sich auch für kleine Gärten. Wurzeln wenige Verzweigungen, empfindlich gegen Oberflächenverdichtung.	
34	<i>Laburnum anagyroides</i>	Gemeiner Goldregen	پروانه	G/La/So	M	3-6	2-5	8-5	6-8	+	0	0	+	0	+	+	+	0	0	+	-	+	0	0	+	+	+	+	Sehr giftig. Alkaloide v. a. in den Samen, kann beim Verzehr großer Samenmengen tödlich sein.
35	<i>Lagerstroemia indica</i>	Chinesische Lagerströmie	توری	Z/La/So	M	3-7	2-6	9-6	7-11	+	+	+	+	+	+	0	+	+	+	+	+	+	0	0	+	+	+	+	Attraktive große Blütenrispe im Spätsommer. Empfindlich gegen Staunässe.
36	<i>Laurus nobilis</i>	Echter Lorbeer	برگ بو	Z/La/Im	M	6-12	6-12	12-1	8-11	0	+	0	+	+	+	0	0	+	+	+	+	+	+	0	+	+	+	Aromatische Blätter, Heilpflanzen und Gewürze, Haldenbegrünung, Hangbefestigung, Empfindlich gegen Staunässe. Schwach giftig.	
37	<i>Maclura pomifera</i>	Milchorangenbaum (Osagedorn)	توت آمریکایی	La/So	M	6-12	5-7	10-1	4-10	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	Anpassung an unterschiedliche Bodenverhältnisse, auch an Trockenheit, Hitze, Wind oder Luftverschmutzung, Winterhart.	
38	<i>Magnolia grandiflora</i>	Immergrüne Magnolie	ماگنولیای سفید	Z/La/Im	L	8-12	4-9	9-1	7-9	+	+	+	+	0	0	-	+	+	+	+	+	+	+	0	+	+	+	Immergrün, duftende Blüten, windbruchgefährdet, Pflanzen in feuchtigkeitsspeichernden, nicht frostanfälligen Lagen.	



39	<i>Malus domestica</i>	Kulturapfel	سیب	Ob/La/S <sub>o</sub>	M	3-8	4-7	9-1	3-8	0	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	Vogelschutzgehölz, Bienennährgehölz, Parkpflanzung, Stadtgebiet, Spalier, Hausgärten, in gut drainierten Böden.
40	<i>Malus floribunda</i>	Japanischer Wildapfel	سیب گل (سیب ژاپنی)	Z/La/So	M	3-6	2-5	8-1	4-8	0	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	Schöner duftender, anspruchsloser Baum, der eine breite Palette von trockenen Böden toleriert.	
41	<i>Melia azedarach</i>	Zedrachbaum	زیتون تلخ	G/La/Im	S	8-12	6-8	12-7	7-11	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	Sehr anpassungsfähig, manchmal aggressiv, empfindlich gegen Stauanässe und Verdichtung, giftig für Menschen.	
42	<i>Morus alba</i>	Weißer Maulbeere	توت سفید	La/So	S	8-18	6-15	8-1	4-8	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	Mögliche Beschädigung der Wasserleitungen und Fundamente durch Baumwurzeln. Sehr schnellwüchsig, falls regelmäßige Bewässerung gewährleistet ist, aber auch trockenresistent.	
43	<i>Morus nigra</i>	Schwarzer Maulbeerbaum	توت سیاه	La/So	M	4-12	3-10	9-5	5-9	0	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	Sehr anpassungsfähig, nicht geeignet für die Straßen und Parkplätze.	
44	<i>Olea europaea</i>	Olivenbaum	زیتون	Ob/La/Im	L	3-10	3-8	10-8	8-10	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	Sehr langlebiger, anpassungsfähiger immergrüner Baum für alle Grünflächen. Die ersten 2-3 Jahre braucht er regelmäßige Bewässerung und danach ist trockenresistent. Empfindlich gegen Stauanässe und Verdichtung. Schwach giftig.	
45	<i>Parrotia persica</i>	Persischer Eisenholzbaum	انجیلی	Z/La/So	L	5-8	3-5	8-1	5-8	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	Blätter oft mehrfarbig, Färbung hält lange an. Herbstfärbung gelb oder orangerot bis hin zum ins Violett übergehende Scharlachrot.	
46	<i>Picea abies</i>	Gemeine Fichte	کاج نوئل	Na/Im	L	15-25	6-12	8-1	3-8	+	+	0	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	Windschutzgehölz, Verstärkung der Bodenversauerung durch starke Monokulturen (saure Nadelstreu), auch in Hängeformen und Zwergformen.	
47	<i>Pinus eldarica</i>	Eilar-Kiefer/ Afghanische Kiefer	کاج تهران/ایرانی	Na/Im	S	8-16	5-12	9-1	5-8	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	Schnell wachsende Kiefern für extreme Sommerhitze und sehr kalte Winter und periodische Dürren.	
48	<i>Pinus nigra</i>	Schwarz-Kiefer	کاج سیاه	Na/Im	M	12-18	5-12	8-1	4-8	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	Sehr anpassungsfähig, stadtklima-resistent, industriefest, hitzeresistent, frosthart; trockenheitsresistent, schattenunverträglich, auf allen durchlässigen, kalkhaltigen auch Lehmgigen Boden, verträgt auch hohe Salzgehalte im Boden und Salzluft.	
49	<i>Platanus orientalis</i>	Morgenländische Platane	چنار	La/So	M	10-18	6-10	9-5	3-8	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	Beliebtester Baum in Teheran, war seit vielen Jahren die dominierende Baumart der Stadt. Trotz der Störung für Gebäude und des hohen Wasserverbrauchs und Pollen ist er noch sehr beliebt bei den Teheranern. Ziemlich behaarte Blätter ziehen viel Luftverschmutzung nach sich, so dass sie nicht mehr einatmen können, danach verlieren die Bäume früh ihre Blätter. Auch macht der Platane ein seit einigen Jahren vermehrt auftretender Pilz zu schaffen, der die gerade austreibenden Blätter zerstört	

50	<i>Platycladus orientalis</i>	Morgenländischer Lebensbaum	نوش / سرو خمره ای	G/Z/Na/Im	M	5-9	2-6	11-6	6-10	0	+	+	0	+	+	+	0	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	In gut drainierten Böden, stark giftig für Menschen.
51	<i>Populus alba</i>	Silber-Pappel	سپیدار	La/So	S	20-35	10-15	9-1	4-9	-	0	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	0	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	Aggressive Wurzeln <sup>134</sup> , Radikalschnittresistent, schwach gelappte Blätter. Sie wird häufig wegen ihrer ausgesprochenen Raschwüchsigkeit angepflanzt. tolerant gegenüber der Bodenfeuchte.		
52	<i>Populus caspica Bomm.</i>	Kaspische Pappel	سفید پلت	La/So	S	18-25	8-14	9-1	4-9	-	-	0	+	+	+	+	+	+	+	+	+	0	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	Aggressive Wurzeln, lebendige fossile Arten, wegen vieler Schädlinge an der gefährdeten Grenze. Es wächst dort, wo das Grundwasser dicht unter der Oberfläche liegt.		
53	<i>Populus deltoides</i>	Kanadische Schwarz-Pappel	صنوبر آمریکایی	La/So	S	8-16	3-8	9-1	3-9	-	0	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	0	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	Raschwüchsig, aber kurzlebig. Bruchgefahr, aggressive Wurzeln, nur dort gepflanzt werden, wo auch genügend Wurzelraum zur Verfügung steht.		
54	<i>Populus euphratica</i>	Euphrat-Pappel	پده / صنوبر بیابانی	La/So	S	10-16	8-12	9-1	1-8	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	0	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	Aggressive Wurzeln, bei hohem Grundwasserstand windwurfgefährdet. Bei trockenem Standort krüppelwüchsig.		
55	<i>Populus nigra</i>	Schwarz-Pappel	تیریزی	La/So	S	12-27	3-8	9-1	3-9	0	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	0	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	Aggressive Wurzeln, Pionierbesiedler, Hangbefestigung, Bruchgefahr.		
56	<i>Prunus cerasus</i>	Sauerkirsche	آلبالو	Z/Ob/La/So	M	5-8	3-5	8-1	4-8	0	+	+	+	+	0	+	+	+	+	+	+	+	+	0	0	+	+	+	+	+	+	+	Ein selbstbefruchtender Baum, der bereits an Jungpflanzen hohe Erträge bringt. Ideal für private Gärten und Parks in gut drainierter Erde.		
57	<i>Prunus domestica</i>	Pflaume	آلو/الوجه / گوجه	Z/Ob/La/So	M	4-8	3-6	8-3	5-8	0	0	+	+	0	+	+	+	+	+	+	+	+	+	0	0	+	+	+	+	+	+	+	Duftende Frühlingsblumen und Früchte in verschiedene Gruppen und Farben, tolerant gegenüber fast allen Bodenarten, so lange sie eine gute Drainage und moderate Fruchtbarkeit bieten. Anfällig für eine Reihe von Schädlingen und Krankheiten in Teheran, aber es gibt auch resistente Sorten und Veredelungsmöglichkeiten.		
58	<i>Prunus dulcis</i>	Mandelbaum	بادام	Z/Nu/La/So	L	3-8	2-6	8-1	5-8	0	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	0	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	Empfindlich gegen Staunässe, volle Sonne und bevorzugt gut durchlässige, durchschnittlich fruchtbare Böden, Mandelbäume sind ziemlich robust, erfordern jedoch relativ kalten Winter und langen, heißen, trockenen Sommer, um eine gute Ernte zu produzieren.		
59	<i>Prunus persica</i>	Pfirsichbaum	هلو	Z/Ob/La/So	M	3-8	2-7	9-1	5-9	+	0	+	-	0	0	+	+	+	+	+	+	+	+	0	+	+	+	+	+	+	+	+	Frosthart, nicht rauchhart, in gut drainierter Erde.		

<sup>134</sup> Alle Pappeln (48-52) sollten nicht unbedingt in der Nähe von Gebäude und Straßenrändern gepflanzt werden, da die Wurzeln sich sehr weit und intensiv ausbreiten und somit gerne unter dem Pflaster in Abwasserleitungen hineinwachsen, was einen sehr großen Schaden verursachen kann. Auch diese Flachwurzler-Pflanzen können bei schlechten Bodenverhältnissen (Tonböden, Staunässe) keine optimalen Halt finden und sie sind besonders in Monokultur-Form windwurfgefährdet.


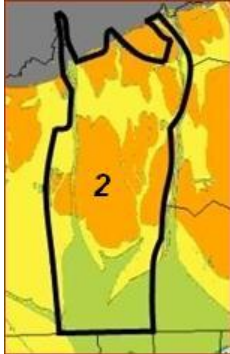

60	<i>Prunus serrulata</i>	Japanische Blütenkirsche	گیلاس زینتی (ژاپنی)	Z/Ob/ La/So	S	8-12	5-10	9-4	6-8	0	0	+	+	+	0	+	+	+	+	+	+	+	0	-	+	+	+	Wunderschön, aber leider von vielen Viruserkrankungen geplagt. Kurzlebig. Nur in offenen feuchten gut drainierten fruchtbaren Böden, mit neutralem oder leicht saurem pH-Wert.
61	<i>Punica granatum</i>	Granatapfel	انار	Ob/La/S o	M	2-7	1-5	12-1	7-10	+	+	+	+	+	+	+	0	0	+	+	+	+	0	-	+	+	+	Tolerant für felsigen, schlechten Standorte und Salz Böden, empfindlich gegen Staunässe. Das Fruchtfleisch ist giftig. War lange ein einheimischer beliebter Baum in der Teheraner Region, der aufgrund der Luftverschmutzung und der Erhöhung der sommerlichen Hitze ist jetzt weniger zu sehen ist.
62	<i>Pyrus communis</i>	Kulturbirne	گلابی	Ob/La	M	4-8	3-6	9-5	5-9	0	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	0	-	+	+	+	Haldenbegrünung, Hangbefestigung, Vogelschutzgehölz, Bienennährgehölz.
63	<i>Quercus castaneifolia</i>	Kastanien blättrige Eiche	بلوط	La/So	M	15-20	8-12	8-1	6-10	0	0	0	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	Einheimischer Baum in der Zagros-Region Irans, der den Teheraner Bürger interessiert, aber angesichts seines Wurzelsystems, das durch das Dickenwachstum Pflasterbeläge anheben könnte, darf er nur gepflanzt werden, wo genügend Wurzelraum zur Verfügung steht.
64	<i>Quercus persica (macranthera)</i>	Persische Eiche	بلوط ایرانی	La/So	S	9-12	5-9	8-1	7-10	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	0	+	+	0	+	+	Einheimischer Baum in der Elborz-Region Irans, wärmeliebend und frosthart, in trockenen bis frischen, schwach sauren bis stark alkalischen, sandig-kiesigen oder sandig-lehmigen Böden.
65	<i>Robinia pseudoacacia</i>	Gewöhnliche Robinie	اقاقیا	G/Z/ La/So	M	6-16	3-9	9-3	4-9	+	+	+	+	0	+	+	+	+	+	+	+	0	+	+	+	+	+	Duftige Blumen, die ganze Pflanze, besonders Rinde und Früchte sind stark giftig, anspruchslos, windbruchgefährdet auf nährstoffreichen Böden, im Alter Totholzbildung, stadtklimafest. Robinie lebt in Symbiose mit stickstoffbindenden Knöllchenbakterien effizient. Die gewaltigen Stickstoffmengen können von ihr selbst nicht verbraucht werden und werden zur chemischen Keule gegen andere Pflanzen verwendet. Trotz diesem negativen Punkt, waren Robinien in Teheran (außer im südwestlichen windigen Bereich) als Monokultur und in Kombination mit Kiefern sehr positiv. Sie duldet schwierige Lage, unfruchtbaren Boden und ihr aggressiver unkrautartiger Charakter erklärt ihr Erfolg.
66	<i>Salix alba</i>	Silber-Weide	بید	La/So	S	15-25	8-15	9-1	4-9	0	0	+	+	0	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	0	+	+	Toleranz gegenüber der Bodenfeuchtigkeit, Silberweide als Pioniergehölze breitet sich durch Wurzelaufläufer aus und könnte dadurch Schäden verursachen, Bruchgefahr, bevorzugt feuchte Böden
67	<i>Salix babylonica</i>	Echte Trauerweide	بید مجنون	Z/La/So	S	9-13	15-21	9-1	6-9	-	0	+	+	+	0	0	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+	Als Erosions-Kontrollmaßnahme entlang von Wasserläufen verwendet. Die Wurzeln bei der Suche nach Feuchtigkeit sehr aggressiv sind und Beschädigungen der Wasserleitungen und

		<i>Fundamente verursachen können</i>																										
68	<i>Tilia platyphyllos</i>	Sommer-Linde	زیزفون/ نمدار	La/So	L	15-20	6-14	8-4	4-7	0	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	0	+	0	-	+	+	+	bevorzugt nährstoffreiche und gut wasserversorgte Böden; saure und trockene Standorte werden gemieden. Spätfrostgefährdet, aber frosthart; verträgt Hitze und Trockenheit nicht
69	<i>Ulmus minor subsp. minor (campestris var. laevis)</i>	Feldulme	نارون/ اوجا	La/So	M	12-18	7-10	9-1	5-9	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	0	+	0	-	+	+	+	Pionierpflanze, sehr wärmeliebend, hitzeverträglich, wächst auch auf trockenen Böden, mäßig industriefest, sehr windresistent, mäßig trockene bis feuchte, lockere und sehr nährstoffreiche Böden, schwach sauer bis stark alkalisch. Verdichtungsgefährdet, weiterhin verursacht ein Pilz in den Gefäßen des Holzes Verstopfungen der Leitungsbahnen, was zu einer Unterbrechung der Wasserversorgung und häufigem Baumabsterben führt
70	<i>Ulmus minor Umbraculifera (Ulmus foliaceae var. umbraculifera)</i>	Kugel-Ulme	نارون چتری	La/So	S	6-11	4-8	9-1	5-9	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	0	+	+	-	+	+	+	Einheimischer Baum, Frosthart, mäßig industriefest, sehr windresistent, sehr wärmeliebend, hitzeverträglich, wächst auch auf trockenen Böden, ist aber leider in Teheran anfällig für Krankheiten und Schädlinge, tiefgehende Pfahlwurzel



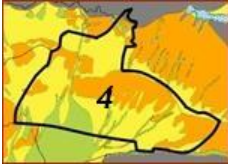
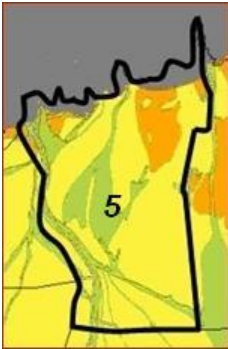
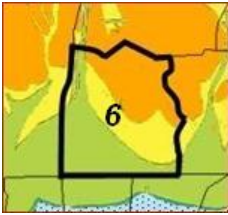

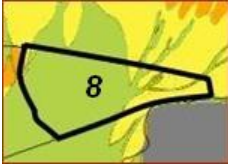


## A.2: Charakterisierung bodenkundlicher Faktoren wie Gestein, Klima und Relief der verschiedenen Bereiche von Teheran

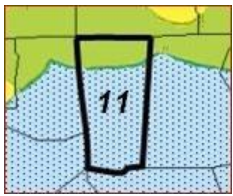
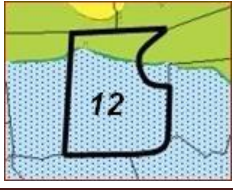

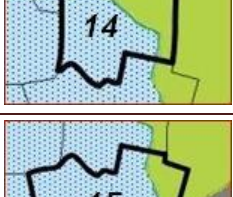
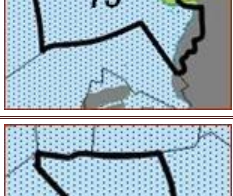
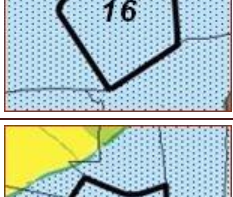
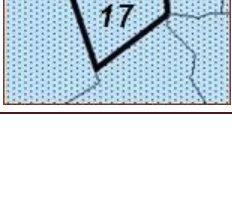
Tabelle A.2-1: Eigene Zusammenstellung anhand von Daten aus den meteorologischen Stationen von Teheran, in denen zwischen den Stationen jeweils relative Werte berechnet wurden (im Norden Shemiran und Aghdasieh, im Osten Dushan-Tape, im Westen Chitgar, Im Süden Ray und IKIA und in der Stadtmitte Mehrabad und Geophysik), geologische Berichte und Karten der Japan International Cooperation Agency (JICA), Geologische Forschung über quartären Ablagerungen von Metropole Teheran & Studium des E-Moduls von alluvialen Ablagerungen im südlichen Teheran. (Ghanbari, 2009); (Jafari & Razmkhah, 2003); (Ghayoumian et al., 2006) & (Monatliches Wetterbulletin der Provinz Teheran, 2011).

Sirkadtbezirk	Klimatische Bedingungen (1985-2005)							Bodenbeschaffenheit (die oberste Schicht der Erdoberfläche)	
	Höchste Monatsdurchschnitts-temperatur im Juli (°C)	Durchschnittliche kälteste Jahrestemperatur (°C) / USDA Zonen <sup>130</sup>	Höchste Temperatur (°C)	Durchschnittliche jährliche Anzahl der Tage über 30°C / AHS Heizzonen <sup>130</sup>	Tiefste Temperatur (°C)	Durchschnittliche Frosttage im Jahr (Minimum unter 0°C)	Durchschnittlicher Jahresniederschlag (mm)		Durchschnittliche Grundwasserstand
	34	-1,5 / 9b	39,5	97,5 / 8	-11	55	420	>130	Weitgestufter Kies und Kies-Sand-Gemisch in einem schwachen Sand-Schluff-Zement, hochdurchlässig, gering frostempfindlich, häufige Bodenklassen: GW, GM, SW, SM
	34,5	-0,2 / 10a	41	115 / 8	-10	45	420	>120	Im Norden des Bezirkes liegt ein hügeliges Gelände mit einer Neigung von bis zu 90%, Grob-Böden mit weitgestuftem Kies und Kies-Sand-Gemisch. Im Westen bestehen die Böden aus sehr ungleichförmigen Kornaufbau, weit gestuften Sanden und Sand-Kies-Gemischen in dünner Magnesium-schluffiger Tonschicht; und im Süden aus nichtbindigen <sup>135</sup> weitgestuften Sanden und Sand-Kies-Gemischen. Häufige Bodenklassen: GW, GP, GM, SW, SP, SM, C ML
	34,5	-0,8 / 10a	40	100 / 8	-10	45	350	>130	Im Norden und Westen liegen Böden mit weitgestuftem Kies und Kies-Sand-Gemisch und in einigen Teilen Schluffe und sehr feine Sande; Gesteinsmehl, schluffige oder tonige Feinsande. Im Westen sind Hügel mit ungleichförmigem Kornaufbau, weit gestuften Sanden und Sand-Kies-Gemischen in dünnen Magnesium-schluffiger Tonschicht. Häufige Bodenklassen: GW, GP, GM, SW, SP, SM, CL, ML

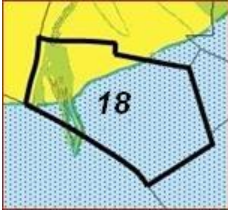
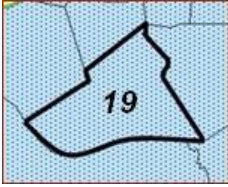
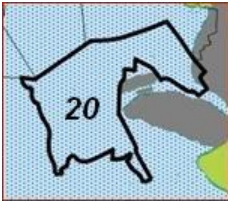

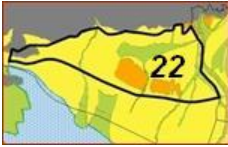
<sup>135</sup> Nichtbindiger Boden ist ein Boden mit einem geringen Anteil an Feinkorn, Wasser- und Luftdurchlässig.

Zu Frostschäden kommt es bei nichtbindigen Böden in der Regel nicht, da die Volumenänderung des Wassers durch die Luftporenräume im Korngefüge aufgenommen werden kann.

	34,5	-1 / 10a	41	110 / 8	-10	45	350	>140	Im Norden und Osten gibt es Hügel aus ungleichförmigen weitgestuften Sanden und Sand-Kies-Gemischen in dünnen Magnesium-schluffiger Tonschicht; im Süden nichtbindige weitgestufte Sande und Sand-Kies-Gemische und im Osten liegen Böden mit weitgestuftem Kies und Kies-Sand-Gemisch in schwachem Sand-Schluff-Zement. Der gesamte Bezirksboden ist hoch durchlässig und die Bodenklassen sind: GW, GP, GM, GC, SW, SP, SM, SC
	35	0 / 10a	40,5	110 / 8	-10	44	320	>120	Die meisten Teile des Bezirks sind voll von intermittierend weitgestuftem Kies und Kies-Sand-Gemisch in weichem Schluff-Zement, nur ein Teil des Nordens besteht aus Hügeln mit ungleichmäßigen Steinblöcken, tonigen Kiesen, Kies-Sand-Ton-Gemischen; der Boden ist hoch durchlässig und Bodenklassen sind: GW, GP, GM, SW, SP, SM, ML
	35	0,8 / 10a	41	110 / 8	-8	32	280	90	Der Nordosten des Bezirks besteht aus Hügeln mit ungleichmäßigem weitgestuften Kies und Kies-Sand-Gemisch in Sand-Schluff-Zement und dünner Magnesium-schluffiger Tonschicht und in Südwesten herrscht ein ungebundenes großkörniges Sand-Kies-Alluvial, häufige Bodenklassen sind: GW, GP, GM, SW, SP, SM, ML, MC
	35	0,6 / 10a	41	115 / 8	-8	32	270	90	Im Nordwesten des Bezirks sind die Hügel aus ungleichmäßigem weitgestuften Kies und Kies-Sand-Gemisch in Sand-Schluff-Zement und im Süden liegen Böden aus nichtbindigem weitgestuften Sanden und Sand-Kies-Gemischen. Bodenklassen: GW, GP, GM, SW, SP, SM, SC
	36	0,8 / 10a	42	120 / 8	-10	35	270	80	Nichtbindige Böden, ungleichförmiger Kornaufbau, weitgestufter Kies und Kies-Sand-Gemisch. Hoch durchlässig, häufigste Bodenklassen sind: GW, SW
	37	1 / 10a	42,5	125,5 / 9	-10 / 8a	30	240	60	Die meisten Böden sind voll von nichtbindigen Korngemischen, weitgestuftem Kies und Kies-Sand-Gemisch in weichem Schluff-Zement, mittel-durchlässig, Bodenklassen: GW, GM, SW, SM, ML
	38	0,8 / 10a	42	126 / 9	-10	30	230	19	Im Norden gibt es nichtbindige Böden, ungleichförmige weitgestufte Sande und Sand-Kies-Gemische und im Süden liegen tonig-schluffige Sande, Fein-Böden aus Tonen mit mittlerer Plastizität; mittlere bis niedrige Durchlässigkeit, Bodenklassen: GM, GC, SW, SM, SC, ML, CL

	37	0,6 / 10a	42	126 / 9	-9	30	230	12	Außer einem kleinen Teil des Nordens schluffige oder tonige Feinsande mit mittlerer Plastizität, geringe Durchlässigkeit, Bodenklassen: ML, CL, SP, SM, SC
	37	0,4 / 10a	42	126 / 9	-9	32	230	13	Weitgestuftes Kies-Sand-Gemisch, enggestufte Sand-Kies-Gemische und eng gestufte Sand-Ton/Schluff-Gemische, auch im Süden kiesige oder sandige Tone mit geringer bis mittlerer Plastizität; Bodenklassen: GW, GP, GC, SW, SP, SC, SM, CL
	37	0,2 / 10a	43	126 / 9	-10	36	270	30	Nichtbindige Böden, ungleichförmiger Kornaufbau, weit gestufter Sand und Sand-Kies-Gemische. Häufigste Bodenklassen: GW, GP, GC, SW, SP, SC
	37	0 / 10a	43	126,5 / 9	-11	34	260	40	Im Norden und Osten nichtbindige Böden, weit gestufte Sand-Kies-Gemische, im Südwesten eng gestufte Sand-Ton-Gemische, häufigste Bodenklassen: GW, GP, GC, SW, SP, SC, CL
	37,5	-0,2 / 10a	43	130 / 9	-15	28	240	15	Schluffige oder tonige Feinsande mit geringer bis mittlerer Plastizität; Schluffe und sehr feine Sande; Gesteinsmehl, niedrige Durchlässigkeit. Bodenklassen: SM, SC, ML, CL
	37,5	-0,2 / 10a	43	130 / 9	-13	25	220	15	Bindige <sup>136</sup> Böden aus Tonen und Schluffen mit mittlerer Plastizität; sandige Tone, schluffige Tone, niedrige Durchlässigkeit. Bodenklassen: SM, SC, ML, CL, CH, MH
	37,5	-0,2 / 10a	44	128 / 9	-12	25	210	16	Alluviale Sedimente, hochplastischer bindiger Boden mit hohem Anteil an Ton oder Schluff, sehr niedrige Durchlässigkeit. Bodenklassen: ML, CL, CH, MH

<sup>136</sup> Bindige Böden besitzen einen hohen Ton- und Lehmanteil. Diese Schwere Böden neigen zur Bodenverdichtung. Da Sickerwasser nur langsam weitergeleitet wird, entsteht bei Regen schnell die Gefahr der Staunässe. Bei frostgefährdeten bindigen Böden besteht die Gefahr der Frosthebung. Dadurch keimen die Pflanzen nicht oder kaum. Besonders Knollen- und Wurzelfrüchte wachsen daher nur spärlich. Bindige Böden sollen zum anpflanzen dringend aufgebessert werden.

	37	-0,5 / 10a	43	128 / 9	-13	30	210	15	<p>Der kritischste bindige Boden von Teheran, der das Wasser festhält und sich unter Druckbelastung über einen längeren Zeitraum relativ stark verformt, sein Verhalten ist vom Wassergehalt abhängig. Der Boden reagiert empfindlich auf Frost, da das Porenwasser gefriert und es zu Hebungen kommt. Tonminerale neigen unter Einfluss von Wasser außerdem zum Quellen oder Schrumpfen.</p> <p>Außer einem kleinen Teil des Nordwestens, der einen höheren Sand-Gehalt hat, ist der Boden voll von feuchten Tönen, sehr feinen Sanden; Gesteinsmehl, Schluff und organischen Tönen mit sehr hoher Plastizität. Häufige Bodenklassen: ML, CL, OL, MH, CH, OH</p>
	37,5	-0,8 / 10a	44	130 / 9	-15	25	210	15	<p>Der Feinanteil ist Ton mit mittlerer bis hoher Plastizität; schluffige oder tonige Feinsande. Sehr niedrige Durchlässigkeit, Bodenklassen: ML, CL, OL, MH, CH, OH</p>
	38	-1 / 10a	44,5	135 / 9	-18	20	200	15	<p>Tone mit mittlerer Plastizität; schluffige Tone, eng gestufte Sand-Schluff-Ton-Gemische. Bodenklassen: ML, CL, OL, MH, CH, OH, SM, SC</p>
	36	0 / 10a	41	120 / 9	-13	35	230	70	<p>Nichtbindige Böden, ungleichförmiger Kornaufbau, weitgestufter Kies und Kies-Sand-Gemisch in einem schwachen Sand-Schluff-Zement, mittel bis hoch durchlässig, häufige Bodenklassen: GW, GM, SW, SM</p>
	35,5	0 / 10a	40,5	110 / 8	-13	38	300	>120	<p>Die meisten Teile sind nichtbindiger Boden, weitgestufter Kies und Kies-Sand-Gemisch, in der Mitte liegen Hügel mit ungleichmäßigem weitgestuften Kies-Sand-Gemisch in Sand-Schluff-Zement und dünnen Magnesium-schluffiger Tonschicht, hoch durchlässig, häufige Bodenklassen: GW, GP, GM, GC, SW, SP, SM, SC</p>



### A.3: Die wichtigsten Pflanzenarten in den öffentlichen Grünflächen von Teheran

Liste von Pflanzen in öffentlichen Räumen in Teheran, die in den Fragebögen stehen, die an ausgewählte Parks-Büros und Grünfläche-Institute gesendet wurden. Zusammenstellung von Referenzen: (Mirzadeh et al., 2008); (Park- und Grünflächenorganisation Teherans, 2009) & (Sabeti, 2008).

Tabelle A.3-1: Namen des Bedecksamigen Baumbestands in Teheran

Wissenschaftlicher Name	Familie	Wachsform	Persischer Name
1 Acer negundo L	Aceraceae	Mes Pscap	افرای سیاه
2 Acer platanoides L	Aceraceae	Mes Pscap	افرا برگ چناری
3 Acer pseudoplatanus L	Aceraceae	Mes Pscap	افرا شبه چناری
4 Acer rubrum L	Aceraceae	Mes Pscap	افرای قرمز
5 Acer velutinum Boiss	Aceraceae	Mes Pscap	افرا پلت
6 Aesculus hippocastanum L	Hippocastaneaceae	Mes Pscap	شاه بلوط هندی
7 Aesculus X carnea Hayn	Hippocastaneaceae	Mes Pscap	شاه بلوط هندی سرخ
8 Ailanthus altissima Swin	Simarubaceae	Mes Pscap	عرعر
9 Albizzia julibrissin Durazz	Fabaceae	Mes Pscap	گل ابریشم
10 Alnus subcordata.C.A.Mey	Betulaceae	Meg Pscap	توسکای بیلاقی
11 Armeniaca vulgaris Lam	Rosaceae	Mi Pscap	زردآلو
12 Caesalpinia gilliesii Wall	Fabaceae	N Pscap	ابریشم مصری
13 Catalpa bignonioides Walt	Bignoniaceae	Mes Pscap	جوالدوز
14 Celtis australis L	Ulmaceae	Mes Pscap	داغداغان
15 Celtis caucasica wild	Ulmaceae	Mi Pscap	درخت تا
16 Cerasus avium L	Rosaceae	Mes Pscap	گیلاس گل
17 Cerasus laurocerasus L	Rosaceae	Mi Pscap	جل - غارگیلاس
18 Cerasus mahaleb L	Rosaceae	Mi Pscap	محاب
19 Cerasus vulgaris Mill	Rosaceae	N Pscap	آلبالو
20 Cercis Canadensis L	Fabaceae	Mi Pscap	ارغوان کانادایی
21 Cercis siliquastrum L	Fabaceae	Mi Pscap	ارغوان معمولی
22 Cornus alba L	Cornaceae	Mi Pscap	آل سفید
23 Cornus mas L	Cornaceae	Mi Pscap	ذغال اخته
24 Cornus sanguinea L	Cornaceae	Mi Pscap	آل قرمز
25 Cornus stolonifera Michx.	Cornaceae	Mi Pscap	زغال اخته ابریشمی
26 Corylus avellana L	Corylaceae	Mi Pscap	فندق
27 Cotinus coggygria Scop	Anacardiaceae	Mi Pscap	درخت پر
28 Crataegus laevigata.(Poir.)DC	Rosaceae	N Pscap	زالزالک چتری
29 Crataegus monogyna	Rosaceae	Mi Pscap	زالزالک سرخ
30 Cydonia oblonga Mill	Rosaceae	Mi Pscap	به
31 Diospyros kaki L	Ebenaceae	Mes Pscap	خرمالو
32 Diospyros lotus L	Ebenaceae	Mes Pscap	کلهو
33 Diospyros virginiana L	Ebenaceae	Mes Pscap	کلهوی زاپنی
34 Elaeagnus angustifolia L	Elaeagnaceae	Mi Pscap	سنجد
35 Eriobotrya japonica Lindl	Rosaceae	N Pscap	ازگیل زاپنی
36 Eucalyptus niphophila Maiden & Blakely	Myrtaceae	Meg Pscap	اکالیپتوس
37 Firminia platanifolia(L.F.)Schott &Endl	Sterculiaceae	Mes Pscap	سید الاشجار
38 Fraxinus excelsior L	Oleaceae	Mes Pscap	ون/ زبان گنجشک
39 Fraxinus rotundifolia Mill	Oleaceae	N Pscap	ون/ زبان گنجشک
40 Gleditsia tricanthos L	Fabaceae	Mi Pscap	لیلیکی آمریکایی
41 Ilex aquifolium L	Aquifoliaceae	Mi Pscap	خاس
42 Juglans regia L	Juglandaceae	Mes Pscap	گردو
43 Koelreuteria paniculata Lam	Sapinaceae	N Pscap	باران طلائی
44 Laurus nobils L	Lauraceae	N Pscap	برگ بو
45 Maclura pommifera (Raf.).Scheid	Moraceae	Meg Pscap	توت آمریکایی
46 Magnolia grandiflora	Magnoliaceae	Mi Pscap	ماگنولیای سفید
47 Magnolia X soulangiana Soul Bod	Magnoliaceae	Mi Pscap	ماگنولیای بنفش
48 Mahonia aquifolium .(Pursh) Nutt	Berberidaceae	Mes Pscap	ماهونیا
49 Malus communis Desf	Rosaceae	Mi Pscap	سیب معمولی

50	<i>Malus pumila</i> Mill	Rosaceae	Mi Pscap	سیب
51	<i>Melia azedrach</i> L	Meliaceae	Mi Pscap	زیتون تلخ
52	<i>Mespilus germanica</i> L	Rosaceae	Mi Pscap	ازگیل
53	<i>Morus alba</i>	Moraceae	Mi Pscap	توت سفید
54	<i>Morus nigra</i> L	Moraceae	Mi Pscap	توت سیاه
55	<i>Olea europaea</i> L	Oleaceae	Mes Pscap	زیتون
56	<i>Parrotia persica</i> L	Hamamelidaceae	Mes Pscap	انجیلی
57	<i>Persica vulgaris</i> Mill	Rosaceae	N Pscap	هلو
58	<i>Phoenix dactylifera</i> L	Arecaceae	Mes Pscap	خرما/ نخل
59	<i>Platanus orientalis</i> L	Platanaceae	Mes Pscap	چنار
60	<i>Populus alba</i> L	Salicaceae	Meg Pscap	سپیدار
61	<i>Populus caspica</i> Bomm	Salicaceae	Mes Pscap	سفید پلت
62	<i>Populus deltoids</i> Marsh	Salicaceae	Mes Pscap	صنوبر آمریکایی
63	<i>Populus euphratica</i> Oliv	Salicaceae	Mi Pscap	پده
64	<i>Populus nigra</i> L	Salicaceae	Mes Pscap	شالک/ تبریزی
65	<i>Prunus domestica</i> L	Rosaceae	Mes Pscap	الوجه
66	<i>Prunus serrulata</i>	Rosaceae	Mes Pscap	گیلاس زینتی ژاپنی
67	<i>Prunus serrula</i> Franch.	Rosaceae	Mes Pscap	گیلاس ماهاگونی
68	<i>Pterocarya fraxinifolia</i> (Lam.) Spach	Juglandaceae	Mes Pscap	لرگ
69	<i>Pyrus communis</i> L	Rosaceae	Mi Pscap	خج/ گلابی
70	<i>Quercus castaneifolia</i> .C.A.Mey	Fagaceae	Meg Pscap	سیاه مازو
71	<i>Quercus ilex</i> L	Fagaceae	Mi Pscap	بلوط همیشه سبز
72	<i>Quercus suber</i> L	Fagaceae	Mes Pscap	بلوط چوب پنبه
73	<i>Robinia pseudoacacia</i> L	Fabaceae	Mi Pscap	اقاقیا
74	<i>Salix acmophylla</i> Boiss	Salicaceae	Mi Pscap	زرد بید
75	<i>Salix aegyptiaca</i> L	Salicaceae	Mi Pscap	بید مشک
76	<i>Salix alba</i> L	Salicaceae	Mes Pscap	بید معمولی
77	<i>Salix babylonica</i> L	Salicaceae	Mi Pscap	بید مجنون
78	<i>Salix carmanica</i> Bornm	Salicaceae	Mi Pscap	بید مرجانی
79	<i>Salix excelsa</i> Gmelin	Salicaceae	Mi Pscap	سیاه بید
80	<i>Salix matsudana</i> Koidz	Salicaceae	Mi Pscap	بید فری
81	<i>Salix pupurea</i> L	Salicaceae	Mi Pscap	سرخ بید
82	<i>Tilia platyphylus</i> Stev	Tiliaceae	Mes Pscap	نمدار/ زیزفون
83	<i>Ulmus glabra</i> Huds	Ulmaceae	Mi Pscap	ملج
84	<i>Ulmus minor</i> Miller	Ulmaceae	Mi Pscap	نارون اوجا
85	<i>Washingtonia filifera</i> H. Wendl	Palmaceae	Mi Pscap	نخل باد بزی

Tabelle A.3-2: Namen des Nacktsamigen Baumbestands in Teheran

Wissenschaftlicher Name	Familie	Wachsform	Persischer Name	
1	<i>Calocedrus decurrens</i> (Toss.)Flori	Cupressaceae	Mi Pcaesp	کالو سدر
2	<i>Cedrus atlantica</i> Manetti	Pinaceae	Meg Pcaesp	سدر اطلس
3	<i>Cedrus deodora</i> (Roxb.) Loud	Pinaceae	Meg Pcaesp	سندروس
4	<i>Cedrus libani</i> - Trew. .Laws	Pinaceae	Meg Pcaesp	سدر
5	<i>Chamaecyparis lawsoniana</i> (Murr.) Parl	Cupressaceae	Mi Pcaesp	شبه سرو
6	<i>Cryptomeria japonica</i> D.Don	Taxodiaceae	Mi Pcaesp	کریپتومریا
7	<i>Cupressus arizonica</i> Greene	Cupressaceae	Mes Pcaesp	سرو نقره ای
8	<i>Cupressus glabra</i> Sudw	Cupressaceae	Mes Pcaesp	سرو سفید
9	<i>Cupressus sempervirens</i> L. var. <i>horizontalis</i> (Mill.) Good	Cupressaceae	Mes Pcaesp	سرو ناز
10	<i>Ginkgo biloba</i> L	Ginkgonaceae	Mes Pcaesp	ژینگو/ پرسیلوش
11	<i>Juniperus chinensis</i> L	Cupressaceae	N Pcaesp	ارس چینی
12	<i>Juniperus communis</i> L. var. <i>depressa</i> Boiss	Cupressaceae	N Pcaesp	پپرو
13	<i>Juniperus horizontalis</i> .Moench	Cupressaceae	N Pcaesp	ارس خزنده
14	<i>Juniperus Sabina</i> L	Cupressaceae	N Pcaesp	مای مرز
15	<i>Juniperus virginiana</i> L	Cupressaceae	N Pcaesp	ارس آمریکایی
16	<i>Picea abies</i> (L.) Karst	Pinaceae	Mi Pcaesp	درخت نونل
17	<i>Picea pungens</i> Eglem	Pinaceae	Mi Pcaesp	کاج نونل
18	<i>Pinus eldarica</i> Medw	Pinaceae	Meg Pcaesp	کاج تهران
19	<i>Pinus gerardiana</i> Wall	Pinaceae	Meg Pcaesp	کاج فانوسی
20	<i>Pinus mugo</i> Turra	Pinaceae	Meg Pcaesp	کاج کپه ای

21	<i>Pinus nigra</i> Arn	Pinaceae	Meg Pcaesp	کاج سیاه
22	<i>Pinus pinaster</i> Ait	Pinaceae	Meg Pcaesp	کاج دریایی
23	<i>Pinus radiata</i> D.Don	Pinaceae	Meg Pcaesp	کاج مونتری
24	<i>Pinus strobus</i> L.	Pinaceae	Meg Pcaesp	کاج سفید
25	<i>Pinus sylvestris</i> L	Pinaceae	Mes Pcaesp	کاج نقره ای
26	<i>Taxus baeata</i> L	Taxaceae	Mi Pcaesp	سرخدار
27	<i>Thuja orientalis</i> L	Cupressaceae	Mi Pcaesp	نوش/ سرو خمره ای

Tabelle A.3-3: Namen der Bedecksamigen Sträucher in Teheran

Wissenschaftlicher Name	Familie	Wachsform	Persischer Name
1 <i>Amorpha fruticosa</i> L	Fabaceae	N Pcaesp	نیلک
2 <i>Amygdalus scoparia</i> . Spach	Rosaceae	N Pcaesp	بادامک
3 <i>Berberis integrima</i> Bge	Berberidaceae	N Pcaesp	زرشک
4 <i>Berberis thunbergi</i> DC	Berberidaceae	N Pcaesp	زرشک زینتی
5 <i>Berberis X stenophylla</i> .Lind	Berberidaceae	N Pcaesp	زرشک زرد
6 <i>Buddleia davidii</i> French	Buddleiaceae	N Pcaesp	دم موشی
7 <i>Calycanthus floridus</i> L	Calycanthaceae	N Pcaesp	گل شرابی
8 <i>Chaenomeles japonica</i> .(thumb.) Lindl	Rosaceae	N Pcaesp	به ژاپنی
9 <i>Chimonanthus fragrans</i> Lindl	Calycanthaceae	N Pcaesp	گل یخ
10 <i>Colutea arborescens</i> L	Fabaceae	N Pcaesp	دغدغک درختی
11 <i>Cotoneaster horizontalis</i> Dence	Rosaceae	N Pcaesp	شیر خشت
12 <i>Cotoneaster procumbens</i>	Rosaceae	N Pcaesp	شیر خشت خمیده
13 <i>Cotoneaster salicifolius</i> Franch	Rosaceae	N Pcaesp	شیر خشت
14 <i>Daphne odora</i> Thunb	Thymeleaceae	N Pcaesp	میخک هندی
15 <i>Deutzia scabra</i> Thunb	Hydrangeaceae	N Pcaesp	نرگس درختی
16 <i>Elaeagnus pungens</i> Thunb	Elaeagnaceae	N Pcaesp	سنجد نقره ای
17 <i>Euonymus fortunei</i> .(Turez.) Hand.-Mazz	Celastraceae	N Pcaesp	شمشاد رسمی
18 <i>Euonymus japonicus</i> L	Celastraceae	N Pcaesp	شمشاد رسمی
19 <i>Euonymus japonicus</i> L. .var. <i>microphylla</i> Hort	Celastraceae	N Pcaesp	شمشاد نعنایی
20 <i>Euonymus japonicus</i> L.var. <i>aureo-variegata</i> .Regel	Celastraceae	N Pcaesp	شمشاد ابلق
21 <i>Hibiscus syriacus</i> L	Malvaceae	N Pcaesp	ختمی درختی
22 <i>Hippophae rhamnoides</i> L	Elaeagnaceae	N Pcaesp	سنجد تلخ
23 <i>Hypericum calycinum</i> L	Hypericaceae	N Pcaesp	گل راعی
24 <i>Jasminum fruticans</i> L	Oleaceae	N Pcaesp	یاسمن زرد
25 <i>Jasminum mesnyi</i> Hane	Oleaceae	N Pcaesp	یاسمن
26 <i>Jasminum nudiflorum</i> . Lindl	Oleaceae	N Pcaesp	یاسمن زمستانی
27 <i>Kerria japonica</i> (L. )DC. Var . <i>pleniflora</i> Witt	Rosaceae	N Pcaesp	کریا
28 <i>Lagerstroemia indica</i> L	Lythraceae	N Pcaesp	توری
29 <i>Ligustrum ovalifolium</i> .Hassk	Oleaceae	N Pcaesp	برگ نو
30 <i>Ligustrum vulgare</i> L	Oleaceae	N Pcaesp	برگ نوی معمولی
31 <i>Lonicera floribunda</i> Boiss & Bh	Caprifoliaceae	N Pcaesp	پلاخور پرگل
32 <i>Lonicera japonica</i> Thunb	Caprifoliaceae	N Pcaesp	پیچ امین الدوله
33 <i>Lonicera tatarica</i> L	Caprifoliaceae	N Pcaesp	پلاخور مغولی
34 <i>Mahonia japonica</i>	Berberidaceae	N Pcaesp	ماهونیا ژاپنی
35 <i>Malus floribunda</i> van Houtte	Rosaceae	N Pcaesp	سیب زینتی ژاپنی
36 <i>Nerium oleander</i> L	Apocynaceae	N Pcaesp	خر زهره
37 <i>Philadelphus coronarius</i> . L	Philadelphaceae	N Pcaesp	نرگس درختی سفید
38 <i>Photinia serrula</i> Lindl	Rosaceae	N Pcaesp	نرگس درختی سه رنگ
39 <i>Pittosporum tobira</i> Ait	Pittosporaceae	N Pcaesp	میخک زینتی
40 <i>Punica granatum</i>	Lythraceae	N Pcaesp	انار
41 <i>Rhus coriaria</i> L	Anacardiaceae	N Pcaesp	سماق
42 <i>Rosa banksiae</i> Ait	Rosaceae	N Pcaesp	آبشار طلا
43 <i>Rosa</i> spp	Rosaceae	N Pcaesp	رز
44 <i>Rubus caesius</i> L	Rosaceae	N Pcaesp	تمشک
45 <i>Sambucus Canadensis</i> L	Caprifoliaceae	N Pcaesp	اقطی ابلق
46 <i>Sambucus nigra</i> L	Caprifoliaceae	N Pcaesp	انگور کولی
47 <i>Spartium junceum</i> L	Fabaceae	N Pcaesp	طاووسی
48 <i>Spirea X bamalda</i> Burvenieh	Rosaceae	N Pcaesp	اسپیره شبه ژاپنی
49 <i>Spirea X crenata</i> .(Briot)Zeb	Rosaceae	N Pcaesp	اسپیره سفید

50	<i>Symphoricarpus albus</i> (L.)Blaek	Caprifoliaceae	N Pcaesp	مروارید سفید
51	<i>Symphoricarpus orbiculatus</i> Moench	Caprifoliaceae	N Pcaesp	مروارید ارغوانی
52	<i>Syringa persica</i> L	Oleaceae	N Pcaesp	یاس ایرانی/شیروانی
53	<i>Syringa vulgaris</i> L. var. <i>violacea</i> Ait	Oleaceae	N Pcaesp	یاس بنفش
54	<i>Syringa X chinensis</i> Willd	Oleaceae	N Pcaesp	یاس بنفش چینی
55	<i>Tamarix ramosissima</i> .Ledeb	Tamaricaceae	N Pcaesp	گز
56	<i>Viburnum opulus</i> L	Caprifoliaceae	N Pcaesp	بداغ جنگلی
57	<i>Viburnum tinus</i> L	Caprifoliaceae	N Pcaesp	بداغ همیشه سبز
58	<i>Viburnum plicatum</i> .Thunb	Caprifoliaceae	N Pcaesp	بداغ ژاپنی
59	<i>Weigela praecox</i> (Lemoine) Bailey	Caprifoliaceae	N Pcaesp	وایگلیا

Tabelle A.3-4: Kletterpflanzen in Teheran

Wissenschaftlicher Name		Familie	Persischer Name
1	<i>Campsis grandiflora</i> L	Bignoniaceae	پیچ اناری گل درشت
2	<i>Hedera colchica</i> K	Araliaceae	پاپیتال معمولی
3	<i>Hedera helix</i> L	Araliaceae	پاپیتال ابلق
4	<i>Jasminum officinale</i> L	Oleaceae	یاسمن سفید
5	<i>Parthenocissus iricuspidata</i> L	Vitaceae	مو چسب
6	<i>Parthenocissus</i> sp. (quinq.) L Planeh	Vitaceae	مو چسب وحشی
7	<i>Polygonum baldschuanicum</i> Regel	Polygonaceae	پیچ بخارایی
8	<i>Vitis vinifera</i> L	Vitaceae	مو
9	<i>Wistaria sinensis</i> .(sims.)Sweet	Fabaceae	پیچ گلپسین

Tabelle A.3-5: Mehrjährige Pflanzenarten in Teheran

Wissenschaftlicher Name		Familie	Persischer Name
1	<i>Achillea millefolium</i> L	Compositae	بومادران
2	<i>Althea rosea</i> (L.) Cav	Malvaceae	ختمی زینتی
3	<i>Alyssum spinosum</i> L	Cruciferae	آلیسوم
4	<i>Aquilegia vulgaris</i> L	Ranunculaceae	تاج الملوک
5	<i>Aster amellus</i> L	Compositae	مینای دایمی
6	<i>Bellis perennis</i> L	Compositae	مینای چمنی
7	<i>Bellis perennis</i> L. Bright Carpet Mix	Compositae	مینای چمنی
8	<i>Bellis perennis</i> L. Habanera Mix	Compositae	مینای چمنی
9	<i>Campanula carpatica</i> L	Campanulaceae	گل استکانی
10	<i>Canna indica</i> L	Cannaceae	گل اختر
11	<i>Cheiranthus cheiri</i> L	Cruciferae	شنب بوزعفرانی
12	<i>Chrysanthemum maximum</i> Ram	Compositae	مارگریت
13	<i>Cosmos</i> sp	Compositae	گل ستاره ای
14	<i>Dahlia redskin</i> Mix	Compositae	کوکب
15	<i>Delphinium, Blue heaven</i>	Ranunculaceae	زیان در قفای بنفش
16	<i>Delphinium, Butterball</i>	Ranunculaceae	زیان در قفای سفید
17	<i>Festuca</i> sp	Poaceae	فستوکا
18	<i>Gaillardia</i> sp	Compositae	رعنا زینیا
19	<i>Gazania</i> sp	Compositae	گازانیا
20	<i>Hemerocallia</i> sp	Liliaceae	زینیق رشتی/سوسن درشت
21	<i>Iris aucheri</i> (Baker) Sealy	Iridaceae	زینیق کماتی
22	<i>Lathyrus latifolius</i> L	Fabaceae	نخود گل
23	<i>Lavandula stoechias</i> L	Labiatae	اسطوخودوس
24	<i>Mirabilis jalapa</i> L	Nyctaginaceae	گل لاله عباسی
25	<i>Myosotis alpestris</i> Schmidt	Boraginaceae	فراموشم مکن
26	<i>Narcissus, Arctic Gold</i>	Amaryllidaceae	نرگس
27	<i>Phlox paniculata</i> L	Polemoniaceae	فلوکس
28	<i>Phyllostachys</i> sp. S.&Z	Poaceae	خیزران
29	<i>Pyrethrum roseum</i> Lindl	Compositae	مخلصه/بابونه گاوی
30	<i>Ricinus communis</i> L	Euphorbiaceae	کرچک
31	<i>Rosmarinus officinale</i> L	Labiatae	رزماری
32	<i>Rudbeckia hirta</i> L	Compositae	کوکب کوهی
33	<i>Salvia splendens</i> Ker. -Gawl	Labiatae	مریم گلی
34	<i>Santolina chamaecyparissus</i> L	Compositae	سانتولین
35	<i>Sedum, Autumn joy</i>	Crassulaceae	سندوم



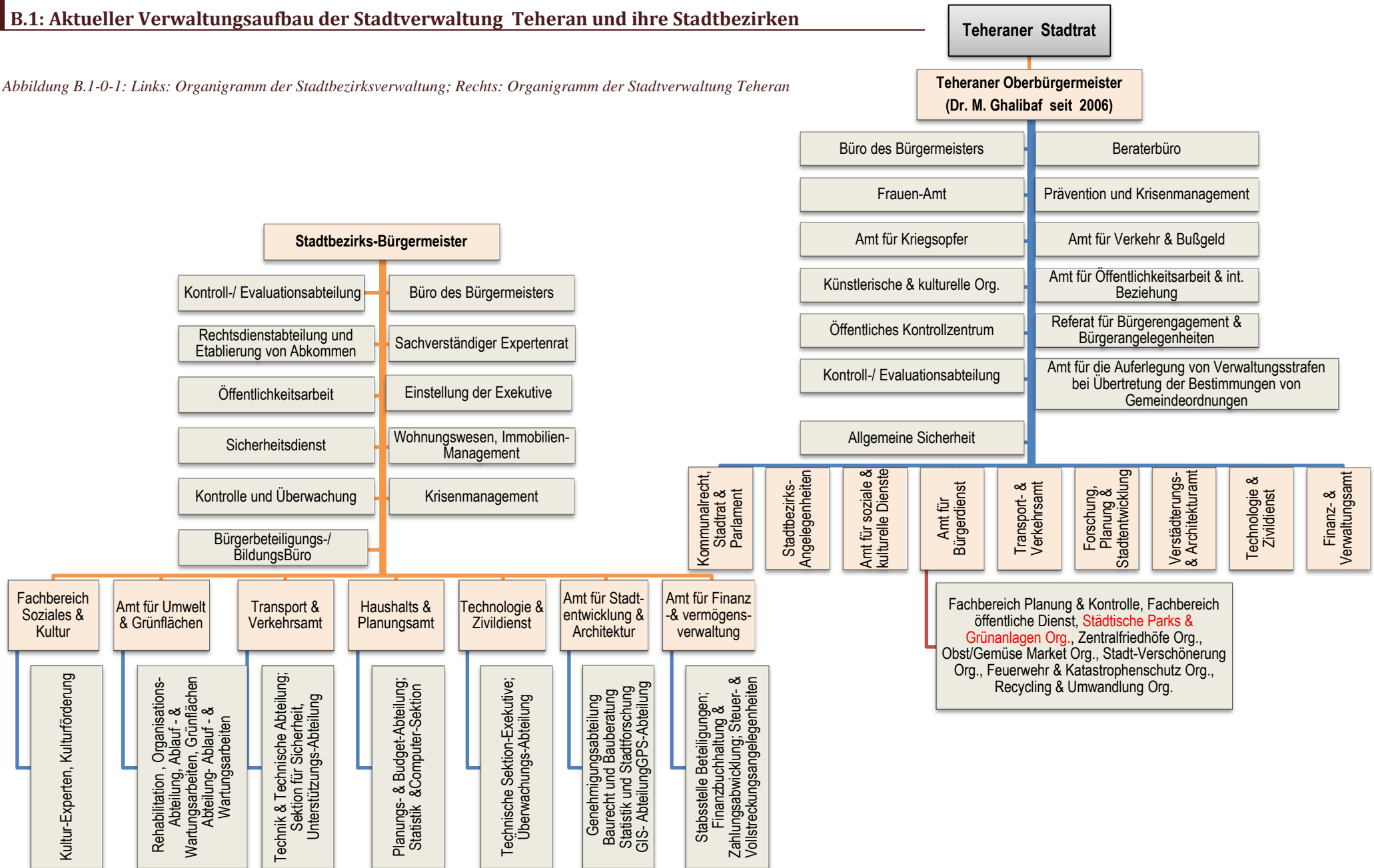
36	<i>Silene acaulis</i> (L.) Jacq	Caryophyllaceae	سیلنه
37	<i>Tropaeolum majus</i> Poepp. & .Endl	Tropaeolaceae	لادن
38	<i>Tulipa Darwin hybrids</i>	Liliaceae	لاله
39	<i>Verbena</i> sp	Verbenaceae	گل شاه پسند
40	<i>Vinca major</i> L	Apocynaceae	پیچ تلگرافی
41	<i>Vinca minor</i> L	Apocynaceae	پیچ تلگرافی
42	<i>Vinca rosea</i> L	Apocynaceae	پروانش
43	<i>Viola X wittrockiana</i>	Violaceae	بنفشه
44	<i>Yucca filamentosa</i> L	Liliaceae	یوکا زنگوله ای
45	<i>Yucca gloriosa</i> L	Liliaceae	یوکا

Tabelle A.3-6: Einjährige Pflanzenarten in Teheran

	Wissenschaftlicher Name	Familie	Persischer Name
1	<i>Ageratum Mexicanum</i> Sims	Compositae	ابری
2	<i>Amaranthus eadatus</i> L	Amaranthaceae	تاج خروس
3	<i>Amaranthus tricolor</i> L	Amaranthaceae	تاج خروس
4	<i>Antirrhinum majus</i> L	Scrophulariaceae	گل میمونی
5	<i>Calendula officinalis</i> L	Compositae	همیشه بهار
6	<i>Callistephus</i> sp	Compositae	گل مینای پاییزه
7	<i>Celosia cristata</i> L	Amaranthaceae	تاج خروس تاجی
8	<i>Celosia plumosa</i> L	Amaranthaceae	تاج خروس
9	<i>Clarkia</i> sp	Onagraeae	ریحانی
10	<i>Gomphrena globosa</i> L	Amaranthaceae	گل تکمه ای
11	<i>Impatiens balsamina</i> L	Balsaminaceae	گل حنا
12	<i>Maithiola incana</i> (L.) R.Br	Cruciferae	شب بو مجلسی
13	<i>Nemophila</i> sp	Hydrophyllaeae	نمو فیلا
14	<i>Petunia</i> sp	Solanaeae	اطلسی
15	<i>Portulaca</i> sp	Portulacaeae	گل ناز
16	<i>Senecio cineraria</i> DC	Compositae	نقره ای
17	<i>Tagets erecta</i> L	Compositae	جعفری
18	<i>Zinnia elegans</i> JACQ	Compositae	گل آهار

**B.1: Aktueller Verwaltungsaufbau der Stadtverwaltung Teheran und ihre Stadtbezirke**

Abbildung B.1-0-1: Links: Organigramm der Stadtbezirksverwaltung; Rechts: Organigramm der Stadtverwaltung Teheran



## B.2: Die Aufgaben der Stadtverwaltung Teheran, im Vergleich zu anderen Stadtverwaltungen/Gemeinden

Tabelle B.2-1: Die Art und Anzahl der typischen Bereiche und Aufgaben der Stadtverwaltungen der Welt, die durch Teheraner Verwaltung geleistet (oder nicht geleistet) werden (Kazemian & Saidi, 2004):

A - mehr als 80 Prozent dieser Aufgabe wird durch die Teheraner Gemeinde realisiert.

B - 50 bis 80 Prozent dieser Aufgabe werden durch die Teheraner Gemeinde geleistet.

C - 10 bis 50 Prozent dieser Aufgabe werden durch die Teheraner Gemeinde geleistet

D - Aufgaben, die nur selten von der Teheraner Gemeinden durchgeführt werden.

E - Aufgaben, die überhaupt nicht durch die Teheraner Gemeinde organisiert werden.

	Aufgabe	Beschreibung	
1	Stadtplanung und Stadterneuerung	Umfassende und detaillierte strategische Planung, Siedlungsplanung und Wettbewerbe, Bau- Entwicklungsprojekte	
2	Staddienst	Öffentliche Verkehrsmittel	Verwaltung und Aufsicht der städtischen Verkehrssysteme, Mobilitätsprojekte und Verkehrsplanung, Verkehrsmanagement und Verkehrssicherheit, Verwalten und Überwachen der Taxis, Schulbusse, Terminals und Parkplätze
		Sicherheits- und Krisenmanagement	Feuerwehr, Brandschutz, Rettungsdienste, Katastrophenvorsorge, Katastrophenbewältigung
		Öffentliche Grünflächen	Entwicklung und Wartung der sowie Forschung an Grünflächen, Stadtparks- Steuerung
		Reinigung und Entsorgung	Stadtreinigung, Abfallentsorgung und Wiederverwertung (Recycling)
		Stadt- Einrichtung und Verschönerung	Organisation der Werbung, Stadtmöblierung, Installation der Denkmalelemente
		Friedhofs- Management	Bebauung und Einrichtung der Bestattungswaschräume und Trauerhallen, Installationen für Grün- und Grabpflege, Umfriedung des Geländes
		Lagerhäuser und Kühlräume	Silo- und Kühlraumplanung und -überwachung
		Öffentlicher Markt	Management des Bazars und des wöchentlichen Gemüse-Obstmarkts
3	Kulturelle Dienstleistungen, Freizeit und Erholung	Administration und Überwachung von öffentlichen Bibliotheken, Kulturzentren und Gemeinschaftsräumen, Planung für Kinder und Jugendliche, Förderung des öffentlichen Sports, Jugend-Camp-Bau, Pflege und Organisation der Denkmäler und historischen Gebäude	
4	Registrierdienste, Rechtliche Dienstleistungen und Lizenzen	Zulassungsbehörden, Patentierung, Business-Lizenzierung, Ausstellung von Führerscheinen, Ausgabe von technischen Auto-Prüfungsaufgaben, Ausstellung von Geburtsurkunden und Pässen	
5	Soziale Dienste	Einberufung Wehrpflichtiger, Ausländer/ Flüchtlingsamt, Organisation und Durchführung der Volkszählung/ Wahlen, Nothilfe und Erhaltung des Krisenzentrums für Obdachlose sowie Beratungen, Spenden- und Stiftungsverwaltung, Asyl und Flucht; Auswanderungsbelange	
6	Polizeiliche Services	Stadtpolizei und Sicherheitsdienst	
7	Wohlfahrt und Soziale Dienstleistungen	Aufsicht und Kontrolle den Kindergärten und Seniorenheime, Bildung und Pflege von Behinderten, soziale Hilfe und entsprechende Mechanismen für gefährdete Gruppen und Bedürftige, Unterstützung der Arbeitslosen, Bau und Organisation der Notunterkünfte für Frauen und die Armen, Sozial- und Jugendhilfeplanung	
8	Gesundheit und Hygiene	Verwaltung oder Management der Krankenhäuser und Kliniken, Bekämpfung ansteckender Krankheiten, Massenimpfungen, Verwaltung von Drogenrehabilitationszentren, Lebensmittelüberwachung und Veterinärdienste, Soziale Dienste, Leistungen, Beratungsangebote	
9	Forschungs- und Informationszentrum	Regelmäßige Sammlung und Veröffentlichung von Stadtinformationen, Beteiligung an der Erstellung städtischer Statistiken, Kartierung des aktuellen Status der Stadt	
10	Öffentliche Bildung	Überwachung und Verwaltung der Schulen und Bildungseinrichtungen, Durchführung von Mitarbeiterschulungen und Personal-Trainings, gemeinschaftlichen Bildungsprogrammen, Einführung der Stadtregeln für Bürger und Überwachung ihrer Verpflichtungen.	

11	Umweltschutz	<i>Bekämpfung der Umweltverschmutzung und Beobachtung des Status von Luft, Wasser und Lärm, Industrie-Regulierung, Festschreibung der Umweltrechte und Bestrafung bei Vergehen</i>
12	Wohnraumversorgung	<i>Erstellen erschwinglichen Wohnraums, Wohngeld-Hilfe für Bedürftige, Kontrolle von Angebot und Nachfrage nach Grundstücken</i>
13	Gebäudeleittechnik	<i>Erteilung einer Baugenehmigung, Baubeobachtung, Vorlegen und Prüfen der Ingenieure/ Architekten-Lizenzen</i>
14	Wirtschaftsordnung	<i>Einstellung von Normen und Institutionen, Bereitstellung von Beschäftigungsmöglichkeiten, Durchführung wirtschaftlicher Hilfsprogramme, Protokollierung und Überwachung der Preisentwicklung, Stärkung des Tourismus, Beobachtung von Börse und Bazar</i>
15	Finanz-Management	<i>Budgetberechnung und -anpassung, Überwachung der Tragfähigkeit der öffentlichen Finanzen im Rahmen der Haushaltspolitik, Besteuerung und Steuerförderung</i>
16	<i>Bereitstellung von Infrastruktur, kommunalen Einrichtungen und Ausrüstungen</i>	<i>Bau und Renovierung der Straßen, Brücken, Kanäle, Parkplätze, öffentlichen Gebäude und Räume, Wasserversorgung und -verteilung, Stadtentwässerung, Verwaltung von Kläranlagen und Kanalisations-Anlagen, Strom/ Gasversorgung</i>
17	<i>Nationale und internationale Zusammenarbeit</i>	<i>Erledigung oder Beteiligung an den Regierungs-Aufgaben oder anderen Organisationen nach Vereinbarung</i>
18	<i>Internationale Zusammenarbeit</i>	<i>Internationale Zusammenarbeit im Bereich Umweltschutz und Armutsbekämpfung...</i>