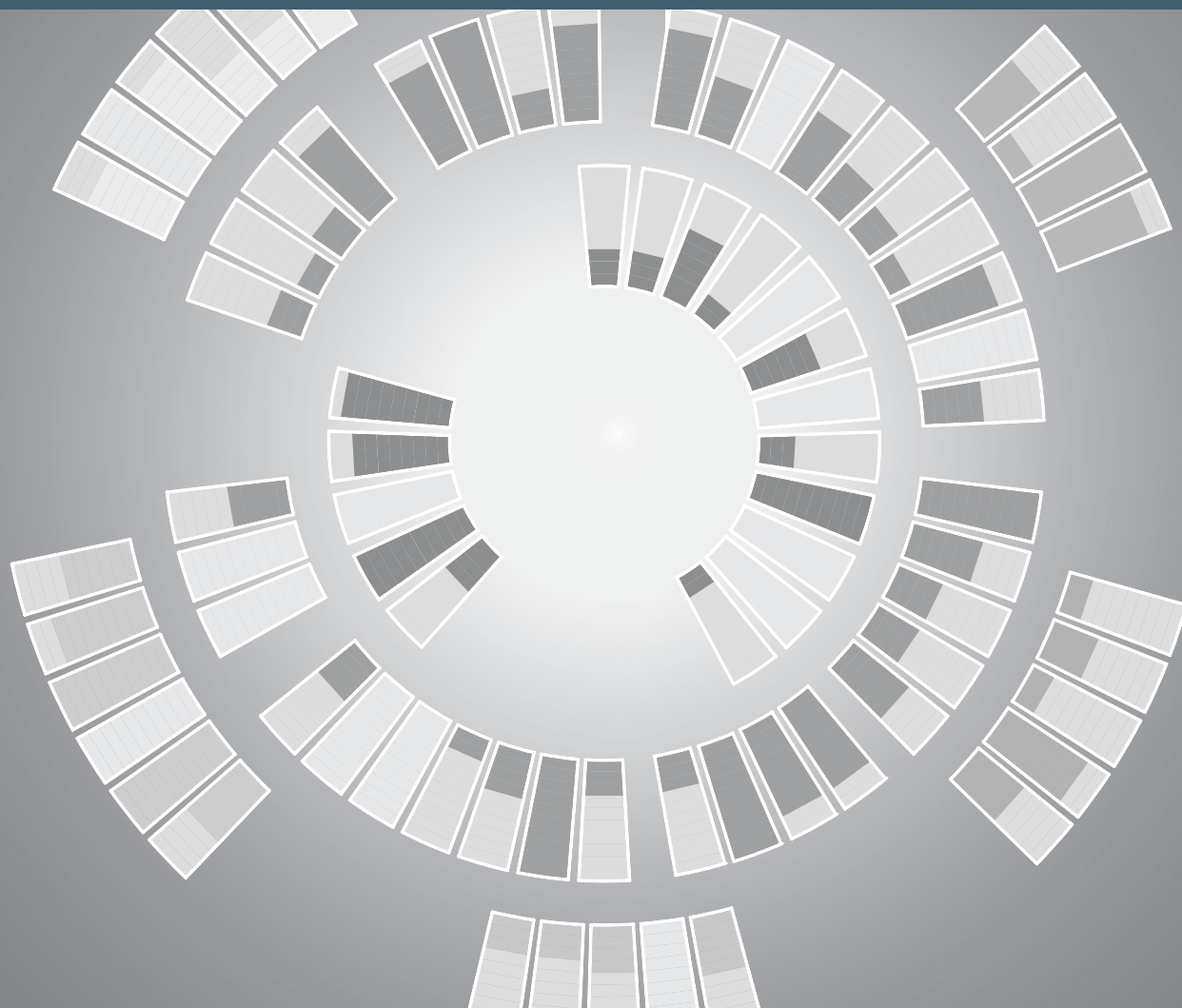


Alanus Michael von Radecki

Transformationsmodell für nachhaltige Stadtssysteme

Entwicklung und Erprobung eines systemischen
Technologiemanagementansatzes für Städte



SCHRIFTENREIHE ZU ARBEITSWISSENSCHAFT UND TECHNOLOGIEMANAGEMENT

Herausgeber

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E. h. Dr. h. c. Dieter Spath

Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Prof. e. h. mult. Dr. h. c. mult. Hans-Jörg Bullinger

Institut für Arbeitswissenschaft und Technologiemanagement IAT
der Universität Stuttgart, Stuttgart

Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO, Stuttgart

Band 48

Alanus Michael von Radecki

Transformationsmodell für nachhaltige Stadtsysteme

Entwicklung und Erprobung eines systemischen Technologiemanagementansatzes für Städte

Impressum

Kontaktadresse:

*Institut für Arbeitswissenschaft
und Technologiemanagement IAT
der Universität Stuttgart und
Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft
und Organisation IAO
Nobelstraße 12, 70569 Stuttgart
Telefon +49 711 970-01, Fax -2299
www.iat.uni-stuttgart.de
www.iao.fraunhofer.de*

*Schriftenreihe zu Arbeitswissenschaft
und Technologiemanagement*

Herausgeber:

*Univ. Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E. h. Dr. h. c. Dieter Spath
Univ. Prof. Dr.-Ing. habil. Prof. e. h. mult.
Dr. h. c. mult. Hans-Jörg Bullinger*

*Institut für Arbeitswissenschaft
und Technologiemanagement IAT
der Universität Stuttgart und
Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft
und Organisation IAO*

*Bibliografische Information der
Deutschen Nationalbibliothek:
Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet
diese Publikation in der Deutschen National-
bibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind
im Internet über www.dnb.de abrufbar.*

*ISSN 2195-3414
ISBN 978-3-8396-1492-1*

*D 93
Zugl.: Stuttgart, Univ., Diss., 2019*

*Druck und Weiterverarbeitung:
IRB Mediendienstleistungen
Fraunhofer-Informationszentrum
Raum und Bau IRB, Stuttgart*

*Für den Druck des Buchs wurde chlor-
und säurefreies Papier verwendet.*

*© FRAUNHOFER VERLAG, 2019
Fraunhofer-Informationszentrum
Raum und Bau IRB
Postfach 800469, 70504 Stuttgart
Nobelstraße 12, 70569 Stuttgart
Telefon +49 711 970-2500, Fax -2508
verlag@fraunhofer.de
<http://verlag.fraunhofer.de>*

Alle Rechte vorbehalten

*Dieses Werk ist einschließlich aller seiner Teile ur-
heberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die über
die engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes hi-
nausgeht, ist ohne schriftliche Zustimmung des Ver-
lages unzulässig und strafbar. Dies gilt insbesondere
für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfil-
mungen sowie die Speicherung in elektronischen
Systemen. Die Wiedergabe von Warenbezeichnun-
gen und Handelsnamen in diesem Buch berechtigt
nicht zu der Annahme, dass solche Bezeichnungen
im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-
Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und des-
halb von jedermann benutzt werden dürften. Soweit
in diesem Werk direkt oder indirekt auf Gesetze,
Vorschriften oder Richtlinien (z. B. DIN, VDI) Bezug
genommen oder aus ihnen zitiert worden ist, kann
der Verlag keine Gewähr für Richtigkeit, Vollständig-
keit oder Aktualität übernehmen.*

Geleitwort

Grundlage der Arbeiten am Institut für Arbeitswissenschaft und Technologiemanagement IAT der Universität Stuttgart und am kooperierenden Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO ist die Überzeugung, dass unternehmerischer Erfolg in Zeiten globalen Wettbewerbs vor allem bedeutet, neue technologische Potenziale nutzbringend einzusetzen. Deren erfolgreicher Einsatz wird vor allem durch die Fähigkeit bestimmt, kunden- und mitarbeiterorientiert Technologien schneller als die Mitbewerber zu entwickeln und anzuwenden. Dabei müssen gleichzeitig innovative und anthropozentrische Konzepte der Arbeitsorganisation zum Einsatz kommen. Die systematische Gestaltung wird also erst durch die Bündelung von Management- und Technologiekompetenz ermöglicht. Dabei wird durch eine ganzheitliche Betrachtung der Forschungs- und Entwicklungsthemen gewährleistet, dass wirtschaftlicher Erfolg, Mitarbeiterinteressen und gesellschaftliche Auswirkungen immer gleichwertig berücksichtigt werden.

Die im Rahmen der Forschungsarbeiten an den Instituten entstandenen Dissertationen werden in der »Schriftenreihe zu Arbeitswissenschaft und Technologiemanagement« veröffentlicht. Die Schriftenreihe ersetzt die Reihe »IPA-IAO Forschung und Praxis«, herausgegeben von H. J. Warnecke, H.-J. Bullinger, E. Westkämper und D. Spath. In dieser Reihe sind in den vergangenen Jahren über 500 Dissertationen erschienen. Die Herausgeber wünschen den Autoren, dass ihre Dissertationen aus den Bereichen Arbeitswissenschaft und Technologiemanagement in der breiten Fachwelt als wichtige und maßgebliche Beiträge wahrgenommen werden und so den Wissensstand auf ein neues Niveau heben.



Dieter Spath



Hans-Jörg Bullinger

Danksagung

Diese Dissertation ist das Produkt eines langen und intensiven Innovations- und Forschungsprozesses, an dem eine Vielzahl an Menschen beteiligt waren und mitgewirkt haben. Alleine bei der Datenerhebung in den Fokusstädten waren über 50 Forscherinnen und Forscher von insgesamt 12 Fraunhofer-Instituten beteiligt. Es ist somit schwer, an dieser Stelle alle Personen ausreichend zu würdigen, die zum Erfolg der Arbeit beigetragen haben. Stellvertretend möchte ich mich dennoch bei einer Reihe von Personen bedanken, die eine besondere Rolle im Prozess übernommen haben.

Zuallererst gilt mein Dank meinem Doktorvater, Univ.-Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h. Dr. h.c. Dieter Spath, für die Zeit der Betreuung, für seine konstruktive Kritik und dafür, dass er an diese Arbeit und an meine Fähigkeiten geglaubt hat. Ebenso gilt mein Dank Prof. Dr. Wilhelm Bauer und meinem Kollegen und Freund Steffen Braun dafür, dass sie mich früh mit der Leitung der Morgenstadt Initiative betraut haben und mir einerseits freie Hand im Gestaltungsprozess gelassen, diese aber auch durch konstruktive Kritik und kontinuierliches Feedback gestützt haben.

Meine Kolleginnen und Kollegen und Mitarbeitenden haben meinen kontinuierlichen Gedankenprozess aushalten müssen. Sie entschieden sich allesamt dafür, mich maximal zu unterstützen, bei der Anwendung des Modells in Prag, Lissabon, Chemnitz und anderen Städten meinen Ideen zu folgen und mit konstruktiver Kritik die Anwendbarkeit des Modells zu verbessern. Petr Suska, Nora Fanderl, Susanne Schatzinger, Willi Wendt, Marielisa Padilla, Tom Hawxwell, Sophie Mok – euch gilt mein spezieller Dank hierfür. Alexander Schmidt half bei der Programmierung der Berechnungslogik. Sie funktioniert bis heute. Danke!

Meinem Freund und Mentor, Prof. Dr. Heiko Roehl gilt der Dank für punktuelle, immens wertvolle Interventionen und Anregungen zur Gestaltung des interdisziplinären und systemischen Forschungsprozesses mit 12 Instituten unterschiedlicher Fachrichtungen.

Zuletzt möchte ich den Personen danken, die diese Arbeit erst ermöglicht haben. Meine beiden Kinder: Sophia und Matthias, die nicht nur an Wochenenden und in Ferien auf Zeit mit mir verzichtet haben, sondern mich

zudem unterstützt und motiviert haben, die Arbeit abzuschließen. Und natürlich Christiane, die mir viele Stunden, Wochen und Jahre den Rücken freigehalten hat und immer ein offenes Ohr und gute Vorschläge hatte, wenn ich mal wieder in einer Sackgasse war. Danke! Ohne euch hätte ich das nicht geschafft!

Alanus von Radecki
Stuttgart, im Juni 2019

Transformationsmodell für nachhaltige Stadtsysteme

Entwicklung und Erprobung eines systemischen Technologiemanagementansatzes für Städte

Von der Fakultät 7: Konstruktions-, Produktions- und Fahrzeugtechnik der Universität Stuttgart zur Erlangung der Würde eines Doktors der Ingenieurwissenschaften (Dr.-Ing) genehmigte Abhandlung

Vorgelegt von

M.A. M.Sc. Alanus von Radecki

aus Rheinfeldern

Hauptberichter: Univ.-Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h. Dr. h.c. Dieter Spath
Mitberichter: Univ.-Prof. Dr.-Ing. Prof. E.h. Dr.-Ing. E.h. Dr. h.c.
mult. Engelbert Westkämper i.R.

Tag der mündlichen Prüfung: 6. Mai 2019

Institut für Arbeitswissenschaft und Technologiemanagement IAT
der Universität Stuttgart

2018

Inhaltsverzeichnis

Executive Summary	5
Zusammenfassung	6
1 Einleitung	7
1.1 Forschungsziel	10
1.2 Arbeitsstruktur	11
2 Stand der Wissenschaft	13
2.1 Verortung in laufenden Forschungsarbeiten	13
2.2 Zusammenhang mit »Morgenstadt: City Insights«	14
2.3 Erkenntnisinteresse und Begriffsdefinition	15
2.4 Bedeutung für Wissenschaft, Wirtschaft und Gesellschaft.....	17
2.5 Ansätze zur strategischen Stadtentwicklung.....	17
2.6 Soziotechnische System-Analyse als ganzheitlicher Ansatz zur nachhaltigen Stadtentwicklung	23
3 Methodik	26
3.1 Forschungsansatz.....	27
3.1.1 Erhebungsraum / Erkenntnishorizont	29
3.2 Definition des Forschungsraums / Identifikation geeigneter Forschungsstädte...	31
3.3 Entwicklung der Systemanalyse von Städten.....	31
3.3.1 Methodeneinsatz bei der Datenerhebung.....	37
3.3.2 Methoden der Systemanalyse.....	40
4 Operationalisierung	43
4.1 Organisationsstruktur:	46
4.2 Identifikation von Best Practices und Vorreiterstädten	46
4.3 Vorbereitung der Vor-Ort-Analysen und Bereitstellung der Forschungsinstrumente	48
4.4 Durchführung der Datenerhebung für die sechs Beispielstädte	49
5 Entwicklung des Transformationsmodells	58
5.1 Grundzüge eines multidimensionalen Transformationsmodells für Städte	58
5.2 Ebene 1: Entwicklung eines geeigneten Indikatoren-Modells.....	60
5.3 Ebene 2: Identifikation, Aggregation und Aufbereitung relevanter Handlungs- und Technologiefelder	63
5.3.1 Exkurs: Die Handlungsfelder einer nachhaltigen Stadtentwicklung.....	74
5.3.2 Operationalisierung der Handlungsfelder.....	77
5.4 Ebene 3: Verfeinerung der Methode zur Erhebung und Bewertung von Wirkfaktoren.....	79
5.5 Verknüpfung der Ebenen zu einem Transformationsmodell.....	87

5.5.1	Die Beeinflussungsmatrix und ihre Anwendung	88
5.5.2	Zuordnung von Wirkfaktoren	93
5.5.3	Zusammenfassung des Transformationsmodells.....	93
5.5.4	Operationalisierung mit Hilfe der Morgenstadt-Datenbank	95
5.5.5	Die Rolle des Spiegelteams.....	98
6	Evaluation des Transformationsmodells anhand von Prag	99
6.1	Vorbemerkungen zum „City Lab Prag“	99
6.2	City Lab Prag	100
6.3	Datengrundlage Prag.....	102
6.4	Anwendung des Transformationsmodells auf Prag.....	111
6.4.1	Analyse der Prager Indikatoren.....	111
6.4.2	Analyse der Prager Handlungsfelder	113
6.4.3	Analyse der Prager Wirkfaktoren	117
6.4.4	Verknüpfung der Ebenen in der Analyse.....	119
6.5	Ergebnisse der Analyse für Prag	125
6.5.1	Projekte und Maßnahmen im Bereich “Space, Planning & Mobility”	125
6.5.2	Projekte und Maßnahmen im Bereich “Innovationssystem & Digitalisierung”	127
6.5.3	Projekte und Maßnahmen im Bereich Governance.....	129
7	Diskussion	134
7.1	Kausale Zuordnung und Erfolgsmessung	135
7.2	Stärken und Schwächen des Morgenstadt Modells	137
7.3	Reliabilität, Validität und Objektivität des Transformationsmodells.....	139
7.4	Grenzen des „City Labs“ als Methode	141
7.5	Handlungsempfehlungen.....	144
7.6	Weiterer Forschungsbedarf	144
8	Zusammenfassung und Ausblick.....	147
	Literaturverzeichnis	149
	Anhang	160
	Anhang 1: Indikatoren-System und Werte für Prag	160
	Anhang 2: Übersicht Handlungsfelder Prag.....	165
	Anhang 3: Übersicht Wirkfaktoren & Sensitivitätsanalyse	170
	Anhang 4: Durchgeführte Interviews für das City Lab Prag	181

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Analyseebenen für ein Transformationsmodell nachhaltiger Stadtentwicklung	10
Abbildung 2: Struktur der vorliegenden Dissertation	12
Abbildung 3: „Strategic Implementation Plan“ der EIP	18
Abbildung 4: Partnerstädte im Rahmen des SCC1 Forschungsprogramms der EU-Kommission.....	19
Abbildung 5: Einflussmöglichkeit von Bürgermeistern auf Handlungsfelder im Energiesektor	20
Abbildung 6: Sozio-technische Systeme im Stadtkontext.....	24
Abbildung 7: die fünf Stufen des Forschungsansatzes	28
Abbildung 8: Gesamtübersicht über Forschungsdesign von Sektoren zu Handlungsfeldern	29
Abbildung 9: Klassifizierung der Datenbasis zur Informationserhebung auf beiden Analyseebenen	33
Abbildung 10: Eingliederung der vier Analyseebenen in den fünfstufigen Forschungsansatz	34
Abbildung 11: Iteratives Forschungsdesign zum Verständnis nachhaltiger Stadtsysteme.....	36
Abbildung 12: Methoden der Datenerhebung im Kontext städtischer Systemanalysen	37
Abbildung 13: Operationalisierung der Systemanalyse	39
Abbildung 14: TOP 12 Städte aus dem Morgenstadt-Index inkl. identifizierter Good & Best Practices	48
Abbildung 15: Wirkfaktoranalyse für Kopenhagen.....	51
Abbildung 16: Kompilierung aller Wirkfaktoren über alle sechs Vorreiterstädte.....	52
Abbildung 17: Klassifizierung der in Freiburg identifizierten Wirkfaktoren.....	53
Abbildung 18: Cross-Impact-Analyse Freiburger Wirkfaktoren	55
Abbildung 19: Schema des »DPSIR Framework«	58
Abbildung 20: Vom DPSIR-Framework zum Transformationsmodell für nachhaltige Stadtentwicklung....	60
Abbildung 21: Übersicht über das Indikatoren-Modell	62
Abbildung 22: Auszug aus den Stadtanalysen als Zwischenschritt zur Definition der Handlungsfelder	64
Abbildung 23: Action & Response Framework	65
Abbildung 24: Steckbrief zum Handlungsfeld „Interoperable elektronische Zahlungssysteme“	72
Abbildung 25: Verteilung der Handlungsfelder im System „Nachhaltige Stadtentwicklung“	76
Abbildung 26: Systemanalyseprozess der Wirkfaktoren.....	84
Abbildung 27: Schematisches Verhältnis der drei Analyseebenen.....	88
Abbildung 28: Das Transformationsmodell im Überblick	94
Abbildung 29: Eingabemaske der Indikatoren in der Datenbank	96
Abbildung 30: Eingabemaske zu den Handlungsfeldern in der Morgenstadt-Datenbank.....	97
Abbildung 31: Schematischer Ablauf des City Lab Prag über das Jahr 2015	101
Abbildung 32: Verfügbarkeit von Indikatoren-Werten in Prag	102
Abbildung 33: Beispiel für ein Interviewprotokoll	104
Abbildung 34: Prager Straßen- und Transportplan mit dem fast fertiggestellten Tunnel Blanca	107
Abbildung 35: Wirkfaktorenmodell: Governance und Management in Prag.....	109
Abbildung 36: Analyse der Prager Handlungsfelder	114
Abbildung 37: Ausprägung der Handlungsfelder in Prag – Mittelwerte nach Kategorien.....	115
Abbildung 38: Cross-Impact Analyse der Prager Wirkfaktoren	118
Abbildung 39: Handlungsfelder und Wirkfaktoren im Bereich Wirtschaft & Forschung.....	122
Abbildung 40: Handlungsfelder und Wirkfaktoren im Bereich Governance:	123
Abbildung 41: Handlungsfelder und Wirkfaktoren im Bereich Space, Planning & Mobility:	124
Abbildung 42: Adressierte Handlungsfelder im Bereich Space, Planning & Mobility	127
Abbildung 43: Adressierte Handlungsfelder im Bereich Innovationssystem & Digitalisierung.....	129
Abbildung 44: Adressierte Handlungsfelder im Bereich Governance.....	131
Abbildung 45: Roadmap für eine nachhaltige Stadtentwicklung Prags	133

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Forschungsschwerpunkte und Fragestellungen in den einzelnen Sektoren	30
Tabelle 2: Sektorabdeckung durch Fraunhofer-Institute im Forschungsprojekt	43
Tabelle 3: Übersicht über Phasen und Aktivitäten im Forschungsverlauf	45
Tabelle 4: Erhebungszeiträume für die Vor-Ort-Analysen	49
Tabelle 5: Handlungsfelder im Bereich „Stadt-Governance“	66
Tabelle 6: Handlungsfelder, die strategische Hebel für städtische Akteure darstellen	67
Tabelle 7: Technologien und Infrastrukturen im Handlungsmodell	69
Tabelle 8: Operationalisierung der Handlungsfelder am Beispiel Energie	78
Tabelle 9: Schematische Darstellung der Einflusstabelle Handlungsfelder vs. Indikatoren	89
Tabelle 10: Bezug zwischen Handlungsfeld Kategorien und Wirkfaktoren	93
Tabelle 11: City Team Prag	100
Tabelle 12: Prager Systemfaktoren.....	110
Tabelle 13: Kritische Indikatoren in Prag	111
Tabelle 14: Ausprägung der Handlungsfelder im Bereich „Urban Leadership“	116
Tabelle 15: Rangliste der wichtigsten Handlungsfelder für die Nachhaltigkeitsstrategie von Prag	121
Tabelle 16: Sortierung von Handlungsfeldern nach Wirkfaktorkategorien	122
Tabelle 17: Ermittlung des ganzheitlichen Wirkpotenzials für die Maßnahmen in Prag.....	132
Tabelle 18: Priorisierte Maßnahmenliste für die Nachhaltigkeitsroadmap Prag	132
Tabelle 19: Reliabilität, Validität und Objektivität der Analyseebenen	141

Executive Summary

This dissertation strives to develop and test a new transformation model for the sustainable development of cities: the "Morgenstadt model". The dissertation starts with developing an analytical model to measure the sustainability performance of cities based on the analysis of six global pioneer cities. This model serves as a starting point for the development of urban sustainability strategies. The model is subsequently tested and assessed for its suitability by applying it to the Czech capital Prague.

The consideration of cities as complex adaptive systems (CAS) represents the basis for the development of the model. In CAS numerous subsystems interact with one another and lead to emergent, ie, non-predictable system behaviour. The analytical model therefore aims to combine the objective and measurable level of sustainability performance of a city with the individual level of local actors and impact factors in order to derive and evaluate applicable and realistic transformation strategies for sustainable urban development. This is made possible by the development of a third level: the introduction of action fields for sustainable urban development in the form of an "Action & Response Framework". By defining and operationalizing 86 action fields from the three areas of management, strategic planning and technology, the analysis of complex urban systems can be attributed to real action options and becomes anchored in the context of urban actors and institutions. In this way, innovation-based and locally adapted measures can be derived and assessed, which represent real options for action in a city. In sum this process helps initiate an overarching transformation process for a city. The focus on "sustainable urban development" ensures that the approach remains manageable and does not lose itself in the complexity of urban metabolism.

The development of the model was embedded in the "Morgenstadt Initiative" by the Fraunhofer-Gesellschaft. This enabled the author to fall back on the different Fraunhofer-institutes and their expertise in various urban areas of technology. By integrating model development and testing into the innovation network »Morgenstadt: City Insights«, resources from the Morgenstadt network could be used for the surveys in the cities. The development of the three-level model (indicators, action fields, impact factors) could thus be based on a broad research experience of 50 scientists in six global pioneering cities. Approx. 400 interviews and the analysis of nearly 100 "best practices" became the basis for the definition of an adequate set of indicators, an identification and description of 86 action fields for sustainable urban development, as well as the development and testing of a method for identification, description and evaluation of specific local factors.

The model was applied to the city of Prague between April 2015 and April 2016 in form of a "Morgenstadt City Lab". The pilot application of the model on the basis of the city of Prague shows that the Morgenstadt model is not only a practical tool for analyzing cities, but that it is a significant enrichment for the cities themselves. The integration of the results of the Prague City Lab into the City's new Strategic Plan and the corresponding adoption by the City Council in 2016 shows that the model is not only theoretical in nature, but that it is applied in reality and that the model is politically accepted.

Zusammenfassung

In der vorliegenden Dissertation wird ein neues Transformationsmodell für eine nachhaltige Entwicklung von Städten entwickelt und erprobt – das „Morgenstadt-Modell“. Dabei wird zunächst auf Basis der Analyse von sechs globalen Vorreiterstädten ein Modell erstellt, welches die Nachhaltigkeitsperformanz von Städten misst und als Ausgangspunkt für die Entwicklung städtischer Nachhaltigkeitsstrategien dient. Dieses Modell wird anschließend anhand der tschechischen Hauptstadt Prag erprobt und hinsichtlich seiner Tauglichkeit bewertet.

Die Grundlage für die Modellentwicklung stellt die Betrachtung von Städten als komplexe adaptive Systeme dar, in denen zahlreiche Subsysteme miteinander interagieren und zu emergentem, ergo nicht planbarem Systemverhalten führen. Das Transformationsmodell zielt deshalb darauf ab, die objektive und messbare Ebene der Nachhaltigkeitsperformanz einer Stadt mit der individuellen Ebene lokaler Akteure und Wirkfaktoren zusammenzuführen, um anwendbare und realistische Transformationsstrategien für eine nachhaltige Stadtentwicklung abzuleiten und zu bewerten. Dies wird durch die Entwicklung einer dritten Ebene ermöglicht: die der Handlungsfelder für eine nachhaltige Stadtentwicklung in Form eines „Action & Response Frameworks“. Über die Definition und Operationalisierung von 86 Handlungsfeldern aus den drei Bereichen Management, strategische Planung und Technologien wird die Analyse komplexer urbaner Systeme auf reale Handlungsoptionen zurückgeführt und im Kontext der städtischen Akteure und Institutionen verankert. Hierüber lassen sich innovationsbasierte und lokal adaptierte Maßnahmen ableiten und bewerten, die reale Handlungsoptionen für Akteure in einer Stadt darstellen und in Summe einen übergreifenden Transformationsprozess für eine Stadt in Gang setzen. Der Fokus auf eine „nachhaltige Stadtentwicklung“ stellt dabei sicher, dass der Ansatz handhabbar bleibt und sich nicht in der Komplexität urbaner Metabolismen verliert.

Die Entwicklung des Transformationsmodells war in die Morgenstadt-Initiative der Fraunhofer-Gesellschaft eingebettet, wodurch auf die darin organisierten Fraunhofer-Institute und ihre Experten in unterschiedlichen städtischen Technologiebereichen zurückgegriffen werden konnte. Durch die Einbindung der Modellentwicklung und Erprobung in das Innovationsnetzwerk »Morgenstadt: City Insights« konnte für die Erhebungen in den Städten auf Ressourcen des Morgenstadt-Netzwerks zurückgegriffen werden. Die Entwicklung des Drei-Ebenen-Modells (Indikatoren, Handlungsfelder, lokale Wirkfaktoren) konnte hierdurch auf eine breite Forschungserfahrung von 50 Wissenschaftlern in sechs globalen Vorreiterstädten gestellt werden. Ca. 400 Interviews und die Analyse von knapp 100 „Best Practices“ wurden zur Grundlage für die Definition eines adäquaten Sets an Indikatoren, einer Identifikation und Beschreibung von 86 Handlungsfeldern für eine nachhaltige Stadtentwicklung sowie zur Entwicklung und Erprobung einer Methode, welche die Identifikation, Beschreibung und Bewertung spezieller lokaler Faktoren, sowie die Entwicklung und Bewertung innovativer und lokal angepasster Handlungsoptionen ermöglicht.

Die Pilotanwendung des Modells anhand der Stadt Prag zeigt auf, dass das Morgenstadt-Modell nicht nur ein praktikables Instrument zum urbanen Technologiemanagement ist, sondern dass es eine wesentliche Bereicherung für die Städte selbst darstellt. Die Integration der Ergebnisse des Morgenstadt City Lab Prag in den neuen strategischen Plan der Stadt und die entsprechende Verabschiedung durch den Stadtrat in 2016 zeigt, dass das Modell nicht nur theoretischen Charakter hat, sondern dass eine echte Anwendung erfolgt und eine politische Akzeptanz des Modells gegeben ist.

1 Einleitung

Städte stehen im 21. Jahrhundert im Zentrum multipler dynamischer Entwicklungen globalen Ausmaßes: Ressourcenverknappung¹, Bevölkerungswachstum und Klimawandel, aber auch steigender Wohlstand in Schwellenländern sowie demographische Verschiebungen wirken zunehmend als globale Treiber und zwingen uns zu radikalen Veränderungen in den Produktions- und Konsummustern, aber auch in unseren Lebensstilen. Nachdem in den letzten ca. 150 Jahren CO₂-intensive und auf Ressourcenverbrauch basierende Produktions- und Wirtschaftssysteme entwickelt wurden, müssen nun umso rascher nachhaltige sozio-technische Systeme entwickelt werden, um dem »carbon lock-in«² zu entkommen, in dem unsere Gesellschaft technologisch, aber auch ökonomisch und strukturell gefangen ist. Aus der Pfadabhängigkeit technologischer Entwicklungen ausbrechen und die Transformation zu neuen intelligenten Systemen managen können wir nur mit Hilfe eines Ansatzes, der saubere, intelligente und energieeffiziente Technologien mit innovativen Geschäftsmodellen und stringenten Verwaltungs- und Politik-Ansätzen verknüpft. Benötigt wird ein ganzheitlicher Ansatz einer »Green Economy«, der unsere heutige Industriegesellschaft in eine auf nachhaltiger Ressourcennutzung basierende »Green Society« wandelt.

Städte spielen eine wesentliche Rolle bei dieser Entwicklung. Bis 2030 werden knapp 5 Milliarden Menschen in Städten leben – die große Mehrheit davon in heutigen Schwellen- und Entwicklungsländern.³ Es wird erwartet, dass Städte weltweit bis 2030 ihre heutige Fläche um den Faktor 2,5 ausdehnen und dabei bis zu 7 Prozent des global verfügbaren fruchtbaren Landes versiegeln⁴. Nach Angaben der Organisation für Wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (OECD) verbrauchen Städte bereits heute 60 bis 80 Prozent der globalen Energieproduktion und sind für einen ähnlichen Anteil der Treibhausgas-Emissionen verantwortlich⁵, dabei sind sie für den weitestgrößten Teil der globalen Wertschöpfung verantwortlich: zwischen 2010 und 2025 wird allein das BIP der 600 größten Städte weltweit um über 30 Billionen US\$ steigen und dabei über 60% des globalen Wirtschaftswachstums ausmachen⁶. Es wird erwartet, dass in demselben Zeitraum eine zusätzliche Menge an Geschossfläche gebaut werden muss, der 85 Prozent des gesamten heutigen globalen Baubestands entspricht⁷.

Dieser Bedeutungszuwachs des urbanen Raums geht einher mit einem rapiden technologischen und gesellschaftlichen Wandel, welcher maßgeblich durch die Digitalisierung bestimmt wird. Sie durchdringt alle Bereiche des Lebens – mit entsprechenden Implikationen für die Stadt als Lebens- und Wirtschaftsraum: Beschleunigte Innovationszyklen von Technologien mit urbaner Auswirkung stellen traditionelle Planungsinstrumente vor unlösbare Aufgaben; neue saubere und vernetzte Formen der Produktion verlagern die vormals aus den Zentren ausgelagerte Produktion zurück in die Städte;⁸ Leben und Arbeiten verschmelzen in neuen flexiblen und vernetzten Arbeitswelten⁹, und die Versorgung wird dezentral, vernetzt und „on-demand“. Diese und weitere Wandlungstendenzen tragen zu einer rekursiven Verstärkung der Bedeutung von Städten für die

¹ Vergl. Prior et al. 2012 und van der Rockström und et. al. 2009

² Vergl. Unruh 2002

³ Angel et al. 2005

⁴ Ibid.

⁵ OECD

⁶ Dobbs et al. 2012

⁷ Ibid.

⁸ Vergl. Spath 2014

⁹ Vergl.: Spath 2012

Lösung globaler Herausforderungen bei. Das lineare urbane Entwicklungsmodell, welches auf Infrastrukturausbau, funktionaler, räumlicher Differenzierung und zunächst industrielles, später dienstleistungsbasiertes Wirtschaftswachstum ausgerichtet war, kommt allerdings durch digitale Disruption, Klima- und Ressourcenkrise sowie sich verschärfende soziale Ungleichheiten unter Druck. Hitzewellen, gesundheitliche Belastungen, Überschwemmungen, Terrorattacken, Migrationsdruck, Stau, Wassermangel, Übernutzung der Böden, erschwinglicher Wohnraum für eine wachsende Bevölkerung etc. sind nur einige der Phänomene, mit denen Städte weltweit aktuell zu kämpfen haben – und welche einen konkreten und akuten Bedarf nach einer flexibleren und agileren Stadtentwicklung aufzeigen, welche in der Lage ist, rasch auf technologischen und gesellschaftlichen Wandel zu reagieren und dennoch gleichzeitig die langfristige Grundlage für eine nachhaltige lokale Wirtschaft und Gesellschaft zu schaffen.

Die Herausforderung besteht somit in der Entwicklung und Umsetzung von innovativen Technologien und Prozessen in Städten, die einerseits die Alltagsbedarfe von Menschen befriedigen, gleichzeitig aber radikal weniger Ressourcen und Energie verbrauchen als heutige Lösungen, sowie nahezu keinen Abfall und keine Emissionen produzieren. Wird diese Herausforderung richtig angegangen, existiert hier ein Zukunftsmarkt, der seinesgleichen sucht:

»Global urban infrastructure and usage expenditures in dwelling and transportation for the next three decades will exceed \$350 trillion (...) or seven times the current global GDP.«¹⁰

Allerdings existiert bis heute kein Ansatz, der der Komplexität dieser Aufgabe auf Ebene einer gesamten Stadt gewachsen wäre. Es gibt keine Formel für die Erschaffung nachhaltiger und resilienterer Stadtsysteme, die Technologien, Strukturen, Prozesse und Geschäftsmodelle miteinander in Beziehung setzt und eine Optimierung des Gesamtsystems ermöglicht.

Städtische Infrastrukturen bestehen aus einer Anzahl komplexer Systeme, die für ein reibungsloses Funktionieren ineinandergreifen und aufeinander aufbauen müssen (Energieerzeugung, Energienetze, Verkehr, Produktion, Logistik & Warenfluss, Bauprozesse, Ver- und Entsorgungsstrukturen, Wasserinfrastrukturen etc.). Diese Strukturen hängen wiederum von Technologien, Prozessen, Organisation, sozialem Verhalten, funktionierenden Geschäftsmodellen und rechtlichen Regularien ab. Interdependente Interaktionen städtischer Teilsysteme führen zu einem exponentiellen Wachstum der Komplexität. Risiko und Unsicherheit sind somit zu systeminhärenten Elementen von Planung und Betrieb urbaner Systeme geworden – was vor allem dann zu Tage tritt, wenn unberechenbare Elemente (z.B. Stürme, Regenfälle, Erdbeben, aber auch Migration oder die Abwanderung von Unternehmen) auftreten.

In der Vergangenheit haben unterschiedliche Ansätze der Stadtentwicklung teilweise Erfolge erzielt: Viele Lösungsansätze, die auf Optimierung einzelner Bereiche abzielten, haben allerdings unintendierte Nebeneffekte in angrenzenden Sektoren und Subsystemen nach sich gezogen – so sollte die funktionale und autogerechte Stadtplanung der 60er und 70er Jahre (Trennung von Arbeits- und Lebensraum) eine effiziente urbane Wirtschaft ermöglichen. Als Nebeneffekt stiegen allerdings die Lärm- und Feinstaubbelastung in den Innenstädten sowie volkswirtschaftliche Transaktionskosten durch hohe Verkehrsaufkommen. Ein aktuelleres Beispiel ist die energetische Sanierung: Durch eine möglichst effektive Wärmedämmung soll der Energieverbrauch von Gebäu-

¹⁰ WWF und Booz & Company 2010

den reduziert werden. Allerdings ist heute noch nicht abzusehen, welche Folgeschäden eine flächendeckende Anwendung von Dämmstoffen auf Polystyrolbasis in den natürlichen Ökosystemen nach sich zieht.

Bis heute fehlen Ansätze, die eine integrierte Analyse komplexer urbaner Strukturen mit Strategien und Technologien für eine nachhaltige Stadtentwicklung kombinieren. Hierfür lassen sich zwei Hauptgründe finden:

Traditionellerweise konzentrieren sich Unternehmen und Institutionen (z.B. auch Stadtverwaltungen) auf die Optimierung von Einzelaspekten und die Generierung von sektorspezifischen Lösungen zu auftretenden Problemen – dies hat seine Korrespondenz in der Logik der funktionellen Ausdifferenzierung von Organisationen.¹¹ Übersteigt die Komplexität eines Sachverhalts die Lösungsfähigkeit einer Organisation, wird er in kleine, einzeln zu lösende Problemstellungen aufgeteilt. Der hohen Komplexität urbaner Systeme kann allerdings nicht mit dem konventionellen Ansatz der organisatorischen Ausdifferenzierung von Unternehmen und Institutionen in Sektoren und Einzeltechnologien begegnet werden, da Synergieeffekte und Interdependenzen auf der Systemebene stets mitgedacht werden müssen.

Auf Seiten der Wissenschaft fehlen zudem erprobte Methoden und Modelle, um die Effizienz von Städten im Sinne der Nachhaltigkeit zu messen, die lokalen Handlungsebenen auf Kohärenz und Effektivität zu analysieren sowie Treiber und Hemmfaktoren zu identifizieren, die vor Ort am Werk sind. Erste Ansätze aus den »Science and Technology Studies«¹², den »Evolutionary Economics«,¹³ dem »Transition Management«¹⁴ oder den »Human-Environment-Interaction-Ansätzen«¹⁵ versuchen diese Lücke zu schließen. Allerdings werden auch hier zumeist nur Einzelaspekte adressiert, die Methoden und Modelle sind nicht auf die Analyse von Städten angepasst, oder es fehlt an der angewandten Erprobung theoretischer Modelle.

Hinzu kommt: jede Stadt ist individuell. Die Entstehung und Entwicklung von Städten wird durch zahlreiche, eng miteinander verwobene Faktoren auf vielen Ebenen (Wirtschaft, Kultur, Politik, Gesellschaft, Infrastruktur, Geographie etc.) bestimmt – auf diese Art verfügt jede Stadt über ihre eigene DNA, die den Lebensalltag der Bevölkerung sowie das Wechselspiel zwischen Technologie, Mensch und Raum definiert und permanent fortschreibt. Diese individuelle Charakteristik von Städten stellt jedes Stadtentwicklungsmodell vor die Herausforderung, flexibel und standardisiert zugleich zu sein. Flexibilität und Agilität sind gefordert, um auf individuelle Eigenheiten einer Stadt eingehen zu können, Standardisierung ist notwendig, um Objektivität und Vergleichbarkeit von Ergebnissen zu gewährleisten.

Um diese Herausforderung zu verdeutlichen, stelle man sich einmal den Unterschied zwischen Sevilla (Südspanien) und Riga (Lettland) vor. Beide Städte sind in etwa von der Bevölkerung und Größe her vergleichbar, haben allerdings gänzlich unterschiedliche Anforderungen an Infrastrukturen (Heizen in Riga, Kühlen in Sevilla), unterschiedliche kulturelle Gepflogenheiten (post-sowjetische Gesellschaft in Riga, andalusische Kultur in Sevilla), andere politische Systeme und andere geographische Ausgangspositionen (Ostseehafen in Riga, bergige Inlandsgeographie in Sevilla).

¹¹ „Untereinander operieren Subsysteme auf der Basis, daß sie sich wechselseitig nicht durchschauen“ (Luhmann und Hein 2011, S. 50); siehe auch Luhmann und Baecker 2004 oder Schimank 2010.

¹² Summerton 1994

¹³ Vergl. Global Compact Cities Programme 2013 zu Kondratiev-Zyklen und der Dynamik wirtschaftlicher Entwicklung

¹⁴ Vergl. Kemp und Rotmans 2004; Elzen et al. 2004; oder Grin et al. 2010

¹⁵ Vergl. Haberl et al. 2004 für den MEFA-Ansatz und Boyle und Marcotullio 2003 für den »Human-Ecosystem-Management« Ansatz

Hinzu kommen zahlreiche Eigenheiten des Lebens und Arbeitens, der gebauten Stadt, der wirtschaftlichen Grundlage etc., die alle zu benennen hier sicherlich zu weit führen würde.

1.1 Forschungsziel

Ziel des vorliegenden Dissertationsvorhabens ist es somit, ein multidimensionales Transformationsmodell für eine nachhaltige Stadtentwicklung zu entwerfen und zu validieren, das sowohl Technologien aus den wichtigen städtischen Sektoren (Energie, Mobilität, Produktion & Logistik, Gebäude, Wasserinfrastruktur, Entsorgung, Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) und Sicherheit) berücksichtigt und miteinander in Bezug setzt, als auch die vorgelagerte Planungsebene sowie die »Governance«¹⁶ einer Stadt adressiert.

Zur Entwicklung des Modells sollen drei wesentliche Fragestellungen bearbeitet werden:

Ebene 1: Nachhaltigkeitsmessung von Städten

»Wie kann die Performanz einer Stadt im Hinblick auf Nachhaltigkeit¹⁷ gemessen und bewertet werden?«

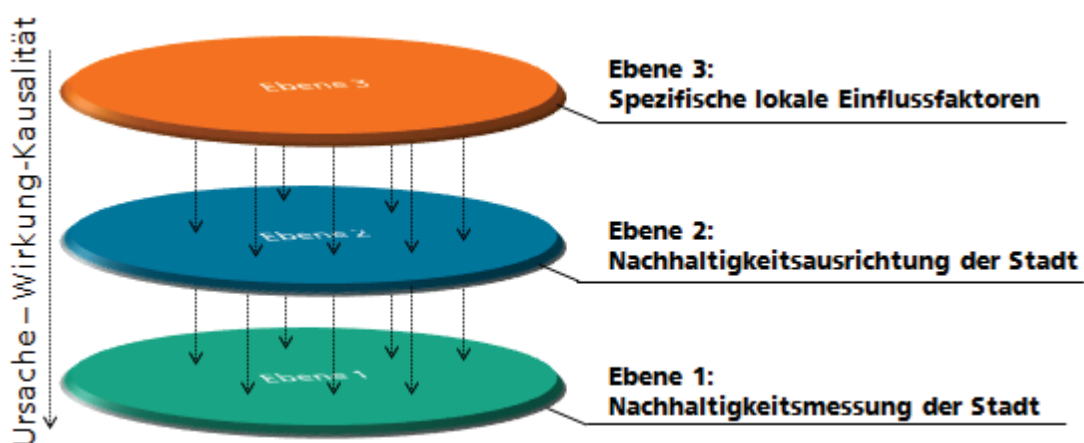
Ebene 2: Bewertung der Nachhaltigkeitsausrichtung der Stadt

»Wie kann die Akteurs- und Handlungsebene einer Stadt mit Blick auf eine nachhaltige Entwicklung erhoben, und mit der Nachhaltigkeits-Performanz abgeglichen werden?«

Ebene 3: Identifikation und Bewertung spezieller lokaler Einflussfaktoren

»Wie können individuelle lokale Faktoren einer Stadt systematisch identifiziert und bei der Strategieentwicklung berücksichtigt werden?«

Abbildung 1: Analyseebenen für ein Transformationsmodell nachhaltiger Stadtentwicklung¹⁸



¹⁶ Der Begriff „Governance“ wird hier mangels Äquivalent im Deutschen dem Englischen entlehnt. Die vorliegende Dissertation folgt Jabukowski in seiner Definition von Governance als „Steuerungs- und Regelungssystem mit formellen und informellen Elementen [...], das staatliche und gesellschaftliche Akteure zusammenführt“ Jabukowski 2007, S. 22. Wesentliche Elemente, die Governance vom traditionellen „Government“ absetzen, benennen Drilling und Schnur: 1. Netzwerkcharakter mit hierarchischem Backbone, 2. Intermediarität zwischen Lokalstaat, Privatwirtschaft und Zivilgesellschaft, 3. Informalität, 4. Temporalität und Projektorientierung, 5. Neue Territorialität. Drilling und Schnur 2009.

¹⁷ Unter »Nachhaltigkeits-Performanz« wird hier eine messbare Größe verstanden. Sie ergibt sich aus Input- Status – und vor allem Output-Indikatoren der Stadt. Emissionen, Abfälle, Ressourcenverbrauch etc. werden in Relation zu Bevölkerung und Wirtschaftsleistung gesetzt. Sie wird in der Ebene 1 erhoben.

¹⁸ Eigene Darstellung

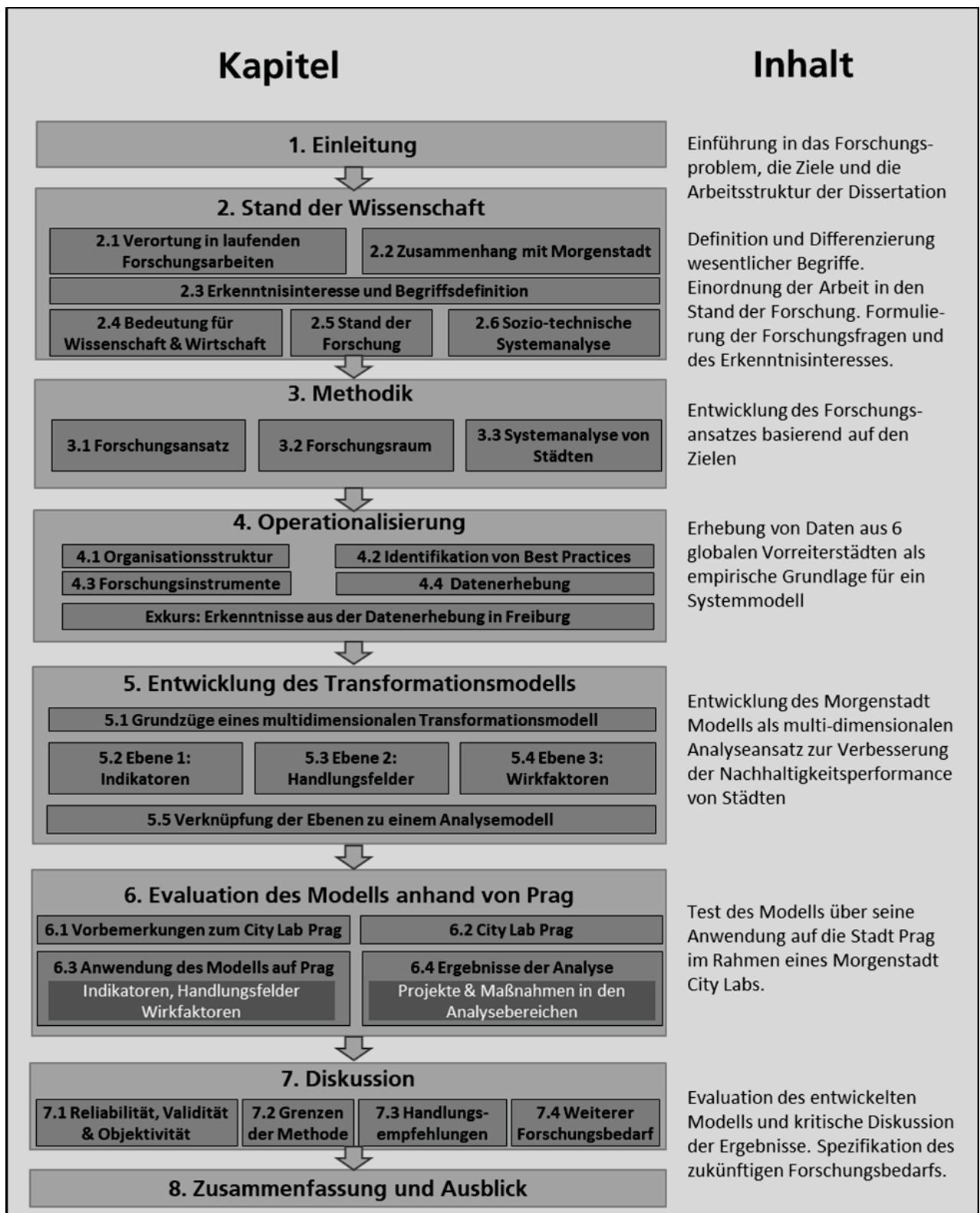
Es ist der Anspruch an das hier zu entwickelnde Transformationsmodell, dass es in der Lage sein muss, unterschiedliche Städte auf wesentliche objektive Nachhaltigkeitskriterien hin zu analysieren, Stärken und Schwächen herauszuarbeiten und sie vor den individuellen Gegebenheiten einer jeden Stadt zu interpretieren. Weiterhin soll es in der Lage sein, individuelle lokale Faktoren zu identifizieren, die eine nachhaltige Stadtentwicklung im Sinne der „Sustainable Development Goals“ wesentlich beeinflussen (sowohl im positiven, als auch im negativen Sinne) und sie mit übergeordneten Technologieoptionen zur Transformation des Status Quo zielgerichtet einzusetzen. Als Ergebnis der Anwendung des zu entwickelnden Transformationsmodells sollten somit für so unterschiedliche Städte wie Riga und Sevilla zwei individuelle Transformations-Roadmaps mit dem Ziel der nachhaltigen Entwicklung stehen, die inhaltlich nicht viel miteinander gemein haben, außer der Methode und der Analytik, die bei der Herleitung verwendet wurde.

1.2 Arbeitsstruktur

Die vorliegende Dissertation ist in acht aufeinander aufbauenden Kapiteln strukturiert, (siehe Abb. 2 auf der nächsten Seite). Ungewöhnlich ist hierbei, dass es zwei empirische Kapitel gibt: Kapitel 4, in dem die Datengrundlage für das Analysemodell entwickelt wird und Kapitel 6, in dem das Analysemodell anhand der Stadt Prag getestet wird.

Zahlreiche Quellen und Arbeitsgrundlagen dieser Dissertation liegen lediglich in englischer Sprache vor. Für die vorliegende Arbeit wurden die meisten Ergebnisse, Zwischenergebnisse und Arbeits-Exzerpte ins Deutsche übersetzt. In Einzelfällen wurde allerdings die originale englische Version beibehalten, um Ergebnisse nicht zu verfälschen.

Abbildung 2: Struktur der vorliegenden Dissertation



2 Stand der Wissenschaft

2.1 Verortung in laufenden Forschungsarbeiten

Die vorliegende Dissertation ist integriert in die Morgenstadt-Initiative der Fraunhofer-Gesellschaft und baut im Wesentlichen auf Ergebnissen aus dem Forschungsprojekt »Morgenstadt: City Insights« (»m:ci«)¹⁹ auf, welches der Autor als Projektleiter mitkonzipiert, geleitet und maßgeblich strukturiert hat.

Die Fraunhofer »Morgenstadt-Initiative« entstand im Jahr 2011 aus der "Forschungsunion Wirtschaft - Wissenschaft"²⁰ heraus, in der die Zukunftsprojekte der Hightech-Strategie 2020 der deutschen Bundesregierung vorausgedacht und erarbeitet wurden.²¹ Als ein wesentlicher Baustein der Hightech-Strategie 2020 stellt das Zukunftsprojekt „Die CO₂-neutrale, energieeffiziente und klimaangepasste Stadt“ den politischen Rahmen für die Transformation bestehender Städte in Richtung Energieeffizienz, Resilienz und Nachhaltigkeit. „Ziel der Hightech-Strategie ist es dabei, einen Leitmarkt für nachhaltige Stadtsysteme für die Zukunft zu schaffen, die Zusammenarbeit zwischen Wissenschaft und Wirtschaft zu vertiefen und die Rahmenbedingungen für Innovationen weiter zu verbessern.“²²

Die Fraunhofer-Gesellschaft hat das Zukunftsprojekt „die CO₂-neutrale, energieeffiziente und klimaangepasste Stadt“ von Anfang an unterstützt. Die »Morgenstadt-Initiative« ist ihr Beitrag zur ganzheitlichen Positionierung des komplexen Themas „Stadttransformation“ in den vielfältigen technologischen Disziplinen, aber auch im Bereich der sozio-ökonomischen Forschungsagenda sowie in Fragen des Technologiemanagements.

Für eine inhaltliche Ausgestaltung der Morgenstadt-Initiative brachte die Fraunhofer-Gesellschaft unter der Leitung des Fraunhofer-Instituts für Arbeitswirtschaft und Organisation (IAO) insgesamt zwölf Institute in unterschiedlichen Konstellationen in interdisziplinären Projekten zusammen: ein Szenario-Prozess mit insgesamt zehn Fraunhofer-Instituten führte zur Definition dreier konsisten-

¹⁹ »Morgenstadt: City Insights« ist ein Innovationsnetzwerk der Fraunhofer-Gesellschaft, bei dem 12 Fraunhofer-Institute gemeinsam mit 21 Industriepartnern und 12 Städtepartnern zu Fragen der nachhaltigen Entwicklung von Städten zusammenarbeiten. Ziel der ersten Projektphase (Mai 2012 – Oktober 2013) war die Ermittlung eines globalen Status Quo hinsichtlich Best Practices von Städten zur nachhaltigen Entwicklung in den Technologiesektoren Energie, Gebäude, Mobilität, IKT, Produktion & Logistik, urbane Wasserinfrastruktur sowie in den Querschnittsbereichen Governance und Sicherheit. Das Innovationsnetzwerk wurde durch das Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation (IAO) geleitet. Fraunhofer-Institute in Phase 1: Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation (IAO), Institut für Bauphysik (IBP), Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung (IFF), Institut für Materialfluß und Logistik (IML), Institut für Solare Energiesysteme (ISE), Institut für System- und Innovationsforschung (ISI), Institut für Grenzflächen- und Bioverfahrenstechnik (IGB), Institut für Offene Kommunikationssysteme (FOKUS), Institut für Kurzezeitdynamik (EMI), Institut für Produktionstechnik und Automatisierung (IPA); Industriepartner in Phase 1: Badenova, Bosch, Cadfem, Drees & Sommer, Daimler AG, Dorsch Gruppe, EnBW AG, EWE AG, Fichtner GmbH, Finmeccanica, IBM AG, RTI, Taiwan Institute for Information Industry, SBA, Schüco, Siemens AG, TÜV SÜD, Vattenfall AG, Volkswagen AG, Xella, Züblin. Städtepartner Phase 1: Baden-Baden, Berlin, Breisach, Düsseldorf, Freiburg, Ingolstadt, Karlsruhe, Lörrach, Neuenburg, Norderstedt, Offenburg, Waldshut-Tiengen.

²⁰ Bullinger et al. 2013

²¹ Die zehn Zukunftsprojekte der Hightech-Strategie 2020 der Bundesregierung sind: 1. Die CO₂-neutrale, energieeffiziente und klimaangepasste Stadt, 2. Intelligenter Umbau der Energieversorgung, 3. Nachwachsende Rohstoffe als Alternative zum Öl, 4. Krankheiten besser therapieren mit individualisierter Medizin, 5. mehr Gesundheit durch gezielte Prävention und Ernährung, 6. Auch im Alter ein selbstbestimmtes Leben führen, 7. Nachhaltige Mobilität, 8. Internetbasierte Dienste für die Wirtschaft, 9. Industrie 4.0, 10. Sichere Identitäten. (Bundesregierung 2012)

²² Braun 2012a

ter „Visionen zur Morgenstadt“ als „Leitgedanken für Forschung und Entwicklung von Systeminnovationen für nachhaltige und lebenswerte Städte der Zukunft.“²³ Mit der „Nationalen Plattform Zukunftsstadt“ wurde ein umfangreiches Stakeholder-Gremium unter Leitung von Fraunhofer (Institut für Bauphysik - IBP und IAO) sowie des Deutschen Instituts für Urbanistik (DifU), eingerichtet, um die für das Zukunftsprojekt „CO₂-neutrale, energieeffiziente, klimaangepasste Stadt“ verantwortlichen Bundesministerien bei der Allokation der Mittel mit einer Systemforschungsagenda zu unterstützen.

Bei dem von der Forschungsunion organisierten Umsetzungsforum »Morgenstadt« wurde im April 2012 auf der Hannover Messe das Verbundforschungsprojekt »Morgenstadt: City Insights« (»m:ci«) aus der Taufe gehoben. Die vorliegende Dissertation ist in Begleitung des Innovationsnetzwerks »Morgenstadt: City Insights« (»m:ci«) entstanden und kann als direktes Ergebnis dieses Projekts gewertet werden.

2.2 Zusammenhang mit »Morgenstadt: City Insights«

Ziel der ersten Forschungsphase des Innovationsnetzwerks »Morgenstadt: City Insights« (2012 – 2013) war es, »bis Ende 2013 zunächst folgende Ergebnisse vorzulegen: eine Metastudie heute verfügbarer Stadtanalysen; umfangreiche Fallstudien zu sechs inspirierenden Städten (...) und einen Systemansatz zur beschleunigten Umsetzung nachhaltiger Technologien und Strategien in der Stadtentwicklung.«²⁴ Der Best Practice-Ansatz sah vor, aus den acht urbanen Sektoren Energie, Gebäude, Mobilität, Governance, IKT, Produktion & Logistik, Sicherheit und urbane Wasserinfrastrukturen, herausragende Beispiele in Vorreiterstädten weltweit zu identifizieren und mit einem interdisziplinären Forschungsansatz auf ihre Wirkfaktoren hin zu untersuchen. Forschungsleitende Fragestellungen dabei waren:

- a) Welche state-of-the-art Technologien, Geschäftsmodelle und Konzepte, die Städten dabei helfen nachhaltiger zu werden, sind heute bereits erfolgreich im Einsatz?
- b) Was sind bzw. waren Wirkfaktoren (Treiber und Hemmnisse) bei ihrer Verwirklichung?
- c) Wie können Aspekte dieser Best Practices auf andere Städte übertragen werden, bzw. bei der Konzipierung weiterführender Lösungen unterstützend berücksichtigt werden?

„The joint research project Morgenstadt: City Insights systematically creates insights into key factors and conditions for a successful transition of cities to highly efficient sustainable systems of urban life. It identifies the requirements for the urban markets of the future and enables new collaborations of industry, research and administrations. By this it will create the fundament for the development of innovative concepts and products that help to tackle technical and organizational challenges in the smart cities of tomorrow.“²⁵

Über die Analyse von insgesamt 94 Best-Practices aus den sechs Vorreiterstädten Singapur, Freiburg, New York, Kopenhagen, Berlin und Tokio, stellt die empirische Forschungsgrundlage von »m:ci« die Ausgangssituation für die Zusammenführung der Ergebnisse in einem übergreifenden Analysemodell für nachhaltige Stadtentwicklung dar.

²³ Braun 2012b

²⁴ Bullinger et al. 2013, S. 28

²⁵ Radecki und Braun 2012b, S. 8

Die Rolle des Autors in »m:ci« lag in der Konzipierung und Leitung des Forschungsprojekts sowie in der Steuerung der einzelnen Mitarbeiter der assoziierten Fraunhofer-Institute. Dabei fielen sowohl maßgebliche Teile der konzeptionellen Arbeit (Methodik, Fragestellungen, Zusammenarbeit), wie auch Aspekte der operativen Durchführung (Teilnahme an den Forschungsteams in Freiburg und Tokyo) in den Aufgabenbereich des Autors.

Das angestrebte Ergebnis – ein Transformationsmodell für nachhaltige Stadtentwicklung – ist zudem eng mit der Grundidee des Innovationsnetzwerks »Morgenstadt: City Insights« verbunden, welches als Rahmen für die Verfassung der vorliegenden Dissertation gedient hat. Diese lässt sich wie folgt zusammenfassen:

Die Komplexität städtischer Bedarfe in Bezug auf eine nachhaltige Entwicklung führt dazu, dass Einzeltechnologien in Zukunft verstärkt in Systemlösungen integriert werden müssen. Die Entwicklung, Evaluierung und Implementierung sozio-technischer Systemlösungen für Städte kann dabei besser durch ein Netzwerk aus Forschung, Industrie und Stadtverwaltungen als durch einen großen Einzelanbieter umgesetzt werden.

2.3 Erkenntnisinteresse und Begriffsdefinition

Im Kern der vorliegenden Dissertation werden folgende forschungsleitende Fragen gestellt:

- 1. Wie kann die Nachhaltigkeit einer Stadt gemessen und bewertet werden?***
- 2. Wie kann die Handlungsebene der Stadtverwaltung mit einer Nachhaltigkeitsmessung abgeglichen werden?***
- 3. Wie können hieraus Strategien und Maßnahmen für eine Verbesserung der Stadtsysteme im Sinne der Nachhaltigkeit abgeleitet werden?***

Die Herangehensweise zur Beantwortung dieser Fragen setzt Annahmen über das Wesen von Städten sowie eine Definition von »Nachhaltigkeit« voraus, die im Folgenden spezifiziert werden:

Städte als komplexe adaptive Systeme

In diesem Forschungsvorhaben werden Städte als komplexe adaptive Systeme (CAS)²⁶ verstanden, offene, evolutionäre Systeme, die aus einer Vielzahl an interagierenden Subsystemen bestehen. In der generellen Definition bestehen CAS aus einer Vielzahl adaptiver Agenten, deren Interaktionen in komplexen, nicht-linearen dynamischen Entwicklungen resultieren.²⁷ Parallelität von Ereignissen (inkl. positiver und negativer Feedback-loops), Konditionalität, Modularität sowie Adaption und Evolution sind elementare Merkmale komplexer adaptiver Systeme.²⁸ Die Entwicklung einer Stadt, die parallel auf vielen Ebenen abläuft (technologisch, politisch, wirtschaftlich, gesellschaftlich etc.) wird hier somit mehr als emergentes Systemphänomen, denn als geplanter und gesteuerter Prozess aufgefasst.

²⁶ Complex adaptive Systems = „CAS“

²⁷ Brownlee 2007

²⁸ Holland 2006

Die Konsequenz dieser Definition von Städten als CAS schlägt sich in der Herangehensweise und dem Forschungsprozess nieder. Es wird die Auffassung von John H. Holland und einer Reihe anderer Autoren²⁹ geteilt, dass ein Systemverständnis nicht mit konventionellen Forschungsmethoden hergestellt werden kann, die traditionellerweise auf der Zerteilung komplexer Fragestellung in ihre Einzelteile beruhen, die anschließend separat in die Tiefe untersucht werden. CAS verlieren den Großteil ihrer Merkmale, wenn Einzelteile isoliert betrachtet werden.³⁰ Ein zentraler Aspekt des Vorhabens besteht somit darin, Technologie- und Handlungsfelder sowie Wirkfaktoren zu identifizieren, die für eine nachhaltige Stadtentwicklung relevant sind und diese in einem Systemzusammenhang zu verorten.

„As coevolving human-environment systems, cities are spatially heterogeneous, complex adaptive systems. As such, the dynamic trajectory of cities can never be fully predicted or controlled, but can and should be influenced or guided in more desirable directions through planning and design activities that are based on urban ecological knowledge and sustainability principles.“³¹

Zur Analyse von Städten als CAS wird im Rahmen der vorliegenden Dissertation auf die „sozio-technische Systemanalyse“ zurückgegriffen. Näheres hierzu in Kapitel 2.6

Nachhaltigkeit als Prinzip für Stadtentwicklung

Wie eingangs festgestellt, deutet eine Vielzahl an globalen Indikatoren daraufhin, dass nur eine rasche Transformation der Städte weltweit zu CO₂-neutralen, ressourceneffizienten, intelligenten Systemen, negative Entwicklungen in den globalen Ökosystemen abmildern, und damit verbundene schwerwiegende Auswirkungen auf das Leben vieler Menschen zumindest reduzieren kann. Nachhaltigkeit als Prinzip der Stadtentwicklung wird hier angelehnt an die Definition des Brundtland-Berichts und der »United Nations Conference on Sustainable Development« (UNCSD) von 1992.³²

Die Operationalisierung von nachhaltiger Entwicklung erfolgt dabei in Anlehnung an die „Sustainable Development Goals“ (SDGs)³³; zudem wurden im Rahmen von »m:ci« folgende Kernaspekte als Grundlage einer nachhaltigen Stadtentwicklung definiert³⁴, die auch für die vorliegende Dissertation maßgeblich sind :

- Reduktion des Pro-Kopf Ressourcen- und Energieverbrauchs (SDG 12, 13 & 7)
- Reduktion von Emissionen (CO₂, andere Klimagase, oder toxische Substanzen) (SDG 13)
- Reduktion sozialer Ungleichheit (SDG 10)
- Versorgungssicherheit (SDG 2 & 9)
- Schaffung von ökonomischen Strukturen, die auf langfristige Stabilität ausgerichtet sind (SDG 11)
- Steigerung des sozialen Wohlbefindens und der Lebenserwartung (SDG 3)
- Erhalt der natürlichen Grundlage der Städte (SDG 15)

²⁹ Vergl.: Vester 2012; Holland 2006; Brownlee 2007; Malik 2008 und weitere.

³⁰ Holland 2002

³¹ Wu, 2014

³² „Das Recht auf Entwicklung muss so verwirklicht werden, dass den Entwicklungs- und Umweltbedürfnissen der heutigen und der kommenden Generationen in gerechter Weise entsprochen wird“ (World Commission on Environment and Development 1987).

³³ United Nations, 2018

³⁴ An der »m:ci« Definition von „Nachhaltigkeit“ waren alle in dem Projekt agierenden Fraunhofer-Institute beteiligt. Eine gemeinsame Formulierung entstand in einem iterativen Prozess.

- Verbesserung der Gesundheit der urbanen Ökosysteme (SDG 11)
- Steigerung der Resilienz von physischen Infrastrukturen und sozialen Netzwerken (SDG 11)
- Reduktion der gesellschaftlichen und physischen Vulnerabilität von urbanen Gesellschaften (SDG 11)

Zusammenfassend widmet sich die vorliegende Dissertation somit der Frage, wie Städte als komplexe adaptive Systeme, die aus multiplen sozio-technischen Subsystemen und Akteuren bestehen, gezielt in Richtung einer nachhaltigen Entwicklung bewegt werden können, die letztendlich eine langfristige Systempermanenz innerhalb der ökologischen Grenzen und unter Berücksichtigung wichtiger menschlicher Bedürfnisse (Versorgung, Wohlstand, Arbeit, Freizeit, Selbstverwirklichung, Mobilität etc.) ermöglicht.

2.4 Bedeutung für Wissenschaft, Wirtschaft und Gesellschaft

In erster Linie werden durch das Dissertationsvorhaben wissenschaftliche Grundlagen für die systemische Analyse von Städten zusammengeführt und um den empirischen Status quo in führenden Städten ergänzt. Ein Systemansatz zur Ermittlung der Bedarfe und Potenziale für eine nachhaltige Stadtentwicklung wird genauso geschaffen, wie eine Herangehensweise zur systemischen Analyse von Best Practices. Dabei liegt der Fokus vor allem auf der Rekombination existierenden Wissens und bereits erprobter Methoden in einem stimmigen Gesamtmodell. Adressaten sind sowohl Städte weltweit, als auch Unternehmen, die mit dem Ergebnis eigene Produkte und Technologien besser im Kontext Stadt platzieren können. Entwicklungsbanken und Finanzierer von Stadtentwicklung finden hier einen ganzheitlichen Diagnoseansatz, der als Grundlage für strukturelle Investitionsprogramme dienen kann. Zudem dient das Transformationsmodell als mögliche Grundlage für die gemeinsame Erarbeitung städtischer Entwicklungsstrategien und -maßnahmen im Rahmen der weiterführenden Phasen des Innovationsnetzwerks »Morgenstadt: City Insights«. Die als Ergebnisse der Arbeit erwarteten Resultate schließen die Lücke zwischen integrierten Ansätzen der nachhaltigen Stadtentwicklung und einem evidenzbasierten Management von technologiegetriebenen Stadtprozessen.

Die Erkenntnisse hinsichtlich der transdisziplinären Herangehensweise zur Identifikation lokaler Wirkfaktoren können als neue Methodik in der zukünftigen Stadtforschung bzw. der urbanen Strategieentwicklung etabliert werden.

2.5 Ansätze zur strategischen Stadtentwicklung

Die traditionelle Stadtplanung und -gestaltung unterlag in der Vergangenheit dem jeweils dominierenden Paradigma der Zeit. Schon seit mehreren Jahren gewinnt deshalb zunehmend die Frage nach einer nachhaltigen Stadtentwicklung an Bedeutung. Initiator dieser Entwicklung war die UN-Konferenz für nachhaltige Entwicklung (UNCSD) 1992 in Rio de Janeiro. Die im Anschluss daran vor allem in Mitteleuropa stattfindenden lokalen Agenda 21-Prozesse, gaben für viele Städte den konkreten Anlass, sich mit dem Thema näher zu beschäftigen und legten gleichzeitig den Grundstein für unterschiedliche wissenschaftliche Herangehensweisen an die Frage der Gestaltung nachhaltiger Städte.

Mittlerweile existieren eine Reihe unterschiedlicher Ansätze, Aspekte der Nachhaltigkeit in die

Stadtplanung und Stadtentwicklung zu integrieren. Grob lassen sich derzeit 4 Strömungen unterscheiden:

- a) Smart City-Ansätze
- b) Umweltorientierte Klimaschutz-Ansätze
- c) Governance-orientierte Ansätze
- d) Ansätze der integrierten Stadtentwicklung

Smart City-Ansätze sehen in der Integration des Energie- und Mobilitätssystems über intelligente Infrastrukturen und neuartige Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) den größten Hebel zur nachhaltigen Transformation von Städten. Durch die konsequente Nutzung von IKT in allen Bereichen der Planung und Steuerung urbaner Prozesse können laut dieses Ansatzes maximale Nachhaltigkeitseffekte in Städten erzielt werden.³⁵ Interpretationen und Definitionen einer „Smart City“ gehen auseinander.³⁶ Auf europäischer Ebene hat der Smart City-Ansatz eine große Resonanz entwickelt und nimmt einen ersten prominenten Förderungsschwerpunkt im Forschungs-Rahmenprogramm „HORIZON 2020“ ein.³⁷ Die Smart Cities-Definition der EU-Kommission ist hierdurch zum dominierenden Leitgedanken für eine nachhaltige Stadtentwicklung, die auf Innovation und IKT basiert, innerhalb der EU geworden:

„Smart cities should be regarded as systems of people interacting with and using flows of energy, materials, services and financing to catalyse sustainable economic development, resilience, and high quality of life; these flows and interactions become smart through making strategic use of information and communication infrastructure and services in a process of transparent urban planning and management that is responsive to the social and economic needs of society.“³⁸

Abbildung 3: „Strategic Implementation Plan“ der EIP³⁹



³⁵ Beispiele hierfür sind The Climate Group 2008; Mahmoud Al-Hader/ Ahmend Rodzi; Esteban 2010 oder Bettencourt et al. 2007.

³⁶ Eine differenzierte Auseinandersetzung mit dem Konzept „Smart Cities“ liefern Rohde und Loew 2011 sowie Schaffers et al. 2011.

³⁷ Im „Work Programm Energy and Security“ sind mit den Calls SCC1 – SCC5 für die Jahre 2014 und 2015 bereits über 200 Mio. € an Forschungsförderung für „Smart Cities“ ausgewiesen (European Commission 2013).

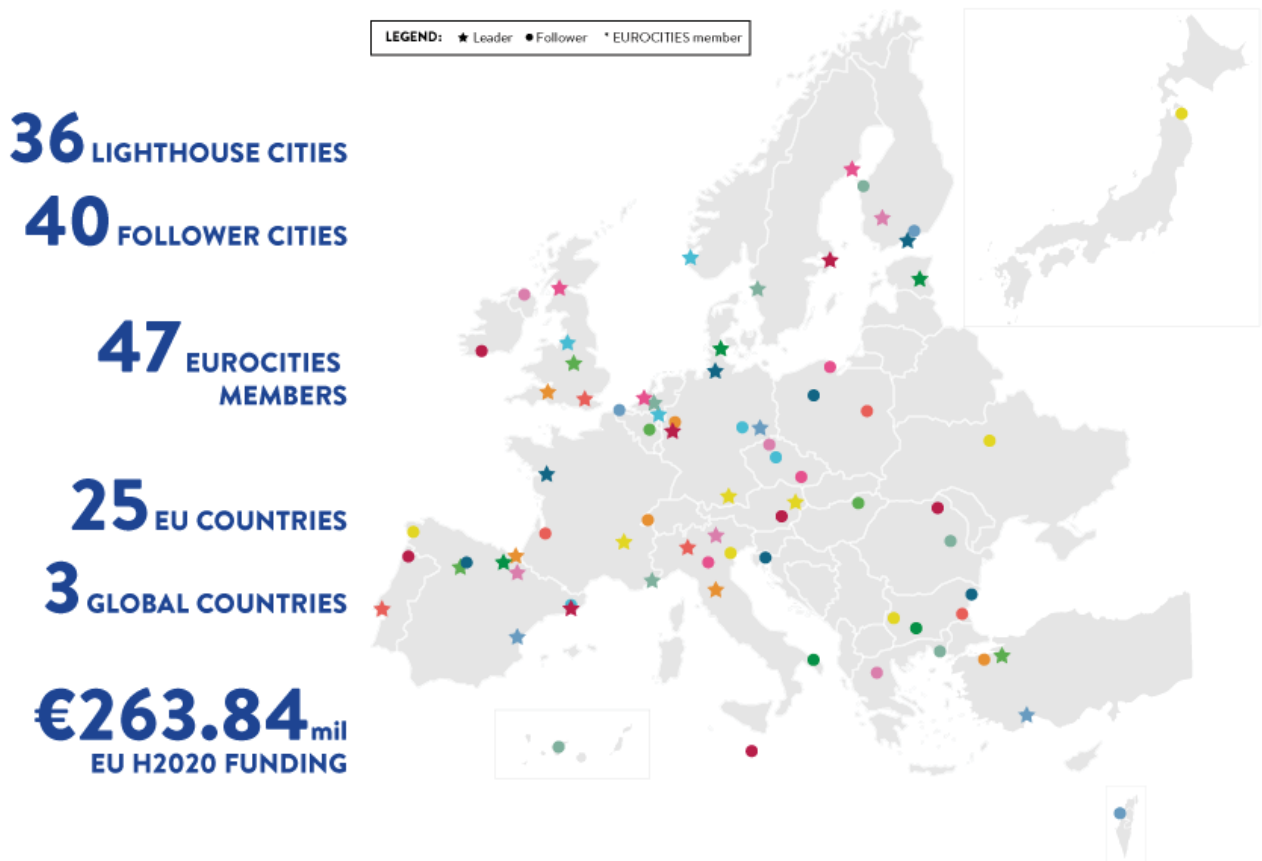
³⁸ European Innovation Partnership on Smart Cities and Communities 2013, S. 5

³⁹ European Innovation Partnership on Smart Cities and Communities

Mit der „European Innovation Partnership on Smarter Cities“ (EIP SCC) hat der Smart Cities Ansatz bereits seinen Weg in die europäischen Institutionen gefunden und setzt seit 2013 wichtige Impulse. Abbildung 3 zeigt die Struktur der strategischen Implementierung auf europäischer Ebene.

Über HORIZON 2020 sind seit 2014 55 europäische Städte im Rahmen des Smart City-Programms gefördert worden. Dabei steht die Erprobung innovativer und vernetzter Technologien in den Bereichen Mobilität, Energiesysteme, Gebäudesanierung sowie integrierte Infrastrukturen als Befähiger einer nachhaltigen Stadtentwicklung im Vordergrund der Bemühungen.

Abbildung 4: Partnerstädte im Rahmen des SCC1 Forschungsprogramms der EU-Kommission⁴⁰



Die Integration unterschiedlicher Technologiesektoren (Mobilität, Energie, IKT) sowie eine breite Verankerung des Ansatzes in strategischen Themen (Geschäftsmodelle, Regulierungen, Standards, Partizipationsansätze etc.) stellt ein Novum zu früheren europäischen Ansätzen der Stadtentwicklung dar. Dennoch kommen in diesem Ansatz zwei Dinge zu kurz: Zum einen werden wichtige Bereiche für eine nachhaltige Stadtentwicklung ausgeklammert (z.B. Wasserinfrastrukturen, urbane Produktion, Resilienz von Stadtssystemen, Ressourcenströme etc.), zum anderen repräsentiert der Smart Cities-Ansatz kein Rahmenwerk, das Analyseebene und Gestaltungsebene handlungsleitend im Sinne eines urbanen Management-Ansatzes zusammenbringt. Technologien, Prozesse und Strukturen sind nicht integriert. Er ist bis dato vielmehr eine Auflistung an

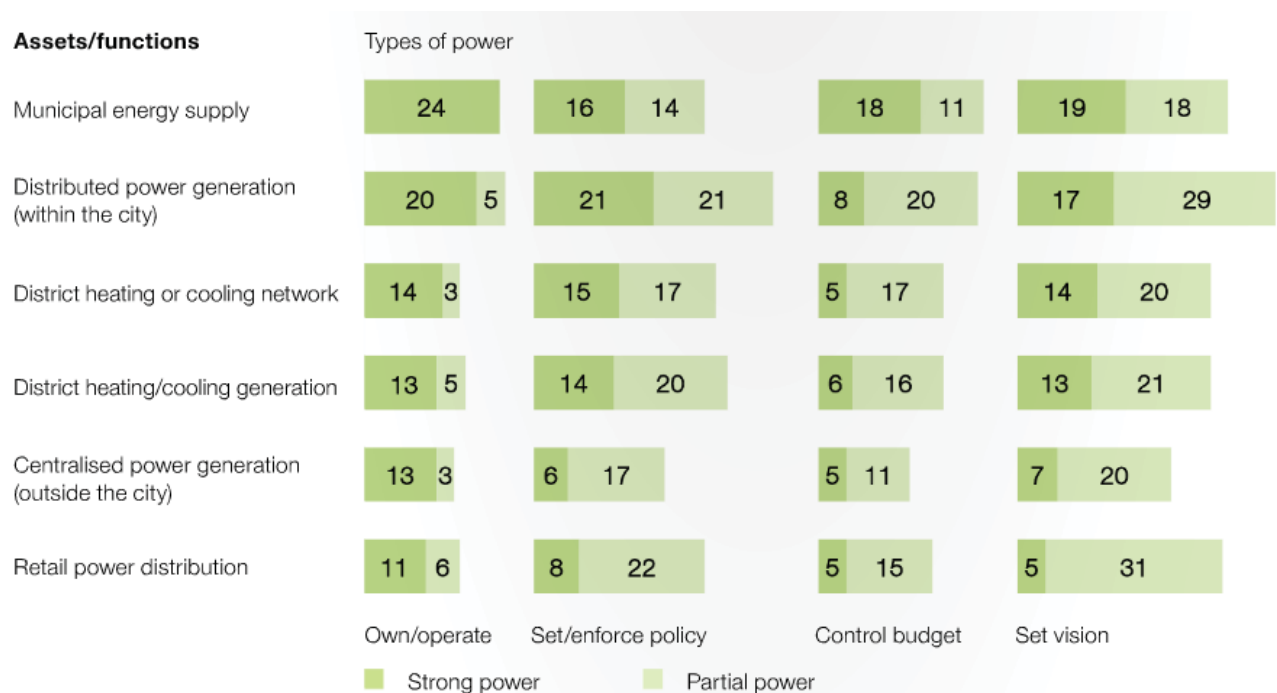
⁴⁰ Quelle: SharingCities

technologiebasierten Innovationsprojekten, die noch ohne klare Bezüge zueinander koexistieren⁴¹.

Umweltorientierte Klimaschutz-Ansätze der Stadtentwicklung gehen von der Fragestellung aus, wie Städte einen Beitrag zum Klimaschutz leisten können. Hierbei werden durchaus heterogene, oft auch systemische Ansätze gewählt. Die technologische Komponente kommt dabei allerdings durchweg zu kurz.⁴² Prominentester Vertreter der klimaschutzorientierten Stadtentwicklung ist die C40 Climate Leadership Group – ein globales Netzwerk von Megastädten, die den Klimawandel auf lokaler Ebene adressieren möchten.⁴³ Im Zentrum der regelmäßigen Publikationen von C40 stehen Erhebungen unter den Mitgliedsstädten hinsichtlich klimarelevanter Maßnahmen in den Sektoren Transport, Energie, Wasser, Abfall, Finanzierung, ICT, Ernährung. Systemrelevanz hat dabei z.B. die Frage nach der Einflussmöglichkeit der jeweiligen Bürgermeister auf einzelne Handlungsfelder (siehe

Abbildung 5). Diese Erhebung wird allerdings nicht mit technologischen Kennzahlen, wie z.B. dem Potenzial zur Minderung des Ausstoßes von Treibhausgasen der einzelnen Bereiche korreliert, wodurch der C40-Ansatz letztendlich deskriptiv, analytisch bleibt und nicht als Management-Tool für eine nachhaltige Stadtentwicklung geeignet ist.

Abbildung 5: Einflussmöglichkeit von Bürgermeistern auf Handlungsfelder im Energiesektor⁴⁴



⁴¹ So werden beispielsweise im „Operational Implementation Plan“ zu 11 „Priority Areas“ insgesamt 86 „potential actions“ vorgeschlagen, allerdings ohne klar aufeinander Bezug zu nehmen. Vergl. European Innovation Partnership on Smart Cities and Communities

⁴² Beispiele für diese Ansätze sind: Climate Action in Megacities 2011; The World Bank 2010 oder Hermann et al.. Zudem sind eine große Anzahl an Kommunen in Deutschland und Europa im Klimabündnis organisiert, das Städten aktiv dabei hilft, Emissionen zu reduzieren. Radecki und Braun 2012b.

⁴³ Arup 2014

⁴⁴ Ebenda, S. 104

Andere klimaschutzorientierte Ansätze, wie z.B. der Klimakompass des Europäischen Klimabündnisses⁴⁵ stellen Städten ebenfalls eine Reihe an Handlungsfeldern und Maßnahmen zur Verfügung, um Orientierung bei der strategischen Ausrichtung der kommunalen Herangehensweise an den Klimaschutz zu geben. Im Falle des Klimakompass sind die einzelnen Maßnahmen in jeweils vier Stufen eingeteilt.⁴⁶ Allerdings vermisst man auch hier sowohl eine Verknüpfung von Maßnahmen untereinander, als auch eine Beurteilung der Auswirkung der einzelnen Maßnahme. In der deutschsprachigen Literatur sticht das Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) mit einer Publikation zur CO₂-freien Stadt hervor,⁴⁷ in der neben Best Practice-Darstellungen vor allem die Frage nach der Systemgrenze der Stadt aufgeworfen wird, die für eine verlässliche Messung von urbanen Emissionen eindeutig definiert sein muss. Letztendlich bleibt der Bericht aber die Antwort schuldig.

Governance-orientierte Ansätze stellen die Frage nach der politischen Steuerung urbaner Prozesse zur nachhaltigen Stadtentwicklung ins Zentrum ihrer Betrachtung. Viele Vertreter dieser Richtung richten ihr Augenmerk verstärkt auf Schwellen- und Entwicklungsländer. Schwerpunkt-Themen sind meist Armutsbekämpfung, soziale Teilhabe, Sicherung der Grundversorgung sowie Umweltaspekte von Metropolen⁴⁸. Die Frage nach der Steuerung und dem Management urbaner Transformationsprozesse steht allerdings auch im Zentrum der Hightech-Strategie 2020:

„Die Transformation von Stadtsystemen ist so komplex, dass neue, flexible Führungs- und Organisationsprinzipien notwendig sind, um sie adäquat zu steuern. Solche Governance-Ansätze müssen technologische wie sozioökonomische Aspekte berücksichtigen und alle Betroffenen und Beteiligten kommunikativ einbinden. Sie bedürfen moderner Simulations- und Planungswerkzeuge, um den Akteuren eine realistische Zielsetzung zu ermöglichen und ihre Umsetzungspläne zukunftssicher und wandlungsfähig durchführen zu können. Solche interdisziplinären Werkzeuge, die noch erforscht und entwickelt werden müssen, erlauben auch ein tieferes Verständnis der Wirkzusammenhänge in komplexen städtischen Systemen. Mit ihrer Hilfe lassen sich die Auswirkungen bestimmter Maßnahmen zuverlässiger abschätzen und langfristige Transformationsziele validieren.“⁴⁹

Es existiert eine Vielzahl an Instrumenten und Ansätzen aus dem Governance-Sektor, die Städten bei der Entwicklung und Umsetzung einer Nachhaltigkeitsstrategie behilflich sein können. Federführend bei der Entwicklung und Umsetzung von Governance-Ansätzen für nachhaltige Stadtentwicklung ist dabei die Nichtregierungsorganisation »Local Governments for Sustainability« (ICLEI). Mit dem Integrierten Nachhaltigkeitsmanagement verfolgt ICLEI z.B. einen stringenten Management-Ansatz, der zyklisch auf den fünf Schritten Bestandsaufnahme, Zieldefinition, Ratsbeschluss, Umsetzung und Monitoring, sowie Berichterstattung und Evaluierung aufsetzt⁵⁰. Allerdings handelt es sich hierbei um einen rein prozessorientierten Ansatz, der weder mit einem integrierten Set an Indikatoren, noch mit einem konkreten Bezug zu urbanen Technologien arbeitet. Ein ähnlicher Ansatz zur Governance für nachhaltige Stadtentwicklung ist die „Aalborg Commitments Implementation Guide“⁵¹, ein Handbuch, das Städten bei der Implementierung der

⁴⁵ Das Klimabündnis ist ein europäisches Netzwerk von Städten, Gemeinden und Landkreisen, die sich verpflichtet haben, das Weltklima zu schützen. Die Mitgliedskommunen setzen sich für die Reduktion der Treibhausgas-Emissionen vor Ort ein. Ihre Bündnispartner sind die indigenen Völker in den Regenwäldern Amazoniens (Climate Alliance 2006).

⁴⁶ Climate Alliance 2006

⁴⁷ Hermann et al.

⁴⁸ Beispiele für diese Ansätze sind UN Habitat 2012; Cities Alliance et al. 2012 oder Suzuki et al. 2010.

⁴⁹ Bullinger et al. 2013, S. 28

⁵⁰ Klingler et al. 2008

⁵¹ Garzillo und Kuhn 2007

Aalborg Commitments⁵² behilflich sein soll. Weitere Ansätze wie das „Reference Framework for European Sustainable Cities“⁵³ oder das „Europäische Label für Exzellente Regierungsführung“⁵⁴ adressieren Governance für Nachhaltigkeit mittels Prinzipien und Leitfäden. Einen zweiten Bereich stellen konkrete Instrumente zur Unterstützung der Governance für nachhaltige Stadtentwicklung dar. Hervorzuheben sind hierbei der ecoBUDGET Ansatz,⁵⁵ und das „Green Public Procurement Toolkit“ der EU.⁵⁶ Das URBACT III Netzwerk „SmartImpact“⁵⁷ stellt den ersten Versuch dar, die technologiebasierte Agenda der Smart City durch Steuerungsinstrumente und Governance Tools zu ergänzen.

Eine zweite Strömung der Governance-orientierten Ansätze fokussiert stärker auf **die aktive Beteiligung und Partizipation der Zivilgesellschaft** an der nachhaltigen Stadtentwicklung. Während die formelle Beteiligung in Planungsprozessen seit 1998 völkerrechtlich festgeschrieben -und seither Bestandteil jeder Bauleitplanung ist⁵⁸, weist dieses formelle Verfahren in der Praxis eine Reihe an Defiziten auf.⁵⁹ Neuere Konzepte widmen sich deshalb der aktiven Beteiligung von Bürgern, aber auch lokalen Unternehmen oder Universitäten bei der explorativen Stadtentwicklung. Im Entstehungszeitraum der vorliegenden Dissertation hat sich das Konzept der Lebenden Labore (Living Labs) als neues und innovatives Format der partizipativen Stadtentwicklung herauskristallisiert. Im Kern geht es dabei um einen Co-kreativen Ansatz, bei dem sowohl die Definition urbaner Probleme, als auch die korrespondierende Lösungsentwicklung einem sozialen Prozess unterliegen, bei dem unterschiedliche Akteure aus Zivilgesellschaft, Wirtschaft, Forschung und Stadtverwaltung kreativ zusammenarbeiten, um innovative Lösungen zu einer Verbesserung der Stadtfunktion umzusetzen.⁶⁰

Die **integrierte Stadtentwicklung** vereint neuere Ansätze der Raumplanung und der Regionalentwicklung. Sie geht als Konzept zurück auf die „LEIPZIG CHARTA zur nachhaltigen europäischen Stadt“, die anlässlich des informellen Ministertreffens zur Stadtentwicklung und zum territorialen Zusammenhalt in Leipzig am 24./25. Mai 2007 im Zuge der deutschen EU-Ratspräsidentschaft (erstes Halbjahr 2007) angenommen wurde.⁶¹ Es wird dabei versucht, einzelne Bau- und Entwicklungsprojekte in einen Gesamtkontext der Stadt einzuordnen und sowohl soziale, als auch umweltrelevante Aspekte mit zu berücksichtigen. Wichtigster Vorreiter in Deutschland ist hierbei das DfU.⁶² In Deutschland ist die integrierte Stadtentwicklung Teil der vom Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, der Bauministerkonferenz, dem Deutschen Städte- und Gemeindebund und dem Deutschen Städtetag ins Leben gerufenen ‚Nationalen Stadtentwicklungspolitik‘ und schlägt sich beispielsweise in den staatlichen Förderprogrammen zum Stadtumbau Ost und Stadtumbau West nieder.⁶³ Kern der integrierten Stadtentwicklung ist eine ressortübergreifende Betrachtung und Steuerung der Stadtentwicklung, die sich den Zielen der Nach-

⁵² Die Aalborg Commitments beinhalten zehn Handlungsfelder für kommunale Nachhaltigkeit mit jeweils fünf untergeordneten Zielen. Bisher haben über 700 Kommunen in Europa die Aalborg Commitments unterzeichnet und sich einer nachhaltigen Entwicklung verpflichtet (City of Aalborg 2012).

⁵³ European Commission : DG Regional and Urban Policy 2012

⁵⁴ Direktorat für demokratische Institutionen 2009

⁵⁵ Robrecht et al. 2004

⁵⁶ European Commission 2008

⁵⁷ Radecki 2016

⁵⁸ Meunier 2006

⁵⁹ Vergl.: Qulling 2018

⁶⁰ Vergl. Scholl 2016

⁶¹ Franke et al. 2012

⁶² Siehe z.B. Franke et al. 2007

⁶³ Franke et al. 2012

haltigkeit verschreibt (Energieeffizienz, soziale Teilhabe etc.) und dabei vor allem die lokale Bevölkerung bei der Planung und Umsetzung integriert. „In der Praxis bedeutet integrierte Stadtentwicklung heute allerdings überwiegend, gravierende Probleme einzelner Quartiere möglichst nachhaltig zu lösen. Meist sind dies sozial prekäre Stadtteile oder Stadtumbaugebiete. Und Anlass für integrierte Planung sind dabei vor allem Vorgaben von Bund und Ländern.“⁶⁴

Allen hier geschilderten Ansätzen ist gemein, dass technologische Fragen – etwa, welches Nachhaltigkeitspotenzial in Städten mit Hilfe welcher Technologie erschlossen werden kann - entweder komplett ausgespart werden, oder als rein passive Mechanismen bei der Adaption oder Mitigation des Klimawandels bearbeitet werden. So gut wie keiner der aktuellen Ansätze für urbane Nachhaltigkeit analysiert die reziproken Beziehungen zwischen sozialen, technologischen, wirtschaftlichen und politischen Systemen. Lösungen werden auf einer Meta-Ebene gesucht, aber nur selten tauchen Forschungsarbeiten in die Details sozio-technischer Systeminnovationen ein. Der Grund hierfür ist in der Komplexität urbaner Systeme zu suchen, die nur über eine interdisziplinäre Analyse und den Austausch von Experten unterschiedlicher Disziplinen greifbar gemacht werden kann.

Eine der größten Herausforderungen von Stadtforschung in der Vergangenheit war der Umgang mit der hohen Komplexität urbaner Systeme. Sektorspezifische Betrachtungen durch Experten unterschiedlicher Disziplinen erlauben zwar eine detaillierte Forschung einzelner Bereiche in die Tiefe. Hieraus entstehen hochspezialisierte Teillösungen für einzelne Anwendungsfelder der Stadt, die aber Insellösungen in einzelnen Bereichen darstellen und nicht in einem systemischen Gesamtzusammenhang stehen. Innovative Fassadensysteme, lokale Energieerzeugung mittels Solarzellen, Elektrofahrzeuge oder ubiquitäre Verfügbarkeit von Informationen via Smartphone sind beeindruckende Demonstratoren dieser in der Vergangenheit durchaus erfolgreichen Ansätze.

Um nachhaltige Stadtsysteme in ihrer Ganzheit analysieren und gestalten zu können, ist allerdings sowohl eine detaillierte Betrachtung einzelner Technologien als auch eine systemische Analyse von Lösungen aus unterschiedlichsten Disziplinen sowie eine Betrachtung der Stadt als Ganzes notwendig. Es muss eine Betrachtung in der Breite und in der Tiefe geschehen.

2.6 Soziotechnische System-Analyse als ganzheitlicher Ansatz zur nachhaltigen Stadtentwicklung

Jüngere Forschungsarbeiten haben sich der Frage gewidmet, wie komplexe sozio-technische Systeme über einen langfristigen Zeithorizont in Richtung Nachhaltigkeit transformiert werden können. »Sozio-technische Systeme« vereinen neben Technologien auch wirtschaftliche Faktoren, menschliches Verhalten, die Interessen von Akteuren sowie regulatorische Bezüge des politischen Systems in einem Ansatz, der gezielt auf der Komplexität urbaner Systeme aufbaut. Sozio-technische Systeme lassen sich als historisch gewachsene Strukturen und Prozesse beschreiben, bei denen Technologien eingebettet sind in eine komplexe Gemengelage von gewachsener Infrastruktur, wirtschaftlichen Strukturen und Interessen, politischen & regulatorischen Strukturen sowie menschlichem Verhalten und Handlungspräferenzen.⁶⁵

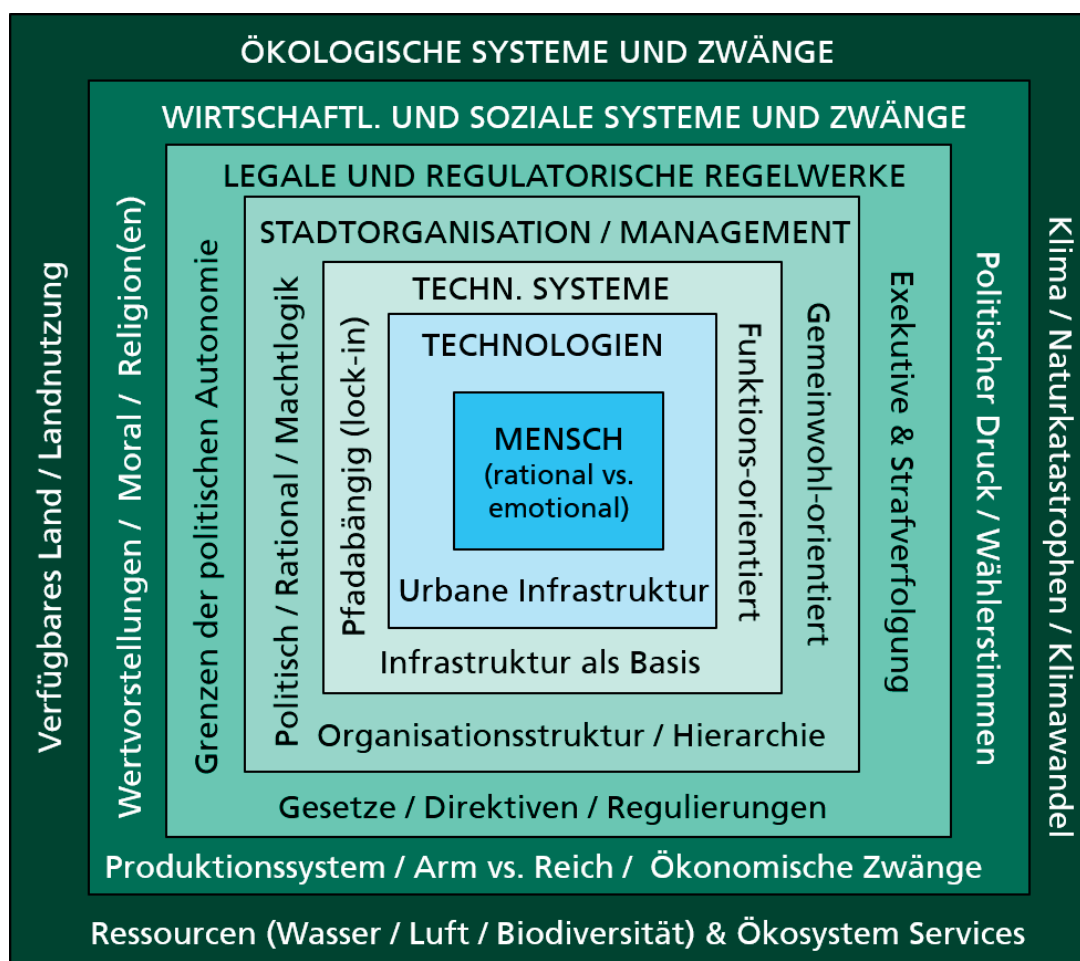
Der Ansatz der sozio-technischen Systemanalyse hat seinen Ursprung in den 1980er Jahren, als

⁶⁴ Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) 05.03.2014

⁶⁵ Vergl. Geels 2004; Grin et al. 2010; Cooke 2010 oder auch Schneidewind 2013

Forscher unterschiedlicher Disziplinen anfangen, auf der Suche nach Antworten auf immer omnipräsenter werdende Probleme fehlender Nachhaltigkeit, ihre Analysen neu auszurichten. Aktuellere Studien zur Frage nach sozio-technischen Innovationen sowie der Steuerung und Transformation sozio-technischer Systeme finden sich beispielsweise von Frans Berkhout,⁶⁶ Adrian Smith,⁶⁷ Frank Geels und Boelie Elzen⁶⁸ oder René Kemp.⁶⁹ Wichtige Impulse für die vorliegende Dissertation kommen deshalb aus Forschungsbereichen, die sich von den in Kapitel 2.5 aufgezeigten Ansätzen fundamental unterscheiden. Hier ist vor allem das Konzept des „Transition Management“⁷⁰ hervorzuheben, das einen aktorsgetriebenen Ansatz darstellt, die Entwicklung komplexer soziotechnischer Systeme zu steuern und zu begleiten. Auch die Strömung der »Human-Environment-Interactions«, die auf der Analyse komplexer adaptiver Systeme beruht,⁷¹ wird für die Entwicklung geeigneter Indikatoren-Systeme zur Messung der Nachhaltigkeits-Performanz von Städten bemüht.

Abbildung 6: Sozio-technische Systeme im Stadtkontext⁷²



⁶⁶ Berkhout et al. 2004

⁶⁷ Holland 2006

⁶⁸ Elzen et al. 2004

⁶⁹ Kemp und Rotmans 2004

⁷⁰ Vergl. Loorbach und Rotmans 2006 oder Grin et al. 2010

⁷¹ Vergl. Manesh und Tadi 2011 für das Thema Human Environment Interaction oder Brownlee 2007 für »Complex Adaptive Systems« (CAS). Speziell für die Anwendung von CAS auf Städte siehe auch Wu.

⁷² Eigene Darstellung

Mittlerweile genießt die Analyse sozio-technischer Systeme eine gewisse Verbreitung in unterschiedlichen Disziplinen. Auch die Produktions- und Fabrikbetriebswirtschaftslehre spricht von „Fabriken als langlebige, komplexe und sozio-technische Systeme“.⁷³

Der sozio-technische Analyseansatz in der vorliegenden Dissertation zielt darauf ab, Erkenntnisse aus den genannten Vorarbeiten auf den Kontext Stadt zu übertragen. Die gebaute Stadt als System von interagierenden Technologien wird hierdurch um zahlreiche Ebenen ergänzt, die das Handeln von Akteuren in der Stadt in unterschiedliche, miteinander interagierende Systeme einbetten. Die Stadt ist dabei der Raum, in dem Teilsysteme unserer Gesellschaft (Rechtssystem, Wirtschaftssystem, Sozialsystem, Politik, Planungssysteme etc.) komplexe miteinander interagierende Dynamiken entfalten. Die durch den Planeten Erde vorgegebenen ökologischen Grenzen (hier definiert über die „Planetary Boundaries“⁷⁴) stellen dabei die natürlichen Grenzen für Ressourcenverbrauch und Emissionen dar.

⁷³ Vergl.: Westkämper 2008

⁷⁴ Vergl: van der Rockström et. al. 2009

3 Methodik

Ziel des Dissertationsvorhabens ist es, ein multidimensionales Transformationsmodell für eine nachhaltige Stadtentwicklung zu entwickeln und in seiner Anwendung zu überprüfen.

Hierfür wird ein induktives, auf empirischer Datenerhebung beruhendes Forschungsdesign entwickelt und an Hand der sechs internationalen Vorreiterstädte Kopenhagen, Freiburg, Singapur, New York, Berlin und Tokyo getestet, dessen Kern die Aggregation von erfolgreichen Beispielen einer nachhaltigen Stadtentwicklung (»Best Practices«) in ein Modell zur Bewertung und Optimierung der Nachhaltigkeitsperformance von Städten sowie dessen Evaluierung anhand einer europäischen Großstadt (>500.000 Einwohner) darstellt. Die folgenden Anforderungen wurden als Ausgangsbedingungen für die Entwicklung des Forschungsdesigns aufgestellt:

- a. Es soll eine systematische Identifikation und Evaluierung von Best Practices ermöglicht werden.
- b. Über die Analyse der Best Practices soll eine Identifikation und Beschreibung wesentlicher Handlungs- und Technologiefelder für eine nachhaltige Stadtentwicklung ermöglicht werden.
- c. Es soll ein Bezug zwischen den einzelnen Handlungs- und Technologiefeldern hergestellt werden können, der zu stimmigen Handlungsklustern für Städte führt.
- d. Es soll ein Bezug zwischen einzelnen Best Practices und der jeweiligen städtischen Governance (Steuerung / Regulierung / Management) hergestellt werden können.
- e. Die parallele Evaluierung von unterschiedlichen urbanen Sektoren soll ermöglicht werden – ein fachübergreifender und transdisziplinärer Fokus soll geschaffen werden.
- f. Wesentliche lokale Besonderheiten und Einflussfaktoren sollen samt ihrem Einfluss identifiziert und bewertet werden können.

Per Definition ist die Frage der Stadtentwicklung multidisziplinär und sektor-übergreifend. Aus diesem Grund baut das Forschungsdesign auf der Zusammenarbeit von Experten aus den Sektoren Energie, Gebäude, Mobilität, Governance, Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT), Sicherheit, Produktion und Logistik sowie urbane Wasserinfrastrukturen auf.

Als Bereitsteller dieser Expertise dienen zwölf Fraunhofer-Institute mit den entsprechenden Forschungsbereichen, deren Experten über das Innovationsnetzwerk »m:ci« in unterschiedlichem Handlungsgrad in das Projekt einbezogen wurden.

Das Forschungsdesign umfasst folgende Kern-Module:

1. Definition des Forschungsansatzes / Erkenntnishorizont / Forschungshypothese
2. Definition des Forschungsraums / Identifikation geeigneter Forschungsstädte
3. Entwicklung des Systemanalyseansatzes von Städten
4. Entwicklung eines geeigneten Indikatoren-Modells
5. Identifikation und Aggregation relevanter Handlungs- und Technologiefelder

Kernthese ist, dass die empirische Evaluierung einer Vielzahl von Best Practices aus unterschiedlichen Sektoren, die für eine nachhaltige Stadtentwicklung relevant sind, eine umfassende Sammlung an sozio-technischen Handlungsfeldern liefert, die in ein generisches Modell einer nachhaltigen Stadtentwicklung überführt werden können. Dabei wird davon ausgegangen, dass Städte komplexe adaptive Systeme darstellen, deren Entwicklung letztendlich niemals vollkommen ge-

plant verlaufen kann - und insofern ein Transformationsmodell für eine nachhaltige Stadtentwicklung sowohl die individuellen lokalen Rahmenbedingungen und Dynamiken erfassen muss, als auch ein langfristiges „Transition Management“⁷⁵ im Sinne eines evolutionären Entwicklungsansatzes unter Einbezug lokaler Stakeholder zu berücksichtigen in der Lage sein soll. Es wird zudem davon ausgegangen, dass eine Vielzahl an städtischen Systemkomponenten generisch sind⁷⁶ und sich somit mittels eines endlichen Sets an Indikatoren und Handlungsfeldern erheben und miteinander in Bezug setzen lassen, um strategisch und handlungsleitend für eine nachhaltige Stadtentwicklung eingesetzt werden zu können.

3.1 Forschungsansatz

Ausgehend von der Annahme, dass es sich bei Städten um komplexe adaptive Systeme⁷⁷ handelt, deren Steuerung nur bedingt möglich ist, wurde die Hypothese zu Grunde gelegt, dass Städte, in denen unabhängig voneinander eine Vielzahl an Best Practices in unterschiedlichen Sektoren identifiziert werden, auf der Systemebene wesentliche Wirkfaktoren aufzuweisen haben.

Diese Wirkfaktoren zu identifizieren, zu kategorisieren und auf ihre Wechselwirkungen hin zu analysieren, stellt somit einen wichtigen Teil des Forschungsansatzes dar.

Diese Hypothese leitet zwangsläufig zu einem induktiven Forschungsdesign. Es soll im Folgenden nicht – wie in deduktiven Forschungsvorhaben üblich – eine Theorie entwickelt und anhand empirischer Daten überprüft werden. Vielmehr wird anhand empirischer Daten und Informationen ein Transformationsmodell entwickelt, dessen Funktionalität anhand des Einsatzes in einer europäischen Großstadt validiert werden soll. Dabei folgt der Forschungsansatz der „Grounded Theory“⁷⁸, einem induktiven und flexiblen Ansatz zur Entwicklung von Theorien und Modellen auf Basis von empirischen Daten:

„Grounded theory methods consist of systematic, yet flexible guidelines for collecting and analyzing qualitative data to construct theories from the data themselves... . Grounded theory begins with inductive data, invokes iterative strategies of going back and forth between data and analysis, uses comparative methods, and keeps you interacting and involved with your data and emerging analysis.“⁷⁹

Die Anwendung von „Grounded Theory“-Modellen im Rahmen des vorliegenden Forschungsansatzes führt dazu, dass zahlreiche Feedback-Schleifen in die Datenerhebung und -interpretation eingebaut wurden, welche letztlich zu einem vollständigen und getesteten multidimensionalen Transformationsmodell für eine nachhaltige Stadtentwicklung führen. Hierzu zählen:

- Die simultane Durchführung von Datenerhebung und Analyse
- Die Entwicklung analytischer Codes und Kategorien basierend auf den Daten, nicht auf vorgefertigten, logisch deduzierten Hypothesen
- Der starke Fokus auf die Interaktion der Forscher im Rahmen täglicher Datenanalysen und Interpretationen

⁷⁵ Gemeint ist hier der eingangs beschriebene „Transition Management“ Ansatz. Vgl. z.B. Loorbach und Rotmans 2006

⁷⁶ Dies sind insbesondere auf Technologien beruhende Strukturen und Prozesse (Energiesysteme, Mobilitätsysteme etc.), aber auch prozessuale Konzepte (z.B. Budgetierung, Management und Finanzierung).

⁷⁷ Zur näheren Erläuterung des Terminus „komplexe adaptive Systeme“ siehe Kapitel 3.3.

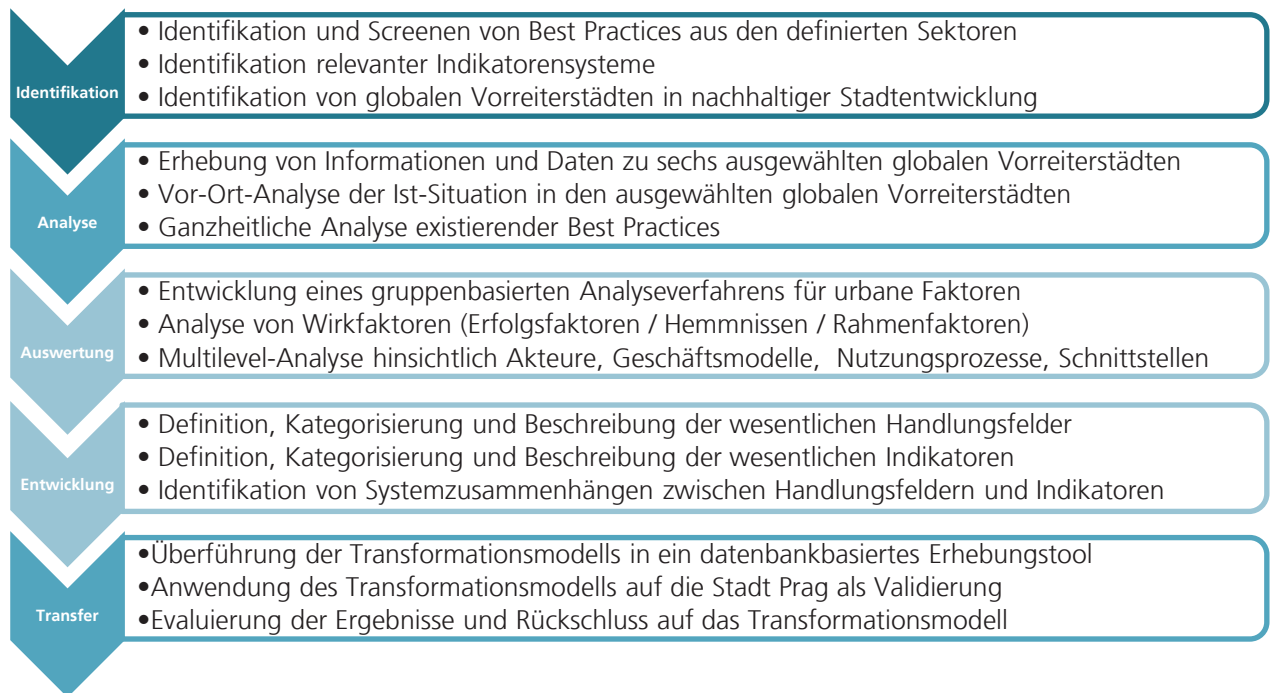
⁷⁸ Vergl. Glaser und Strauss 1998

⁷⁹ Charmaz 2014, S. 1

- Die iterative Interaktion mit den Forschungsteilnehmern in Form von Einzelinterviews und Workshops zur Evaluierung von Hypothesen und gewonnenen Erkenntnissen.

Basierend auf Prinzipien und Methoden der „Grounded Theory“ wurde ein Forschungsansatz entwickelt, mittels dessen über fünf aufeinanderfolgende Stufen aus der systemischen Betrachtung konkreter Lösungen in Vorreiterstädten ein Transformationsmodell für nachhaltige Stadtentwicklung herausgearbeitet werden kann. Abbildung 7 zeigt dies schematisch auf.

Abbildung 7: die fünf Stufen des Forschungsansatzes

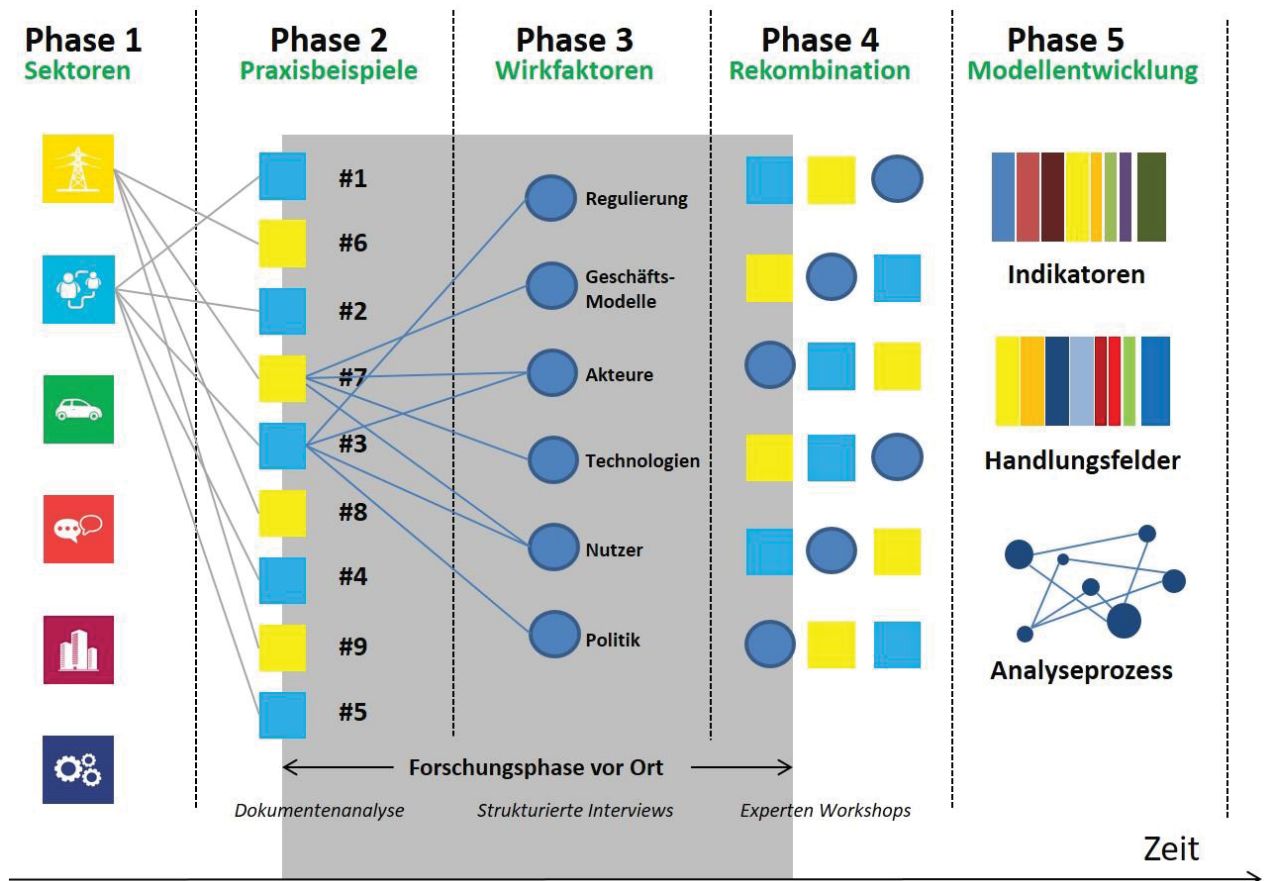


Der Forschungsansatz zielt darauf ab, durch die Zerlegung und Interpretation identifizierter Best Practices für nachhaltige Stadtentwicklung in ihre Systembestandteile (Technologien, Geschäftsmodelle und Finanzierung, Akteure, Regularien, lokale Wirkfaktoren) systemische Zusammenhänge und Wechselwirkungen zwischen den einzelnen Faktoren sowie zwischen der politischen und strategischen Steuerung der Stadt zu erkennen und zu beschreiben. Während zu Beginn noch von einzelnen Sektoren wie Mobilität, Energie oder IKT ausgegangen wird, um eine erste Strukturierung heutiger Praxisbeispiele vorzunehmen, sollen als Ergebnis multidisziplinäre sozio-technische Handlungsfelder für eine nachhaltige Stadtentwicklung stehen, deren konzertierte Betätigung zu stimmigen und erfolgreichen Stadtentwicklungsstrategien führt, die wiederum zu einer besseren Nachhaltigkeitsperformance von Städten beitragen.

Abbildung 8 zeigt eine zusammenhängende Übersicht des Forschungsverlaufs von Sektoren hin zur Entwicklung eines Systemmodells für eine nachhaltige Stadtentwicklung. Ein zweiwöchiger Forschungsaufenthalt in den untersuchten Städten stellt dabei die Möglichkeit bereit, transdisziplinär und zusammenhängend vorhandene Praxisbeispiele zu analysieren und in ihrem städtischen Kontext zu verstehen: Praxisbeispiele werden in Wirkfaktoren zerlegt, die gemeinsam im Exper-

tenteam hinsichtlich ihrer Ausprägungen und Wirkfaktoren (z.B. technische, prozessuale, regulatorische oder andere) bewertet werden und dann für das Gesamtsystem Stadt zu neuen Anwendungsfeldern kompiliert werden können.

Abbildung 8: Gesamtübersicht über Forschungsdesign von Sektoren zu Handlungsfeldern⁸⁰



3.1.1 Erhebungsraum / Erkenntnishorizont

Der Umfang des Vorhabens wurde im Vorfeld auf acht Sektoren, die für eine nachhaltige Stadtentwicklung relevant sind, begrenzt: sechs Technologiefelder (Energie, Mobilität, Gebäude, IKT, Produktion & Logistik sowie urbane Wasserinfrastruktur) und zwei Querschnittsbereiche (Governance und urbane Sicherheit). Innerhalb jedes dieser Sektoren wurde wiederum eine eigene Begrenzung und Fokussierung auf Fragestellungen und Technologien vorgenommen mit Blick auf die Relevanz für das Themenfeld „nachhaltige Stadtentwicklung“. Hierdurch wurden bewusst andere, ebenso wichtige Technologiefelder und urbane Sektoren, (wie z.B. Gesundheit, Abfallwirtschaft, Grünraum & urbane Ökosysteme), aus der Analyse ausgeklammert. Dies geschah vor dem Hintergrund der zu Verfügung stehenden Expertise und Analysekapazität. Tabelle 1 gibt einen Überblick über die Betrachtungsfokuse und Fragestellungen der einzelnen Sektoren⁸¹:

⁸⁰ Radecki und Braun 2012a, S. 9

⁸¹ Die Inhalte dieser Tabelle entstammen dem jeweiligen sektorspezifischen Forschungsdesign, welches vom zuständigen Teilprojektleiter und seinem Team erarbeitet wurde. Es handelt sich dabei lediglich um Auszüge aus weitaus umfassenderen Fragestellungen, die hier exemplarisch wiedergegeben werden. Alle Forschungsdesigns sind auf Anfrage erhältlich. Eine umfassende Beschreibung steht im Endbericht der Forschungsphase I des Innovationsnetzwerks »Morgenstadt: City Insights« (Vergl. Radecki et al. 2013).

Tabelle 1: Forschungsschwerpunkte und Fragestellungen in den einzelnen Sektoren⁸²

 <p>Energie</p>	<p>Welches sind die Treiber der Transformation im Energiesystem der Stadt (Planung, Entscheidungsfindung, Durchführung)? Welche finanziellen und Geschäftsmodelle existieren oder können verwendet werden? Welche energiebezogenen Daten sind für wen erhältlich? Welche Energiepolitik existiert, was für ein Marktdesign wird vorgegeben? Wie setzt sich das Energiesystem (der Energiemix) zusammen und wie wird es gemanagt? Welche Technologien werden verwendet?</p>
 <p>Mobilität</p>	<p>Welche Mobilitätstechnologien und –produkte werden in der Stadt verwendet? Wie werden unterschiedliche Mobilitätssysteme finanziert und besteuert? Welche Maßnahmen sind nötig, um Elektromobilität in das Mobilitätssystem einer Stadt zu integrieren? Welche gewachsenen Voraussetzungen beeinflussen die räumliche und technologische Entwicklung städtischer Mobilitätssysteme? Welche erfolgreichen Konzepte für intermodale Transportsysteme existieren bereits?</p>
 <p>Gebäude</p>	<p>Was ist die Rolle der Gebäude bei der CO₂-Emissionsreduktion? Welche Technologien kommen zum Einsatz? Welche Anreizsysteme und Regulierungen unterstützen Energieeffizienz in Gebäuden? Welche Gebäudetypen spielen eine Rolle bei der Adaption an den Klimawandel, und welche Maßnahmen schaffen größere Resilienz im Gebäudesystem? Welche Rolle spielen Lebenszyklusbetrachtungen von Gebäuden bei der Optimierung des Stadtsystems?</p>
 <p>Governance</p>	<p>Welche Ziele hat sich die Stadt mit Blick auf Nachhaltigkeit gesetzt, und wie verfolgt sie sie? Wie sieht die lokale politische und Verwaltungsstruktur aus? Welche Regulierungen evozieren eine nachhaltige Nutzung von Ressourcen und Energie durch die Bürger? Welche Anreizsysteme sind erfolgreich? Wie können existierende Kräfte in der Stadt für eine Selbstregulierung genutzt werden? Welche Beteiligungsmodelle existieren, und welche sind erfolgreich? Wie arbeiten Stadt und Privatwirtschaft zusammen, um eine nachhaltige Entwicklung zu erzielen?</p>
 <p>ICT</p>	<p>Was sind Ziele, Erfolgsfaktoren und Hemmnisse für die kontinuierliche Entwicklung einer „Smart City“? Welche neuen Technologien und Möglichkeiten ergeben sich aus der Weiterentwicklung städtischer Infrastruktur zu intelligenten Infrastrukturen? Welche Erfahrungen wurden mit der Bereitstellung kommunaler Daten und „Self-Services“ gemacht (mit speziellem Fokus auf eGovernment, Open Data, eParticipation)?</p>
 <p>Produktion & Logistik</p>	<p>Wie können nachhaltige und flexible Produktionssysteme in die Stadt integriert werden? Welche Designs werden angewandt? Wie geht die Stadt mit Zielkonflikten im Bereich urbaner Produktion um? Wie wird eine nachhaltige Versorgung und Entsorgung von Gütern für Händler, Konsumenten und Industrie sichergestellt? Wie kann die Ressourcennutzung in Städten durch Planung und passende Verteilungslösungen optimiert werden?</p>
 <p>Urbane Wasserinfrastruktur</p>	<p>Wo, wie und in welchem Ausmaß sind systemische Ansätze im Wassersektor der Stadt bereits realisiert? Welches sind die technologischen / organisatorischen Maßnahmen, um Nachhaltigkeit im Wassersektor der Stadt zu erhöhen? Wie ist die Wasserinfrastruktur finanziert? Was sind die Handlungsdrücke für Änderung / Modernisierung der existierenden Infrastruktur? Welches sind mögliche Kernelemente einer nachhaltigen Wasserinfrastruktur, basierend auf den genannten Fragen?</p>
 <p>Sicherheit</p>	<p>Hat die Stadt kritische Infrastrukturen identifiziert und misst sie deren Vulnerabilität? Welche Technologien werden verwendet, um kritische Infrastrukturen zu monitoren/betreiben/evakuieren? Wie werden Sicherheitsaspekte in die Stadtplanung integriert? Arbeitet die Stadt mit einem Softwarebasierten Risikomanagement-System? Welche Daten werden für sicherheitsrelevante Szenarien und Applikationen verwendet?</p>

⁸² Vergl. Radecki et al. 2013

3.2 Definition des Forschungsraums / Identifikation geeigneter Forschungsstädte

Bezugsraum für die Analyse ist immer eine Stadt als System, definiert durch die jeweilige Verwaltungsgrenze. Da das komplexe Wechselspiel zwischen individuellen lokalen Wirkfaktoren, angewandter innovativer Technologien und Infrastrukturen, und dem Governance-Ansatz der Stadt erforscht werden soll, wurde – der Grounded Theory folgend - die Tiefenanalyse von sechs globalen Vorreiterstädten als empirische Basis der induktiven Modellentwicklung vorgeschaltet. Dabei sollte jeweils ein Expertenteam nach eingehender Datenerhebung und Recherche eine Zeit von mindestens zwei Wochen vor Ort in den ausgewählten Städten verbringen, um die nötige Detailtiefe in den zu erhebenden Informationen und Daten zu erhalten.

Zur Auswahl geeigneter Städte wurde folgender Ansatz erarbeitet:

1. Unabhängig voneinander sollen weltweit gute Beispiele aus den acht definierten Sektoren identifiziert werden, die einen positiven Beitrag zu einer nachhaltigen Stadtentwicklung leisten.
2. Aus den identifizierten Beispielen sollen die jeweils besten Zehn pro Sektor identifiziert werden.
3. Städte werden anschließend hinsichtlich der Kumulation von „Good Practices“, bzw. „Best Practices“ bewertet.
4. Parallel sollen die Top 30 internationalen Städterankings auf die kumulative Positionierung von Städten ausgewertet werden und in einen „Meta-Index“ überführt werden.
5. Aus der Kombination von Good Practices und Meta Index soll ein internationales Städteranking erstellt werden als Grundlage zur Auswahl der finalen sechs Städte.
6. Es soll ein geographischer Faktor (2x Deutschland, 1x EU, 1x USA, 2x Asien) angewandt werden, um aus der TOP 24 Liste die sechs finalen Städte auszuwählen.⁸³

3.3 Entwicklung der Systemanalyse von Städten

Ausgehend von der Analyse der identifizierten Best Practices in den sechs Vorreiterstädten soll ein Verständnis für die systemischen Wirkfaktoren⁸⁴ geschaffen werden, die für eine nachhaltige Entwicklung der Städte sorgen. Das Ziel ist es, auf Basis dieser Informationen (Analyse von Best Practices und Wirkfaktoren) die wesentlichen Technologie- und Handlungsfelder für eine nachhaltige Stadtentwicklung zu identifizieren und das Ineinandergreifen von Technologien, Geschäftsmodellen, Nutzungsprozessen, Akteursstrukturen sowie Regulierungen und Governance-Ansätzen aufzuzeigen. Da dieser Prozess eminent transdisziplinär und systemisch ist, muss zunächst eine geeignete Herangehensweise entwickelt werden, um die Systemanalyse von Städten in Teams aus mehreren Experten bewerkstelligen zu können.

⁸³ Vergl.: von Radecki und Braun 2012

⁸⁴ Der Terminus „Wirkfaktor“ wird in dieser Dissertation durchgehend verwendet. Dabei wird folgende Definition zu Grunde gelegt: Ein Wirkfaktor ist ein Einflussfaktor, der eine direkte oder indirekte positive oder negative Auswirkung auf die identifizierten Best Practices hat. Dies können sein: Regulierungen, Gesetze, Akteure, Geschäftsmodelle, soziokulturelle Faktoren, Werte, Normen oder Ereignisse. Wirkfaktoren sind von Rahmenfaktoren zu unterscheiden, die ebenfalls eine direkte oder indirekte positive oder negative Auswirkung auf die identifizierten Best Practices haben, allerdings globale oder geographische Faktoren darstellen, die auf lokaler Ebene nicht zu beeinflussen sind. Dies können sein: Lage und Klima der Stadt, verfügbare Ressourcen, globale ökonomische Krisen, etc.

Grundlage für die Herangehensweise ist die Systemtheorie, welche wiederum als Sammelbegriff für eine Vielzahl an Theoriegebäuden aus unterschiedlichen Fachdisziplinen dient: Kybernetik, Kommunikationstheorie, Chaos-Theorie, Komplexitätstheorie, Systemtheorie – allen ist gemein, dass an die Stelle linearer kausaler Erklärungen und isolierter Objekte zirkuläre Erklärungen und Relationen zwischen Objekten treten.⁸⁵ „Systemdenken“ ist die Disziplin, die zur Beschreibung und zur Identifikation von Systemen, Systemelementen und ihrer Wechselwirkungen dient.⁸⁶ Sie fußt in den oben genannten Fachdisziplinen und bietet eine Reihe von Methoden und Instrumenten zur Analyse und Beeinflussung von Systemen; darunter vor allem Feedback-Konzepte aus der Kybernetik sowie Ansätze und Konzepte zur Systemsteuerung, die den Servomechanismen entstammen.⁸⁷

Es wird hier Autoren wie Sanders, Nikolic, Miller und anderen in ihrer Definition von Städten als komplexen adaptiven Systemen gefolgt.⁸⁸ Stadtsysteme bestehen aus einer großen Anzahl an technischen, sozialen, wirtschaftlichen, politischen etc. Systemelementen, die unabhängig voneinander nach jeweils eigenen Regeln funktionieren, die aber dennoch in Relation zueinander stehen.⁸⁹ Die Änderung eines Elements oder Subsystems zieht oft eine vorher nicht vollkommen planbare Adaption im Gesamtsystem Stadt nach sich – so ist z.B. nicht bis ins Detail absehbar, welche technischen, sozialen, wirtschaftlichen und umweltbezogenen Folgen ein Ausbau des Radwegenetzes in Berlin haben wird, oder die Implementierung von Smart Metern in 5% aller Haushalte in Tokyo, da die Konsequenzen wiederum von einer großen Vielzahl an Einzelentscheidungen und Interaktionen von Systemelementen abhängen. Eine große Anzahl an interagierenden Systemelementen erzeugt somit in einem komplexen adaptiven System ein emergentes Systemverhalten, welches nicht durch eine zentrale Entität gesteuert werden kann. In diesem Sinne ist auch eine Stadtregierung lediglich ein Element im Wirkgeflecht des Stadtsystems.

Eine zentrale Erkenntnis der Komplexitätstheorie ist, dass keine Einzelperson in der Lage ist, ein komplexes adaptives System in Gänze zu verstehen oder zu durchschauen. Kein Individuum ist alleine in der Lage, ein komplexes adaptives System vollständig zu modellieren.⁹⁰ Aus diesem Grund stellt die interdisziplinäre Analyse der Systemelemente sowie des Stadtsystem als Ganzes durch ein Team aus Fachexperten unterschiedlicher Disziplinen und Sektoren ein Kernelement des vorliegenden Forschungsvorhabens dar. Dabei stehen sowohl das fachliche Verständnis der einzelnen Teilsysteme, die zu einer nachhaltigen Stadtentwicklung beitragen (z.B. Nahwärmesysteme, öffentlicher Nahverkehr, integrierte Planungskonzepte, Elektromobilität, erneuerbare Energien etc.), als auch die Interaktion der Forscher untereinander im Zentrum der Forschung, um zu einem ganzheitlichen Systemverständnis von nachhaltiger Stadtentwicklung zu gelangen.

Ausgangspunkt für die Entwicklung der Methodik ist die Überlegung, dass sowohl eine detaillierte Betrachtung der einzelnen Sektoren und der darin verorteten Best Practices als auch eine systemische Analyse der Stadt als Ganzes notwendig ist, um Technologie- und Handlungsfelder sowie

⁸⁵ Vgl. Simon 2007

⁸⁶ Zum Systemdenken siehe vor allem: Senge 2011; Meadows und Wright 2008

⁸⁷ Für einen umfassenden Überblick über Kybernetik und Servomechanismus siehe Bowen 1992

⁸⁸ Vgl. Sanders 2008; Nikolic 2010; Miller und Page ©2007; weiterführende Informationen zu komplexen adaptiven Systemen finden sich z.B. bei Brownlee 2007, Holland 2002, Holland 2006 oder Manesh und Tadi 2011

⁸⁹ Obwohl die Dissertation im hier angewandten Systemverständnis nicht auf der Systemtheorie Niklas Luhmanns aufbaut, folgt sie doch wesentlichen Aspekten von Luhmanns Systemdefinition – so z.B. Selbstreferentialität, Autopoiesis, binärer Code und Umweltkommunikation. Vgl. Luhmann 1987.

⁹⁰ Vgl. Johnson 2009

die Wirkfaktoren nachhaltiger Stadtsysteme zu identifizieren. Um dies zu bewerkstelligen, wird eine generelle Unterteilung in zwei Analyseebenen vorgenommen:

- **Ebene 1: Stadtsystem**
Auf dieser Ebene werden alle Informationen erhoben, die die Stadt als Ganzes betreffen: Z.B. Geographie, Bevölkerung, Wirtschaft, Soziales, Umwelt, Politik etc.
- **Ebene 2: Praxisbeispiele**
Auf dieser Ebene werden alle Informationen erhoben, die zum Verständnis eines konkreten Praxisbeispiels, das zur nachhaltigen Entwicklung der Stadt beiträgt, nötig sind.

Eine Analyse beider Ebenen muss auf einer Daten- bzw. Informationsbasis aufbauen, die sich aus einer Vielzahl an Quellen und einer großen Anzahl unterschiedlicher Datenarten zusammensetzt. Zur Strukturierung der Datenerhebung und späteren -auswertung wird deshalb eine zweite Unterteilung vorgenommen in qualitative Daten und quantitative Daten. Abbildung 9 zeigt die Klassifizierung der Daten nach Analyseebene sowie die korrespondierende Zuordnung von Quellen zur Informationserhebung.

Abbildung 9: Klassifizierung der Datenbasis zur Informationserhebung auf beiden Analyseebenen⁹¹

	Ebene Stadtsystem	Ebene Praxisbeispiel
Quantitative Daten	<p>Quantifizierbare Indikatoren zu den Bereichen Geographie, Bevölkerung, Wirtschaft, Soziales, Umwelt, Politik. Quantifizierbare Indikatoren zu den acht definierten Sektoren.</p> <p>Betrachtungsebene: die Stadt. Quellen: Statistische Daten zur Stadt</p>	<p>Key Performance-Indikatoren zu ökonomischer, sozialer, ökologischer Dimension sowie Auswirkung auf Resilienz. 1-3 messbare Erfolgskriterien</p> <p>Betrachtungsebene: das Projekt Quellen: Dokumente und Veröffentlichungen zum Projekt</p>
Qualitative Daten	<p>Interviewleitfäden und Leitfragen zu Zielen, Strategien und Maßnahmen der Stadt sowie zu Strukturen, Faktoren und Akteuren in Politik, Verwaltung, Wirtschaft und Zivilgesellschaft.</p> <p>Interviewpartner: Dezernenten, Amtsleiter, CEO's, Politiker, Repräsentanten der Zivilgesellschaft Zusätzliche Quellen: Masterpläne und strategische Dokumente.</p>	<p>Interviewleitfäden und Leitfragen zu Akteuren, Geschäftsmodellen, Technologien, Finanzierung, Zielen, Strategien und Maßnahmen im einzelnen Best Practice Beispiel</p> <p>Interviewpartner: Projektleiter, CEOs, Finanzierer, Abteilungsleiter involvierte Wissenschaftler, Projektmitglieder, Nutzer. Zusätzliche Quellen: Dokumente und Veröffentlichungen zum Projekt</p>

Für jeden der vier in Abbildung 9 definierten Quadranten wird ein eigenes Template erstellt, das die zu erhebenden Daten und Informationen definiert und gleichzeitig als Eingabemaske für eine

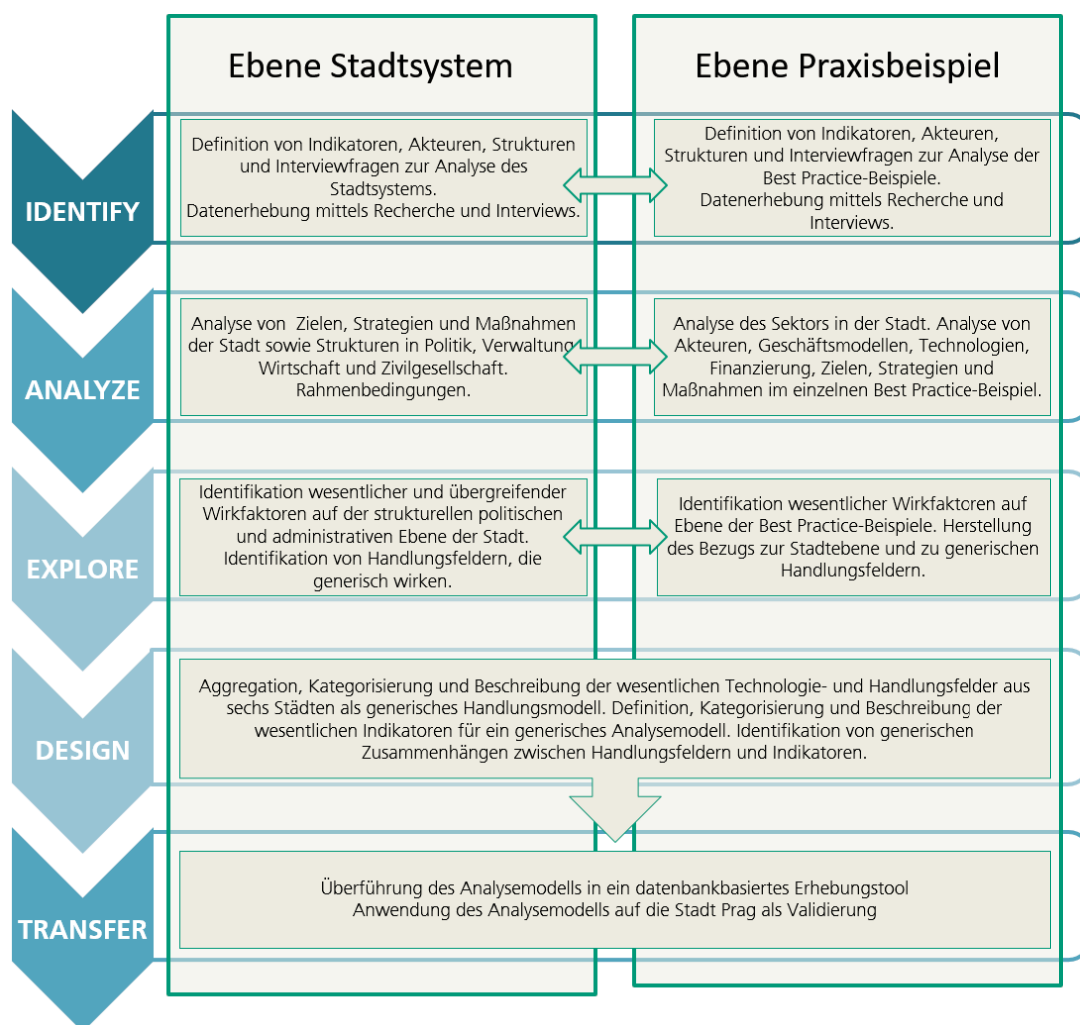
⁹¹ Eigene Darstellung

zentrale Datenbank fungiert, in der alle qualitativen und quantitativen Daten zu den zu befor- schenden Städten erfasst werden. Somit lagen vor Start der Datenerhebung und Stadtssystemana- lyse folgende Dokumente als Arbeitshilfen für die Forscherteams vor:

1. Eine Liste der zu erhebenden Indikatoren auf Stadtebene.
2. Ein Template zur Erhebung von Key Performance-Indikatoren und Erfolgskriterien für die Best Practices
3. Einen Interviewleitfaden für die Stadtssystemebene mit Fragen für Dezernenten, Politiker, Amtsleiter und Repräsentanten der Zivilgesellschaft.
4. Einen Interviewleitfaden für die Ebene der Praxisbeispiele mit Fragen für Projektleiter, CEOs, Finanzierer sowie weitere Projektbeteiligte und Nutzer.

Abbildung 10 zeigt die Eingliederung der vier Analyseebenen in den fünfstufigen Forschungsan- satz.

Abbildung 10: Eingliederung der vier Analyseebenen in den fünfstufigen Forschungsansatz⁹²



Zur horizontalen Verknüpfung der quantitativen Daten und qualitativen Informationen, die auf den unterschiedlichen Analyseebenen generiert werden, bedarf es eines kontinuierlichen Abgleichs der erhobenen Daten sowie einer kontinuierlichen Analyse des Gesamtsystems Stadt und

⁹² Eigene Darstellung

der Beziehungen und Wechselwirkungen der einzelnen Komponenten darin. Aufbauend auf den Grundlagen der qualitativen Systemanalyse⁹³ sowie auf der hypothesenbasierten strukturierten Gruppendiskussion zwischen den Experten wurde hierfür ein eigenes Verfahren entwickelt, das auf zwei Kernkomponenten beruhte:

a) Tägliche strukturierte Reflektion und Systemanalyse innerhalb des Forscherteams

Jeder Forscher wird dazu angehalten, die Informationen, die er mittels Dokumentenanalyse, Interviews, informeller Gespräche und Besichtigung von Projekten und Technologien ermittelt hat, kontinuierlich auf Konsistenz und Plausibilität abzugleichen und – wenn möglich - Querbezüge zu anderen Projekten und bereits identifizierten Wirkfaktoren auf Stadtebene herzustellen. Eine tägliche ca. zweistündige Teamsitzung diene dazu, systemische Bezüge zu identifizieren und grafisch festzuhalten.

b) Zwei ganztägige Workshops in den untersuchten Städten (»Morgenstadt Labs«)

Für die Morgenstadt Labs wurde ein eigenes Workshop-Design entwickelt, das es den Forschern vor Ort erlaubt, eigene Annahmen zu Wirkprozessen in der Stadt zu hinterfragen und Ideen und Analysen aus dem eigenen Fachbereich mit Wissen und Informationen aus den anderen Disziplinen anzureichern und abzugleichen. Ausgangsbasis ist die Formulierung von mindestens zwei streitbaren Hypothesen durch jedes Teammitglied zu den Best Practices und identifizierten Wirkfaktoren. Eine strukturierte und regelgeleitete Diskussion der Hypothesen ermöglicht ein Erkennen systemischer Zusammenhänge und zukünftiger Technologie- und Handlungsfelder.

Ausgehend von der Grounded Theory wurde das gesamte Analyse- und Erhebungsverfahren an den hermeneutischen Zirkel⁹⁴ angelehnt. Eine hermeneutische Grundregel besagt, dass „das Ganze aus dem Einzelnen und das Einzelne aus dem Ganzen“ verstanden werden muss⁹⁵. Dieses Prinzip trifft insbesondere auf die Analyse komplexer adaptiver Systeme zu, weshalb ein Forschungsprozess, der auf Systemverständnis ausgelegt ist, mehrere Phasen zu durchlaufen hat. Durch eine iterative Analyse von Systemelementen (Best Practices) und dem System als Ganzen (Stadt) wird so ein vertieftes Systemverständnis für die Zusammenhänge und Wirkmechanismen zwischen Stadt und Projekt erzeugt. Dabei werden von einem multidisziplinären Forscherteam über die Dauer von ca. 6 Monaten mehrere Analyse- und Verständniszyklen durchlaufen mit dem Ziel, die Systemelemente und -zusammenhänge der nachhaltigen Entwicklung einer Stadt zu verstehen und hieraus Ableitungen für den Transfer – sprich: die Intervention – in andere Städte zu generieren.

- Eine **Vorbereitungsphase** von ca. zwei, drei Monaten diene dazu, sich mit der Stadt und den einzelnen Best Practice-Projekten bekanntzumachen und auseinanderzusetzen. Hierzu wurde für das jeweilige Forscherteam ein Bericht erstellt (»City Guide«), in dem

⁹³ Die qualitative Systemanalyse zielt darauf ab, Einflussfaktoren eines vorher umrissenen Systems zu identifizieren, zu beschreiben und mittels Cross-Impact-Analyse (CI-Analyse) die Wechselbeziehungen zwischen den Systembestandteilen herauszuarbeiten. „CI Verfahren werden vor allem für Analyseaufgaben eingesetzt, die aufgrund ihrer disziplinären Heterogenität und der Relevanz „weichen“ Systemwissens keinen Einsatz theoriegestützter Rechenmodelle erlauben, die aber andererseits zu komplex für eine intuitive Systemanalyse sind“: Weimer-Jehle 2010

⁹⁴ Der hermeneutische Zirkel entstammt ursprünglich der Erkenntnistheorie und besagt, dass ein iteratives Auseinandersetzen mit dem Forschungsgegenstand durch ein jeweils genaueres Vorverständnis zu einem fast vollständigen Verstehen des Analysegegenstands führt. Er wurde ursprünglich vor allem in den Geisteswissenschaften zur Strukturierung von Textanalysen angewandt. Vgl. Heidegger ©1979; Universität Duisburg 2010;

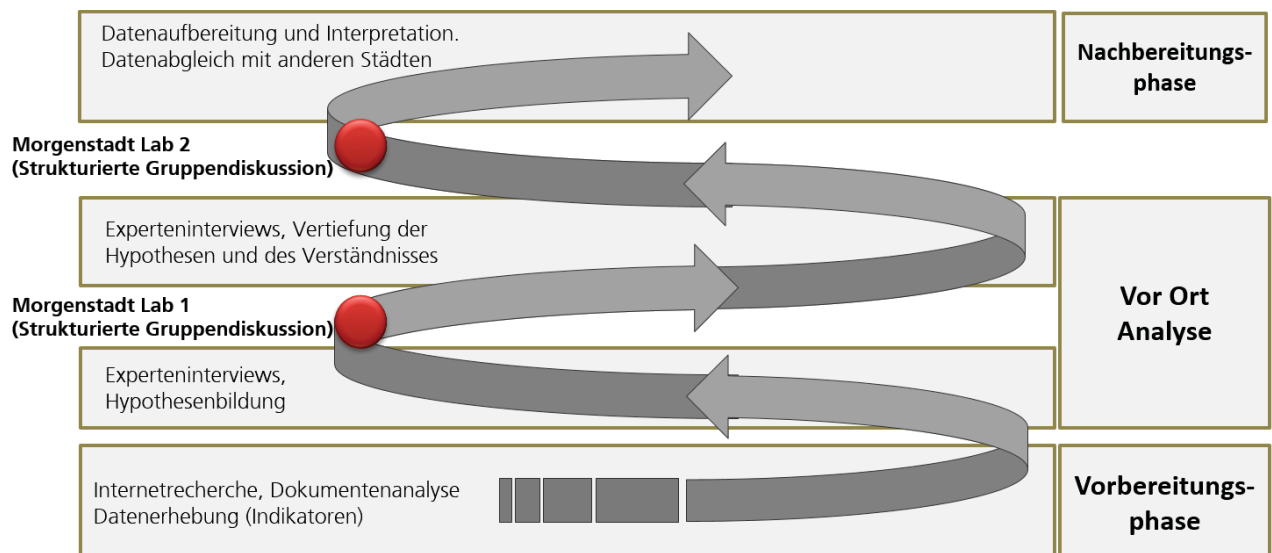
⁹⁵ Vgl. Universität Duisburg 2010

wesentliche Informationen zu Geschichte, Geographie, Bevölkerung, Politik, Wirtschaft sowie zu den einzelnen Sektoren in der Stadt aufbereitet waren. Jeder Forscher erhob anschließend die öffentlich und halböffentlich verfügbaren Daten zu den Indikatoren für seinen Sektor sowie zu den von ihm untersuchten Best Practice-Beispielen.

- Eine zwei- bis dreiwöchige **intensive Forschungsphase vor Ort** stellte das Kernelement der Systemanalyse der Städte dar. Dabei wurden täglich Daten erhoben, Interviews geführt und Projekte und Lösungen vor Ort besichtigt. Eine tägliche Reflektion im Forscherteam führte dazu, dass Interviewfragen angepasst und ggf. ein zweites Interview mit der gleichen Person geführt werden konnte, um im Nachhinein aufgetauchte Fragen zu klären. Basierend auf den Erkenntnissen der ersten Forschungsetappe vor Ort sowie der eigenen Fachexpertise entwickelten alle Mitglieder des Forscherteams eigene Hypothesen zu den Wirkzusammenhängen der analysierten Systemelemente. Diese wurden in den Morgenstadt Labs systematisch diskutiert und strukturiert und dienten sowohl der Präzisierung, Beschreibung und Bewertung von Wirkfaktoren und deren Zusammenhängen mit einzelnen Technologie- und Handlungsfeldern, als auch zur Präzisierung und Vertiefung der Forschungsfragen für die nächste Forschungsetappe vor Ort.
- Eine zwei- bis dreimonatige **Nachbereitungsphase** hatte zum Ziel, die wesentlichen Technologie- und Handlungsfelder, die auf Stadtebene zu einer nachhaltigen Entwicklung beitragen, zu definieren und zu beschreiben, sowie die Wirkfaktoren hinsichtlich ihrer Bedeutung zu bewerten und grafisch aufzubereiten.

Abbildung 11 zeigt schematisch das iterative Vorgehen zur Erlangung eines vertieften und transdisziplinären Systemverständnisses auf:

Abbildung 11: Iteratives Forschungsdesign zum Verständnis nachhaltiger Stadtsysteme



3.3.1 Methodeneinsatz bei der Datenerhebung

Generell wird bei Erhebungsmethoden zwischen Primär- und Sekundärerhebung unterschieden. Während im ersteren Fall Daten eigens für den Forschungszweck erhoben werden, stützt sich die Informationsbeschaffung bei der Sekundärerhebung auf existierende Dokumente und bereits in anderem Kontext erhobene bzw. aggregierte Daten.⁹⁶

Abbildung 12: Methoden der Datenerhebung im Kontext städtischer Systemanalysen⁹⁷



Die benötigte Datenbasis im vorliegenden Dissertationsvorhaben beruht auf multiplen Quellen und einer Vielfalt an qualitativen und quantitativen Daten. Sie impliziert einen Methodenmix zur vollständigen Erhebung der Daten und Informationen. Die für eine spätere umfassende Analyse benötigten Informationen und Daten wurden im Vorfeld definiert und mittels eines Templates sukzessive erhoben. Der Methodenmix sieht vor, zunächst auf Sekundärerhebungen aufzubauen und anschließend fehlende Informationen durch Primärerhebungen zu ergänzen. Die folgenden Methoden kommen hierbei zum Einsatz:

- **Sekundärerhebung 1: Internetrecherche**

Zweierlei Arten von Informationen sollten mit Hilfe extensiver Internetrecherchen erhoben werden: a) vorhandene Daten zu definierten Indikatoren auf Ebene der Stadt (z.B. auf den Seiten statistischer Ämter, in Jahresberichten städtischer Akteure oder auf Seiten städtischer Versorgungsunternehmen oder Dezernaten) und b) aktuelle strategische Dokumente der Stadt (Masterpläne, Flächennutzungspläne, Infrastrukturpläne, Stadtentwicklungsstrategien, Klimaschutzstrategien, politische Grundsatzdokumente etc.) sowie Dokumente und Informationen zu den einzelnen definierten Best Practice-Projekten.

- **Sekundärerhebung 2: Dokumentenanalyse**

Die gezielte Analyse der durch die Internetrecherche identifizierten Dokumente auf im Vorfeld definierte Informationen und Daten dient dazu, ein umfassendes und strukturier-

⁹⁶ Vergl. Daenzer und Haberfellner 2002

⁹⁷ Eigene Darstellung

tes Verständnis beider Analyseebenen zu erlangen. Hierbei sollte bereits auf mögliche Widersprüche, Inkonsistenzen und Plausibilitäten geachtet werden. Die Dokumentenanalyse dient ferner dazu, die Primärerhebung vorzubereiten und den generellen Leitfaden durch zusätzliche spezifische Detailfragen anzureichern. Die Dokumentenanalyse wird hier explizit nicht im Sinne der extensiven qualitativen Inhaltsanalyse ausgelegt,⁹⁸ sondern dient als Quelle zur Erhebung im Vorfeld definierter Informationen und Daten. Wichtig ist deshalb die sorgfältige Auswahl der Dokumente hinsichtlich ihrer Güte, Qualität und Validität für das Forschungsvorhaben.

- **Primärerhebung 1: Leitfadengestützte Experteninterviews**

Das für die Analyse der Best Practices sowie der Strategien auf Stadtebene geforderte Detailverständnis kann nur über direkte Gespräche mit Experten generiert werden. Hierzu werden leitfadengestützte Experteninterviews verwendet.⁹⁹ Die Identifikation der Experten erfolgt auf Grund ihrer ausgewiesenen Rolle im untersuchten Best Practice-Projekt bzw. ihrer Rolle in der Stadt-Governance. Zur Strukturierung der Interviews wurden zwei Leitfäden entwickelt:

- **Leitfaden 1** zur Adressierung der Analyseebene Stadtsystem. Dieser Leitfaden diente zur Befragung von hochrangigen Mitgliedern der Stadtverwaltung (Dezernenten, Amtsleitern) sowie Repräsentanten des politischen Betriebs der Stadt (Abgeordnete).
- **Leitfaden 2** zur Adressierung der Analyseebene der Praxisbeispiele. Dieser Leitfaden diente zur Befragung von Projektleitern, CEOs, Finanzierern, Abteilungsleitern, involvierten Wissenschaftlern, Projektmitgliedern oder Nutzern der Best Practice-Beispiele.¹⁰⁰

Beide Leitfäden bestehen aus einem generellen und vordefinierten Teil sowie einem individuell auf den Interviewpartner zurechtgeschnittenen Frageteil, der sich aus der vorherigen Dokumentenanalyse speist.¹⁰¹

- **Primärerhebung 2: Beobachtung**

Alle an der Erhebung teilnehmenden Forscher und Experten waren dazu aufgefordert, die zu analysierenden Best Practice Beispiele nach Möglichkeit durch Beobachtungen¹⁰² und entsprechende Protokolle zu evaluieren. Dies erfolgte im Normalfall mittels Begehungen und Besichtigungen; Ziel war, dass der jeweilige Fraunhofer-Experte sich mit der Funktionsweise des Projekts auseinandersetzt, bzw. anhand direkter Beobachtungen seine Einschätzung hinsichtlich Innovationsgrad, Wirkfaktoren etc. aufzeichnet. Im Falle eines innovativen öffentlichen Nahverkehrsprojekts besteht die Beobachtung beispielsweise darin, selbst die angebotene Lösung auszuprobieren und seine Eindrücke zu protokollieren. Im Falle einer innovativen Energieversorgungslösung sollten die wesentlichen technologischen Komponenten des Systems besichtigt und ihre Funktionsweise nachvollzogen wer-

⁹⁸ Vergl. Mayring 2002

⁹⁹ Zur Methodik der Experteninterviews vergl. Bogner 2009 und Gläser und Laudel 2010

¹⁰⁰ Eben da.

¹⁰¹ Näheres zur Methode der Leitfadeninterviews vergl. Atteslander 2010 und Gläser und Laudel 2010

¹⁰² Zum wissenschaftlichen Beobachten als Methode vergl. Greve und Wentura 1997 sowie speziell zur Teilnehmenden Beobachtung Girtler 2001 und Martin und Wawrinowski 2014.

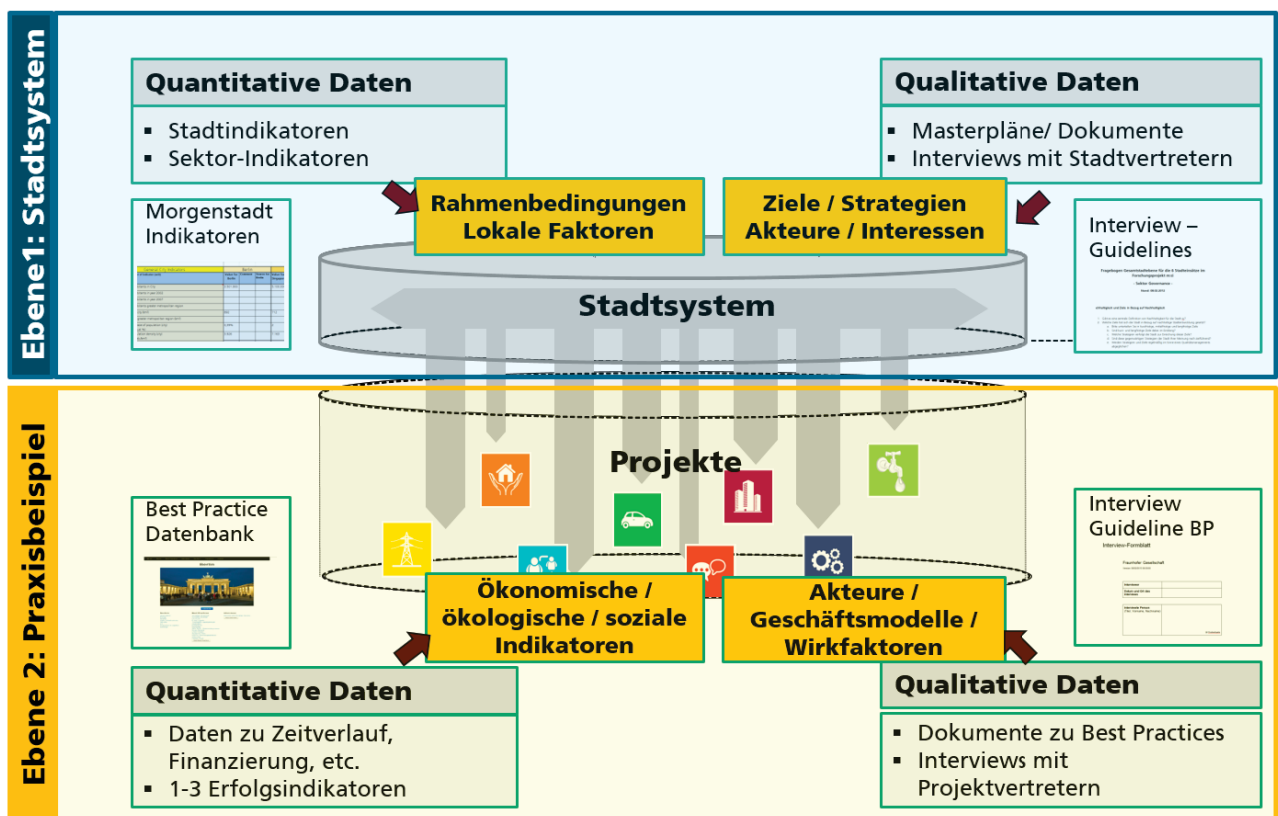
den etc. Die Beobachtung erfolgte teilstrukturiert, das heißt auf Basis des vorher definierten Templates zum Best Practice-Projekt, welches hier die Funktion einer Checkliste erhielt. Zusätzliche und vertiefte Beobachtungen basieren auf der Erfahrung und dem Wissen des jeweiligen Experten.

Alle Beobachtungen und hierdurch erlangten Informationen wurden systematisch protokolliert und für die weitere Verwendung in den Analysen aufbereitet.

Die **Datenerfassung** erfolgte in allen Fällen manuell, entweder direkt in die dafür vorgesehene Eingabemaske einer IT-gestützten Datenbank oder zunächst schriftlich als Protokoll mit anschließender Überführung in die Datenbank.

Experteninterviews wurden - im Falle einer Zustimmung der Interviewpartner – auf Audiomedien aufgenommen, um eine anschließende Erfassung der Informationen in der Datenbank zu ermöglichen. Vollständige Transkripte der Interviews wurden aus Gründen der Zeit- und Ressourceneffizienz nicht erstellt. Die Interviews wurden protokolliert und es wurden lediglich Kernaussagen wörtlich wiedergegeben.

Abbildung 13: Operationalisierung der Systemanalyse¹⁰³



¹⁰³ Eigene Darstellung

3.3.2 Methoden der Systemanalyse

Wie in Abbildung 11 schematisch aufgezeigt, erfolgen Datenerhebung und Datenanalyse zum Teil parallel. Dies ist insbesondere bei der Forschung vor Ort unumgänglich um a) die verfügbare Zeit bestmöglich auszunutzen und b) die postulierten Regeln der Systemanalyse für ein vertieftes Verständnis zu befolgen. Neben einer Reihe an Methoden der Inhaltsanalyse, die in den jeweiligen Fachbereich der einzelnen Forscher fallen und je nach Analysegegenstand (Best Practice-Projekt) angewandt werden (qualitative Inhaltsanalyse, Technologie-Assessment, Plausibilitätsanalyse, technologische Vergleichsanalyse, Diskursanalyse, semantische Analyse etc.) wurden folgende Methoden vom gesamten Forscherteam angewandt, um Wirkfaktoren zu identifizieren und zu beschreiben sowie um Systemzusammenhänge zu erkennen:

- **Strukturierte Selbstreflektion und Gruppendiskussion**

Kern des interdisziplinären Analyseansatzes war der strukturierte Dialog zwischen Experten der in der Analyse definierten Disziplinen. Aus diesem Grund stand der Austausch der Forscher über Erkenntnisgewinne, offene Fragen und identifizierte Systemfaktoren am Anfang einer interdisziplinären Systemanalyse.

Jedes Mitglied der Städteteams war dazu angehalten, täglich folgende Fragen vor dem Forscherteam zu beantworten:

1. Neue Erkenntnisse: „Was hat mich heute überrascht?“
2. Wirkfaktoren: „Welche für meinen Forschungsbereich relevanten Wirkfaktoren habe ich heute identifiziert und wie wirken sie?“
3. Schnittstellen: „Wo habe ich wichtige Schnittstellen zwischen Sektoren und /oder Akteuren entdeckt?“
4. Entdeckte Hindernisse: „Wo stockt der Prozess, wo ist die Herausforderung?“

Basierend auf den Antworten hierzu fand eine tägliche Diskussion des Forscherteams statt, bei der Synergien und Wirkmechanismen identifiziert und vor dem Hintergrund der anwachsenden Erfahrung und des Verständnisses bewertet wurden.

- **Hypothesenentwicklung**

Wie im Forschungsdesign erläutert, stellt die eigenständige Bildung von Hypothesen zum Untersuchungsgegenstand durch die teilnehmenden Forscher eine Prämisse für ein vertieftes Systemverständnis dar. Als Hypothesen werden Aussagen bezeichnet, „[...] die einen Zusammenhang zwischen mindestens zwei Variablen postulieren.“¹⁰⁴ Diese stellen meist Erklärungsversuche oder Lösungsansätze dar, die aufgrund wahrgenommener Zusammenhänge logisch plausibel sind, aber empirisch noch nicht bestätigt wurden. Sie sollten jedoch empirisch überprüfbar sein.¹⁰⁵ Zur Unterstützung der Hypothesenentwicklung erhielt jeder Forscher ein Set an Fragen, die sich auf generische Elemente der Analyse beziehen.

¹⁰⁴ Schnell et al. 2011

¹⁰⁵ Vgl. Atteslander 2010

- **Strukturierte regelgeleitete Gruppendiskussion**

Für die hypothesenbasierte Gruppendiskussion im Rahmen der „Morgenstadt Labs“ wurde ein eigens entwickeltes und getestetes Workshop-Design eingesetzt. Die Entwicklung dieser Herangehensweise geschah in iterativer Form und in Zusammenarbeit mit weiteren Experten¹⁰⁶ aus den Fachdisziplinen Stadtplanung, Technologiemanagement, Soziologie und Organisationspsychologie. Ziel des Designs ist es, den Forschern vor Ort zu ermöglichen, am runden Tisch ihre Ergebnisse strukturiert in einem transdisziplinären Prozess auszutauschen, zu analysieren und weiterzuentwickeln.

- **Mindmapping**

Die identifizierten Systemelemente (Technologie- und Handlungsfelder sowie Wirkfaktoren) wurden zunächst mittels Mindmaps durch das Forscherteam grafisch und in ihren Bezügen festgehalten. Dabei entstand pro Stadt sukzessive eine umfangreiche Mindmap, die täglich durch das Forscherteam gemeinsam bearbeitet, erweitert und vertieft wurde.¹⁰⁷

- **Systemanalyse**

Aufbauend auf den Mindmaps wurden im nächsten Schritt eine Reihe an Methoden aus der Systemanalyse angewandt, um die Wirkzusammenhänge zwischen den einzelnen Systemelementen (Technologie- und Handlungsfeldern, Stadtsystemebene und Wirkfaktoren) aufzuzeigen und zu einer Bewertung der Bedeutung der einzelnen Elemente zu gelangen.

In der einschlägigen Literatur wird grob zwischen zwei Arten der Systemanalyse unterschieden, die auf unterschiedliche Traditionen des Systemdenkens zurückgehen: „hard system analysis“ und „soft system analysis.“¹⁰⁸ „Hard system analysis“ unterstellt eine Welt aus mathematisch greifbaren Systemen, die sich modellieren und designen lassen. System Dynamics, quantitative Modellierungen und Simulationen basierend auf mathematischen Modellen sind die wesentlichen Methoden, die dabei zur Anwendung kommen.¹⁰⁹ Das Systemverständnis hinter der „soft system analysis“ geht davon aus, dass eine detaillierte und mathematisch genaue Repräsentation von Systemen problematisch ist, dass aber komplexe adaptive Systeme mit Hilfe von Systemmodellen ergründet werden können. Dabei „[...] liegt die wahre Hebelwirkung in einem Verständnis der dynamischen Komplexität, nicht der Detailkomplexität“.¹¹⁰ Wirkdiagramme, qualitative Modelle und die ordinale Bewertung von Beziehungsintensitäten gelten als die präferierten Methoden der

¹⁰⁶ Neben dem Autor waren folgende Personen maßgeblich an der Entwicklung und Verfeinerung der Methode beteiligt: Prof. Heiko Roehl (Univ. Freiburg), Steffen Braun (Fraunhofer IAO), Dr. Dominik Kalisch (Fraunhofer IAO), Gerhard Stryi-Hipp (Fraunhofer ISE).

¹⁰⁷ Die Verwendung von Mindmaps als erkenntnistheoretisches Werkzeug und wissenschaftliche Methode basiert hier auf den Arbeiten von Buzan, Eipper und Hugel Buzan 2005; Eipper 1998; Hugel 1995.

¹⁰⁸ Vergl. Mingers und White 2010; Checkland 1983;

¹⁰⁹ Vergl. Miller und Page ©2007 und Mingers und White 2010. Ein gutes Beispiel für „hard system dynamics“ findet sich bei Howick und Whalley 2007.

¹¹⁰ Senge 2011, S. 92

„Soft System Analysis“.¹¹¹ Im vorliegenden Dissertationsvorhaben wurde das Systemverständnis der „Soft System Analysis“ zu Grunde gelegt und somit auf mathematische Verfahren sowie Simulation der Systeme mit System Dynamics verzichtet.¹¹²

Nach Anwendung einiger Grundprinzipien auf die Systemanalyse der Wirkfaktoren während der Entwicklung des Analyseansatzes (Kapitel 4) erfolgte eine vollständige Beschreibung des Vorgehens und der Methodologie in Kapitel 5.4.

¹¹¹ Ein vollständiges Analysekonzept, das auf »Soft System Analysis« basiert, bietet das Sensitivitätsmodell von Frederic Vester. Es wird hier als wichtige Referenz für die Entwicklung der Systemanalyse herangezogen. Vergl. Vester 2012

¹¹² Die Auffassung des Autors ist hierbei die, dass reale Systeme durchaus mathematisch modellierbar und simulierbar sind – hard system analysis also die erste Methodenwahl wäre -, dass dies im Falle einer Stadt mit multiplen technologischen, wirtschaftlichen, sozialen etc. Subsystemen jedoch ein zu umfangreiches Unterfangen für das vorliegende Vorhaben wäre. Eine entsprechende Modellierung und Simulation müsste über alle zugrundeliegenden Daten verfügen und diese in den korrekten Zusammenhang bringen.

4 Operationalisierung

Die Entwicklung und Erprobung des oben beschriebenen Forschungskonzepts fand im Rahmen des Fraunhofer-Verbundforschungsprojekts »Morgenstadt: City Insights« in der Zeit zwischen Mai 2012 und Dezember 2013 statt.

Grob lässt sich dabei der Forschungsablauf in drei Phasen einteilen:

- Die Definition des Forschungsgegenstands – sprich: der Städte und der Best Practices
- Die Entwicklung der Instrumente zur Systemanalyse
- Die Vor-Ort-Forschung in den sechs ausgewählten Vorreiterstädten

Tabelle 3 auf der folgenden Seite gibt eine Übersicht über die einzelnen Aktivitäten im zeitlichen Verlauf der Forschung sowie ihrer Einbettung in die entsprechenden Phasen.

Da es sich bei dem Projekt »Morgenstadt: City Insights« um ein äußerst umfangreiches Unterfangen handelte, würde es den Rahmen dieser Dissertation sprengen, im Detail auf jeden Schritt im Forschungsverlauf einzugehen.¹¹³ Im Folgenden soll deshalb zunächst die Organisation und Struktur des Forschungsprojekts erläutert werden, um anschließend die wesentlichen Elemente und Zwischenergebnisse im Forschungsverlauf darzustellen.

Tabelle 2: Sektorabdeckung durch Fraunhofer-Institute im Forschungsprojekt

Fraunhofer-Institute	Sektoren
Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation (IAO)	
Fraunhofer-Institut für Bauphysik (IBP)	
Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme (ISE)	
Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik (IML)	
Fraunhofer-Institut für Angewandte und Integrierte Sicherheit (AISEC)	
Fraunhofer-Institut für Offene Kommunikationssysteme (FOKUS)	
Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA	
Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und –automatisierung (IFF)	
Fraunhofer-Institut für Kurzzeitdynamik, Ernst-Mach-Institut (EMI)	
Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung (ISI)	
Fraunhofer-Institut für Grenzflächen- und Bioverfahrenstechnik (IGB)	

Der Umfang des Vorhabens wurde im Vorfeld auf acht Sektoren, die für eine nachhaltige Stadtentwicklung relevant sind, begrenzt. Diese sind Energie, Mobilität, Gebäude, Sicherheit, IKT, Governance, Produktion & Logistik sowie urbane Wasserinfrastruktur. Insgesamt haben sich 11 Fraunhofer-Institute (FhI) an dem Forschungsprojekt beteiligt¹¹⁴, wobei jedem Sektor mindestens

¹¹³ Im Rahmen von »Morgenstadt: City Insights« haben 50 Fraunhofer Forscher sowie mind. ebenso viele wissenschaftliche Hilfskräfte und Praktikanten mitgearbeitet. Dabei ist eine große Anzahl an Dokumenten und Informationen zustande gekommen. Diese Dokumente und Informationen sind auf dem Fraunhofer Livelink Server unter <https://dms-prext.fraunhofer.de/livelink/live-link.exe/properties/3559268> gespeichert und können dort – sofern sie nicht durch Verträge geschützt sind - auf Anfrage eingesehen werden.

¹¹⁴ Hinzu kamen das Fraunhofer CSE (Boston), welches die Datenerhebung in New York City unterstützt hat, sowie das Fraunhofer IDM@NTU (Singapore), welches das City-Team vor Ort sowohl logistisch als auch inhaltlich bei seiner Arbeit unterstützt haben. In Tokyo war des Weiteren das Fraunhofer Office maßgeblich an der Koordination vor Ort beteiligt.

ein Fhl zugeordnet wurde, pro Fhl aber teilweise auch mehrere Sektoren abgedeckt wurden. Tabelle 2 gibt eine Übersicht über die involvierten Fhl sowie deren thematische Eingliederung in die Forschung.

Die Gesamtkoordination von »Morgenstadt: City Insights« sowie die Teilprojektleitung des Governance-Sektors¹¹⁵ lag bei dem Autor der vorliegenden Dissertation. Die Finanzierung des Projekts wurde größtenteils durch die Mitgliedsbeiträge der Projektpartner¹¹⁶ sichergestellt. Ein Anteil von ca. 20 Prozent wurde durch die Fraunhofer-Institute selbst getragen.

¹¹⁵ Der Governance-Sektor wurde nach ca. 6-monatigem Projektbestehen um den Bereich „Business Innovation“ erweitert und nannte sich fortan „Business Innovation und Governance“ unter der Leitung von Inka Mörschel (Fraunhofer IAO). Der Autor dieser Dissertation war in dieser Konstellation für die Bearbeitung des „Governance“ Bereichs inkl. der Stadtsektorebene zuständig.

¹¹⁶ Die folgenden Partner sind Mitglieder im Innovationsnetzwerk »Morgenstadt: City Insights«: Industriepartner: Badenova, Bosch, Cadfem, Drees & Sommer, Daimler AG, Dorsch Gruppe, EnBW AG, EWE AG, Fichtner GmbH, Finmeccanica, IBM AG, RTI, Taiwan Institute for Information Industry, SBA, Schüco, Siemens AG, TÜV SÜD, Vattenfall AG, Volkswagen AG, Xella, Züblin. Städtepartner: Baden-Baden, Berlin, Breisach, Düsseldorf, Freiburg, Ingolstadt, Karlsruhe, Lörrach, Neuenburg, Norderstedt, Offenburg, Waldshut-Tiengen. Industriepartner haben einen Mitgliedsbeitrag von 75T€ entrichtet, Städtepartner 37,5T€. Als Gegenleistung standen ihnen alle Forschungsergebnisse exklusiv zur Verfügung und sie erhielten die Möglichkeit, sich inhaltlich an dem Forschungsvorhaben zu beteiligen.

Tabelle 3: Übersicht über Phasen und Aktivitäten im Forschungsverlauf

		2012						2013													
		Mai	Juni	Juli	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Juni	Juli	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
Definition des Erhebungsraums / Forschungsgegenstand																					
Recherche nach Good Practices																					
Bewertung der Good Practices																					
Auswahl von Best Practices																					
Beschreibung und Bewertung der Best Practices																					
Stadteranking nach BP																					
Analyse von City Indices																					
Erstellung Meta Index -> Städteranking																					
Zusammenlegen von Städterankings -> Shortlist																					
Auswahl der finalen 6 Städte																					
Zwischenergebnis / Milestone: Best Practice-Katalog																					
Entwicklung der Instrumente zur Systemanalyse von Städten																					
Entwicklung Workshopdesign Morgenstadt Labs																					
Test des Workshopdesigns und Schulung der Forscher																					
Definition der zu erhebenden Indikatoren																					
Entwicklung Template Best Practice Analyse																					
Definition von Forschungsfragen zu den Sektoren / Best Practices																					
Entwicklung sektorspezifische Forschungsdesigns																					
Entwicklung Interviewleitfäden Technologie- Handlungsfelder																					
Entwicklung Interviewleitfäden Stadtsystemebene																					
Entwicklung, Test, Bugfixing m:ci Datenbank																					
Zwischenergebnis / Milestone: Forschungsdesign m:ci																					
Vor-Ort Forschung in den Städten & Systemanalyse																					
Freiburg																					
Kopenhagen																					
New York																					
Berlin																					
Singapore																					
Tokyo																					
Zwischenergebnisse / Milestones: City Reports zu den sechs Städten																					

4.1 Organisationsstruktur:

Für jeden Sektor wurde ein Teilprojektleiter definiert, der eine ausgewiesene Expertise im entsprechenden Fachgebiet vorweisen konnte. Der Teilprojektleiter (TPL) war erster Ansprechpartner der Projektleitung und war für die wissenschaftliche Qualität und Vollständigkeit der Teilergebnisse aus seinem Bereich verantwortlich. Er konnte nach Verfügbarkeit und Bedarf weitere Mitarbeiter in die Bearbeitung eingliedern. In die Verantwortlichkeit des TPL fielen unter anderem folgende Aufgaben:

- Koordination der Best Practice-Auswahl im eigenen Sektor
- Bereitstellung eines Indikatorensatzes für den eigenen Sektor
- Entwicklung und Bereitstellungen seines sektorspezifischen Forschungsdesigns
- Bereitstellung der dem Sektor zugeordneten Steckbriefe für die Handlungsfelder
- Weiterentwicklung des Indikatorensatzes für das Transformationsmodell

Für die empirische Datenerhebung und die Systemanalyse der Städte vor Ort wurde jeweils ein „City-Team“ mit einem City-Team-Leiter (CTL) geformt. Dabei wurde darauf geachtet, dass die für die in der Stadt ausgewählten Best Practices notwendige Expertise durch geeignete Teammitglieder repräsentiert ist. In die Verantwortlichkeit des CTL fielen unter anderem folgende Aufgaben.

- Vorbereitung und Koordination des Aufenthalts vor Ort
- Koordination des City-Teams und der gemeinsamen Analysearbeit
- Kommunikation mit Stakeholdern und Repräsentanten der Stadt
- Organisation und Leitung der Morgenstadt Labs
- Moderation der täglichen Meetings
- Koordination und Bereitstellung der Inhalte für die City-Reports

4.2 Identifikation von Best Practices und Vorreiterstädten

Im Zeitraum Mai bis Juli 2012 wurden weltweit „Good Practices“ aus den acht definierten Sektoren identifiziert, die einen positiven Beitrag zu einer nachhaltigen Stadtentwicklung leisten. Dabei wurden insgesamt 269 „Good Practices“ aus 146 Städten weltweit identifiziert¹¹⁷. Die identifizierten „Good Practices“ wurden mittels Notensystem (1 = sehr gut, 6 = sehr schlecht) auf die folgenden Kategorien hin evaluiert: a) Anwendung innovativer Technologien, b) Anwendung innovativer Geschäftsmodelle, c) Auswirkung im Sinne der Nachhaltigkeit und d) Übertragbarkeit auf andere Städte. Bei Good Practices aus dem Governance Sektor wurden die Kategorien Technologien und Geschäftsmodelle durch die Kategorien e) Einbindung der Privatwirtschaft, f) Einbindung der Zivilgesellschaft und g) Transparenz ersetzt. Nach der Evaluierung wurden die besten 80 Projekte einer vertieften Analyse¹¹⁸ unterzogen. Alle Best Practices wurden in einem »Best Practice-Katalog«¹¹⁹ verarbeitet.

¹¹⁷ Radecki et al. 2012

¹¹⁸ Den TPL wurde ein Template zur Analyse der Best Practices bereitgestellt, welches folgende Inhalte abdeckte: **Kosten und Wirtschaftlichkeit** (Anfangs-Investition, Anteil an öffentlichen Geldern, Laufende Kosten, Jährlicher Erlös, Wer trägt die Kosten? Wer profitiert ökonomisch? Für wen steigen Kosten? Kurze Beschreibung des Finanzierungskonzepts), **Nutzen & Akteure** (Personen, die von dem Projekt direkt profitieren (geschätzt), Wer hat das Projekt initiiert? Wer ist Träger des Projekts? Welche Akteure sind noch wichtig für das Projekt? Warum? Haupt-Zweck und Haupt Nutzen des Projekts), **Umweltbilanz** (Klimabilanz, Ressourcen-Einsparung, Ressourcenverbrauch, Lifecycle & Recycling, Reduktion von Umweltrisiken, Weitere Umwelteinwirkung des Projekts (Luft / Wasser / Biosphäre))" sowie Fragen nach Technologien, Organisationsform und Transferpotenzial. Die Recherche der Daten geschah am Desktop und via Telefon.

¹¹⁹ von Radecki und Braun 2012

Parallel wurden 30 Städte-Indices ausgewertet, in denen Städte weltweit nach unterschiedlichen Kriterien analysiert und gerankt werden. In Summe decken diese das volle Spektrum der nachhaltigen Stadtentwicklung ab.¹²⁰ Da jeder Index eine unterschiedliche Anzahl an Städten aufwies, wurden die Ränge für jeden Index im Bereich eins bis 100 normiert. Insgesamt waren in den 30 Indices 250 Städte weltweit erfasst. Für jede Stadt wurde anschließend ein individueller Rang in einem Meta-Index nach folgender Formel errechnet:

$$x = 100 - ((1/n * \sum xi) * 100 / \sum xn)$$

n = Anzahl der Städte im Ranking

xi = Individueller Ranking Platz

Xn = Anzahl der Rankings pro Stadt

Ergebnis war ein Meta-Index, in dem alle 250 Städte auf einer Skala von 0 – 100 gerankt wurden, wobei 0 der schlechteste und 100 der beste Wert ist. Es zeigt sich, dass in diesem Meta-Index die Top 20 Städte 36% der kumulierten Rangfolge ausmachen, wobei 64% durch die restlichen 230 Städte abgedeckt werden.

Beide so erstellten Ranglisten, der Meta-Index und das Good Practice-Ranking wurden nun mit der Gewichtung 70% (Good Practices) und 30% (Meta-Index) in einen finalen „Morgenstadt Index“ integriert und die TOP 12 Städte wurden als engere Auswahlliste allen Mitgliedern des Innovationsnetzwerks »Morgenstadt: City Insights« zur Auswahl der finalen Städte vorgelegt. Die Wahl geschah mittels Stimmabgabe durch alle Mitglieder, wobei jedes Mitglied sechs Städte wählen konnte. Die finale Wahl als Forschungsobjekte fiel auf die Städte Freiburg, Kopenhagen, Berlin, New York, Singapur und Tokyo.

¹²⁰ Folgende Städte-Indices wurden in der 2012 jeweils aktuellsten Fassung ausgewertet: 2thinknow Innovation Cities Global 256 Index, A.T. Kearney Global Cities Index, Asian Green City Index, Buck Consulting European tech cities Index, Cushman & Wakefield European Cities Monitor 2011, Economist Liveability Unit, Ericsson Networked Society City Index, EUI Spatial Adjusted Liveability Index, "European City Ranking - Best practices for clean air", European Green City Index, European smart cities Index, fDi Asia-Pacific Cities of the Future, fDi European Cities of the Future, fDi South American Cities of the Future, Forbes World's Happiest Cities GaWC World City Networks, Global Urban Competitiveness Report, IBM Commuters Pain Index, Knight Frank Global Cities Survey, Mercer Eco-City Index, Mercer Quality of Living Index, "Mercer Top Cities for Infrastructure", "MORI Global Power City Index 2011", NDRC Smarter Cities Rankings, North American Cities of the Future, PwC - Cities of opportunity, PwC-Global City GDP Ranking, Siemens/ EIU-Latinamerican Green City Index, Z/Yen Global Financial Centres Index.

Abbildung 14: TOP 12 Städte aus dem Morgenstadt-Index inkl. identifizierter Good & Best Practices¹²¹

		Energy	Mobility	Water	P&L	Sec.	Build.	Gov.	ICT	Total
Singapore	Best Practices		2	1			1	1	1	12
	Additional Good Practices		2			1		1	2	
Copenhagen	Best Practices	1	1			1		1		7
	Additional Good Practices	3								
New York	Best Practices		1					1	1	6
	Additional Good Practices					1	1		1	
Melbourne	Best Practices	1		1			1			6
	Additional Good Practices		1			1		1		
Berlin	Best Practices						1		1	10
	Additional Good Practices		2		2	2			2	
Stockholm	Best Practices			1	1					12
	Additional Good Practices	4	3					3		
Vienna	Best Practices			1			1			9
	Additional Good Practices	3	1	1				1	1	
Tokyo	Best Practices							1		3
	Additional Good Practices	1					1			
São Paulo	Best Practices				1					5
	Additional Good Practices		1				1	2		
Zurich	Best Practices		1					1		2
	Additional Good Practices									
San Francisco	Best Practices	1	1						1	4
	Additional Good Practices								1	
Freiburg	Best Practices							1		4
	Additional Good Practices					1	1	1		

4.3 Vorbereitung der Vor-Ort-Analysen und Bereitstellung der Forschungsinstrumente

Ziel des Forschungsansatzes war, durch die Zerlegung und Analyse ausgewählter Best Practices vor dem Hintergrund einer Analyse des Stadtsystems, Zusammenhänge und Wechselwirkungen zwischen einzelnen Wirkfaktoren zu erkennen und zu beschreiben und zur Identifikation von wesentlichen Handlungsfeldern für eine erfolgreiche nachhaltige Stadtentwicklung zu kommen. Während zu Beginn noch von einzelnen Sektoren wie Mobilität, Energie oder IKT ausgegangen wird, um eine erste Strukturierung heutiger Praxisbeispiele vorzunehmen, sollten als Ergebnis im Transformationsmodell multidisziplinäre Handlungsfelder stehen, die Auskunft über das Nachhaltigkeitsprofil einer Stadt geben, sowie zukünftige Technologiepotenziale, Industriemärkte, Realisierungsprozesse und Geschäftsmodelle aufzeigen sollen.

Gemäß der Klassifizierung in die vier Betrachtungsebenen (vergl. 12, S. 33) wurden eine Reihe an unterschiedlichen Erhebungsinstrumenten zur Verfügung gestellt, um eine strukturierte Datenerhebung und den entsprechenden Datenabgleich zu ermöglichen.

Für die quantifizierbaren Indikatoren sowie für die Definition von Wirkfaktoren wurde eine Datenbank inkl. Erfassungsmaske bereitgestellt. Die Leitfäden wurden in Form von Word-Dokumenten zur Verfügung gestellt.

¹²¹ Eigene Kompilierung

Für jede Stadt wurde ein multidisziplinäres Team an Fraunhofer-Forschern zusammengestellt, das die jeweiligen durch die Best Practices definierten Schwerpunkte thematisch abzudecken in der Lage war. Gleichzeitig wurden acht Teams gebildet, die sich durch die Expertise auf einen der acht definierten Sektoren definierten. Jedes dieser Teams erhielt einen Teilprojektleiter, dessen Aufgabe es war, den Forschungsansatz für seinen speziellen Sektor zu übersetzen und anschließend wieder die Verknüpfung zum Gesamtmodell herzustellen.

Um sicherzustellen, dass alle Team-Mitglieder das gleiche Verständnis und den gleichen Forschungshintergrund hatten, wurde ein generelles Forschungsdesign sowie je ein sektorspezifisches Forschungsdesign mit einer Reihe an konkreten Forschungsfragen erstellt und allen Mitgliedern zur Verfügung gestellt. Darüber hinaus erhielt jedes »City-Team« ein eigens erstelltes Dokument (»City-Guide«), welches wesentliche Daten und Fakten zur jeweiligen Stadt zusammenfasste.

Die Forschungsaufenthalte der City-Teams vor Ort stellten den eigentlichen Kern der jeweiligen Datenerhebung dar. Ihnen ging eine intensive Phase der Vorbereitung und Dokumentenanalyse voraus, durch welche öffentlich verfügbare Daten und Indikatoren zur Stadt sowie zu den Best Practice-Projekten bereits erhoben und in die Erhebungsinstrumente (Tabellen und Datenbanken) eingefügt wurden.

Wesentliche Ansprechpartner vor Ort wurden identifiziert und Termine für Interviews und Besichtigungen festgelegt. Hierzu wurde ein lokaler Experte mit der Bereitstellung von Kontakten etc. beauftragt. Wo nötig (z.B. in Tokyo) wurden lokale Unterstützer (z.B. die AHK Japan) mit der Bereitstellung von Übersetzern beauftragt, welche Interviewtermine planen und die Fraunhofer Experten begleiten sollten.

Die standardisierten Leitfäden wurden mit Ergebnissen der Dokumentenanalyse angereichert, so dass vertiefte Interviews zu den Hintergründen und den Wirkfaktoren der identifizierten Best Practices möglich wurden.

4.4 Durchführung der Datenerhebung für die sechs Beispielstädte

Die Erhebungszeiträume in den sechs Städten wurden so aufeinander abgestimmt, dass alle City-Teams vollständig an der zweiwöchigen Erhebungsphase vor Ort teilnehmen konnten. Tabelle 5 listet die jeweiligen Einsatzzeiträume der City-Teams vor Ort auf.

Tabelle 4: Erhebungszeiträume für die Vor-Ort-Analysen

	Freiburg	Kopenhagen	New York	Berlin	Singapore	Tokyo
Erhebungszeitraum 2013	11.2.-22.2.	18.3.-29.3.	8.4. - 19.4.	15.4. -26.4.	6.5. – 17.5	3.6. – 14.6.

Insgesamt wurden durch die City-Teams 96 Best Practices analysiert¹²². Dabei wurden 386 Personen¹²³ interviewt sowie pro Stadt mindestens zwei »Morgenstadt Lab - Workshops« abgehalten.

¹²² Eine vollständige Liste der analysierten Best Practices findet sich in **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**auf S. 291

¹²³ Eine Liste der Interviewten Personen findet sich im Anhang.

Pro Stadt wurden mit der oben dargestellten Methode die wesentlichen Handlungsfelder, die zu einer nachhaltigen Stadtentwicklung beitragen, sowie die wichtigsten Wirkfaktoren identifiziert. Die Ergebnisse der Stadtaufenthalte sind in den jeweiligen »City-Reports«¹²⁴ sowie im Abschlussbericht der ersten Forschungsphase des Innovationsnetzwerks »Morgenstadt: City Insights«¹²⁵ aufbereitet.

Neben der Erhebung der Indikatoren war die Identifikation und Analyse lokaler Wirkfaktoren der Kern des Prozesses zur Generierung eines Systemverständnisses für die jeweilige Vorreiterstadt. Wirkfaktoren waren definiert als Faktoren, die in konkreten Praxisbeispielen aktiv zum Erfolg beitragen oder diesen retardieren. Stadtspezifische Rahmenfaktoren wurden ebenfalls als Wirkfaktoren erfasst. Jedes City-Team-Mitglied identifizierte über die geführten Interviews sowie die untersuchten Dokumente zu seinen Praxisbeispielen die relevanten Wirkfaktoren. Hierfür standen sowohl konkrete Leitfragen in Interviewleitfäden zur Verfügung, als auch Reflektierungsfragen zur täglichen Protokollierung der Gespräche und Ereignisse. Tägliche Gruppendiskussionen, bei denen die unterschiedlichen fachlichen Disziplinen der Teammitglieder Grundlage der Bewertung der Faktoren waren, hatten das Ziel, identifizierte Faktoren zu beschreiben, offene Fragen zu identifizieren und Synergien, die zwischen den analysierten Best Practices sowie der Stadtsystemebene existierten, aufzudecken.

Alle Wirkfaktoren wurden innerhalb des jeweiligen City-Teams gesammelt und aufbereitet. In der Konsolidierung wurde geprüft, ob Wirkfaktoren evtl. doppelt vorhanden sind oder zusammengefasst werden können. Ziel war eine Reduktion der Anzahl der relevanten Wirkfaktoren für die Stadt sowie eine genaue Beschreibung der Faktoren. Zudem wurden die Wirkfaktoren der Städte miteinander abgeglichen.

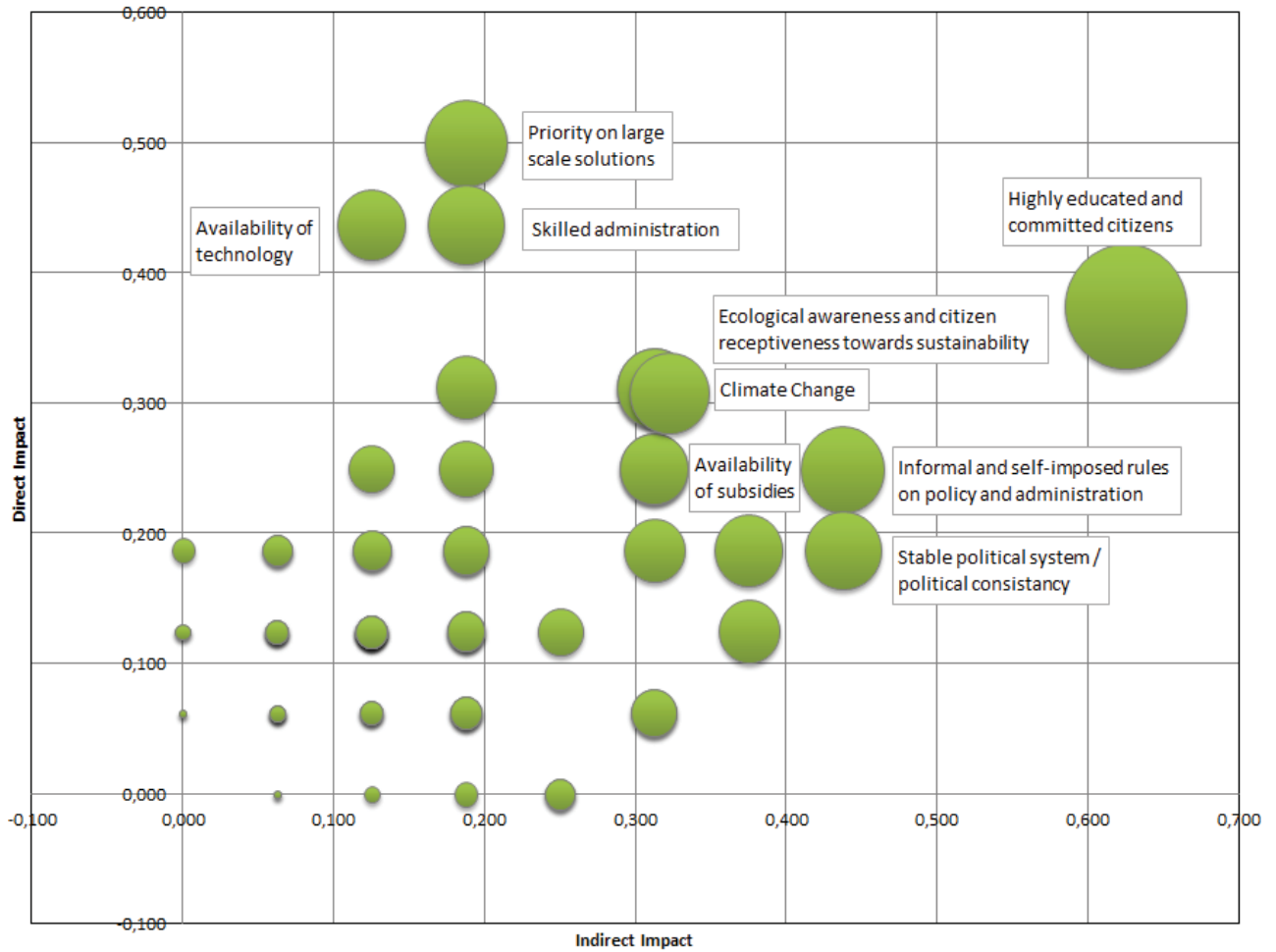
- In einem ersten Schritt fand ein Abgleich aller stadtspezifischen Wirkfaktoren durch das Team statt. Gleiche Wirkfaktoren wurden zusammengefasst. Doppelte wurden gelöscht.
- Anschließend fand ein Abgleich der stadtspezifischen Wirkfaktoren mit der Wirkfaktoren-Masterliste statt. Die Masterliste beinhaltete alle Wirkfaktoren aus allen sechs Städten und wurde sukzessive erstellt. Wirkfaktoren der eigenen Stadt, die mit Wirkfaktoren aus der Masterliste übereinstimmten, wurden diesen zugeordnet. Hierzu wurden Nummerierung und Bezeichnung aus der Masterliste in die stadtspezifische Liste der Wirkfaktoren übernommen. Die Beschreibung blieb allerdings individuell für jeden Wirkfaktor. Neue Wirkfaktoren wurden zur Masterliste hinzugefügt und in die fortlaufende Nummerierung eingereiht.
- Im nächsten Schritt wurde der Bezug zu den Praxisbeispielen hergestellt. Dies geschah in einer einfachen Kreuztabelle in der gleichen Excel-Datei, in der Wirkfaktoren (in den Zeilen) gegen Praxisbeispiele (Spalten) gestellt wurden.
- Pro Bezug Wirkfaktor – Praxisbeispiel wurde eine 1 oder eine 2 eingetragen. Wo kein Bezug existiert, wurde nichts eingetragen.
1 = Wirkfaktor wirkt direkt im Praxisbeispiel, (z.B. Förderprogramm als direkte Finanzierung)
2 = Wirkfaktor wirkt indirekt auf das Praxisbeispiel (z.B. ökologisches Bewusstsein)

Eine Gesamtgewichtung der Wirkfaktoren konnte über die Summierung der Anzahl der Best Practices erfolgen, in denen ein Faktor Auswirkung gezeigt hat. Abb. 15 zeigt auf, wie über die kollektive Bewertung der Bedeutung von Wirkfaktoren für die erfolgreiche Umsetzung der analysierten Best Practices eine Einschätzung der Gesamtwirkung der einzelnen Faktoren erfolgen konnte.

¹²⁴ von Radecki et al. 2013; Mohr et al. 2013; Loleit et al. 2013b; Stemmer et al. 2013; Loleit et al. 2013a; von Radecki et al. 2014. Alle Morgenstadt »City Reports« wurden auf der Internet Seite des Morgenstadt-Netzwerks veröffentlicht.

¹²⁵ Radecki et al. 2013

Abbildung 15: Wirkfaktoranalyse für Kopenhagen¹²⁶

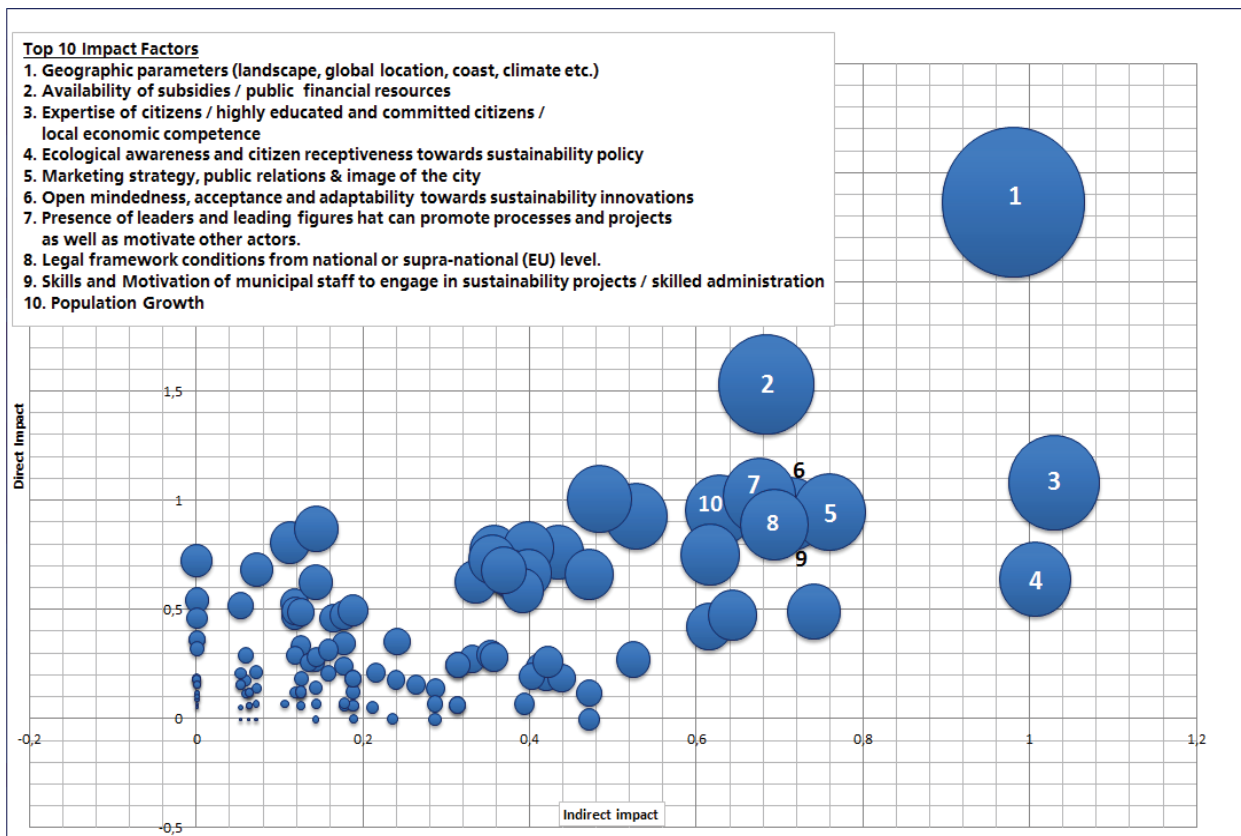


Insgesamt wurden mit dieser Methode 170 unterschiedliche Faktoren identifiziert, die in den sechs Vorreiterstädten eine nachhaltige Stadtentwicklung auf Gesamtstadtebene oder innerhalb der Praxisbeispiele beeinflussen. Sie wurden neun Kategorien zugeordnet, welche für die Zusammenfassung identifiziert wurden.

Abb. 16 zeigt eine Kompilierung aller identifizierten Wirkfaktoren in ihrer Bedeutung für die nachhaltige Entwicklung der analysierten Vorreiterstädte auf. Der Grafik liegt eine Normierung aller Wirkfaktoren auf Basis der Anzahl der vor Ort analysierten Best Practices zu Grunde, um sicherzustellen, dass die Auswirkung der Faktoren stadtübergreifend vergleichbar ist.

¹²⁶ Quelle: Eigene Darstellung

Abbildung 16: Kompilierung aller Wirkfaktoren über alle sechs Vorreiterstädte¹²⁷



Insgesamt lässt sich über diese Kompilation feststellen, dass in den analysierten Städten geographische Faktoren wie Topographie, Lage, Klima, Erdbeben- und Überflutungsgefahr etc. erfolgreiche Nachhaltigkeitsprojekte am stärksten beeinflussen, dicht gefolgt von der Verfügbarkeit öffentlicher Zuschüsse und der Bildung, bzw. der Einstellung der Bürger gegenüber innovativen und nachhaltigen Technologien und Lösungen. Die aus der Analyse der Wirkfaktoren gewonnenen Erkenntnisse können zukünftige Stadtanalysen basierend auf dem vorliegenden Analyseansatz unterstützen und wertvolle Hinweise für zielgerichtete Befragungen sowie die Ergänzung wichtiger Indikatoren geben. Für die vorliegende Arbeit stehen allerdings die Erprobung der Methode sowie die Aussagekraft der Ergebnisse im Vordergrund. In Kapitel 5.4 wird diese kritisch diskutiert und entsprechende Ergänzungen hinsichtlich der Anwendung innerhalb eines mehrdimensionalen Transformationsmodells vorgenommen. An dieser Stelle soll anhand der Beispielstadt Freiburg die Datenerhebung und Auswertung in den Vorreiterstädten aufgezeigt werden.

Exkurs: Erkenntnisse aus der Datenerhebung in Freiburg:¹²⁸

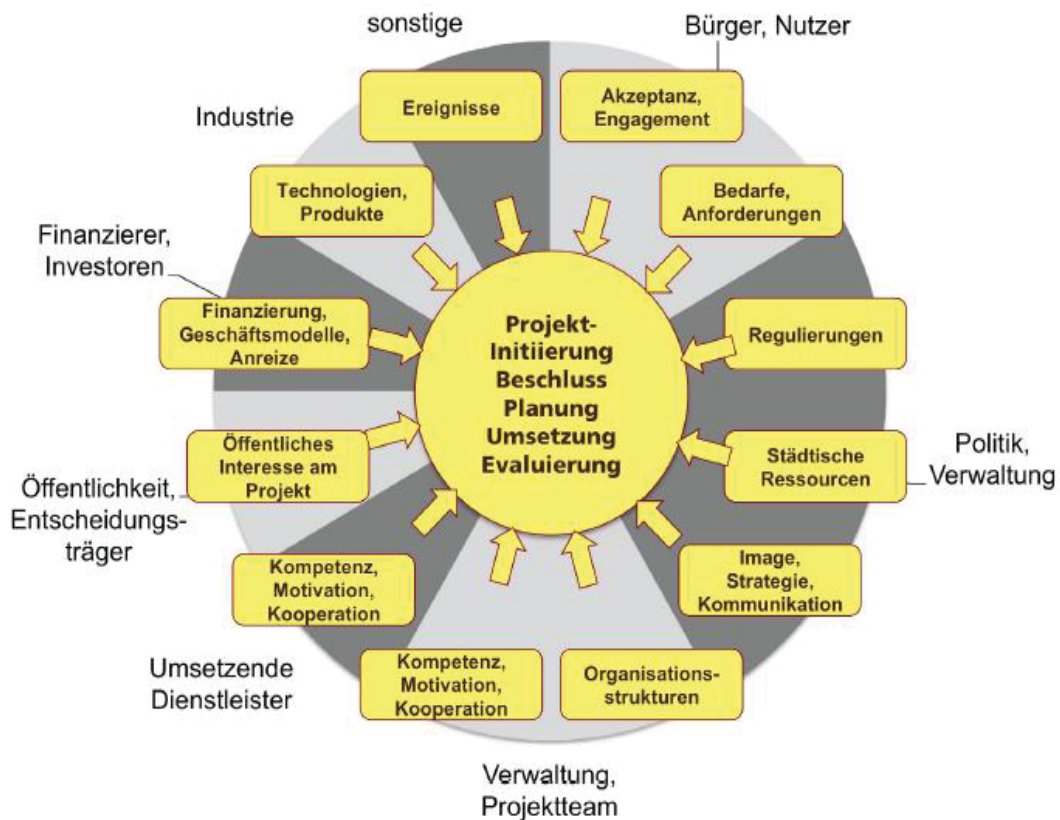
„In den Freiburger Praxisbeispielen wurden 43 Wirkfaktoren identifiziert, deren Wirkung auf die erfolgreiche Umsetzung der Praxisbeispiele variieren. Die Wirkfaktoren wurden zwölf Kategorien zugeordnet, die in Abbildung 17 gemeinsam mit den Akteuren, mit denen sie im Zusammenhang stehen, dargestellt sind. Dabei fällt auf, dass der Schwerpunkt der Wirkfaktor-Kategorien in Freiburg im Bereich

¹²⁷ Quelle: Eigene Darstellung

¹²⁸ Die Tabelle wurde dem City-Report Freiburg entnommen. von Radecki et al. 2013

Politik, Verwaltung, Projektteam liegt, was deren zentraler Rolle im Stadtsystem entspricht, aber auch der Tatsache geschuldet ist, dass vor allem städtische Projekte als Praxisbeispiele untersucht wurden.“¹²⁹

Abbildung 17: Klassifizierung der in Freiburg identifizierten Wirkfaktoren¹³⁰



„Viele Wirkfaktoren haben Einfluss auf mehrere Praxisbeispiele. Um die wichtigsten Wirkfaktoren in Bezug auf Nachhaltigkeitsprojekte zu identifizieren, wurden für jedes Praxisbeispiel die Wirkfaktoren identifiziert, die einen relevanten Einfluss darauf ausüben. [...]. Als wichtigste Wirkfaktor-Kategorie wurde »Kompetenz, Erfahrung, Motivation sowie Kooperationsbereitschaft« der involvierten Projektakteure aus Politik, Verwaltung, Wirtschaft und Zivilgesellschaft identifiziert. [...] »Stadtspezifische Rahmenfaktoren« und »Akzeptanz der Bürger« folgen in der Bedeutung der Wirkfaktor-Kategorien und unterstreichen die Erkenntnis, dass die Maßnahmen und Projekte sich immer auch an der vorhandenen Situation der Stadt und der Sichtweise der Bevölkerung orientieren müssen. Wenn Projektideen diesbezüglich kritisch beurteilt werden, empfiehlt es sich, Projekte vorzuschalten, die das Bewusstsein und die Akzeptanz in der Bevölkerung steigern. [...] Es zeigt sich über alle Praxisbeispiele hinweg die hohe Bedeutung einer »fachlichen Kompetenz und fachlichen Kenntnisstands der handelnden Akteure«, dicht gefolgt von »Aufgeschlossenheit, Akzeptanz und Anpassungsfähigkeit« gegenüber Innovationen. Wichtigster struktureller Wirkfaktor in Freiburg ist der Gemeinderat, der Nachhaltigkeits Themen aktiv vorantreibt, da er für die meisten der untersuchten Praxisbeispiele das relevante Entscheidungsgremium ist. Entsprechend spielen auch die Gemeinderats-Ausschüsse eine wichtige Rolle, in denen die vertiefte Fachdiskussion stattfindet, und die die Gemeinderatsbeschlüsse vorbereiten.

¹²⁹ Vergl. von Radecki et al. 2013, S. 106

¹³⁰ Ebenda

Neben dem Gemeinderat ist die hohe Dichte an wissenschaftlichen Institutionen in Freiburg ein zweiter struktureller Erfolgsfaktor für Freiburgs nachhaltige Entwicklung. Diese ermöglicht einerseits die fachliche Beratung der Stadt und ihrer Institutionen in Nachhaltigkeitsfragen, – so wurde die Klimaschutzstrategie von Freiburg in wesentlichen Aspekten vom Öko-Institut entwickelt – , andererseits gibt es damit auch viele Experten in der Stadt, die sich als fachkundige Bürger im Gemeinderat oder in Interessenvertretungen engagieren und auch auf diesem Wege die Politik mitgestalten. So wurde z.B. die Entwicklung des Freiburger Niedrigenergiehaus-Standards sowie der Passiv- und Plusenergiehäuser nur durch die Fachkompetenz von Energieexperten und engagierten Architekten möglich.“¹³¹

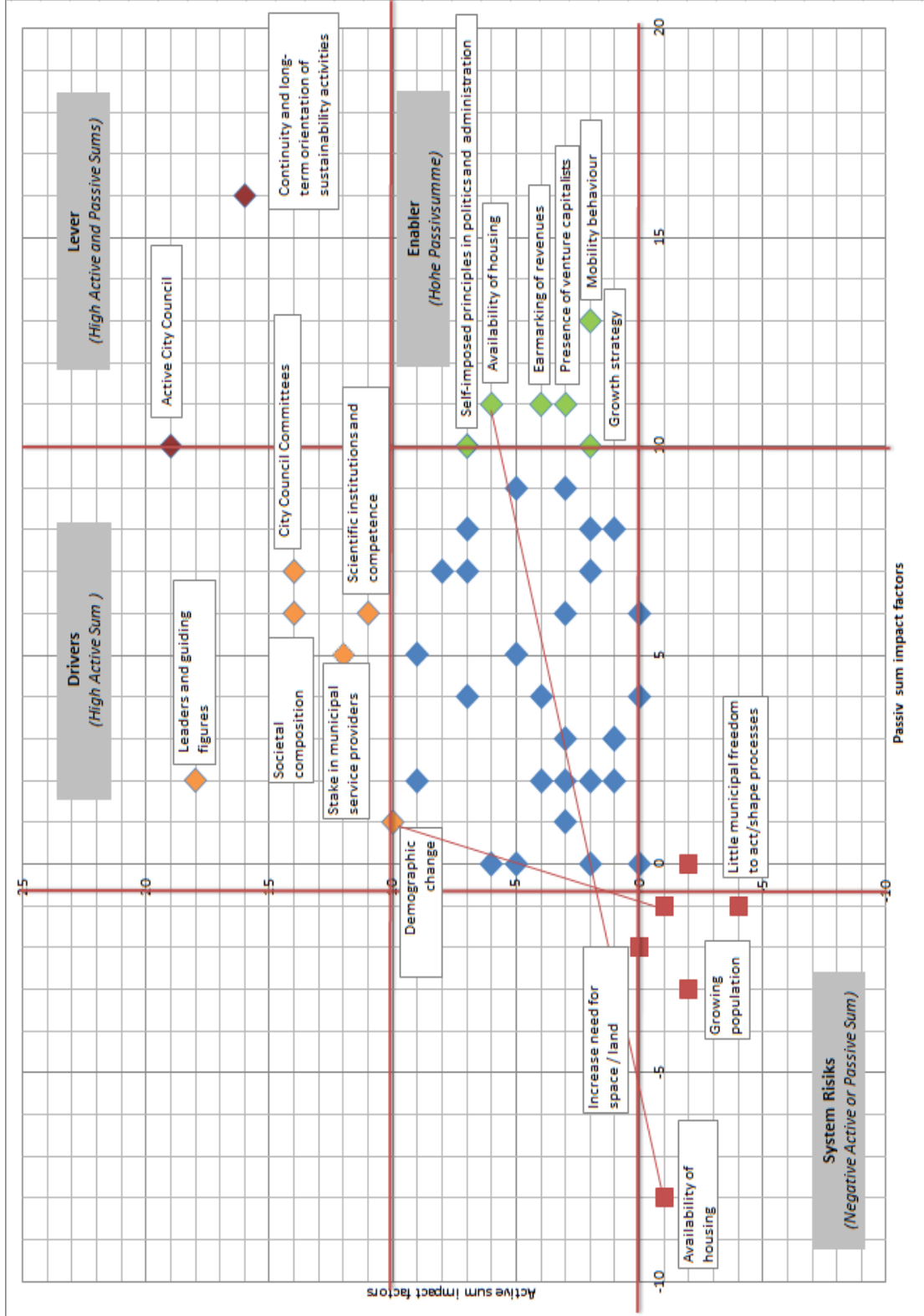
„Neben der Wirkung der einzelnen Wirkfaktoren auf die Praxisbeispiele wurde die Wirkung der Wirkfaktoren aufeinander mittels einer Cross-Impact-Matrix erfasst. Dabei wurden alle Wirkfaktoren auf beiden Achsen aufgetragen und jeweils bewertet, ob ein Wirkfaktor einen Einfluss auf einen anderen Wirkfaktor hat (ja = 1, nein = 0). Für ein Wirkfaktorpaar ergeben sich zwei Werte (Wirkung Faktor A auf Faktor B und Wirkung Faktor B auf Faktor A). Summiert man auf, wie oft ein Faktor auf einen anderen Faktor eine Wirkung hat, ergibt sich die Aktivsumme dieses Faktors, summiert man, wie oft er von anderen Faktoren beeinflusst wird, die Passivsumme. In Abbildung 18 sind die Wertepaare jedes Faktors aufgetragen (Passivsumme auf der x- Achse, Aktivsumme auf der y-Achse). Einige Wirkfaktoren weisen sowohl eine positive wie auch eine negative Wirkung auf andere Faktoren auf. Da es sich hierbei nicht um vergleichbare Wirkweisen handelt, lässt sich positive und negative Wirkung auch nicht gegeneinander aufrechnen. Diese Wirkfaktoren erscheinen somit in unten aufgeführter Grafik zweimal. Einmal mit ihrer positiven und einmal mit ihrer negativen Wirkung. Neben einer größeren Zahl von Wirkfaktoren, die relativ wenig Einfluss auf andere Faktoren haben bzw. wenig beeinflusst werden, können einige herausstechende Wirkfaktoren wie folgt identifiziert werden.

Treiber (Drivers) weisen eine hohe Aktivsumme auf und haben damit einen überdurchschnittlich hohen Einfluss auf andere Wirkfaktoren, gleichzeitig werden sie selbst relativ wenig beeinflusst. In Freiburg sind dies:

- *Führungspersonen / Leitfiguren*
- *Gemeinderats-Ausschüsse*
- *Die Beteiligung der Stadt an Dienstleistern*
- *Das Vorhandensein von wissenschaftlicher Kompetenz und Institutionen*
- *Die Zusammensetzung der Freiburger Gesellschaft*

¹³¹ von Radecki et al. 2013, S. 107

Abbildung 18: Cross-Impact-Analyse Freiburger Wirkfaktoren¹³²



¹³² von Radecki et al. 2013, S. 109

Hebel (Lever) sind die Faktoren, die sowohl eine überdurchschnittliche hohe Auswirkung auf andere Faktoren haben, als auch passiv durch überdurchschnittlich viele andere Faktoren beeinflusst werden.

- *Die hohe Bedeutung des Gemeinderats*
- *Kontinuität und eine langfristige Ausrichtung von Nachhaltigkeit fördernden Aktivitäten*

Enabler werden von vielen anderen Faktoren beeinflusst, weisen selbst aber wenig Einfluss auf andere Faktoren auf. Sie sind entscheidend für den Erfolg von Projekten:

- *Das Mobilitätsverhalten der Bürger*
- *Die gezielte Bindung von Einnahmen an Zwecke des Klimaschutzes und der Nachhaltigkeit*
- *Verfügbarkeit von Wohnraum*
- *Das Vorhandensein von Risikokapitalgebern*
- *Die Wachstumsstrategie der Stadt*
- *Selbstaufgelegte Grundsätze in Politik und Verwaltung*

Neben diesen herausragenden Wirkfaktoren wurden einige Systemrisiken identifiziert, d. h. Faktoren, die auf andere Wirkfaktoren eine negative Auswirkung haben, die aber nur in geringem Umfang beeinflussbar sind. Dies sind in Freiburg die Verfügbarkeit von bezahlbarem Wohnraum, das Bevölkerungswachstum sowie die Abhängigkeit von gesetzlichen Vorgaben, da eine große Anzahl an Regulierungen, z. B. im Bereich der Stadtplanung, Raumplanung, Bauplanung auf Landes- oder Bundesebene erfolgen und die Stadtpolitik erschweren oder konterkarieren können. Das Bevölkerungswachstum ist dahingehend ein Risiko, dass bei zu starkem Anstieg die Fortschritte z. B. in der Effizienzsteigerung, dem Wohnbau oder dem Flächenverbrauch durch die Bevölkerungsentwicklung aufgefressen und damit die gesetzten Ziele nicht erreicht werden. Auch der demographische Wandel ist gleichzeitig Treiber und Systemrisiko.“¹³³

Aus der Betrachtung der Handlungsebenen, den Praxisbeispielen und den auf sie wirkenden Faktoren wurden Handlungsfelder identifiziert, die in Freiburg eine zentrale Rolle bei der Transformation in Richtung Nachhaltigkeit spielen. Diese sind:

<i>Zielsetzung</i>	<ul style="list-style-type: none">• <i>Entwicklung von Leitbildern / Visionen / Zielen mit der Bevölkerung</i>
<i>Instrumente</i>	<ul style="list-style-type: none">• <i>Freiwillige Selbstverpflichtung der Stadt zu höheren ökologischen und sozialen Standards</i>• <i>Setzen von verpflichtenden Gebäudestandards für Neubauten</i>
<i>Governance</i>	<ul style="list-style-type: none">• <i>Langfristig, über die Legislaturperiode hinausgehende Planungs- und Managementansätze</i>• <i>Langfristige systematische Planung der Stadtstruktur</i>
<i>Energiepolitik</i>	<ul style="list-style-type: none">• <i>Energetische Sanierung</i>• <i>Fokussierung auf und Forcierung von erneuerbaren Energien</i>

¹³³ von Radecki et al. 2013, S. 111

<i>Verkehr</i>	<ul style="list-style-type: none">• <i>Gezielte Kombination unterschiedlicher Verkehrsträger für einen effizienteren Verkehr in der Stadt</i>• <i>Stadtentwicklungsplanung zur kompakten Stadt, d. h. der Stadt der kurzen Wege / Verkehrsvermeidung & Verkehrsverlagerung durch stadtplanerische Maßnahmen</i>
<i>Budget</i>	<ul style="list-style-type: none">• <i>Ausrichtung der Finanz- und Haushaltspolitik an definierten Nachhaltigkeitszielen (Priorisierung der Ausgaben entsprechend ihres Beitrags zur Erreichung der Nachhaltigkeitsziele)</i>
<i>Sozialer Friede</i>	<ul style="list-style-type: none">• <i>Erhaltung und Schaffung eines sozialverträglichen Mietniveaus</i>
<i>Image, Identifikation</i>	<ul style="list-style-type: none">• <i>Gezielte Gestaltung eines nachhaltigen und »grünen« Image der Stadt als Marke zur Steigerung der Attraktivität für Bürger und Besucher</i>

5 Entwicklung des Transformationsmodells

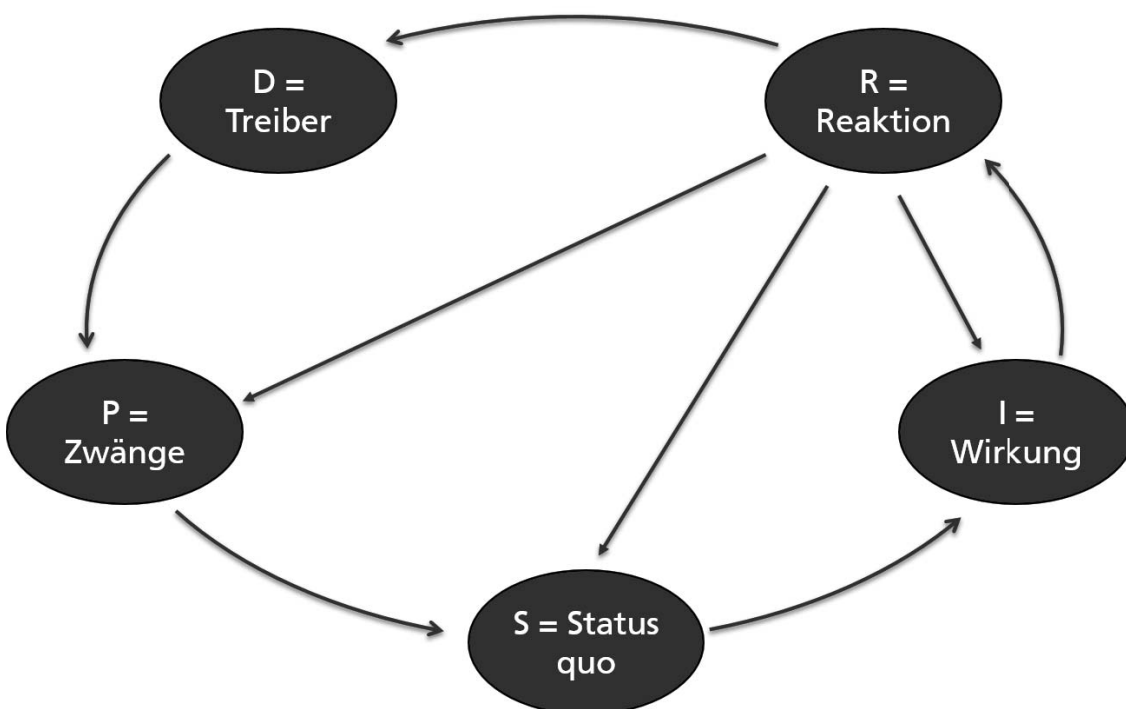
Über die Datenerhebung und Analysen in den sechs Vorreiterstädten wurde eine empirische Datengrundlage erzeugt, welche im weiteren Verlauf für die Entwicklung eines multidimensionalen Transformationsmodells für eine nachhaltige Stadtentwicklung herangezogen werden kann.

Auf den folgenden Seiten wird gezeigt, wie aus den Elementen der Best Practice-Analysen in Freiburg, Kopenhagen, New York, Berlin, Singapur und Tokyo ein integriertes Transformationsmodell entsteht, das sich in Zukunft zur Entwicklung geeigneter Nachhaltigkeitsstrategien für Städte weltweit heranziehen lässt.

5.1 Grundzüge eines multidimensionalen Transformationsmodells für Städte

Die Grundidee des hier entwickelten Transformationsmodell baut auf dem DPSIR-Framework¹³⁴ auf, welches durch Institutionen wie die US Environmental Protection Agency zur Modellierung komplexer Mensch-Umwelt-Zusammenhänge verwendet wird. Dieses Modell ermöglicht eine multidisziplinäre Analyse von Systemen, indem es Daten und Indikatoren aus unterschiedlichen Disziplinen und Systembereichen in Kategorien klassifiziert und diese aufeinander bezieht. „DPSIR“ steht dabei für „Drivers, Pressures, State, Impact and Response.“

Abbildung 19: Schema des »DPSIR Framework«¹³⁵



¹³⁴ Vergl. Kristensen 2004; EPA United States Environmental Protection Agency 2005; Ness et al. 2010

¹³⁵ Moldan et al. 2007, S. 128

Der Ansatz stammt aus den Umweltwissenschaften, wird aber mittlerweile in vielen Disziplinen zur Analyse und Strukturierung komplexer Nachhaltigkeits-Fragestellungen herangezogen¹³⁶. Das Vorgehen bei DPSIR folgt einer Zuordnung relevanter Indikatoren zu jeder der genannten Kategorien und einer anschließenden Analyse der hierdurch aufgezeigten Systemzusammenhänge. Auf diese Weise können Einflussgrößen über System-, Sektor- und Disziplinengrenzen hinweg aufgezeigt und entsprechende Maßnahmen und Strategien zur Optimierung des Gesamtsystems entwickelt und umgesetzt werden.

Prinzipiell wird hier die Auffassung geteilt, dass eine detaillierte Kenntnis über diese fünf Elemente idealerweise ein volles Systemverständnis für Städte erzeugen und individuelle Nachhaltigkeitsstrategien ermöglichen kann. Problematisch bei diesem Ansatz sind unter anderem jedoch folgende Punkte:

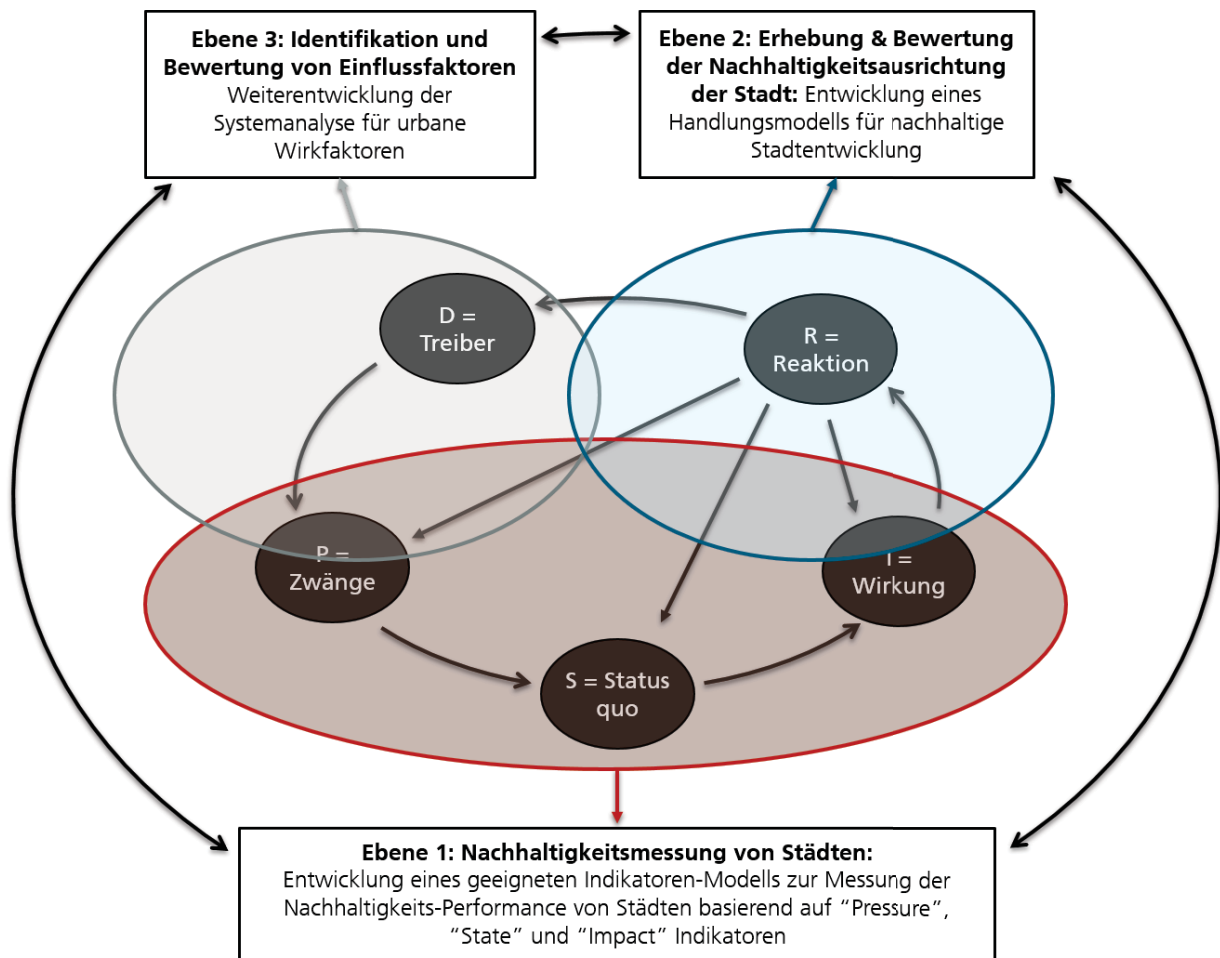
- In Städten tauchen die »Driving Forces« (in unserem Falle die Wirkfaktoren) oftmals nicht als quantifizierbare und eindeutig messbare Indikatoren auf, sondern sind vielmehr eine Mischung aus qualitativen und quantitativen Faktoren, die auf mehreren Ebenen (global, national, regional, lokal, historisch, geographisch, soziokulturell etc.) wirken können, und die es deshalb für jede Stadt individuell zu identifizieren gilt.
- Verwendet man die verfügbaren quantifizierbaren Indikatoren in statistischen Modellen, hängt der Effekt einer unabhängigen Variable meist von ihrer Interaktion mit mehreren anderen Variablen ab. Dies kann in Einzelfällen durch Interaktionsfaktoren in Regressionsmodellen aufgefangen werden, bei denen die Auswirkung mehrerer »Driver« als ein einziger Faktor gemittelt wird. Hierdurch werden allerdings Indikatoren als nicht statistisch signifikant behandelt, obwohl sie de facto signifikant wären. Verstärkt wird dieses Problem durch das Fehlen kohärenter Theoriegebäude für die einzelnen Zusammenhänge (z.B. zwischen bebauter Fläche und Energiebedarf), wodurch mathematische Modellierung sinnlos wird.¹³⁷
- Auch die „Responses“ sind oft nicht mit eindeutigen Indikatoren messbar – lediglich ihre Auswirkung lässt sich anhand einer kontinuierlichen Messung von „Impacts“ abschätzen. Zur Identifikation existierender Handlungsansätze und Maßnahmen in einer Stadt sowie zu deren Optimierung und Ergänzung bedarf es somit eines Ansatzes, der nachhaltige Stadtentwicklung als ein endliches Set möglicher Handlungsfelder begreift, die über ein standardisierbares Assessment erhebbare sind, ohne dass quantifizierbare (harte) Indikatoren bemüht werden müssten.
- Die „Responses“ (Handlungsfelder) stehen zudem ebenso unter der Einwirkung der Wirkfaktoren („Driving Forces“), weshalb diese Verbindung bei der Entwicklung von geeigneten Maßnahmen mitgedacht werden muss. Im DPSIR Modell ist dies nicht berücksichtigt.

Das im Folgenden vorgeschlagene Transformationsmodell modifiziert den DPSIR Ansatz aus diesen Gründen, ohne die Grundidee in Frage zu stellen. Ein quantifizierbares Indikatoren-Modell wird für die Ebenen „*Pressure, State und Impact*“ angewandt, um eine Nachhaltigkeitsmessung von Städten zu ermöglichen. Die „*Responses*“ werden in Form eines Handlungsmodells für nachhaltige Stadtentwicklung abgebildet, welches auf 86 identifizierten Handlungsfeldern aufbaut. Die „*Driving Forces*“ müssen für jede Stadt individuell identifiziert werden, weshalb hierfür die in Kapitel 4 erläuterte Methodik zur Identifikation und Bewertung urbaner Wirkfaktoren auf Basis der qualitativen Systemanalyse zum Einsatz kommt.

¹³⁶ Vergl. Niemeijer und de Groot, Rudolf S. 2008 zur Stellung von DPSIR in Indikatorensystemen und Carr et al. 2007 für ein Beispiel einer weiterführenden Anwendung.

¹³⁷ Vergl. Young et al. 2006, S. 3

Abbildung 20: Vom DPSIR-Framework zum Transformationsmodell für nachhaltige Stadtentwicklung¹³⁸



Neben der Ausarbeitung der einzelnen Teilelemente stellen vor allem die Rückkopplung und das In-Bezug-Setzen der einzelnen Elemente den Kern der Entwicklung des Transformationsmodells dar.

5.2 Ebene 1: Entwicklung eines geeigneten Indikatoren-Modells

Zur Identifikation des Status quo in den sechs untersuchten Städten waren im Vorfeld mehr als 500 Indikatoren definiert worden, die sich auf die acht definierten Morgenstadt-Sektoren sowie einen sozioökonomischen Bereich (soziale, wirtschaftliche, ökologische Daten) aufteilten. Speziell aus dem Energie-, Gebäude- und Mobilitätssektor wurde eine hohe Anzahl an Indikatoren definiert, die es pro Stadt zu erheben galt – darunter z.B. Indikatoren wie:

- Anteil des Wärmeenergiebedarfs, der durch Ressourcen in der Stadt gedeckt wird [%]
- Lokal produzierte Energie [MWh/Jahr] aufgeteilt nach Energiequelle
- Energiebedarf [MWh/Jahr] von Industrie, Haushalten und öffentlicher Hand
- Modal Split des urbanen Verkehrs [%]
- Länge des Radwegenetzes [km]
- Anzahl Ladestationen für E-Fahrzeuge
- CO₂-Emissionen aus dem Verkehrssektor
- GFA (Gross floor area) pro Person [m²]

¹³⁸ Eigene Darstellung

- Sanierungsrate pro Jahr [% des Gebäudebestands]
- Energiebedarf des Gebäudebestands [MWh/Jahr]
- Etc.¹³⁹

Über alle sechs Städte wurden zu 58 Prozent der Indikatoren Daten identifiziert, analysiert und für die Interpretation des Erfolgs auf der Stadtsystemebene sowie auf der Best Practice-Ebene herangezogen. Eine anschließende Evaluierung des Indikatoren-Modells ergab folgende Haupt-Kritikpunkte:

- Die Anzahl der Indikatoren ist deutlich zu hoch
- Eine Erhebung aller Indikatoren lässt sich nicht mit rechtfertigbarem Aufwand durchführen
- Der Erkenntnisgewinn eines derart detaillierten Datenmodells steht nicht im Verhältnis zum Aufwand der Datenbeschaffung.

Für eine Optimierung des Indikatoren-Modells wurde somit folgende Bedingungen festgehalten:

- a) Von den einzelnen Fachexperten müssen pro Sektor maximal zwölf Indikatoren ausgewählt werden, die eine zuverlässige Messung des quantifizierbaren Nachhaltigkeitsprofils einer Stadt ermöglichen.
- b) Die sozioökonomischen Indikatoren werden ebenfalls auf die wichtigsten zwölf beschränkt.
- c) Jeder der Indikatoren muss nachweislich in mindestens drei der sechs Städte erhebbar / identifizierbar gewesen sein.

Nach Konsolidierung der Indikatoren wurden die verbleibenden Indikatoren in die Kategorien „*Pressures*“ (Zwänge, denen die Stadt ausgesetzt ist), „*State*“ (Zustand der städtischen Systeme und Infrastrukturen) und „*Impact*“ (Auswirkung der städtischen Prozesse und Systeme auf Umwelt, Mensch und Wirtschaft) eingeteilt. Hierüber entstand ein Set an 108 Indikatoren, welches für die quantifizierbare Analyse des Nachhaltigkeitsprofils einer Stadt als adäquat im Sinne der definierten Bereiche angesehen werden kann. Nicht betrachtete Bereiche (z.B. Gesundheit, Korruptionsbekämpfung oder Qualität der Ökosysteme) sind in diesem Modell nicht enthalten.

¹³⁹ Die vollständige Liste an Indikatoren kann bei Bedarf beim Autor eingesehen werden. Aus Platzgründen befindet sich lediglich die optimierte Indikatoren-Liste im Anhang.

Abbildung 21: Übersicht über das Indikatoren-Modell¹⁴⁰



Um das Indikatoren-Set im internationalen wissenschaftlichen Diskurs zu verorten, wurde es anschließend mit alternativen Indikatoren-Systemen für nachhaltige Stadtentwicklung abgeglichen. Hierfür wurden vor allem der im Mai 2014 verabschiedete ISO Standard 37120¹⁴¹, das ESCI Indikatoren-Modell der Inter American Bank for Development (IDB)¹⁴² sowie die Schweizer Indikatoren für nachhaltige Kommunalentwicklung „Cercle Indicateurs“¹⁴³ als geeignete Systeme identifiziert. Ein Abgleich ergab, dass 37 Indikatoren identisch oder nahezu identisch mit ISO 37120 sind, 38 Indikatoren identisch oder nahezu identisch mit Indikatoren aus dem ESCI System, und 21 Indikatoren identisch oder nahezu identisch mit den Cercle Indicateurs sind. Nach Herausrechnung der Überschneidungen zwischen den drei Vergleichssystemen werden 60 der Morgenstadt-Indikatoren (55%) durch bereits existierende Systeme abgedeckt und beschrieben. Aus Gründen der Praktikabilität wurde für diese Indikatoren die Definition, Beschreibung und Erhebungsmethode aus den erwähnten Quellen übernommen. Für die verbliebenen 48 eigenen Indikatoren wurden eigene Definitionen, Beschreibungen und Erhebungsmethoden verfasst.

Kernstück einer Stadtanalyse ist die Bewertung der erhobenen Daten im Sinne eines Vergleichs des Status quo mit einem anzustrebenden und wünschenswerten Zustand. Dies geschieht gemeinhin über ein Benchmarking System, bei dem den einzelnen Indikatoren Zielwerte oder Zielwertbereiche zugeordnet werden¹⁴⁴. Für das hier definierte Morgenstadt-Indikatoren System wurde ein Benchmarking

¹⁴⁰ Eigene Darstellung

¹⁴¹ ISO 2014

¹⁴² Inter- American Development Bank 2013

¹⁴³ Schweizerische Eidgenossenschaft 2013b

¹⁴⁴ Ausführlich wird das Thema Kommunalen Benchmarks behandelt bei Ammons 2012 sowie bei Boyko et al. 2012 und Shen et al. 2011. Generell lässt sich zwischen drei unterschiedlichen Benchmark-Systemen unterscheiden: 1. Absolute Zielvorgaben: einzelnen Indikatoren werden absolute Werte als Zielwerte zugeordnet, z.B. Benchmark = 30% Anteil erneuerbarer Energien im Energienetz. Ein gutes Beispiel hierfür sind die ELITE Cities MoHURd-Indikatoren aus China (Zhou et al. 2015). Dieses System funktioniert hervorragend auf der Ebene von Meta-Indikatoren. Problematisch wird es, wenn sehr unterschiedliche individuelle Stadtsysteme konkrete Zielvorgaben für teilweise sehr detaillierte Indikatoren verfolgen sollen. 2. Zielbereichsvorgaben: für jeden Indikator werden Bereiche definiert, in denen eine Bewertung der lokalen Ausprägung in Form eines Ampelsystems (gut = grün, mittel = gelb, schlecht = rot) vorgenommen werden kann. Ein Beispiel für dieses System ist z.B. das ESCI Indikatoren-System (Inter- American Development Bank 2013). Ampelsysteme haben den Vorteil, klare Entwicklungsziele vorzugeben, ohne bei jedem Indikator zu sehr ins Detail zu gehen. Sie ermöglichen ein rasches Priorisieren. 3. Richtungsangaben: Für jeden Indikator wird eine Entwicklungsrichtung vorgegeben (Reduzieren oder Erhöhen). Beispiele hierfür sind das Indikatoren-

hinterlegt, welches sich am Ampelsystem der ESCI-Indikatoren orientiert und für jeden Indikator einen Sollbereich vorgibt. Die Benchmark-Werte für die einzelnen Indikatoren wurden, wo möglich, existierenden Benchmarking-Systemen entnommen¹⁴⁵. Wo dies nicht möglich war, dienten die Daten aus den Analysen der Vorreiterstädte Freiburg, Kopenhagen, Singapur, Berlin, New York und Tokyo als Benchmark für spätere Analysen. Der Benchmark für den einzelnen Indikator wurde jeweils an Hand der besten Stadt (im Sinne der dem Projekt zu Grunde liegenden Nachhaltigkeitsdefinition) definiert.

Das hierüber entstandene Indikatoren-Modell ermöglicht eine volle Erhebung und Bewertung des aktuellen Nachhaltigkeitszustands einer Stadt über die drei Kategorien „*Pressures*“ (Zwänge, die auf das System einwirken), „*State*“ (Zustand der Systemelemente und Infrastrukturen) und „*Impact*“ (Auswirkung des Systems auf Umwelt, Wirtschaft und Gesellschaft). Das Indikatoren-Modell befindet sich als komplettes Übersichtsdokument im Anhang dieser Dissertation.

5.3 Ebene 2: Identifikation, Aggregation und Aufbereitung relevanter Handlungs- und Technologiefelder













Die zweite Ebene des Modells besteht in einem „Action & Response Framework“ für eine nachhaltige Stadtentwicklung. Hiermit ist die Erhebung des Erfüllungsgrades all jener Handlungsfelder gemeint, die eine positive Auswirkung auf eine nachhaltige Entwicklung einer Stadt haben.

Im Rahmen der Analysen in den Vorreiterstädten wurden pro Stadt die wichtigsten Handlungsfelder identifiziert und beschrieben, über die die jeweilige Stadt ihre nachhaltige Entwicklung vorantreibt. Dies wurde ermöglicht durch die tägliche Interaktion der Fachexperten und den täglichen Vergleich ihrer Analysen auf Stadtsystemebene sowie auf Best Practice-Ebene. Insgesamt wurden 130 Handlungsfelder von allen beteiligten Experten zusammengetragen und zunächst in sehr komprimierter Form beschrieben. Abb. 22 zeigt einen beispielhaften Auszug hierzu:

System des PlaNYC (NYC Office for Long-term planning and sustainability 2007) sowie die „Cercle Indicateurs“, Schweizerische Eidgenossenschaft 2013a). Der Vorteil eines solchen Systems ist die Fähigkeit zur lokalen Adaption, es fehlen aber konkrete Zielwerte, bzw. Transparenz darüber, wann ein Ziel erreicht ist, bzw. wie weit die Stadt davon entfernt ist.

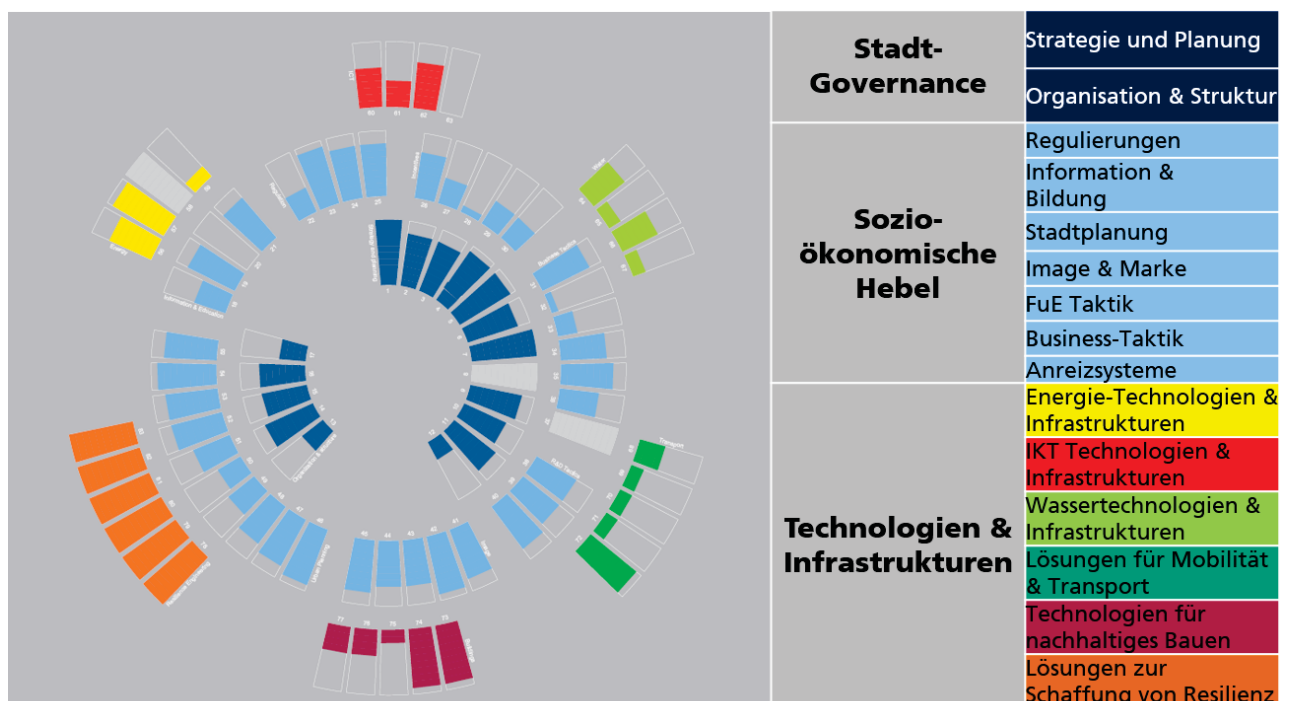
¹⁴⁵ Dies war im Fall der ESCI Indikatoren möglich. Zum Zeitpunkt des Verfassens dieser Dissertation (Sommer 2016) war das Benchmarking System für ISO 37120 noch in Arbeit.

Abbildung 22: Auszug aus den Stadtanalysen als Zwischenschritt zur Definition der Handlungsfelder

 <h3>Risikobewertung für nachhaltige Technologien / Lösungen</h3>	 <h3>Projektentwicklung</h3> <p>Investoren, Anbieter und Initiatoren nachhaltiger Stadtprojekte benötigen eine klare Bewertung des Risikos, welches sie mit innovativen Lösungen eingehen. Hierfür wird zum einen Planungssicherheit durch langfristige Vorgaben der Stadt, zum anderen aber auch technologisches Know How und Erfahrungswissen benötigt.</p> <p>Freiburg</p>
 <h3>Anreize für „First Movers„ und Invest-Communities</h3>	 <h3>Projektentwicklung</h3> <p>Innovative Stadtlösungen werden von „First Movers“ umgesetzt. Diese müssen von Kommunen aktiviert werden, indem entsprechende Anreize gesetzt, bzw. Auflagen für die Entwicklung von Gebieten oder Projekten gemacht werden. In Freiburg sind aus dem Zusammenspiel von First Movers und Stadt die baulandpolitischen Grundsätze entstanden.</p> <p>Freiburg</p>
 <h3>Finanzierung von innovativen / nachhaltigen Technologien und Projekten</h3>	 <h3>Projektentwicklung</h3> <p>Der badenova Innovationsfonds ist ein gutes Beispiel dafür, wie sich Investments in Wasser- und Klimaschutz triggern lassen, über eine gezielte Förderung innovativer Projekte. Grundlage hierfür ist eine zweckgebundene Zuweisung von 3% des Gewinns.</p> <p>Freiburg</p>
 <h3>Energetische Sanierung</h3>	 <h3>Technologien</h3> <p>Die Sanierung im Bestand (Altbau, aber auch 60er und 70er Jahre) bedarf eine Kombination von kluger Finanzierung und innovativer Technologien (Neue Dämmstoffe, BHKW's, Solare Wärme-Erzeugung). Zudem müssen Modelle gefunden werden, um eine erfolgreiche Altbauanierung in komplizierten Eigentümergemeinschaften durchzuführen.</p> <p>Freiburg</p>
 <h3>Dezentrale Energie-Erzeugung / Smart Grids</h3>	 <h3>Technologien</h3> <p>BHKW's, Solaranlagen, Fernwärme, Ausweitung von Windkraft, Mikro-Wasserkraft-Anlagen etc.</p> <p>Freiburg</p>
 <h3>Gebäudestandards/ Zertifizierungen</h3>	 <h3>Technologien</h3> <p>Niedrigenergiehaus, Passivhaus, Plusenergiehaus. Aber auch: Recyclingfähigkeit und verwendete Materialien</p> <p>Freiburg</p>

Im Rahmen eines zweitägigen Workshops mit allen an der Erhebung beteiligten Experten wurden die Handlungsfelder miteinander verglichen, kategorisiert, aggregiert und in ein System von 86 Handlungsfeldern überführt. Die drei Hauptkategorien „Urban Leadership“, „Levers“ und „Points of Action“ wurden insgesamt in 15 Bereiche unterteilt, denen die korrespondierenden Handlungsfelder zugeordnet wurden. Die Zuordnung geschah auf Grund von kausaler Zugehörigkeit bzw. disziplinärer Verwandtschaft der Felder. Allen Handlungsfeldern ist gemein, dass sie schwer nur noch einem einzigen Sektor bzw. einer einzigen Disziplin zuzuordnen sind. Es sind realitätsnahe Maßnahmen, welche städtische Akteure treffen können, um ihre Stadt nachhaltiger zu machen. Insgesamt decken die 86 Handlungsfelder einen großen Teil dessen ab, was nachhaltige Stadtentwicklung auf der konkreten Handlungsebene ausmacht. Abb. 23 gibt eine Übersicht über die 15 Bereiche der Handlungsfelder sowie eine grafische Lösung zur Präsentation eines hierauf beruhenden Stadtprofils.

Abbildung 23: Action & Response Framework¹⁴⁶



Die Einteilung in die drei Hauptkategorien „Stadt-Governance“, „Sozioökonomische Hebel“ und „Technologien- und Infrastrukturen“ spiegelt dabei die drei wesentlichen Handlungsebenen wider, auf denen Nachhaltige Stadtentwicklung fußt: **Management – Strategie – Technologie**.

Stadt-Governance („Urban Leadership“) repräsentiert ein Set an Handlungsfeldern, über das die leitenden Politiker und Verwaltungsangestellten der Stadt (Bürgermeister, Dezernenten, Amtsleiter, Leiter von städtischen Unternehmen) die Steuerung und das Management der Stadtentwicklung positiv im Sinne von Nachhaltigkeit und einer langfristigen strategischen Ausrichtung beeinflussen können. Dabei spielen auf der einen Seite Faktoren der Strategie und Planung eine Rolle (z.B. über welche Instrumente langfristige Entwicklungspfade über politische Umbrüche hinweg sichergestellt werden können), auf der anderen Seite existieren eine Reihe von Stellhebeln auf der Ebene von Organisation

¹⁴⁶ Eigene Darstellung

und Struktur innerhalb der Stadtverwaltung, mit Hilfe derer z.B. eine dezernatsübergreifende Zusammenarbeit oder eine bessere Wissensbasis von Verwaltungsmitarbeitern geschaffen werden können. Tabelle 5 gibt eine Übersicht über die Handlungsfelder im Bereich „Urban Leadership“:

Tabelle 5: Handlungsfelder im Bereich „Stadt-Governance“

Strategie und Planung	1.	Zielsetzung, strategische Planung und Steuerung der Stadtentwicklung über einen langfristigen Zeithorizont (mehr als 20 Jahre)
	2.	Definition von Indikatoren, Schaffung von Kennzahlensystemen für Nachhaltigkeit / Klimaschutz
	3.	Schaffung von beratenden Gremien für Politik und Stadtverwaltung zu Nachhaltigkeitsthemen aus Forschung, Zivilgesellschaft und Wirtschaft
	4.	Entwicklung von Leitbildern / Visionen / Zielen gemeinsam mit der Bevölkerung
	5.	Ausrichtung der Finanz- und Haushaltspolitik an definierten Nachhaltigkeitszielen (Priorisierung der Ausgaben entsprechend ihres Beitrags zur Erreichung der Nachhaltigkeitsziele)
	6.	Zielgerichtetes Management von Klimaschutz und Nachhaltigkeit in der Stadtverwaltung über moderne kommunale Management- und Planungssysteme
	7.	Freiwillige Selbstverpflichtung der Stadt zu höheren ökologischen und sozialen Standards
	8.	Kommunales Klimaschutzmanagement
	9.	Beteiligung der Stadt an lokalen Unternehmen zur Betreibung von Infrastruktur und zum Anbieten städtischer Dienstleistungen
	10.	Zusammenarbeit zwischen Stadt und angrenzender Region bei Umwelt- und Klimaschutz, bzw. Nachhaltigkeitsthemen
	11.	Schaffung von Räumen für semi-formelle und informelle Netzwerke
	12.	Entwicklung und Umsetzung einer kommunalen Innovationsstrategie
Organisation und Struktur	13.	Schaffung von flachen Hierarchien in der Stadtverwaltung
	14.	Errichtung von Verwaltungsstrukturen und Programmen, die zu einer lernenden Organisation führen.
	15.	Schaffung von Dezernats-übergreifenden Verwaltungsstrukturen für kommunales Nachhaltigkeitsmanagement
	16.	Angebot und Administration von Partizipations-Plattformen für Bürger
	17.	Schulung der Verwaltungsangestellten zu den Themen Nachhaltigkeit, Klimaschutz, nachhaltige Kostenplanung etc.

Sozioökonomische Hebel („Levers“) sind Handlungsfelder, die als sozio-ökonomische Strategien unterschiedlichen städtischen Akteuren zur Verfügung stehen, um eine innovative und nachhaltige Entwicklung der Stadt voranzutreiben. Sie beziehen sich sowohl auf legislative Stellschrauben (Regulierungen, Anreizsysteme), als auch auf eine Reihe an konkreten Aufgabenfeldern, die bereits teilweise Einzug in Stadtverwaltungen gehalten haben. Hierzu gehören innovative Formen der Stadtplanung, Information und Bildung, das Branding und Image einer Stadt sowie die Zusammenarbeit der Stadt mit Wirtschaft und Forschung. In ihrer Gesamtheit beschreiben die „Hebel“ ein umfassendes Strategiemodell, über welches Städte wesentliche Akzente bei der Ausrichtung ihrer Nachhaltigkeitsstrategie setzen können. Tabelle 6 zeigt die Handlungsfelder, die unter den Bereich der sozioökonomischen Hebel subsumiert wurden:

Tabelle 6: Handlungsfelder, die strategische Hebel für städtische Akteure darstellen

Regulierung	18.	Regulierung von Bauprozessen und Bau-Abläufen
	19.	Erhaltung und Schaffung eines sozialverträglichen Mietniveaus
	20.	Erzwingen von nachhaltigem Verhalten und Investitionen durch Regulierungen, z.B. durch das Setzen von Grenzwerten
	21.	Verkehrsverlagerung auf Fuß, Rad und ÖPNV durch Regulierung
Information und Bildung	22.	Schaffung einer innovations- und transformationsfreundlichen »Stimmung« in der Stadt in Bezug auf Technologien und Projekte im Bereich Nachhaltigkeit
	23.	Schaffung eines Bewusstseins für Nachhaltigkeit bei der Bevölkerung durch Bildungs- und Informationskampagnen, Mitmachaktionen etc.
	24.	Entwicklung und Durchführung von Sensibilisierungskampagnen zum sparsamen Umgang mit Energie und Ressourcen
	25.	Bildung für Nachhaltige Entwicklung (BNE)
Stadtplanung	26.	Systematische langfristige Planung der Stadtstruktur
	27.	Entwicklung von quartiers- bzw. stadtteilbezogenen Leitlinien, Zielen und Plänen in Zusammenarbeit von Stadtverwaltung und lokalen Akteuren
	28.	Entwicklung und Umsetzung von Märkte- und Zentrenkonzepten
	29.	Innovative bottom-up Konzepte im Wohnungsbau (Co-Housing, Genossenschaftsmodelle, generationenübergreifendes Wohnen)
	30.	Erhaltung und neue Nutzungskonzepte für bestehende Infrastruktur
	31.	Alternative Kriterien und Vergabeverfahren für Liegenschaften
	32.	Quartiersmanagement - kleinräumige Nutzungsmischung auf Quartiersebene
	33.	„Transport Oriented Development“ – „TOD“ (Entwicklung neuer Wohn- und Gewerbegebiete entlang von ÖPNV-Trassen)
	34.	Stadtentwicklungsplanung zur Kompakten Stadt (Stadt der kurzen Wege)
	35.	Entwicklung von Green Industry Parks (innerstädtische Industriegebiete basierend auf Effizienz und gemeinschaftlicher Ressourcennutzung)

Image & Brand	36.	Unterstützung von lokalen KMU durch Vernetzung, Marketing, Clustermanagement
	37.	Bewusste Gestaltung einer nachhaltigen, grünen, attraktiven Stadt zur Schaffung einer Marke (Grünes Image).
	38.	Angebote und Dienstleistungen durch die Stadt zur Erhöhung der Attraktivität für qualifizierte Arbeitskräfte
	39.	Business Identity Management zur Weiterentwicklung des Standorts als "Green City"
	40.	Internationales City Marketing
R&D Taktik	41.	Unterstützung von gemeinsamen Forschungseinrichtungen von Industrie & Wissenschaft für Nachhaltigkeitsthemen, Smart City etc.
	42.	Schaffen von Experimentierflächen und Möglichkeiten zur Pilotierung und Demonstration innovativer Technologien
	43.	Anwerbung und Unterstützung von Forschung und Wissenschaft als Inkubatoren für Nachhaltigkeitsinitiativen
Business Taktik	44.	Innovative öffentlich-private Finanzierungsmodelle für Nachhaltigkeitsprojekte.
	45.	Übertragen von Stadtentwicklungsaufgaben an einzelne private Unternehmen
	46.	Senkung von administrativen und sonstigen Barrieren, um Fachkräfte, Investoren und Unternehmen anzusiedeln.
	47.	Aktivierung von Wirtschaftsakteuren zur Unterstützung und Umsetzung der Nachhaltigkeitsstrategie der Stadt
	48.	Verträge zwischen Stadt und Energiedienstleister, um CO ₂ -Emissionen zu senken
	49.	Aktive Partnerschaft zwischen Stadt und privater Wirtschaft mit dem Ziel der nachhaltigen Stadtentwicklung
Anreize	50.	Entwicklung und Angebot von Dienstleistungen durch die Stadt zur Unterstützung von Nachhaltigkeitslösungen
	51.	Förderungen / Subventionen durch die Stadt für nachhaltige Technologien und Lösungen
	52.	Schaffung von Märkten für nachhaltige Produkte und Lösungen über das Entwickeln von Marktregeln, Benchmarking und Setzen von Standards
	53.	Schaffung von Anreizen für "First Movers" und InvestCommunities
	55.	Schaffen von Anreizen für "First Movers" und InvestCommunities

Technologien & Infrastrukturen („Points of Action“) repräsentieren die Technologien und Infrastrukturlösungen, welche einen Wandel zur effizienten Nutzung von Energie und Ressourcen im urbanen Raum sowie einen Beitrag zur Minderung von Emissionen und zur Erhöhung der Resilienz leisten. Sie wurden aus der ursprünglichen Betrachtung der acht Sektoren heraus entwickelt und beziehen sich weitgehend auf einzelne Technologiesektoren und darin enthaltene Innovationen, die einen positiven Beitrag zu den Nachhaltigkeitszielen (vergl. Seite 11) leisten können. Tabelle 7 gibt eine Übersicht über die technologiebezogenen Handlungsfelder im Modell.

Tabelle 7: Technologien und Infrastrukturen im Handlungsmodell

Energie	56	Hocheffiziente, zentralisierte Wärme- und Kälteversorgung (District Heating / District Cooling)
	57	Forcierung von erneuerbaren Energien
	58	Kommunales Energiemanagement
	58a	Nutzung urbaner Wärmequellen über Wärmerückgewinnung und Geothermie
	58b	Effizienzsteigerung der Industrie durch Effizienznetzwerke
	59	Einsatz von Smart Grid Technologien
IKT	60	Interoperable Elektronische Zahlungssysteme im ÖPNV
	61	Städtische Open Data-Systeme
	62	Big Data-Systeme und Urban Analytics
	63	Intelligentes Verkehrs-Management inklusive Einsatz von Echtzeit-Informationen
Wasser	64	Management städtischer Emissionen im Wassersystem
	65	Aktives Management des Urbanen Wasserzyklus (Regenwasser, Wasserflächen, Grüne Infrastruktur, Bedarfsmanagement)
	66	Management des Water-Energy-Nexus
	67	Smarte und resiliente Infrastrukturen für das urbane Wassersystem
Transport & Mobilität	68	Innovative, nachhaltige Belieferungskonzepte für Einzelhandel und Privatkunden in Stadtteilen mit hoher Gebäude-/Personendichte (Stadtzentren,...)
	69	Intermodaler städtischer Wirtschaftsverkehr
	70	Bereitstellung von E-Mobility-Infrastruktur in der Stadt
	71	Optimierung von Straßennetz und Verkehrswegen zur besseren Verteilung des Verkehrs
	72	Gezielte Kombination unterschiedlicher Verkehrsträger für einen effizienteren Verkehr in der Stadt
Gebäude	73	Energetische Gebäudesanierung
	74	Verschärfte Gebäudestandards für Neubauten und ggf. für Gebäudesanierungen
	75	Gebäudezertifizierungen
	76	Analyse und Management von Stoffströmen in der Stadt
	77	Kostensenkung von Gebäuden durch hohen Grad der Vorfertigung
Resilience Engineering	78	Vernetzte Sicherheitslösungen
	79	Integriertes Risikomanagement
	80	Entwicklung und Vorhaltung von Maßnahmen zum Wiederherstellen (kleinräumiger) wirtschaftlicher Aktivität nach Katastrophen.

81	Hochwasserschutz (Deiche, Auffangbecken, Rückhaltemaßnahmen)
82	Sicherheitsstrategien (z.B. Erhöhung der Polizeipräsenz) und Kriminalitätsprävention
83	Resilience-by-design-Ansätze zum Schutz kritischer Infrastruktur

Existierende kommunale Nachhaltigkeitsmanagementprogramme decken Teile der Handlungsfelder im Bereich „Urban Leadership“ ab¹⁴⁷. Sie sind allerdings weder in umfassendere Analyseansätze eingebettet, noch sind sie einheitlich operationalisiert oder decken die hier aufgezeigte Bandbreite an Handlungsfeldern ab. Der Bereich „Urban Leadership“ im vorliegenden Analyseansatz zeigt über 17 Handlungsfelder auf, über welche Steuerungselemente Kommunalpolitiker und Stadtverwaltungen eine umfassende strategische, strukturelle und organisatorische Ausrichtung des urbanen Governance Systems auf ein langfristiges erfolgreiches Management einer nachhaltigen Entwicklung bewerkstelligen können. Über die beiden anderen Ebenen (Strategie und Technologie) wird ein kohärentes Handlungsmodell erzeugt, in dem Aktionspotenziale sektorübergreifend in urbanen Entwicklungsstrategien verortet werden können.

Viele der Handlungsfelder in den drei Ebenen sind nicht neu. Es existiert eine Vielzahl an Fallstudien zur Entwicklung von Städten, in denen einzelne oder mehrere der hier aufgelisteten Handlungsfelder in ihrer Ausprägung und Wirkung analysiert und beschrieben werden. Zum Großteil handelt es sich dabei um weitgehend wissenschaftlich gefestigte Konzepte und Maßnahmen, deren positive Auswirkung auf eine nachhaltige Stadtentwicklung in vielen Fällen nachgewiesen werden konnten. Allein der Bereich der nachhaltigen Stadtplanung ist an sich bereits ein großes Forschungsgebiet mit unzähligen Publikationen und Fallstudien¹⁴⁸. Neu ist in dem vorliegenden Modell die Zusammenstellung, die einheitliche Betrachtungsweise aller Handlungsfelder in ihrer Rolle und Auswirkung auf eine nachhaltige Stadtentwicklung sowie die einheitliche Operationalisierung in einem Analysetool. Es existieren bis dato keine Publikationen oder Studien, welche diese Handlungsfelder in einen logischen Zusammenhang als strategische Instrumente für eine nachhaltige Stadtentwicklung stellen. Jedes einzelne Handlungsfeld ist in unterschiedlichen Formen bereits umfassend beschrieben und analysiert worden, nicht jedoch das Zusammenspiel mit den anderen Handlungsfeldern und das Gesamtwirkungsgefüge innerhalb einer Stadt. Insbesondere das Zusammenspiel von sauberen und effizienten Technologien und Infrastrukturen mit Handlungsfeldern im Bereich der sozioökonomischen Strategien, der Stadtplanung sowie der Governance-Ebene, ist eine Neuerung, welche in vergleichbaren Ansätzen nicht gegeben ist. Sie ermöglicht ganzheitliche Entwicklungsstrategien und integrierte Investitionsansätze, die das Potenzial sauberer urbaner Technologien heben, dabei aber deren Verankerung in sozialen, wirtschaftlichen und politischen Strukturen und Prozessen berücksichtigen.

Um diesem Umstand Rechnung zu tragen wurde für jedes Handlungsfeld ein mehrseitiger Steckbrief ausgearbeitet, um a) eine möglichst genaue Beschreibung des Handlungsfelds zu geben, und b) eine Operationalisierung der Handlungsfelder im Sinne einer Erhebung der aktuellen Ausprägung zu ermöglichen. Dabei wurden aktuelle Publikationen und Fallstudien zu den einzelnen Handlungsfeldern berücksichtigt.

¹⁴⁷ Z.B. Malik 2008; Rohde und Loew 2011 oder auch umfassend auf das Management in der öffentlichen Verwaltung bezogen: Schneidewind 2013

¹⁴⁸ Radecki et al. 2012 und Accounting Standards Council 2013 geben eine gute Übersicht über den aktuellen Stand der Forschung und der Diskussion im Bereich nachhaltiger Stadtplanung.

Die Steckbriefe wurden entlang folgender Kriterien erarbeitet:

1. Hintergrund des Handlungsfelds
2. Nachhaltigkeitsbezug
3. Bedeutung für Industrie-Sektoren
4. Wirkung des Handlungsfelds
5. Maßnahmen zur Umsetzung
6. Zur Umsetzung notwendige Akteure
7. Voraussetzungen
8. Hemmnisse & Barrieren
9. Indikatoren zur Erhebung des Handlungsfelds

Da es sich hierbei um Handlungsfelder aus zahlreichen Forschungsbereichen handelt, wurde die Bandbreite der wissenschaftlichen Expertise innerhalb der Fraunhofer-Gesellschaft genutzt, um eine möglichst vollständige und durch Expertise fundierte Beschreibung der einzelnen Handlungsfelder zu erhalten. Über 20 Wissenschaftler der im Morgenstadt-Netzwerk beteiligten Fraunhofer-Institute wurden aufgefordert, für Handlungsfelder ihres Bereichs entsprechende Steckbriefe zu erstellen. Abb. 24 zeigt exemplarisch einen der 86 Steckbriefe, die für das „Action & Response Framework“ angefertigt wurden.

SF 60: Interoperable Elektronische Zahlungssysteme im ÖPNV



Fr	B	C	NY	S	T	Total
6		8	2	7	10	33

Beispiel:

Die weltweit größte Bahngesellschaft JR East führte bereits 2001 in Japan die sogenannte SUICA (Super Urban Intelligent Card) ein. Diese Karte ermöglicht es Fahrgästen (fast) alle Zahlungen im Nah- und Fernverkehr durch einfaches Auflegen der Karte durchzuführen. Heute wird die Karte in Tokyo und landesweit täglich millionenfach verwendet. Dieser Erfolg kann auf die Ausweitung der Bezahlmöglichkeiten der Karte und umfangreiche Kooperationen mit anderen Verkehrsbetreibern (z. B. Busse und Taxis) zurückgeführt werden.

So können die Kartenbesitzer beispielsweise im Großraum Tokyos in mehr als 1.000 Einzelhandelsgeschäften mit der Karte zahlen. Von noch größerer Bedeutung ist aber die Kooperation mit nahezu allen anderen ÖPNV-Betreibern (ca. 50), wodurch die SUICA auch in deren Transportmitteln eingesetzt werden kann. Dadurch besteht für Fahrgäste die Möglichkeit mit nur einer Karte sämtliche Züge, U-Bahnen, Busse und sogar Taxis zu nutzen und somit sowohl groß- als auch kleinräumig alle notwendigen Wege ohne Individualverkehr zurückzulegen. In diesem Sinne trägt die Karte als elektronisches Zahlungssystem zur Qualitätssteigerung im ÖPNV bei.

1. Hintergrund

Mit diesem Schlüsselfeld werden elektronische Zahlungssysteme im ÖPNV beschrieben, welche die folgenden 3 Kriterien erfüllen:

- Benutzerfreundlichkeit: Die Verwendung von Karten ist sehr einfach und benutzerfreundlich. Für Bezahlvorgänge sollte die Karte lediglich vor ein Lesegerät gehalten werden, wobei sie auch im Portemonnaie verbleiben kann.
- Interoperabilität zwischen Verkehrsbetreibern und Verkehrsmitteln: Die Systeme sind nicht auf ein Verkehrsmittel oder –betreiber beschränkt, sondern sie können in der Mehrzahl der örtlichen Verkehrsmittel als Zahlungsmittel eingesetzt werden. Betriebs- oder Verbundgrenzen sind für die Fahrgäste praktisch nicht mehr relevant, und der Wechsel zwischen Verkehrsmitteln ist einfach möglich.
- Domänenübergreifend: Das System zeichnet sich dadurch aus, dass es nicht auf eine Domäne wie Verkehr beschränkt ist, sondern auch in anderen Feldern als elektronisches Zahlungsmittel eingesetzt wird.

2. Nachhaltigkeitsbezug:

Hinsichtlich der ökologischen Auswirkungen können vergleichbare Systeme durch ihre qualitätssteigernde Wirkung positive Auswirkung auf die Nutzung des ÖPNV haben.

Hierdurch sind Schadstoffminderungen durch sinkende Anteile des Individualverkehrs erzielbar.

Eine höhere Nutzung des ÖPNV kommt natürlich auch den Verkehrsbetrieben zugute, die im deutschsprachigen Raum zum Teil immer noch im städtischen Besitz sind. In diesem Sinne ist ein rein monetärer Nutzen für Städte erzielbar. Insofern die Systeme darüber hinaus den Zugang zum ÖPNV erleichtern und zu einer kleinräumigen Abdeckung bzw. Anbindung des ÖPNV beitragen, wie es im dargestellten Beispiel der Stadt Tokyo der Fall ist, profitiert auch die soziale Nachhaltigkeit des Stadtsystems, da Mobilität als grundlegende Voraussetzung für gesellschaftliche Teilhabe angesehen werden kann.

3. Bedeutung für Industrie-Sektoren?

Mobilität:	Hoch
Energie:	Keine
Produktion & Logistik	Keine
Sicherheit:	Gering
IKT:	Hoch
Wasser Infrastruktur:	Keine
Gebäude:	Keine
Governance:	Gering

Die Bedeutung schneller, interoperabler und anbieterübergreifender elektronischer Zahlungssysteme ist vor allem im Sektor Mobilität von Bedeutung, da die Angebote im Bereich des ÖPNV mit Hilfe solcher Systeme deutlich an Attraktivität gewinnen können. Wenn Kunden die Möglichkeit haben, bequem in alle Verkehrsmittel ein- und auszustiegen, werden Sie die Dienste eher in Anspruch nehmen, als wenn dies nicht der Fall ist. Man kann auf diesem Wege also Kunden gewinnen.

Für IKT ist dieses Schlüsselfeld vor allem hinsichtlich der Implementierung der Systeme von hohem Interesse. Aufgrund umfangreicher Kommunikationswege, die höchsten Sicherheits- und Datenschutzstandards gerecht werden müssen, sind in diesem spezifischen Feld auch zukünftig umfangreiche Entwicklungsmöglichkeiten bzw. –bedarfe auszumachen.

4. Wirkung:

Folgende positiven Wirkungen sind neben den bereits dargelegten Auswirkungen auf die nachhaltige Stadtentwicklung zu erwarten:

- Stärkung des ÖPNV und damit zu erwartende Minderung des motorisierten Individualverkehrs.
- Erhöhter Einfluss von Städten, wenn Beteiligungen an lokalen und Verkehrsbetrieben vorliegen
- Initiierung von Interessengruppen und strategischen Partnerschaften (Synergieeffekte)

Darüber hinaus sind die folgenden negativen Auswirkungen



¹⁴⁹ Quelle: Alle Steckbriefe stehen auf dem Fraunhofer IAO Morgenstadt Server unter folgendem Link zur Verfügung: <https://dms-prext.fraunhofer.de/livelink/livelink.exe/properties/5311826>

gen zu erwarten:

- Potenzial der Schaffung einer Monopolplattform, die nicht beteiligte Akteure langfristig benachteiligt.

5. Maßnahmen zur Umsetzung:

Für eine erfolgreiche Implementierung eines vergleichbaren Ticketsystems sind die folgenden Faktoren von hoher Relevanz:

- Kooperation von Anbietern verschiedener Transportmittel, möglichst sowohl auf groß- sowie kleinräumiger Ebene. In diesem Sinne muss eine Bereitschaft zum umfassenden Informationsaustausch untereinander erzeugt werden. Die Initiative hierzu kann entweder von Unternehmen ausgehen oder auch von politischer Seite angestoßen werden (vor allem wenn es sich um städtische Verkehrsbetriebe handelt).
- Bevor es zu einer technischen Implementierung kommen kann, muss durch die teilnehmenden Akteure eine gemeinsame Strategie zur Systemführung und zum Systembetrieb erstellt werden, welche wesentliche Handlungsschritte und Zuständigkeiten definiert.
- Eine möglichst hohe Abdeckung der Versorgungsgebiete durch die teilnehmenden Unternehmen.
- Schaffung zusätzlicher Nutzungsmöglichkeiten der Zahlungssysteme.
- Anreize zur Nutzung schaffen (z.B. durch Rabatte, Punktesysteme etc.)

Außerdem ist darauf hinzuweisen, dass aufgrund der umfangreichen Einblicke solcher Systeme in eine Vielzahl von Lebensbereiche des Menschen, höchste Ansprüche an die Sicherheitsstandards der Karten zu setzen sind.

Aus technischer Sicht muss darüber hinaus eine Informationsschnittstelle zwischen allen Beteiligten Akteuren geschaffen werden.

6. Akteure: wer kann gestalten? Mit wem?

Die Initiative zur Schaffung Interoperable Bezahlsysteme im Bereich des ÖPNV sollte in der Regel von Verkehrsbetreibern ausgehen, da es sich hauptsächlich um ihr Kerngeschäft handelt. Darüber hinaus können aber auch Städte und Interessenverbände darauf hinwirken, dass lokale Verkehrsbetriebe vergleichbare Systeme entwickeln bzw. einführen, vor allem dann, wenn Städte selbst Anteilseigner an regionalen Verkehrsbetrieben sind.

Die Kooperation möglichst vieler Akteure ist für den Erfolg solcher Systeme von eminenter Bedeutung. So kann ein elektronisches Ticketsystem nur dann Erfolg haben, wenn alle zur Verfügung stehenden Verkehrsmittel genutzt werden können. Einzellösungen verschiedener Akteure erscheinen wenig erfolgversprechend.

7. Voraussetzungen:

Zentrale Voraussetzung ist eine Kooperationsbereitschaft von Unternehmen um zumindest auf lokaler Ebene zusammenzuarbeiten und Informationen auszutauschen, auch wenn teilweise Überschneidungen in Geschäftsfeldern vorhanden sind bzw. ein Konkurrenzverhältnis zu anderen beteiligten Akteuren besteht.

Von der Nutzerseite ist das Vertrauen in eine sichere Funktionsweise bezüglich der finanziellen Transaktionen grundlegende Voraussetzung. Daher müssen höchste Ansprüche an die technische Umsetzung im Sinne des Schutzes personenbezogener sowie finanzieller Daten gestellt werden. Darüber hinaus ist, wie bereits zuvor dargestellt, ein gewisser Leistungsumfang Voraussetzung für den Erfolg solcher Systeme, da eine Vielzahl von Einzellösungen verschiedener Anbieter keine wirkliche Erleichterung für Nutzer verspricht.

8. Hemmnisse/Barrieren:

Entsprechend der beschriebenen Voraussetzungen sind Individualinteressen von teilweise konkurrierenden Unternehmen ein Hemmnis für interoperable Bezahlsysteme. Wenn kein Kooperationswille besteht sind nur Einzellösungen implementierbar.

Insofern die Karten direkte Geldtransaktionen ermöglichen, müssen sie sehr hohen Anforderungen an Datenschutz genügen. Dabei kann der zu erwartende Aufwand diesbezüglich durchaus ein Einstiegshemmnis darstellen.

9. Indikatoren:

Zunächst sollte festgestellt werden, ob in der Stadt Zahlungsangebote angeboten bzw. genutzt werden, die verschiedene Angebote im ÖPNV, Einzelhandel usw. abdecken. Im konkreten Fall des ÖPNV kann dahingehend überprüft werden, ob mit einzelnen elektronische Zahlungsmethoden die Angebote verschiedener Anbieter genutzt werden können, z. B. Bus, U-Bahn und S-Bahn. Dabei kann auch die Menge bzw. der Anteil teilnehmender Unternehmen als Indikator dienen.

Insofern solche Systeme vorhanden sind, kann ihre Bedeutung im gesamtstädtischen Kontext anhand weiterer Indikatoren ausgemacht werden, solche sind:

- Anzahl ausgestellter Karten im Vergleich zur Einwohnerzahl
- Nutzbare Terminals (rein ÖPNV; anderweitige Bezahlungsmöglichkeiten)
- Tägliche Transaktionen je Nutzer

Wenn ein vergleichbares System noch keine Anwendung gefunden hat, kann das Vorhandensein einer ersten gemeinsamen Strategie von kooperierenden Akteuren als erster Schritt zur Einführung gewertet werden.

Mit dem „Action & Response Framework“ liegt somit ein umfassendes Handlungsmodell vor, welches auf den drei Ebenen **Management**, **Strategie** und **Technologie** aufzeigt, welche Maßnahmen in Städten erfolgen müssen, um eine nachhaltige Entwicklung zu ermöglichen oder zu verstärken. Hierbei

handelt es sich zunächst einmal um ein generisches Modell, das prinzipiell auf alle Städte, die einen entsprechenden Entwicklungsstand erreicht haben, angewandt werden kann.

5.3.1 Exkurs: Die Handlungsfelder einer nachhaltigen Stadtentwicklung

Da es sich bei den 86 Handlungsfeldern um Maßnahmen handelt, die auf unterschiedlichen Ebenen und mit unterschiedlicher Auswirkung erfolgen, muss hinsichtlich der Bedeutung und Relevanz der Handlungsfelder eine nähere Betrachtung erfolgen. Selbst auf der generischen Ebene eines abstrakten Modells können nicht alle Handlungsfelder als gleich in ihrer Bedeutung für eine nachhaltige Stadtentwicklung gelten. Um der Frage nach der Bedeutung der einzelnen Handlungsfelder auf den Grund zu gehen, wurde eine Cross-Impact-Analyse durchgeführt. Die Cross-Impact-Analyse geht zurück auf Frederic Vester¹⁵⁰, und wird heute meist für die Entwicklung von Szenarien und Sensitivitätsanalysen verwendet. Sie wurde hier als Methode gewählt, da auf einer generischen Ebene die gegenseitige Auswirkung der Handlungsfelder aufeinander zur Darstellung der Systemrelevanz eines jeden Handlungsfelds führt. Hierfür wurde angenommen, dass die definierten Handlungsfelder in ihrer Gesamtheit das System „Nachhaltige Stadtentwicklung“ widerspiegeln, wohlwissend, dass sie lediglich ein Modell einer komplexeren und vollständigeren Realität darstellen.

Erster Schritt der Cross-Impact-Analyse ist die Erstellung einer Intensitäts-Beziehungsmatrix, bei der jeweils der Einfluss eines Handlungsfelds auf alle anderen Handlungsfelder auf einer Skala von -3 bis +3 durch ein Expertengremium eingeschätzt wird (Vester spricht deshalb von einer Konsensmatrix). Im vorliegenden Transformationsmodell wurden die Fraunhofer-Forscher, die bereits bei der Analyse der Best Practices in den Vorreiterstädten aktiv waren, gebeten, die Intensitäts-Beziehungsmatrix für ihre jeweiligen Handlungsfelder auszufüllen. Hierüber standen pro Handlungsfeldkategorie 5 – 8 Experten mit ihrer Einschätzung zur Verfügung.¹⁵¹ Anschließend wurden alle Bewertungen in eine Konsensmatrix überführt. Über die Berechnung der Aktivsumme (Summe der aktiven Beeinflussung eines Handlungsfelds auf andere Handlungsfelder) sowie der Passivsumme (Summe der passiven Beeinflussung eines Handlungsfelds durch alle anderen Handlungsfelder) ergibt die Cross-Impact-Analyse ein erstes Bild der vernetzten Wirkung der Handlungsfelder untereinander, sowie der Rolle der einzelnen Handlungsfelder im gesamten Wirkungsgefüge „nachhaltige Stadtentwicklung“.

In Anlehnung an Vesters Definition der vier Quadranten in der Rollenverteilung im System (aktiv, kritisch, reaktiv, puffernd), können die Handlungsfelder in vier grobe Kategorien eingeteilt werden:

- **Treiber** sind Handlungsfelder, die mehr Einfluss auf das System „Nachhaltige Stadtentwicklung“ ausüben, als sie selbst empfangen. Sie sind die Handlungsfelder, welche hohes Aktionspotenzial haben und eine relativ sichere Planung der Auswirkung ermöglichen.
- **Enabler** sind Handlungsfelder, die sowohl eine Vielzahl an anderen Handlungsfeldern beeinflussen, als auch von vielen Handlungsfeldern beeinflusst werden. Sie weisen ein hohes Aktionspotenzial für eine nachhaltige Stadtentwicklung auf, unterliegen aber einer stärkeren Dynamik als die Treiber und sind somit schwieriger zu steuern und hinsichtlich der Wirkung schwerer einzuschätzen. Ihre Auswirkung ist jeweils lokal zu prüfen.

¹⁵⁰ Vester 2003

¹⁵¹ Insgesamt waren 42 Experten an der Bewertung der Intensitäts-Beziehungsmatrix beteiligt.

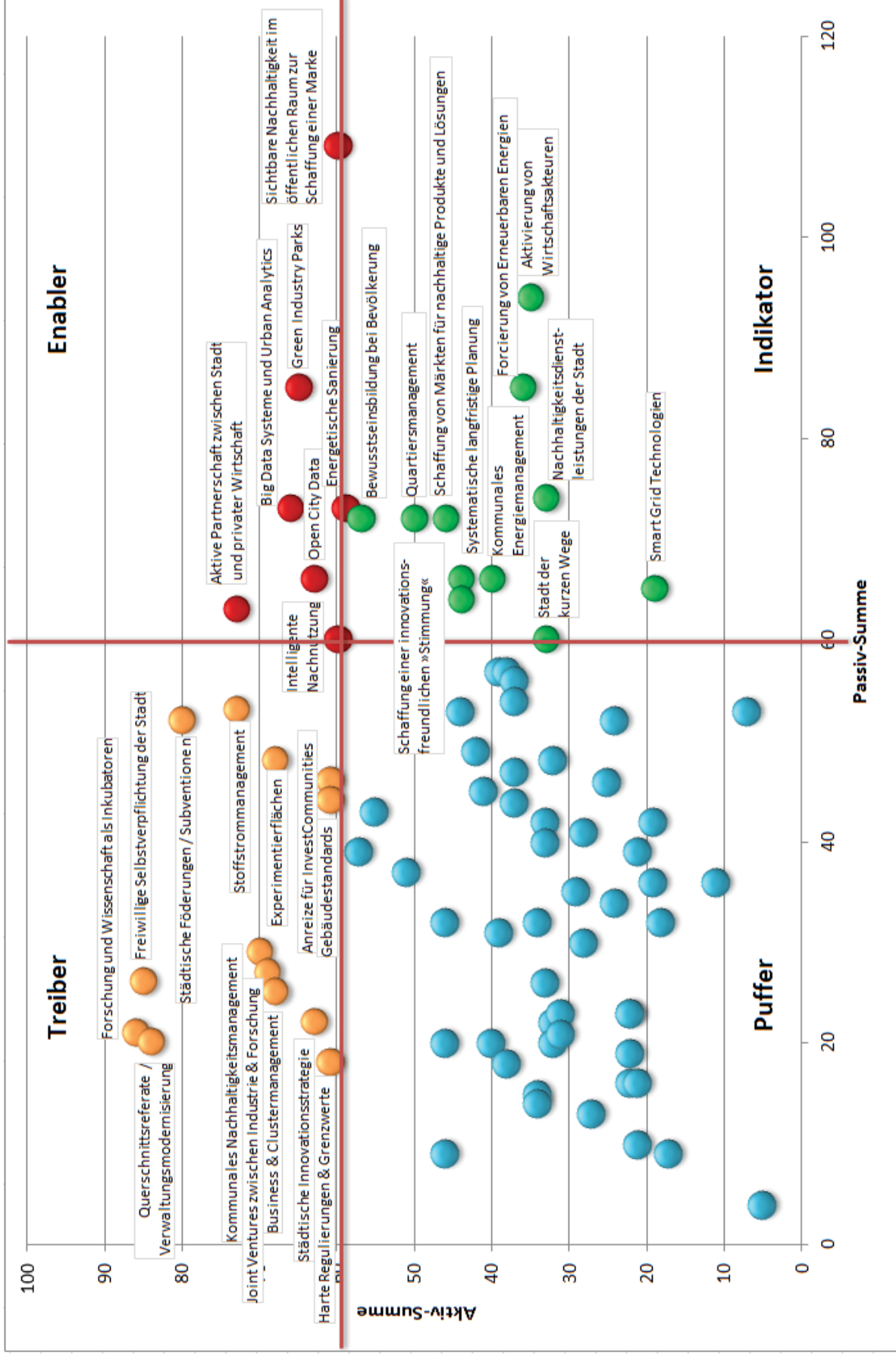
- **Indikatoren** sind eher reaktiv, also Handlungsfelder, die durch viele andere Handlungsfelder beeinflusst werden, selbst aber ein geringeres Aktionspotenzial besitzen. Diese Handlungsfelder sind meist nachgelagert in der Systementwicklung und haben daher eine indikative Rolle.
- **Puffer** sind eher träge und weder stark vernetzt noch verfügen sie über hohes Aktionspotenzial. Ihre Wirkung auf das Gesamtsystem ist begrenzt.

Abbildung 25 zeigt die Verteilung der Handlungsfelder im System „Nachhaltige Stadtentwicklung“ mit ihren jeweiligen Rollen als Ergebnis der Cross-Impact-Analyse der Handlungsfelder untereinander. Somit wird die relative Bedeutung jedes einzelnen Handlungsfelds für eine nachhaltige Stadtentwicklung auf generischer Ebene deutlich.

Es zeigt sich, dass die Treiber einer nachhaltigen Stadtentwicklung vor allem in den Bereichen des „Urban Leadership“ sowie bei einigen strategischen Hebeln (R&D Taktik, Anreize, Regulierung) zu suchen sind. Technologien sind hier so gut wie nicht zu finden. Enabler sind vor allem auf der strategischen Ebene sowie im Bereich IKT zu finden. Handlungsfelder aus den Technologiebereichen Energie und Gebäude sowie Stadtplanung, Business Tactics und Information und Bildung weisen eher Eigenschaften von Indikatoren auf, zeigen also an, wie viel bereits auf Ebene der Treiber in die Wege geleitet wurde. Resilience Engineering, Transport und Mobilität, Urbane Wasserinfrastruktur sowie eine Reihe an Handlungsfeldern aus dem Bereich Strategie und Planung und Organisation und Struktur sind den Puffern zuzuordnen. Sie wirken in speziellen Subsystemen der Stadt und haben nur eine begrenzte Wirkung auf das Gesamtsystem.

Diese Kategorisierung der Handlungsfelder in einem generischen System „nachhaltige Stadtentwicklung“ ist hier als ein Zwischenergebnis des zu erstellenden Transformationsmodells zu bewerten. Sie hilft, in einer konkreten Situation zu verstehen, wo eine Stadt mit ihren Handlungsansätzen steht, und welche Empfehlungen hinsichtlich einer Strategie ausgesprochen werden können. Auf generischer Ebene sind speziell die Treiber sowie die „Enabler“ von Bedeutung, da über sie eine konkrete Handlungsstrategie für eine konkrete Stadt abgeleitet werden kann. Sie dienen als Richtschnur, um im Rahmen einer Stadtanalyse abzu prüfen, inwieweit die strategische Handlungsebene einer Stadt bereits im Sinne der nachhaltigen Stadtentwicklung aufgesetzt wurde. Es soll allerdings noch einmal betont werden, dass es sich hierbei um ein abstraktes Modell handelt, welches einen groben Gesamtüberblick über Handlungsfelder für eine nachhaltige Stadtentwicklung gibt. Im konkreten Fall einer Stadtanalyse mit echten Daten muss die Ausprägung und Rolle der Handlungsfelder über die Analyse von Wirkfaktoren (siehe Kapitel 5.4) identifiziert und individuell bewertet werden.

Abbildung 25: Verteilung der Handlungsfelder im System „Nachhaltige Stadtentwicklung“



5.3.2 Operationalisierung der Handlungsfelder

Für ein anwendbares Transformationsmodell spielt eine systematische und standardisierte Erhebung der Handlungsfelder in einer Stadt eine zentrale Rolle. Ziel des Modells ist es, die Ausprägung der identifizierten und beschriebenen Handlungsfelder systematisch und replizierbar in Städten weltweit zu erheben und hierüber sowohl vergleichbare Ergebnisse als auch individuelle Handlungsempfehlungen zu generieren. Dies ist dann möglich, wenn den Handlungsfeldern ein Assessment-Modell unterliegt, welches eine standardisierte und replizierbare Erhebung ermöglicht. Ziel der Operationalisierung der Handlungsfelder war es deshalb, ein entsprechendes Assessment-Instrument zu erstellen, welches Experten, Berater, aber auch städtische Angestellte nutzen können, um eine Analyse des „Action & Response Framework“ einer beliebigen Stadt¹⁵² durchzuführen.

Die Operationalisierung der Handlungsfelder wurde auf den verfügbaren Steckbriefen aufgesetzt. Die dort hinterlegten Indikatoren dienten als Anhaltspunkt für den Aufbau eines hierarchischen Assessment-Modells für jedes Handlungsfeld. Dieses sollte sicherstellen, dass die Erhebung der Ausprägung eines Handlungsfelds

- a) einem logischen Aufbau des Handlungsfelds folgt und
- b) auf einer Skala von 0-10 standardisiert darstellbar ist.

Um Vergleichbarkeit, Reliabilität und Operationalisierbarkeit der Handlungsfelder in einer Datenbank zu ermöglichen, wurde für letzteres die Verwendung von Booleschen Variablen gewählt, also eine Beantwortung von mehreren Ja / Nein Fragen pro Handlungsfeld. Der Aufbau der Variablen folgte dem logischen Aufbau eines jeden Handlungsfelds in seiner potenziellen Ausprägung von „Nicht existent“ bis hin zu „voll ausgeprägt“. Pro Frage wurde eine zu summierende Punktzahl vergeben, so dass bei voller Ausprägung stets 10 Punkte pro Handlungsfeld erreicht werden können. Tabelle 8 zeigt beispielhaft an Handlungsfeldern im Bereich Energie auf, wie die Operationalisierung durchgeführt wurde. Eine vollständige Übersicht über alle Handlungsfelder inklusive Operationalisierung befindet sich im Anhang.

¹⁵² Wie bereits erwähnt, wurde das Modell anhand von hoch entwickelten Vorreiterstädten entwickelt und bezieht sich deshalb auf Städte in entwickelten Ländern. Es lässt sich in der aktuellen Form auf Städte in OECD Ländern (plus einigen wenigen Ausnahmen wie Singapur) anwenden. Eine Anwendung in Entwicklungs- und Schwellenländern bedarf einer Anpassung des Modells.

Tabelle 8: Operationalisierung der Handlungsfelder am Beispiel Energie¹⁵³

Kategorie	Nr	Handlungsfeld	ID	Wert	Frage 1	ID	Wert	Frage 2	ID	Wert	Frage 2	ID	Wert	Frage 4	ID	Wert	Frage 5	
Energie	56	Hocheffiziente zentrale Energieversorgung (Fernwärme / Fernkälte)	E1a	4	Gibt es in ihrer Stadt ein Fernwärmenetz (Kühlungsnetz)? (j/n)	E1b	2	Deckt die Fernwärme (Kühlung) > 25% aller Gebäude ab? (j/n)	E1c	1	Ist die Fernwärme (Kühlung) an eine Müllverbrennung angeschlossen? (j/n)	E1d	1	Läuft die Fernwärme auf Biomasse (<30%)? (j/n)	E1e	1	Ist die Fernwärme an alle möglichen Wärmequellen angeschlossen? (j/n)	
	57	Förderung erneuerbarer Energien	E2a	2	Existieren vor Ort (bzw. auf nationaler Ebene) Einspeisetarife für Erneuerbare Energien? (j/n)	E2b	2	Unterstützt die Stadt die Installation von Solarpaneelen, Windkraft- oder Biomasseanlagen mit Subventionen? (j/n)	E2c	2	Würde das Potenzial für die erneuerbare Energieerzeugung in Ihrer Stadt und der umliegenden Region bewertet und identifiziert? (j/n)	E2d	2	Identisch wie Frage B15a	E2e	2	Verpflichtet die Stadt Investoren, erneuerbare Energien zu installieren oder zu nutzen? (j/n)	
	58	Kommunales Energiemanagement	E3a	2	Hat die Stadt ihren Energieverbrauch analysiert und das Potenzial zur Energieeinsparung in kommunalen Gebäuden und öffentlichen Infrastrukturen identifiziert? (j/n)	E3b	2	Gibt es einen Investitionsplan für die Modernisierung öffentlicher Gebäude und Infrastruktur im Hinblick auf Energieeffizienz? (j/n)	E3c	2	Hat die Stadt in öffentlichen Gebäuden und Infrastruktur auf 100% erneuerbare Energien umgestellt? (j/n)	E3d	2	Hat die Stadt den Energieverbrauch von Gebäuden und Infrastrukturen optimiert? (j/n)	E3e	2	Führt die Stadt Programme zur Information und Bildung der Bürger über Energieeffizienz und Nutzerverhalten durch? (j/n)	
	59	Nutzung von Heizwärmequellen durch Wärmepumpen (Geothermie, Umweltwärme, Abwärme etc.)	E4a	2,5	Nutzt die Stadt Wärme aus dem Abwasser-system? (j/n)	E4b	2,5	Nutzt die Stadt Erdwärme für öffentliche Gebäude? (j/n)	E4c	2,5	Verwenden die Unternehmen in der Stadt Erdwärme? (j/n)	E4d	2,5	Werden weitere Wärmequellen (Wasser / Luft) genutzt? (j/n)				
	60	Steigerung der Effizienz der Industrie durch Effizienznetze (Verknüpfung der Produktionsstandorte untereinander)	E5a	2,5	Wurden Energie- und Ressourcenströme in einem oder mehreren Industriegebieten identifiziert? (j/n)	E5b	2,5	Wurden Maßnahmen zur Verknüpfung von Energie- und Ressourcenströmen umgesetzt? (j/n)	E5c	2,5	Wurden Energie- und Ressourcenströme auf Quartiersbasis optimiert? (j/n)	E5d	2,5	Sind Symbiosenetzwerke zwischen Unternehmen vorhanden? (j/n)				

¹⁵³ Quelle: Eigene Darstellung

5.4 Ebene 3: Verfeinerung der Methode zur Erhebung und Bewertung von Wirkfaktoren

Die System-Methoden und Herangehensweisen, welche zur Analyse der Vorreiterstädte entwickelt und verwendet wurden, haben sich als weitgehend performant und sinnvoll gezeigt, mussten aber für die Anwendung in zukunftsbezogenen Stadtssystemanalysen leicht modifiziert werden, um die Fokussierung auf „Best Practices“ zu transformieren. Über die Durchführung von leitfadengestützten Interviews sowie die strukturierte Gruppendiskussion unter den Forschern war es möglich, wesentliche Wirkfaktoren für die Vorreiterstädte zu identifizieren, zu beschreiben und ihre Bedeutung zu analysieren. Dabei waren Mindmaps sowie die Einschätzung der Experten hinsichtlich der direkten oder indirekten Auswirkung eines Faktors auf die analysierten Best Practices die Hauptinstrumente für die Analyse und Bewertung der lokalen Wirkfaktoren.

Hinsichtlich der Verwertbarkeit der Herangehensweise für ein Transformationsmodell wurden folgende Aspekte festgestellt:

- a) In Kapitel 3.3. wurde dargestellt, dass für das Verständnis von lokalen Systemfaktoren und deren Zusammenhängen die Unterscheidung in zwei Analyseebenen notwendig ist: Die Stadt-systemebene und die Ebene der Praxisbeispiele. Beide Ebenen wurden in der Analyse der Vorreiterstädte adressiert, müssen für ein generisches Transformationsmodell aber geringfügig angepasst werden:
 - **Wirkfaktoren auf der Gesamtstadtebene** wirken sich auf unterschiedliche Variablen der Stadtentwicklung aus und können nicht einem bestimmten Subsystem zugeordnet werden. Hierzu zählen Faktoren wie der demographische Wandel, Geographie, raumbezogene Variablen wie die Stadtstruktur, aber auch der Bildungsstand der Bürger oder kollektiv erlebte Ereignisse, die das gemeinsame Bewusstsein der Stadtbewohner prägen. Ein extra Fragebogen für Dezernenten, Oberbürgermeister und Leiter von kommunalen Betrieben bezog sich auf die Stadt-systemebene und fragte nach Wirkfaktoren für die Stadt als Ganzes. Faktoren, die über diese Art der Befragung identifiziert werden, sind auch in einem generischen Transformationsmodell relevant, weshalb die Leitfragen dieses Fragebogens für ein generisches Modell in gekürzter Form¹⁵⁴ übernommen werden können.
 - Der Großteil der Wirkfaktoren ist allerdings auf der **Subsystemebene** anzutreffen und wirkt sich vor allem auf ein bestimmtes Subsystem der Stadt und darauf ausgerichtete Handlungsfelder aus. Beispiele hierfür sind Faktoren wie die Verfügbarkeit von Open Data, eine bestimmte Verwaltungsstruktur, Suburbanisierung oder die Unabhängigkeit von externen Energiequellen. Wirkfaktoren auf der Subsystemebene wurden in den Vorreiterstädten zum Großteil über Fragen nach Erfolgsfaktoren oder Barrieren für die vor Ort analysierten Best Practices identifiziert. Faktoren, die sich auf „Best Practices“ beziehen, zeigen für ein generisches Transformationsmodell, welches eine nachhaltige Stadtentwicklung befördern soll, nicht die gleiche Relevanz. Aus diesem Grund war es notwendig, die Interviewleitfragen auf der Subsystemebene dem Erkenntnisinteresse anzupassen.

¹⁵⁴ In der Praxis wurde festgestellt, dass der Leitfaden zu umfangreich für ein einstündiges Interview ist.

- b) Wirkfaktoren, die vor Ort individuell erhoben wurden, weisen tendenziell eine Überlappung mit den Indikatoren und den Handlungsfeldern auf. Ein Wirkfaktor wie „*falling groundwater level*“¹⁵⁵ kann ebenso durch einen numerischen Indikator dargestellt werden. Ein Wirkfaktor wie „*successful collaboration model between the public and private sectors*“¹⁵⁶ kann ebenso ein erfolgreich ausgeprägtes Handlungsfeld darstellen.

Wirkfaktoren sind Variablen, die auf Grund empirischer Informationen als relevant für das System „nachhaltige Stadtentwicklung“ in einer konkreten Stadt identifiziert wurden. Sie sorgen für die Verankerung des generischen Analyseansatzes in einem individuellen lokalen Kontext. Über die Identifikation und Bewertung von Wirkfaktoren wird es möglich, individuelle Stadtsysteme mit einem generischen Modell zu analysieren und trotzdem zu individuellen und auf den lokalen Kontext abgestimmten Maßnahmen und Strategien zu kommen. Insofern ist diese Überlappung im hier entwickelten Ansatz weder problematisch noch unerwünscht. Es muss allerdings sichergestellt werden, dass sie im konkreten Fall einer Stadtanalyse erkannt und mit entsprechenden Zahlen und Fakten hinterlegt wird.

Wie im Kapitel 3.3.2 beschrieben, unterliegt die Analyse der Wirkfaktoren einer „Fuzzy logic“, mit der sowohl weiche (qualitative), als auch harte (quantitative) Variablen miteinander in Beziehung gesetzt werden können. Diese Art von gemischten Variablensätzen entspricht der Logik komplexer adaptiver Systeme und eignet sich gut für die Analyse von komplexen Wirkzusammenhängen, wie sie in Städten anzutreffen sind. Für eine tiefergehende Analyse lokaler Wirkzusammenhänge ist es allerdings wichtig, dass alle Faktoren, die im Wirkgefüge als relevant erkannt wurden und die über messbare Zahlen ausgedrückt werden können, auch mit entsprechenden quantitativen Nachweisen hinterlegt werden. Vester schreibt hierzu:

„Durch die Anwendung der 'Fuzzy logic' ist es möglich, durch alle Schritte der Systemfassung und -interpretation hindurch mit dem gleichen aus ‚harten‘ und ‚weichen‘ Einflussgrößen bestehenden Variablensatz zu arbeiten. Mit entsprechenden Tabellenfunktionen sind auch unscharfe, rein qualitative Wirkungen mathematisch beschreibbar, so dass dieselben Variablen auch in der späteren Simulation eingesetzt werden können. Andererseits dürfen selbst bei den quantitativen Einflussgrößen wie Haushaltsetat, Anzahl der Mitarbeiter, Energieverbrauch usw. die Quantitäten selbst nicht im Variablensatz erscheinen – dies würde ja eine Konstante vortäuschen -, sondern nur in der Variablenbeschreibung. Um weiterhin ‚variabel‘ zu sein und das Gesamtbild nicht zu verkomplizieren, stehen die veränderlichen quantitativen Angaben zunächst gewissermaßen als zweite Datenebene im Hintergrund“¹⁵⁷

Es ist somit essenziell, nach Identifikation und Beschreibung der lokalen Wirkfaktoren einen Vergleich zwischen den bereits erhobenen Indikatoren und Handlungsfeldern anzustellen und hierüber auf der einen Seite zu definieren, welche der Elemente des generischen Transformationsmodells besonders relevant in der vorliegenden Stadt sind, und auf der anderen Seite,

¹⁵⁵ Faktor, der in Kopenhagen festgestellt wurde

¹⁵⁶ Faktor, der in Singapur festgestellt wurde

¹⁵⁷ Vester 2003, S. 216

diese Faktoren mit den zur Verfügung stehenden Daten und Informationen zum Zweck einer späteren Modellierung bzw. argumentativen Beweisführung zu hinterlegen.

- c) Im Fall der Best Practice-Analyse in den Vorreiterstädten wurde auf eine vollständige Anwendung des Sensitivitätsmodells verzichtet. Hierdurch waren zwar Aussagen über die Bedeutung einzelner Faktoren für die nachhaltige Stadtentwicklung möglich, es war aber nicht möglich, Systemzusammenhänge sowie das Wirkungsgefüge der einzelnen Faktoren aufzuzeigen. Die Variablen standen unverbunden nebeneinander, in ihrer Aussagekraft lediglich auf die Summe der Beeinflussungen reduziert. Aus der Identifikation einzelner bedeutender Faktoren kann allerdings nicht auf die Funktionsweise eines komplexen adaptiven Systems geschlossen werden:

„The behavior of the whole cannot be predicted from one’s knowledge of the parts of the system. In other words, the whole is greater than the sum of the parts. Complex systems often surprise us, and emergence is the process through which a system displays its creative and novel behavior. [...] Local, simple rules, motivations, and goals create complex self-organizing global behavior. Emergence helps us understand how community emerges from the local interactions of neighbors and neighborhoods with each other and with the larger environment of which they are a part.“¹⁵⁸

Städte werden im Rahmen des hier vorgestellten Analyseansatzes als komplexe adaptive Systeme begriffen, welche durch Selbstorganisation und emergentes Verhalten geprägt sind. Eine Analyse des Verhaltens des Systems Stadt im Hinblick auf eine nachhaltige Entwicklung muss somit auf den Wirkfaktoren aufbauen, kann sich aber nicht darin erschöpfen, lediglich die Bedeutung jedes einzelnen Faktors zu bewerten, sondern muss zwingend auch Systemzusammenhänge und Systemverhalten aufzeigen.

Ziel des hier vorliegenden Analyseansatzes ist es, über die Systemanalyse einer beliebigen Stadt zur Identifikation von individuellen Maßnahmen und deren Integration in Entwicklungsstrategien zu kommen, welche die nachhaltige Entwicklung dieser Stadt unterstützt und verstärkt. Es müssen hierfür Maßnahmen identifiziert werden können, die sich als Intervention in ein identifiziertes Systemverhalten eignen, um dieses in die richtige Richtung zu beeinflussen, ohne negative Sekundäreffekte im Gesamtsystem zu verursachen. Hierfür ist es notwendig, nicht nur einzelne Systemfaktoren, sondern auch die Interaktion der Faktoren untereinander zu kennen.

- d) Die strukturierte Reflektion der Interviews mittels Protokollfragen ist eine wesentliche Voraussetzung dafür, in den Gruppendiskussionen mit den Experten vor Ort fundierte Gesprächsergebnisse zu präsentieren und zu hinreichend fundierten Thesen für die Identifikation und Bewertung von Wirkfaktoren zu gelangen. Hierfür ist eine entsprechende Zeitstruktur der Datenerhebung vor Ort unerlässlich. Es müssen sich Primärdatenerhebung mittels Interviews, Protokollierung und Gruppendiskussion an einem Tag bewerkstelligen lassen, um über den Verlauf von 10 – 12 Tagen zu einer stimmigen Analyse des Gesamtsystems zu gelangen. Im Falle eines Einsatzes eines interdisziplinären Teams in einer fremden Stadt läuft man regelmäßig Gefahr, die größtmögliche Zeit mit der Datenerhebung zu verbringen und der Analyse weniger Zeit einzuräumen. Es hat sich gezeigt, dass zwei Interviews pro Person und Tag das Maximum sind,

¹⁵⁸ Sanders 2008, S. 277–278

um eine fundierte Protokollierung und eine anschließende Gruppendiskussion zu bewerkstelligen.

Gleichzeitig bedürfen die Protokollfragen einer geringfügigen Anpassung auf das Erkenntnisinteresse eines generischen Transformationsmodells. Ähnlich wie die Leitfragen auf Subsystemebene waren sie für die Analyse der Vorreiterstädte auf das Verständnis von Wirkfaktoren im Bezug zu Best Practice-Projekten angelegt.

- e) Die Mindmaps, welche zur Analyse der Vorreiterstädte entstanden, waren eher unstrukturiert und halfen nicht dabei, systematisch von der Identifikation der Wirkfaktoren zu einer Systemanalyse vorzudringen. Alle Arten von Wirkfaktoren wurden gesammelt und nach induktiven Prinzipien unter logisch-kohärenten Kategorien subsumiert. Dabei wurde bereits hier versucht, erste Beziehungen zwischen Faktoren aufzuzeigen. Mindmaps sind ein Werkzeug für die Sammlung, Kartographierung und Aufbereitung von Wirkfaktoren. Für eine zielgerichtete Anwendung innerhalb eines Transformationsmodells für Stadtsysteme bedarf es allerdings einer strukturierten Herangehensweise an die Aufbereitung der Wirkfaktoren in der Mindmap. Dies sollte in enger Anbindung an die Interviewprotokolle geschehen. Zusammenhänge zwischen den Wirkfaktoren sollten nicht in der Mindmap dargestellt werden, sondern in eigenen Systemdiagrammen.
- f) Die Hypothesenentwicklung für die strukturierten Gruppendiskussionen mit externen Teilnehmern tendiert bereits von alleine dazu, Hypothesen über eine Verbesserung des Status quo in der analysierten Stadt aufzustellen. Im Sinne der Systemintervention ist es allerdings nötig, eine Leitfrage zur Präzisierung der Richtung für die Hypothesenbildung in das Modell aufzunehmen. Der Ablauf, das Setting und die Methode der Gruppendiskussion hat sich als funktionierender Ansatz für die Entwicklung fundierter und komplexer Thesen bezüglich der nachhaltigen Entwicklung der betrachteten Stadt erwiesen.

Für die Anwendung des Wirkfaktorenbasierten Analyseansatzes müssen somit folgende Anpassungen vorgenommen werden, um Aussagekraft im Rahmen eines mehrdimensionalen Transformationsmodells zu erhalten:

- **Überarbeiteter Leitfaden:**

Wesentliche Fragen bezüglich der Stadtsystemebene wurden mit neuen Leitfragen, die sich auf Subsysteme der Stadt bzw. die analysierten Handlungsfelder beziehen, überarbeitet. Im Gegensatz zu der Analyse der Wirkfaktoren von Best Practices steht im Transformationsmodell die Hinterfragung der Handlungsfelder und der darauf einwirkenden Faktoren im Vordergrund.

- **Strukturierte Selbstreflektion**

Die vorstrukturierten Fragen, welche eine systematische Protokollierung der Interviews und gleichzeitig eine Identifikation und erste Beschreibung von Wirkfaktoren ermöglichen, wurden überarbeitet und angepasst. In einer Stadtanalyse sollte jedes Teammitglied zukünftig täglich folgende Fragen mit den Inhalten der Interviews beantworten:

- a. **Neue Erkenntnisse:** („Was hat mich überrascht? Welche Information war neu für mich?“)
- b. **Unterstützende Wirkfaktoren / Treiber** („Wo konnte ich Faktoren identifizieren, die eine nachhaltige Entwicklung der Stadt vorantreiben bzw. unterstützen?“)

- c. **Verzögernde Wirkfaktoren / Barrieren:** („Wo konnte ich Faktoren identifizieren, welche eine nachhaltige Entwicklung der Stadt behindern oder verzögern?“)
- d. **Zukünftige Herausforderungen:** („Welche Herausforderungen für die zukünftige Entwicklung der Stadt wurden diskutiert bzw. benannt?“)
- e. **Zukünftige Möglichkeiten:** („Welche Möglichkeiten für eine zukünftige Entwicklung der Stadt wurden benannt, diskutiert oder sind aufgetaucht?“)
- f. **Maßnahmen und Aktionspotenziale:** („Welche potenziellen Maßnahmen wurden diskutiert bzw. identifiziert? Welches Problem würden diese lösen? Wäre die Implementierung realistisch? Welche Akteure wären dafür nötig?“)

Eine gegenseitige Präsentation und anschließende Diskussion der hierüber gewonnenen Erkenntnisse im interdisziplinären Analyseteam zielt darauf ab, den persönlichen Blickwinkel der interviewten Person aus den Faktoren herauszufiltern und den strukturierten und aufbereiteten Inhalt der Interviews mit bereits recherchierten Daten, Fakten und Aussagen aus anderen Interviews sowie der vorgelagerten Dokumentenanalyse abzugleichen. Die tägliche Wiederholung dieser Diskussion nach einer vorherigen Datenerhebung mittels Interviews, Befragungen und Gesprächen mit lokalen Experten sorgt dafür, dass sich über den Verlauf von 10-12 Tagen ein fundiertes Systembild der lokalen Wirkfaktoren ergibt, welches die empirische Grundlage der weiteren Ausarbeitung von konkreten Entwicklungsmaßnahmen und -Strategien bereitstellt.

- **Hypothesenentwicklung**

Die Hypothesenentwicklung zielt darauf ab, aus den ersten Analysen von Handlungsfeldern und Wirkfaktoren Thesen über potenzielle Maßnahmen zur Verbesserung der nachhaltigen Stadtentwicklung abzuleiten. Die Grundlage für die Hypothesenbildung bilden die täglich reflektierten Fragen zu zukünftigen Herausforderungen, Möglichkeiten und „Ideas for action“. Die hieraus generierten Ideen werden mittels Leitfragen bewertet, weiterentwickelt und sortiert. Ziel ist es, zu komplexen Hypothesen für konkrete Interventionen zu gelangen, die als Ausgangspunkt für eine Diskussion mit lokalen Experten und Entscheidern genommen werden können. Ein Beispiel für eine solche Hypothese kann wie folgt lauten:

„Ein Wandel zu stärkerem Radverkehr könnte für Prag mehrere Probleme gleichzeitig lösen – das Verkehrsproblem im Zentrum, die teilweise schlechte Luftqualität, die Verschwendung von öffentlichem Raum an parkende Autos und die hohen Emissionen aus dem Verkehr. Da der Radverkehr in Prag allerdings durch mehrere Faktoren (räumliche, gesellschaftliche, finanzielle) stark gehemmt wird, muss eine Radverkehrs-Strategie dezentral fokussiert sein und an mehreren Knotenpunkten der Stadt intermodale Mobilitätsschnittstellen mit einem Ausbau von Radwegen und Fahrradleih-Angeboten kombinieren.“¹⁵⁹

¹⁵⁹ Diese Hypothese wurde im Rahmen der Anwendung des Transformationsmodells in Prag diskutiert. Sie hat zu der Entwicklung eines Konzepts für intermodale Mobilitäts-Hubs geführt, von denen der erste konkret im zu entwickelnden Prager Quartier „Holesovice“ umgesetzt werden soll.

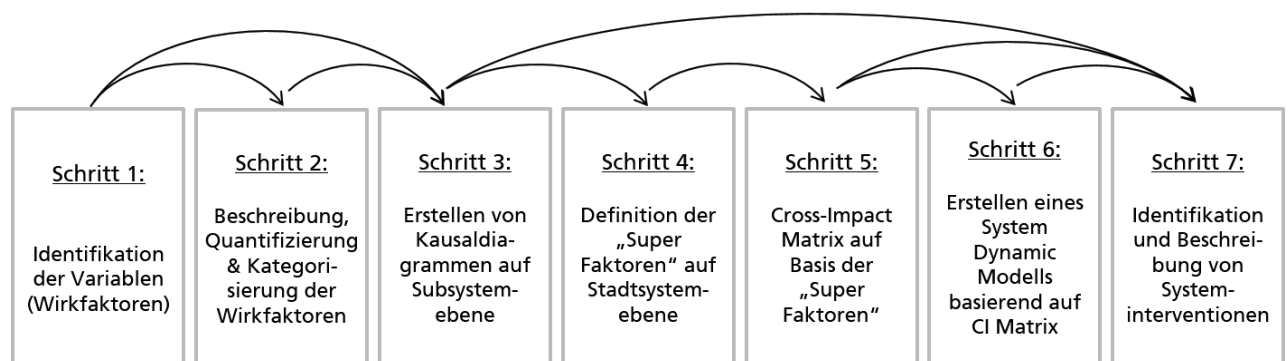
- **Mindmapping**

Eine vorstrukturierte Mindmap, welche die Kategorien zur strukturierten Selbstreflektion mit den Handlungsfeldern kombiniert, ermöglicht eine systematische Erfassung und rasche Zuordnung von Wirkfaktoren aus den Interviewprotokollen heraus. Innerhalb der Gruppendiskussion dient die Mindmap so als Strukturierungshilfe und als wachsende Datenbank zur analysierten Stadt, in der alle relevanten Informationen zu den einzelnen Wirkfaktoren gesammelt werden.¹⁶⁰

- **Systemanalyse**

Die eigentliche Analyse der Wirkfaktoren im Rahmen des Transformationsmodells folgt der Sensitivitätsanalyse nach dem Modell von Vester¹⁶¹. Sie lässt sich grob in die folgenden Schritte unterteilen:

Abbildung 26: Systemanalyseprozess der Wirkfaktoren¹⁶²



1. Identifikation der Wirkfaktoren mittels Interviews, Protokollen, Dokumentenanalysen, Gruppendiskussionen und Mindmapping. Bei einer ersten ungerichteten Sammlung können bis zu 200 Faktoren pro Stadt zusammengetragen werden.

Ergebnis: Eine vollständige Liste (bzw. Mindmap) mit allen in einer Stadt identifizierten Wirkfaktoren

2. Beschreibung, Quantifizierung und Kategorisierung der Wirkfaktoren. Die Wirkfaktoren werden hinsichtlich ihrer identifizierten Auswirkung auf das System nachhaltige Stadtentwicklung kurz beschrieben. Wo bereits quantitative oder qualitative Daten aus der Erhebung der Indikatoren oder Handlungsfelder existieren, werden diese hinterlegt. Alle Wirkfaktoren werden Kategorien zugeordnet, dabei kann ein Wirkfaktor mehreren Kategorien zugeordnet werden. Als Kategorien für die Wirkfaktoren wird folgende Liste¹⁶³ vorgeschlagen:

¹⁶⁰ Die Standard-Mindmap ist verfügbar auf dem internen Morgenstadt-Server auf Livelink: <https://dms-prext.fraunhofer.de/livelink/live-link.exe/properties/5816467>

¹⁶¹ Vergl. Vester 2003, 213f

¹⁶² Eigene Darstellung in Anlehnung an Vester 2003 und Forrester 1994

¹⁶³ Hier weicht das Vorgehen von dem Vester'schen Sensitivitätsmodell ab. Vester schlägt 18 universale Kategorien für Systemvariablen vor, die der biologischen Kybernetik entstammen. (Vergl. Vester 2003, 213f). Da es im vorliegenden Transformationsmodell allerdings um ein bereits definiertes System – das der nachhaltigen Stadtentwicklung – geht, und bereits Kategorien für Handlungsfelder im System entwickelt wurden, liegt es nahe, sich für die Beurteilung der Wirkfaktoren an diesen Kategorien zu orientieren, um später eine handlungsorientierte Systemanalyse durchführen zu können. Im Rahmen der Wirkfaktoranalyse in den sechs Vorreiterstädten hat sich allerdings gezeigt,

- Urban Governance System
- Strategy & Management
- Economy & Innovation System
- Energy System
- Building System
- Mobility System
- Water System
- Space & Urban Planning
- Risk & Resilience
- ICT System
- Socio-cultural System
- External Factors

Ergebnis: Eine vollständige Liste mit allen Wirkfaktoren inkl. Beschreibung, Datensätzen und Kategorisierung.

3. Iterative Modellierung von Systemdiagrammen auf Subsystemebene zur Identifikation wesentlicher Systemfaktoren sowie zur Bereinigung des Variablensatzes, mit dem eine Sensitivitätsanalyse durchgeführt wird.¹⁶⁴ Für die Modellierung von Kausaldiagrammen bieten sich eine Reihe von Systemmodellierungstools¹⁶⁵ an. Die Modellierung folgt den formalen Regeln für Kausalkettendiagramme der System Dynamics.

Die Systemzusammenhänge zwischen den einzelnen Elementen werden mit Hilfe von gerichteten Pfeilen verdeutlicht. Dabei wird empfohlen, das jeweilige Subsystem an den o.a. Kategorien auszurichten. Aus Gründen der Praktikabilität können aber auch mehrere Kategorien zu einem Modell zusammengefasst werden. Aus der Analyse der Zusammenhänge ergeben sich Verbindungen zwischen den Variablen, welche die Systembedeutung einzelner Wirkfaktoren aufzeigen und eine zielgerichtete Entwicklung korrigierender Interventionen ermöglicht. Mit Hilfe von Kausaldiagrammen lassen sich zudem wichtige Rückkopplungsschleifen im System („feedback loops“) identifizieren. Positive Rückkopplungen, die zu sich selbst verstärkenden Mechanismen führen (z.B. exponentielles Wachstum), sowie negative Rückkopplungen die zu einer Stabilisierung des Status quo führen, können auf diese Weise für die betrachteten Subsysteme identifiziert werden.

Ergebnis: Mehrere Kausalkettendiagramme auf Subsystemebene.

4. Auf Basis der Kausalkettendiagramme sowie der Wirkfaktorliste werden diejenigen Wirkfaktoren bestimmt, welche eine hohe Steuerungsfunktion in den Subsystemen haben, und diejenigen, welche gleichzeitig in mehreren Subsystemen als relevant auftauchen. Gemeinsam ergeben diese die **Systemfaktoren** für die nachhaltige Stadtentwicklung der betrachteten Stadt. Die Liste der Systemfaktoren sollte nicht mehr als 42 und nicht weniger als 25

dass eine zu detaillierte Kategorisierung nicht hilfreich ist, weshalb nicht alle 15 Handlungsfeldkategorien verwendet werden, sondern speziell bei den „Hebeln“ der Oberbegriff „Economy & Innovation System“ eingeführt wird. Zudem werden die beiden Kategorien „Socio-cultural System“ und „External Factors“ angegeben, da viele der wichtigen Einflussfaktoren in den Vorreiterstädten sich hierauf bezogen haben.

¹⁶⁴ Vergl. Liehr 2004;

¹⁶⁵ Empfohlen werden Modellierungssoftware wie MATLAB ® Simulink, Vensim, Consideo Modeler oder der frei erhältliche online-basierte Insightmaker (www.insightmaker.com)

Faktoren umfassen.¹⁶⁶ Sie muss im interdisziplinären Team kritisch auf die Repräsentanz aller relevanten Kategorien geprüft und bei Bedarf vervollständigt werden. Die Wirkfaktoren in dieser Liste sollten – wo möglich – mit quantitativen Daten und Zeitreihen, die ihre Entwicklung in den letzten 10 – 15 Jahren dokumentieren, hinterlegt werden.

Ebenso werden für jedes Subsystem auf Basis der Kausalkettendiagramme diejenigen Wirkfaktoren bestimmt, die als **Treiber** im Prozess auftreten (Wirkfaktoren, die eine Entwicklung hin zu einer nachhaltigen Stadt unterstützen) sowie die Wirkfaktoren, welche als **Barrieren** im System fungieren (Wirkfaktoren, die eine Entwicklung hin zu einer nachhaltigen Stadt hemmen oder blockieren).

Ergebnis: vollständige Liste der **Systemfaktoren, Treiber** und **Barrieren** inklusive weiterführenden Informationen für die Systemfaktoren, die für so viele Variablen wie möglich eine quantitative Modellierung ermöglicht.

5. Erstellung einer Cross-Impact-Matrix auf Basis der Systemfaktoren. Eine Cross-Impact-Analyse der identifizierten Technologie- und Handlungsfelder gibt Aufschluss über die Stärke der Beziehungen zwischen den einzelnen Faktoren sowie über deren Charakter und Bedeutung (vergl. Kapitel 5.3.1). Anhand der Aktivsumme und der Passivsumme jedes Faktors sowie deren Quotienten (Q-Faktor) und Produkt (P-Faktor), lässt sich die Rolle des jeweiligen Wirkfaktors im Gesamtsystem herausarbeiten¹⁶⁷. Hierfür können bewährte Darstellungsformen wie die Rollenverteilung in einem Vierfeld-Diagramm, ein Einflussindex oder eine grafische Darstellung der Einflussstärken der jeweiligen Wirkfaktoren erstellt werden.

Ergebnis: vollständige Cross-Impact-Matrix durch das zuständige City-Team erstellt sowie passende Darstellungen der Rolle der einzelnen Wirkfaktoren im Gesamtsystem.

6. Optional: Erstellung eines System Dynamics-Modell basierend auf der Cross-Impact-Matrix. Die CI-Matrix zeigt auf, welche der Systemfaktoren starke Beziehungen untereinander aufweisen. Diese Beziehungen werden nun über ein formelles System Dynamics-Modell simuliert, wofür auf die erhobenen quantitativen Daten zurückgegriffen wird. Die Modellierung folgt den klassischen Regeln für dynamische Flussmodelle. Dabei müssen für nicht quantifizierte Variablen Annahmen und Schätzungen bezüglich ihres quantitativen Einflusses auf die anderen Systemfaktoren getroffen werden. Hierbei kann man die von Vester vorgeschlagenen diskreten Tabellenfunktionen zu Rate ziehen,¹⁶⁸ bei denen die Auswirkung eines Wirkfaktors auf einen anderen Wirkfaktor abhängig von einem hinterlegten Zustand ist. Anhand von Regelkreisanalysen und Teilszenarien¹⁶⁹ lassen sich Maßnahmen und Interventionen aus dem Systemmodell ableiten, deren Wirkung eine nachhaltige Stadtentwicklung positiv beeinflusst. Ebenso lassen sich bereits identifizierte Optionen und potenzielle Maßnahme anhand des Systemmodells auf ihre Wirkung für eine nachhaltige Stadtentwicklung optimieren. Simulationen und Policy-Tests sind mit dem Modell ebenso möglich wie Wenn-Dann-Prognosen und tragen zur Definition der optimalen Interventionsoptionen für die jeweilige Stadt bei.

¹⁶⁶ Vergl. Vester 2003, S. 224

¹⁶⁷ Ebenda.

¹⁶⁸ Vergl. Vester 2003, S. 258

¹⁶⁹ Vergl. hierzu Vester 2003, 250f

5.5 Verknüpfung der Ebenen zu einem Transformationsmodell

In den vorherigen Unterkapiteln wurden die Grundzüge und Elemente eines Transformationsmodells für eine nachhaltige Stadtentwicklung ausgearbeitet und erläutert. Grob gesagt, handelt es sich um drei Komponenten:

1. **Ein Indikatoren-System** zur Identifikation des quantifizierbaren Nachhaltigkeitsprofils einer Stadt
2. **Ein Action- & Response Framework** zur Analyse der 86 Handlungsfelder, die für die nachhaltige Entwicklung einer Stadt verantwortlich sind.
3. **Eine Sensitivitätsanalyse** individueller Wirkfaktoren zur Identifikation geeigneter Systeminterventionen und zur Verankerung einer Strategie in den realen lokalen Wirkgefügen.

Jede Analyseebene für sich genommen ermöglicht bereits wichtige Aussagen hinsichtlich der nachhaltigen Entwicklung einer betrachteten Stadt:

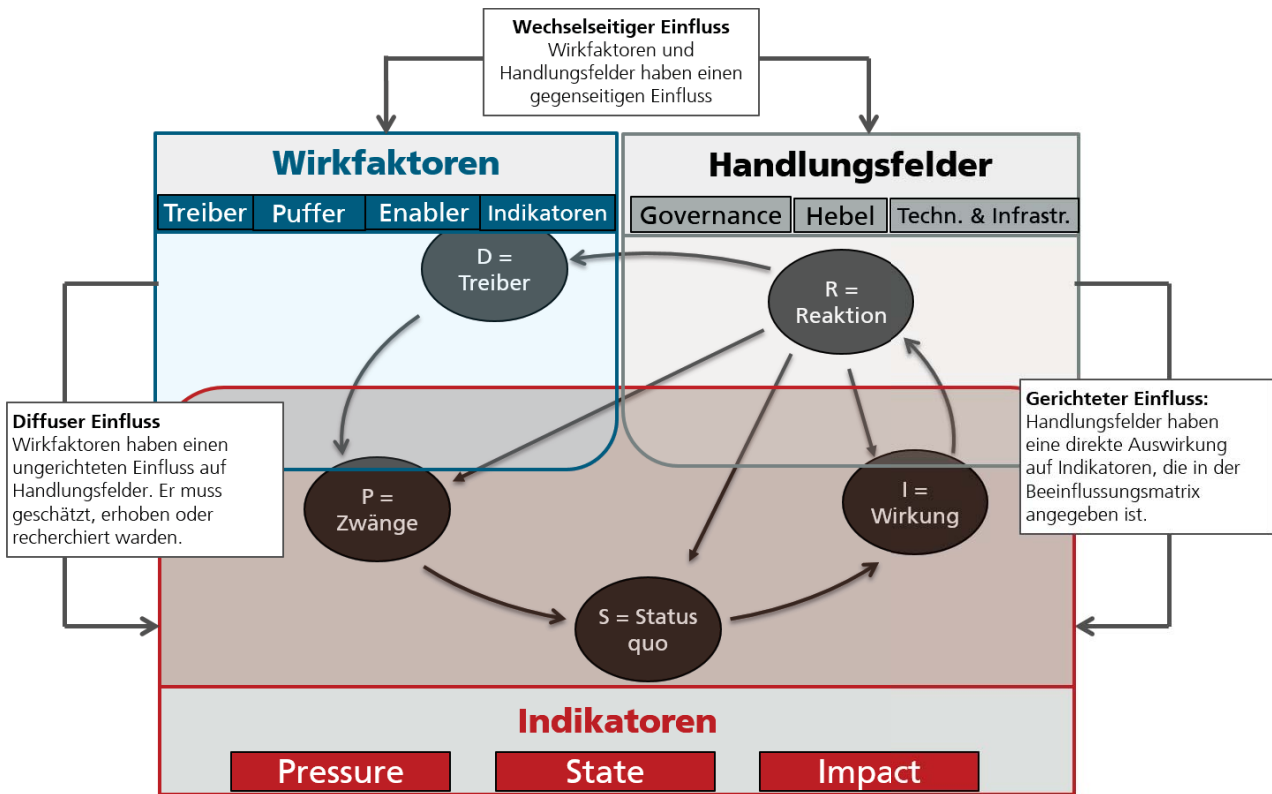
- Über den Abgleich der Indikatoren mit dem hinterlegten Benchmark-System werden **kritische Zustände** in Bezug auf den quantitativen Nachhaltigkeitszustand der Stadt aufgezeigt.
- Über die Bewertung der lokalen Ausprägung der Handlungsfelder kann aufgezeigt werden, wo die Stadt bereits aktiv eine nachhaltige Entwicklung verfolgt, und wo noch **Handlungsbedarf** besteht.
- Über die Identifikation und Analyse lokaler Wirkfaktoren können die individuellen Treiber und Barrieren für eine nachhaltige Stadtentwicklung vor Ort identifiziert und zur Ausarbeitung einer **Entwicklungsstrategie** berücksichtigt werden.

Wirklich aussagekräftig und strategisch handlungsleitend wird das Modell allerdings erst, wenn diese drei Analyseebenen miteinander verknüpft und aufeinander bezogen werden. Das folgende Modell zeigt deshalb auf, über welche Programme und Funktionen die Analyseebenen miteinander verknüpft werden, und welche Auswertung hierüber möglich wird:

Die Pressure-, State- und Impact-Indikatoren zeigen über einen Vergleich mit den erarbeiteten Benchmark-Werten an, in welchen Bereichen besonders hoher Handlungsbedarf für die Stadt besteht. Um hierüber rasch zu kohärenten Handlungsstrategien zu gelangen, ist es wünschenswert, zunächst einen Überblick darüber zu haben, wie die definierten Handlungsfelder die Indikatoren beeinflussen. Ist dies bewerkstelligt, lässt sich relativ leicht herausfinden, welche Handlungsfelder prioritär bearbeitet werden müssen, um die Bereiche, die durch kritische Indikatoren aufgezeigt wurden, in einen nachhaltigeren Zustand zu bringen. Eine erste formale Beziehung muss somit zwischen den Ebenen Indikatoren und Handlungsfeldern hergestellt werden.

Die Wirkfaktoren zeigen an, welchen wichtigen lokalen Einflussgrößen vor allem die Handlungsfelder für eine nachhaltige Stadtentwicklung unterliegen. Sie zeigen hemmende und katalysierende Faktoren auf, die eine wesentliche Bedeutung für die Ausarbeitung von Handlungsstrategien haben. Eine zweite formale Beziehung muss somit zwischen den Handlungsfeldern und den Wirkfaktoren hergestellt werden.

Abbildung 27: Schematisches Verhältnis der drei Analyseebenen



Die Logik der Beeinflussung zwischen Wirkfaktoren, Handlungsfeldern und Indikatoren, wird stark vereinfacht in Abbildung 27 dargestellt: während die Beeinflussung der Indikatoren durch die Wirkfaktoren diffus ist, existiert ein gerichteter Einfluss durch die Handlungsfelder. Wirkfaktoren und Handlungsfelder beeinflussen sich gegenseitig. Das Modell muss somit in der Lage sein, den gerichteten Einfluss zwischen Handlungsfeldern und Indikatoren sowie den diffusen Einfluss zwischen Wirkfaktoren und den beiden anderen Kategorien wiederzugeben und für eine Handlungsstrategie aufzubereiten. Um dieses Ziel zu erreichen, wurden zwei Instrumente entwickelt, welche in der Lage sind, die hier aufgezeigten Beziehungen anhand realer Werte einer Stadt für eine Strategie zu operationalisieren.

- Eine Beeinflussungsmatrix zwischen Handlungsfeldern und Indikatoren
- Eine teilautomatisierte Zuordnung von Wirkfaktoren zu Handlungsfeldern

Im Folgenden wird die Entwicklung beider Instrumente sowie ihre Funktionsweise erläutert.

5.5.1 Die Beeinflussungsmatrix und ihre Anwendung

Vorgabe für die Entwicklung der Beeinflussungsmatrix war, eine statische Matrix zu erhalten, die auf generische Art und Weise Aufschluss über den Zusammenhang zwischen den Indikatoren und den Handlungsfeldern geben kann. Sie sollte auf Expertenmeinung und -erfahrung basieren und als ein generisches Instrument für alle europäischen Städte ab ca. 100.000 Einwohner anwendbar sein. Das Ziel der Beeinflussungsmatrix ist, auf Basis der Indikatoren und der hinterlegten Benchmarks sowie der erhobenen Ausprägung von Handlungsfeldern, für eine beliebige Stadt, die wichtigsten Handlungsfelder zu identifizieren und in eine Entwicklungsstrategie zu überführen.

Darüber hinaus sollen auch die so identifizierten prioritären Handlungsfelder untereinander hinsichtlich ihrer Gesamtbedeutung bezogen auf die Indikatoren priorisiert werden, da davon auszugehen ist, dass so gut wie alle Handlungsfelder sich positiv oder negativ auf mehr als lediglich einen Indikator auswirken. So trägt das Handlungsfeld 65 („*Intelligent traffic management based on real-time information*“) beispielsweise dazu bei, die Fließgeschwindigkeit des Verkehrs zu erhöhen (Indikator: „Average travel speed“), hat aber auch Auswirkungen auf die CO₂-Emissionen im Verkehrs-Sektor, die Nutzung des Öffentlichen Nahverkehrs sowie die Reaktionszeiten von Rettungskräften; alles urbane Prozesse, die sich in den Indikatoren wiederfinden.

Wie in Tabelle 9 schematisch angedeutet, ist es hierfür notwendig, die Art der Beeinflussung jedes Handlungsfelds auf jeden Indikator abzuschätzen.

Tabelle 9: Schematische Darstellung der Einflusstabelle Handlungsfelder vs. Indikatoren

		Indikator 1	Indikator 2	Indikator 3		Indikator n
Handlungsfeld 1	wirkt auf	+++	+	--		0
Handlungsfeld 2	wirkt auf	+	-	++		+++
Handlungsfeld 3	wirkt auf	---	++	0		++
Handlungsfeld n	wirkt auf	++	-	+++		--

Die Zuordnung von Handlungsfeldern in ihrer relativen Auswirkung auf die Indikatoren hilft somit, die Handlungsfelder zu priorisieren, aber auch zu überprüfen, ob die Stadt bereits eine kohärente Handlungsstrategie verfolgt. Sind beispielsweise Handlungsfelder schwach ausgeprägt, die zur Verbesserung wesentlicher Indikatoren beitragen können, lässt dies ebenso Schlüsse für eine zu formulierende Entwicklungsstrategie zu.

Die Beziehung zwischen Handlungsfeldern und Indikatoren ist allerdings nicht immer eindeutig und meist auch nicht klar quantifizierbar. Unterscheiden muss man zudem auch zwischen der generischen Ebene, auf der eine generelle Auswirkung von Handlungsfeldern auf die Indikatoren eingeschätzt werden muss, um ein Analyseinstrument für Städte generell zu kreieren, und der jeweils lokalen Ausprägung der Auswirkung in einer konkreten Stadt. Auf Grund individueller Umstände können spezifische lokale Zusammenhänge von der generischen Beeinflussungsmatrix abweichen, (regelt z.B. die Gebäuderegulierung in einer Stadt wider Erwarten auch den Schadstoffanteil im Abwasser, kommt man ggf. zu weiteren individuellen Abhängigkeiten im System), wodurch eine Prüfung des lokalen Kontexts sowie ggf. eine geringfügige Anpassung der Matrix in jedem Fall erforderlich ist.

Für das vorliegende Modell wurde eine generische Matrix erstellt, in der die Wirkung aller identifizierten Handlungsfelder auf alle definierten Indikatoren durch ein Team von Experten eingeschätzt wurde. Da es sich hierbei um eine Matrix mit 10.320 Feldern handelt, wurde die Allokation der Beeinflussung an unterschiedliche Experten-Teams verteilt.¹⁷⁰ Jeder Experte war gehalten, auf einer Skala von +5 bis

¹⁷⁰ Zur Erstellung der Beeinflussungsmatrix haben folgende Expertenteams beigetragen: „Urban Leadership“: Expertenteam am Fraunhofer IAO (Steffen Braun, Alanus von Radecki, Andrea Röbner, Dr. Alexander Rieck). Regulations & Incentives: Expertenteam am Fraunhofer IAO (Nora Fanderl, Alanus von Radecki, Natalie Pfau, Tom Hawxwell). „Information & Education, Image & Brand, R&D Tactics, Business Tactics“: Expertenteam am Fraunhofer IAO: (Constanze Heydkamp, Nora Fanderl, Susanne Schatzinger, Bernd Bienzeisler); „Urban Planning“: Expertenteam bei SBA Architektur und Stadtentwicklung: (Christoph Liske, Hans Hellmann, Oliver Lambrecht), „Energy“: Expertenteam am Fraunhofer IWES und ISE: (Gerhardt Stryi-Hipp, Arnulf Dinkel, Stefan Bofinger, Britta Zimmermann). „ICT“: Expertenteam am Fraunhofer IAO: (Bernd Bienzeisler, Alanus von Radecki, Martin Feldwieser); „Water“: (Expertenteam am Fraunhofer IAO, IGB und ISI (Dr. Marius Mohr, Felix Tettenborn, Elena Krylova); „Transport / Mobility“: Expertenteam am Fraunhofer IAO: (Steffen Raiber, Steffen Braun, Thomas Ernst, Jochen Verhasselt, Alanus von Radecki). „Buildings“: Expertenteam am Fraunhofer IBP: (Christina Sager, Hans Erhorn, Maik Buttler); Resilience Engineering: Expertenteam am Fraunhofer IAO: (Willi Wendt, Elena Krylova, Tom Hawxwell).

-5 den Einfluss eines Handlungsfelds auf alle definierten Indikatoren einzuschätzen. Insgesamt waren 30 Experten an der Erstellung der Beeinflussungsmatrix zwischen Handlungsfeldern und Indikatoren beteiligt. Die hieraus entstandene Beeinflussungsmatrix bildet die Grundlage für eine generische Analyse der Zusammenhänge von Systemzustand und definierten Maßnahmen in einer beliebigen Stadt.

Per Regressionsanalyse lassen sich unter Verwendung der Beeinflussungsmatrix für jeden beliebigen Indikator die zugehörigen Handlungsfelder identifizieren und in ihrer Bedeutung für eine Gesamtstrategie gewichten und bewerten. Hierzu werden die Indikatoren als abhängige (y), die Handlungsfelder als unabhängige Variablen (x) definiert. Die Analyse erfolgt in einem mehrstufigen Verfahren, welches auf den folgenden Seiten beschrieben wird. Diese Analyse ist in einer hierfür entwickelten Excel-Datenbank per Visual-Basic-Code hinterlegt und lässt sich per Knopfdruck durchführen. Die einzige Voraussetzung ist, dass für die betreffende Stadt die Werte für die Indikatoren und Handlungsfelder ermittelt und in die Morgenstadt-Datenbank eingegeben wurden:

1. Identifikation der kritischen Indikatoren (I_{krit}):

Nach Erhebung der Daten müssen alle Indikatoren, die bei einem Vergleich mit dem Benchmark-System im „roten“ Bereich landen, identifiziert werden. Dies erfolgt mittels automatischem Abgleich der Indikatorenwerte mit den Benchmarks und Zuordnung der entsprechenden Kategorien (1 = grün, 2 = gelb, 3 = rot) sowie einer automatisierten Kopierfunktion.

Auf dieselbe Weise werden die „halbkritischen“ Indikatoren ermittelt, also alle Indikatoren, deren Werte für die betreffende Stadt bei einem Vergleich mit dem Benchmark System im „gelben“ Bereich landen.

2. Zuordnung der relevanten Handlungsfelder

Für jeden kritischen Indikator werden mittels Regressionsanalyse die Handlungsfelder identifiziert, die potenziell einen starken Einfluss auf den Indikator ausüben.

Hierfür wird folgende Formel angewandt:

$$I_{krit} = f(x_{1-86} > 2,5; x_{1-86} < -2,5) + e$$

Es wird hierbei darauf verzichtet, für jeden I_{krit} die optimale Regressionsfunktion zu berechnen, da es sich bei der Beeinflussungsmatrix lediglich um generische Schätzungen der Einflussstärken handelt und eine mathematische Berechnung eine nicht vorhandene Genauigkeit vortäuschen würde. Stattdessen werden die Handlungsfelder ermittelt, deren Einfluss mit $>2,5$ oder $<-2,5$ auf einer Skala von +5 bis -5 geschätzt wurde.

Für jeden „halbkritischen“ Indikator wird dieselbe Analyse durchgeführt.

3. Gewichtung der ermittelten Handlungsfelder

Alle hierüber identifizierten Handlungsfelder werden nach Häufigkeit der Nennung summiert und gewichtet. Handlungsfelder, die kritische Indikatoren adressieren, werden mit 1 gewichtet, Handlungsfelder, die halbkritische Indikatoren adressieren, werden mit 0,5 gewichtet. Je häufiger ein Handlungsfeld erscheint, desto größer ist seine Bedeutung für das Gesamtsystem der Stadt und desto wichtiger ist es für eine spätere Strategie.

In seiner Relation zu jedem Indikator verfügt jedes Handlungsfeld über eine Wirkungsrelevanz. Diese ergibt sich aus der relativen Position des Handlungsfelds in der Gesamtheit aller Handlungsfelder, die Einfluss auf den entsprechenden Indikator nehmen. Die Wirkungsrelevanz jedes Handlungsfelds für jeden Indikator wird ermittelt über die folgende Formel:

$$W_x = \left(\frac{100Px}{\sum P} * \frac{\sum P}{100Vy} \right)$$

Dabei gilt:

P_x = Einfluss des Handlungsfelds auf den Indikator

$\sum P$ = Summe des Einflusses aller Handlungsfelder auf den Indikator

V_y = Anteil aller Handlungsfelder, die den Indikator beeinflussen

Für die finale Gewichtung wird die Wirkungsrelevanz des Handlungsfelds für jeden Indikator mit 1 oder 0,5 multipliziert, je nachdem, ob der Wert für den Indikator in der betreffenden Stadt kritisch (1), oder nur halbkritisch (0,5) ausfällt. Die Summe der hierüber ermittelten Wirkungsrelevanz ergibt einen eindeutigen Wert für jedes Handlungsfeld, der Aufschluss über die Bedeutung für die zu entwickelnde Strategie gibt.

Ergebnis der Gewichtung ist eine Rangliste aller Handlungsfelder nach Wirkungsrelevanz, die für eine ganzheitliche Nachhaltigkeitsstrategie der betreffenden Stadt von Bedeutung sind.

4. Einordnung in das aktuelle „Action & Response Framework“ der Stadt

Die Einordnung der nach Wirkungsrelevanz priorisierten Handlungsfelder in das empirisch erhobene „Action & Response Framework“ der Stadt dient dazu, die wichtigsten Handlungsfelder für eine auf Umsetzung orientierte Nachhaltigkeitsstrategie zu identifizieren und hierüber konkrete Maßnahmen abzuleiten.

Der Rangliste der Handlungsfelder wird hierfür zunächst die aktuelle Ausprägung der Handlungsfelder in der betreffenden Stadt gegenübergestellt. Nach der Erhebung der Handlungsfelder liegt für jedes Handlungsfeld für die betreffende Stadt ein Wert im Bereich zwischen 0 (überhaupt nicht ausgeprägt) bis 10 (vollständig ausgeprägt) vor. Aus dieser Gegenüberstellung lässt sich ermitteln, welchen Grad an Kohärenz die Stadt in ihrer aktuellen Strategie hat. Weisen viele der als prioritär ermittelten Handlungsfelder eine geringe Ausprägung auf (<5), lässt sich daraus schließen, dass die Stadt bisher wesentliche Investitionen und Entscheidungen unterlassen hat, die konkrete Defizite beheben würden. Sind die prioritären Handlungsfelder bereits ausgeprägt (>5), kann dies ein Indiz dafür sein, dass die Stadt in der kürzeren Vergangenheit bereits zahlreiche richtige Entscheidungen getroffen und Investitionen getätigt hat, dass die Wirkung allerdings noch nicht eingesetzt hat. Voll ausgeprägte Handlungsfelder, die in der Prioritätenliste weit unten stehen, zeigen an, wo die Stadt in der Vergangenheit bereits eine kohärente Strategie im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung erfolgreich umgesetzt hat.

Die Identifikation der Handlungsfelder, die für einen späteren Maßnahmenkatalog zur Optimierung der Nachhaltigkeitsperformance der Stadt eine hohe Relevanz besitzen, erfolgt nun über folgende Formel:

$$R_x = \frac{\sqrt{\sum Wx^* (10 - X_w)}}{\sqrt{\sum Wx^* (10 - X_w)_{max}}}$$

Dabei gilt:

$\sum W_x$ = Summe der Wirkungsrelevanzen für das betreffende Handlungsfeld

X_w = Empirisch gemessener Wert für das Handlungsfeld in der betreffenden Stadt

Die Normierung in der Formel sorgt dafür, dass alle Relevanzwerte sich im Zahlenraum zwischen 0 und 1 befinden und hierüber später auch Vergleiche der Handlungsfelder zwischen unterschiedlichen Städten möglich werden.

Eine absteigende Sortierung der Handlungsfelder nach R_x zeigt die ermittelte Rangliste der Handlungsfelder in ihrer Bedeutung für eine lokale Strategie. An erster Stelle befindet sich das Handlungsfeld mit der stärksten Kombination aus Wirkungsrelevanz in Bezug auf kritische oder halbkritische Werte der gemessenen Indikatoren und einer schwachen Ausprägung auf der lokalen Handlungsebene. Die so ermittelten obersten 10 – 15 Handlungsfelder sind die wesentlichen Bausteine einer Handlungsstrategie für eine nachhaltige Entwicklung in der betreffenden Stadt. Sie müssen nun mit den identifizierten Wirkfaktoren sinnvoll zu konkreten Maßnahmenbündeln kombiniert und zu einer integrierten und ganzheitlichen Roadmap ausgearbeitet werden.

5. Nutzung der Wirkrelevanzen für die Priorisierung von Projekten und Maßnahmen

In der Anwendung des Modells dient R_x dazu, potenzielle Maßnahmen und Projekte, die aus der Analyse abgeleitet werden, hinsichtlich ihrer Auswirkung auf die nachhaltige Entwicklung der Stadt zu bewerten. Das direkte Wirkpotenzial einer Maßnahme (W_p) ergibt sich dabei aus der Summe der Wirkrelevanzen der Handlungsfelder, die durch die Maßnahme positiv adressiert werden.

$$W(p) = \sum_{n=1}^{86} (R_x(Wx))$$

Das indirekte Wirkpotenzial einer Maßnahme muss in der Zusammenschau aller definierten Maßnahmen ermittelt werden. Es ergibt sich aus der Summe der positiven Auswirkungen, die eine Maßnahme auf alle anderen Maßnahmen hat und wird mittels Beeinflussungsmatrix durch das Analyseteam ermittelt. Die Beeinflussungsmatrix enthält in diesem Fall eine Einschätzung des positiven Beitrags der Maßnahmen aufeinander auf einer Skala von 0% (keine Auswirkung) bis 100% (Maßnahme x = Voraussetzung für Maßnahme y).

$$W_{p-Ges} = W_p * \sum P_p$$

Dabei gilt:

W_{p-Ges} = Ganzheitliches Wirkpotenzial einer Maßnahme oder eines Projekts

W_p = Direktes Wirkpotenzial einer Maßnahme oder eines Projekts

$\sum P_p$ = Summe des (in Prozent) geschätzten positiven Einflusses des Projekts auf die anderen Projekte.

5.5.2 Zuordnung von Wirkfaktoren

Die Beeinflussungsmatrix zwischen Handlungsfeldern und Indikatoren wurde mit beträchtlichem zeitlichem und personellem Aufwand erstellt, da sie als generisches Instrument nur einmal erstellt werden muss und anschließend lediglich kleiner Änderungen bedarf, falls sich Indikatoren oder Handlungsfelder ändern. Im Fall der Wirkfaktoren ist ein anderes Vorgehen notwendig, da in jeder Anwendung des Modells auf eine konkrete Stadt, die mit einem begrenzten Budget an Ressourcen und Zeit durchgeführt wird, eine eigene Liste von Wirkfaktoren erstellt wird. Eine individuelle Zuordnung aller Wirkfaktoren zu allen Handlungsfeldern und Indikatoren würde leicht eine Matrix mit >100 x 86 x 120 Feldern ergeben, was weder einem Team an Experten zuzumuten, noch sinnvoll ist, da hierüber ja lediglich tendenzielle Zusammenhänge und meist keine quantifizierbaren Kausalitäten identifiziert werden.

Die Wirkfaktoren müssen somit über die Kategorien der Handlungsfelder mit den Handlungsfeldern in Beziehung gesetzt werden, um eine einfache Operationalisierung zu ermöglichen. Über die Unterscheidung in Treiber, Barrieren und Systemfaktoren, welche bereits bei der Erhebung und Ausarbeitung der Wirkfaktoren erfolgt, lässt sich eine gute Zuordnung aller relevanten lokalen Wirkfaktoren zu den Handlungsfeldern einer Kategorien rasch und teilautomatisiert vornehmen. Der Analyst erhält somit alle Informationen, die für die weitere Ausarbeitung einer individuellen Strategie notwendig sind, am richtigen Ort und kann hierauf eine individuelle Interventionsstrategie erarbeiten. Auf Ebene des einzelnen Handlungsfelds muss anschließend eine genaue Betrachtung erfolgen, ob sich der Wirkfaktor als entsprechend relevant erweist. Dieser Schritt kann erfolgen, sobald über die Queranalyse von Indikatoren und Handlungsfeldern eine priorisierte Liste an relevanten Handlungsfeldern für die zu betrachtende Stadt erstellt wurde.

Tabelle 10: Bezug zwischen Handlungsfeld Kategorien und Wirkfaktoren¹⁷¹

HF Kategorie (z.B. Energie)	Treiber	Barrieren	Systemfaktoren
<i>X_{Rx} Top 15,</i> <i>Kateg. „Energie“</i>	<i>Wirkfaktor 1</i>	<i>Wirkfaktor 4</i>	<i>Systemfaktor 1</i>
	<i>Wirkfaktor 2</i>	<i>Wirkfaktor 5</i>	<i>Systemfaktor 2</i>
	<i>Wirkfaktor 3</i>	<i>Wirkfaktor 6</i>	<i>Systemfaktor 3</i>

5.5.3 Zusammenfassung des Transformationsmodells

Als Ergebnis der Anwendung des Transformationsmodells auf eine konkrete Stadt sollen somit vorliegen:

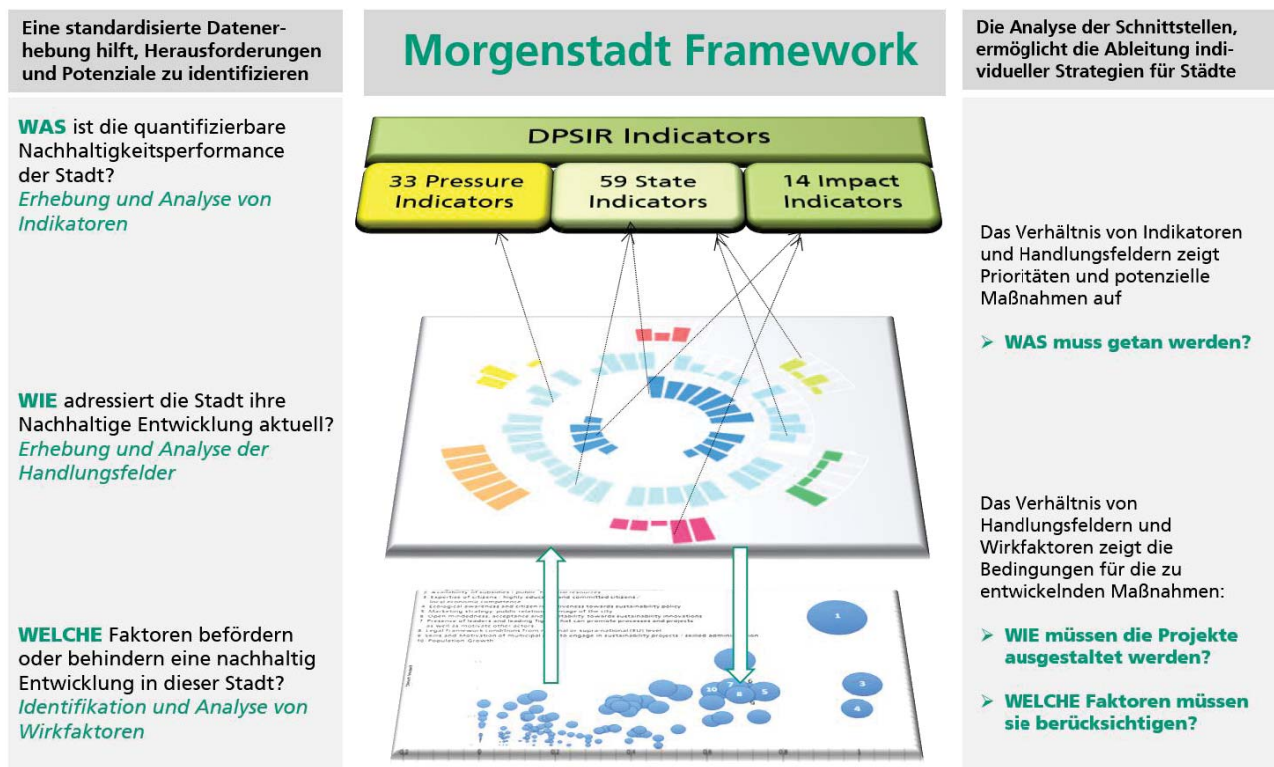
1. **Die kritischen und halbkritischen Werte des Indikatoren Systems.** Hierüber wird aufgezeigt, in welchen konkreten Bereichen die Stadt quantifizierbar und nachweislich eine geringe Performance im Sinne einer nachhaltigen Stadtentwicklung zeigt, also wo konkreter Handlungsbedarf besteht.

¹⁷¹ Eigene Darstellung

- Die **wichtigsten Handlungsfelder**, bei denen sowohl die **Wirkungsrelevanz**, als auch der **Handlungsbedarf** hoch sind ($R > 0,5$). Sie geben Aufschluss darüber, welche Bereiche adressiert und wohin Investitionen kanalisiert werden müssen, um die Nachhaltigkeitsperformance der Stadt signifikant zu verbessern.
- Die **Wirkfaktoren**, die den ermittelten Handlungsfeldern über die Kategorien zugeordnet werden. Sie zeigen an, wie die betreffenden Handlungsfelder im konkreten Fall ausgestaltet und in Maßnahmen überführt werden müssen, damit eine erfolgreiche Umsetzung unter den lokalen Umständen erfolgen kann.

Über diese drei Ebenen lassen sich individuelle Strategien und Handlungs-Roadmaps für Städte ableiten, die sowohl durch ein generisches Transformationsmodell belegt als auch auf die individuellen Voraussetzungen der Stadt angepasst sind. Die darin enthaltenen Maßnahmen können auf ihr Wirkungspotenzial hin analysiert und entsprechend priorisiert werden. Abb. 28 zeigt schematisch auf, wie die drei Ebenen zusammenhängen und ineinandergreifen.

Abbildung 28: Das Transformationsmodell im Überblick¹⁷²



Selbstverständlich lassen sich alle Daten für sich betrachten, analysieren und interpretieren. Eine separate Analyse der Indikatoren kann aufschlussreich für viele Bereiche sein und ggf. Unbekanntes zu Tage fördern. Eine separate Analyse der Handlungsfelder kann sowohl zur Ableitung weiterer Maßnahmen oder zur besseren Begründung bereits geplanter Maßnahmen dienen, als auch ein vertieftes Verständnis für die Aktionspotenziale für eine nachhaltige Stadtentwicklung bei den lokalen Akteuren

¹⁷² Eigene Darstellung

erzeugen. Die Betrachtung der Wirkfaktoren zeigt ein individuelles Stadtsystem mit seinem Wirkungsgefüge, Interdependenzen und Regelkreisen; hierüber kann ein tiefes Verständnis der lokalen Prozesse, Akteure und Zusammenhänge erzielt werden, das für eine Vielzahl an Interventionen eine wichtige Grundlage darstellt.

Eine ganzheitliche, quantitativ belegbare und an dem aktuellen Handlungsstand ausgerichtete Nachhaltigkeitsstrategie erzielt man allerdings nur über das Zusammenspiel der drei Ebenen. Die Ableitung von Maßnahmen aus dem Modell kann nur vor dem Kontext einer konkreten Stadt und der Anwendung des Modells erfolgen. In Kapitel 6 soll deshalb anhand des Anwendungsbeispiels Prag aufgezeigt werden, zu welchen Ergebnissen die Anwendung des Modells führt.

5.5.4 Operationalisierung mit Hilfe der Morgenstadt-Datenbank

Das Modell ist darauf ausgelegt, Städte größer 100.000 EW im OECD-Raum zu analysieren. Es soll also potenziell für die Analyse einer großen Anzahl an Städten zur Verfügung stehen. Aus diesem Grund wurde eine online-basierte Datenbank entwickelt, die als zentraler Ort für die Datenerhebung sowie für die spätere Analyse dienen soll. Die Datenbank ist unter <http://mci.iao.fraunhofer.de/> erreichbar.

Die Datenbank folgt in der Logik dem Aufbau des hier dargestellten Modells und ermöglicht die Analyse von beliebig vielen Städten. Die Programmierung erfolgte in Python und es wurden neben der getreuen Nachbildung des Transformationsmodells unterschiedliche Benutzerprofile angelegt, über die eine individuelle Anwendung der Datenbank sichergestellt wird. So kann z.B. eine Bearbeitung aller Daten von Prag durch Angestellte der Prager Stadtverwaltung erfolgen, diese können allerdings keine Daten aus anderen Städten einsehen oder verändern.

Auf der Startseite des Frontends der Datenbank muss zunächst eine Auswahl der Stadt getroffen werden, die bearbeitet werden soll. Neue Städte können auf der obersten Ebene des Backend hinzugefügt werden. Die Eingabe der Daten findet auf der Ebene der Städte statt. Die Basis-Seite der Städte ist unterteilt in vier Ebenen: Indikatoren, Handlungsfelder, Wirkfaktoren und Informationen zur Datenerhebung:

Die eigentlichen Eingabemasken befinden sich auf den jeweiligen untergeordneten Seiten zu den Indikatoren, Handlungsfeldern und Wirkfaktoren. Jede Eingabemaske folgt der Logik des zu erhebenden Themas: Indikatoren können mit numerischen Werten eingegeben werden, die Handlungsfelder werden mittels Radiobuttons und einer jeweiligen Auswahl zwischen „ja“ und „nein“ erhoben und Wirkfaktoren (hier werden nur die Systemfaktoren hinterlegt) werden mit Text sowie Aktiv- und Passivsumme hinterlegt. Ein „Mouseover“ zeigt die jeweilige Definition des Indikators bzw. des Handlungsfeldes an um sicherzustellen, dass die eingebende Person alle notwendigen Informationen zur Verfügung hat.

Abbildung 29: Eingabemaske der Indikatoren in der Datenbank¹⁷³

Indicators

Pressure ▲

P2_Municipal Water Consumption

Value 31.12.2014 31.12.2014

P8_Population Dynamics

Value 31.12.2014 04.05.2015 2012-2014

P17_Number of homicides

Value 31.12.2014 04.05.2015 %, Number o

P26_Urban area used by manufacturing companies

Value 01.12.2014 07.05.2015

P25_Significance of freight transport in urban traffic system

Value 07.05.2015 07.05.2015

P24_Modal split of freight system

Value 31.12.2013 07.05.2015 Rail/Road/Wa

P23_Modal split

Value 31.12.2013 07.05.2015 PT/cars/bicyc

P1_Built-up area (m² per inhabitant)

Value 05.05.2015 "There might

Auch die Handlungsfelder müssen mit Quelle, Datum und Bemerkung hinterlegt werden. Sie sind in einer Baumstruktur angeordnet, der die Kategorien der Handlungsfelder zu Grunde liegen. Abb. 30 zeigt die Eingabemaske an.

Alle Indikatoren und Handlungsfelder sind mit einem Mouseover hinterlegt, in dem eine knappe Beschreibung des Indikators bzw. des Handlungsfeldes gegeben wird. Dies dient als Erklärung für die lokalen Experten, die für die Befüllung der Datenbank verantwortlich sind. Eine vollständige Beschreibung aller Indikatoren und Handlungsfelder wird dem lokalen Team über zusätzliche Dokumente zur Verfügung gestellt.

Bis dato dient die Datenbank zur strukturierten und standardisierten Datenerhebung. Im Falle einer Stadtanalyse erhalten die Mitglieder des lokalen Spiegelteams einen individuellen Zugang zur Datenbank, um die Werte für die eigene Stadt sukzessive einzutragen. Die eigentliche Auswertung der Daten erfolgt teilautomatisiert mit Hilfe eines Excel-Instruments, das auf die Datenbank zugreift. Eine Integration der automatisierten Datenauswertung sowie von grafischen Elementen in die Online-Datenbank ist allerdings möglich und als zukünftige Erweiterung geplant.

¹⁷³ Quelle: <http://mci.iao.fraunhofer.de>

Abbildung 30: Eingabemaske zu den Handlungsfeldern in der Morgenstadt-Datenbank¹⁷⁴

Action Fields

Energy ▼

Mobility and Transport ▲

- 71 Intermodal urban freight traffic
- 70 Innovative sustainable distribution concepts for city centers
- 72 Provision of E-Mobility Infrastructure
- 73 Optimizing road network and transport routes for traffic distribution
- 74 Targeted combination of different modes of transport

Resilience ▼

Water ▼

Buildings ▼

ICT System ▼

Strategy and Planning ▼

Organization and structure ▼

Regulations ▼

Information and Education ▼

71 Intermodal urban freight traffic

T2c : Does rail and water freight transport account for a significant share of goods (> 30%) imported to the city? (y/n)

Yes No Source Prague transportation Year 07.05.2015

T2e : Is land available in the city for multimodal transshipment terminals or multimodal distribution centers? (y/n)

Yes No Source IPR Year 07.05.2015

T2a : Are trips due to freight traffic responsible for < 5% of overall traffic? (y/n) (y = 2 Points)

Yes No Source Prague transportation Year 07.05.2015

T2b : Are there larger multimodal transshipment terminals (harbours, freight train stations etc.)? (y/n)

Yes No Source IPR Year 07.05.2015

¹⁷⁴ Quelle: <http://mci.iao.fraunhofer.de>

5.5.5 Die Rolle des Spiegelteams

Neben der standardisierten Datenerhebung aus Sekundärquellen ist ein ca. 2-wöchiger Vor-Ort-Aufenthalt des interdisziplinären Forschungsteams der Kern der operativen Anwendung des Transformationsmodells. Mittels teilstandardisierter Interviews mit lokalen Entscheidern und Experten werden die Angaben zu den Handlungsfeldern verifiziert und die Wirkfaktoren identifiziert und beschrieben. Eine wesentliche Voraussetzung für die erfolgreiche Datenerhebung, für den Zugang zu relevanten lokalen Experten und Entscheidern, sowie für die Organisation der Interviews, Workshops und Besichtigungen lokaler Technologie- und Infrastrukturlösungen ist ein gut strukturiertes „Spiegelteam“, bestehend aus Mitgliedern der Stadtverwaltung und ggf. weiteren Multiplikatoren wie städtischen Unternehmen oder Universitäten. Mit einer erfolgreichen Umsetzung der identifizierten Maßnahmen ist nur dann zu rechnen, wenn lokale Experten von Anfang an in den Prozess der Datenerhebung und -analyse eng eingebunden werden. Essenziell sind dabei eine direkte Verankerung des Spiegelteams in der kommunalen Entscheidungsstruktur sowie eine möglichst große Repräsentanz unterschiedlicher Dezernate und relevanter Ämter der Stadtverwaltung. Nicht zuletzt hilft ein gutes Spiegelteam auch bei der Überwindung von Sprachbarrieren im Falle eines internationalen City Labs. Das Spiegelteam bedarf einer klaren Leitung und sollte zwischen 3 und 6 Personen umfassen. Rolle, Pflichten und Zuständigkeiten des Spiegelteams und seiner Mitglieder sollten im Vorfeld der Zusammenarbeit klar definiert und schriftlich festgehalten worden sein. Es hat sich gezeigt, dass eine Aufteilung nach Sektoren ein gutes Mittel ist, um klare Zuständigkeiten für die Erhebung von Daten zu Indikatoren und Handlungsfeldern, sowie für die Organisation von Interviews festzulegen.

6 Evaluation des Transformationsmodells anhand von Prag

Das hier beschriebene Transformationsmodell wurde als „Morgenstadt-Modell“ im Rahmen des Innovationsnetzwerks »Morgenstadt: City Insights« anhand der tschechischen Hauptstadt Prag evaluiert. Zwischen April 2015 und September 2015 wurde die Analyse der Nachhaltigkeitsperformance von Prag durch ein interdisziplinäres Fraunhofer-Expertenteam sowie ein lokales Spiegelteam durchgeführt. Zwischen September und November 2015 wurde hierauf aufbauend eine Roadmap für die nachhaltige Entwicklung von Prag entwickelt.

Der Autor war in der glücklichen Lage, als Leiter des Fraunhofer-Innovationsnetzwerks für die Evaluierung des beschriebenen Analyseansatzes eine EU-weite „Morgenstadt City Challenge“¹⁷⁵ ausschreiben zu können. Hierüber konnte den Gewinnerstädten 75% der Kosten für die Stadtanalyse und anschließende Roadmap-Entwicklung erlassen werden. Aus über 20 Bewerbungen wurden die vielversprechendsten Städte mittels Kurzanalyse identifiziert und anschließend die Gewinner durch Abstimmung festgelegt. Neben Prag konnten sich Chemnitz und Lissabon ebenfalls im Wettbewerb durchsetzen, wodurch eine vergleichbare Anwendung des Transformationsmodells zeitgleich auch in Chemnitz und Lissabon stattfand. Auch in Tiflis¹⁷⁶ sowie in Leipzig und Sabadell¹⁷⁷ wurde das Modell in den Jahren 2015 – 2016 erfolgreich eingesetzt. Die Ergebnisse aus Chemnitz, Lissabon und Tiflis werden dafür verwendet, das Modell zu schärfen und zu verbessern.

6.1 Vorbemerkungen zum „City Lab Prag“

Prag wurde durch die Mitglieder des Fraunhofer-Innovationsnetzwerks »Morgenstadt: City Insights« im Juni 2014 zum ersten Gewinner der »Morgenstadt City Challenge«¹⁷⁸ gekürt. Durch eine unklare politische Lage¹⁷⁹ verzögerte sich der Start des »Morgenstadt City Lab Prag« allerdings bis zum März 2015. Die Stadt Prag befand sich 2014 / 2015 in einer Umbruchsituation: Zahlreiche wichtige strategische Dokumente – darunter der „Strategic Plan Prague“ sowie der Masterplan und Flächennutzungsplan mussten neu erstellt werden. Speziell für den „Strategic Plan“, der 2004 zum ersten Mal aufgelegt und 2008 erneuert wurde¹⁸⁰, stellte die Analyse mit dem Morgenstadtmodell ein wichtiges Instrument dar, um Stärken und Schwächen der aktuellen Stadtentwicklung zu identifizieren und eine zielgerichtete Nachhaltigkeitsstrategie sowie eine konkrete Roadmap für eine nachhaltige Entwicklung von Prag zu erstellen. Das Implementierungsprogramm für den „Strategic Plan“¹⁸¹ lief 2015 aus. Große Passagen und wesentliche Elemente des neuen Strategic Plans¹⁸² bestehen aus der Analyse, die auf Basis des Morgenstadtmodells durchgeführt wurde, und zahlreiche Maßnahmen für die Implementierung des „Strategic Plans“ sind Ergebnisse des City Lab Prag.

¹⁷⁵ von Radecki 2014

¹⁷⁶ In Tiflis wurde das Transformationsmodell über ein KfW-finanziertes Entwicklungsprojekt eingesetzt. Hier mussten jedoch im Vorfeld Anpassungen bei den Indikatoren und Handlungsfeldern vorgenommen werden, da das Modell nicht auf Entwicklungsländer ausgelegt ist.

¹⁷⁷ In Leipzig und Sabadell wird das Modell im Rahmen des EU Smart City Projekts „Triangulum“ eingesetzt, dessen Ziel es ist, für jede Stadt einen „Smart City Implementation Plan“ zu erarbeiten. Hier findet die Roadmap-Entwicklung allerdings vollständig durch das lokale Spiegelteam statt.

¹⁷⁸ Fraunhofer IAO 30.06.2014

¹⁷⁹ Im Oktober 2014 fanden in Prag Oberbürgermeisterwahlen statt, die eine Verschiebung der Machtverhältnisse und einen Regierungswechsel zur Folge hatten. Nachdem die neue Regierung der ANO-Partei unter Adriana Krnacova sich im Amt etabliert hatte, wurde ein gemeinsamer Vertrag unterzeichnet und das Projekt gestartet.

¹⁸⁰ Vergl. City Development Authority of the City of Prague 2008

¹⁸¹ City Development Authority Prague 2009

¹⁸² Der neue „Strategic Plan“ für Prag wurde im Winter 2016 / 2017 verabschiedet: IPR PRAHA 2016

Das City Lab Prag startete mit einer Auftaktveranstaltung im April 2015 und wurde mit einer Abschlussveranstaltung in der deutschen Botschaft im April 2016 abgeschlossen. Hierbei wurde die fertige Roadmap für eine nachhaltige Stadtentwicklung¹⁸³ an die Oberbürgermeisterin von Prag, Adriana Krnacova, überreicht.

6.2 City Lab Prag

Mit dem „Prague Institute of Planning“ (IPR) hat die Stadt Prag ein eigenes Stadtplanungs-Institut, das als 100%iges Tochterunternehmen der Stadt für die Planung und strategische Entwicklung der Stadt zuständig ist. IPR ist direkt dem Vizebürgermeister von Prag unterstellt¹⁸⁴ und arbeitet eng mit der eigentlichen Stadtverwaltung zusammen. Das Spiegelteam wurde aus diesem Grund von IPR geleitet und durch die Stadtverwaltung unterstützt.

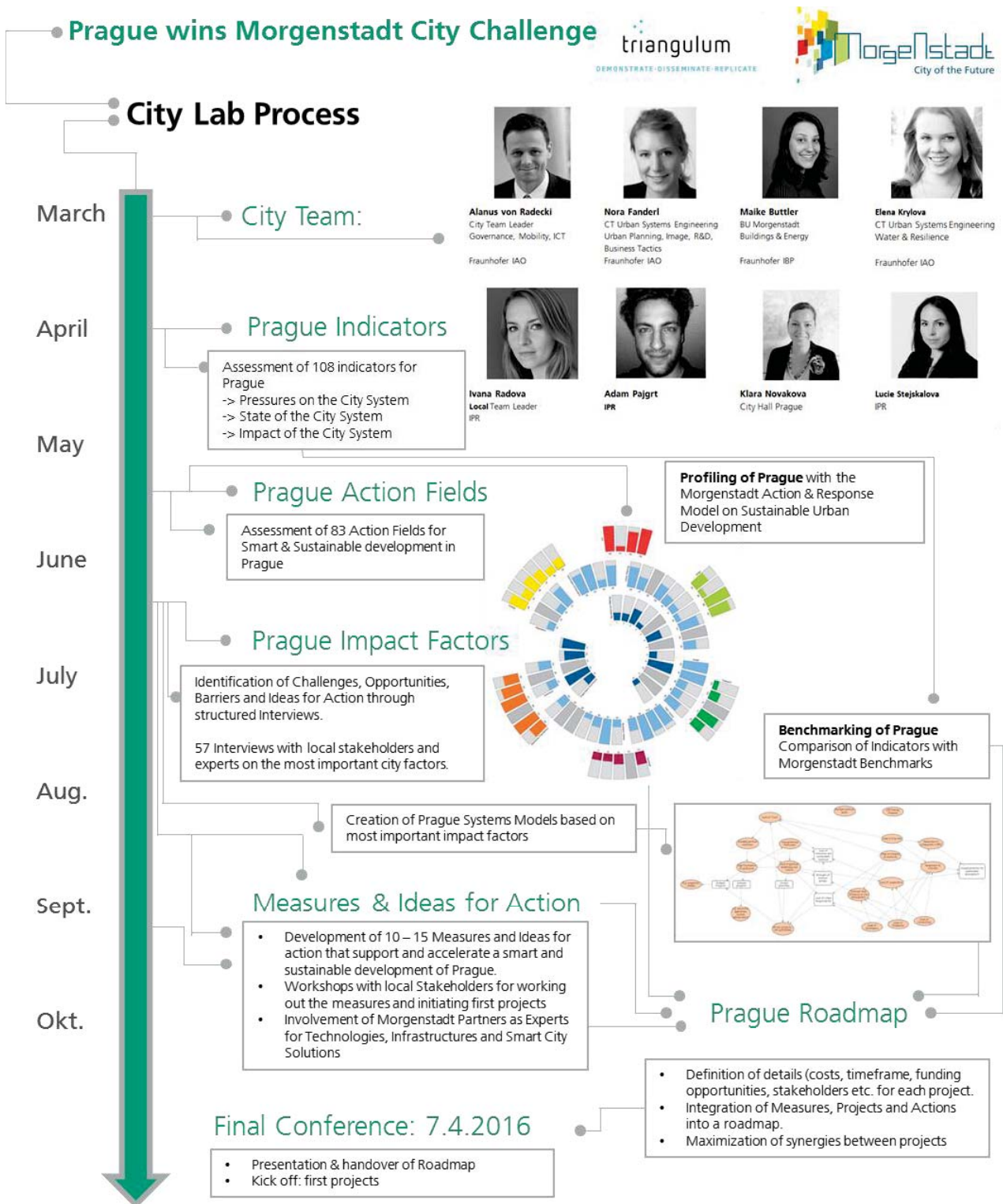
Tabelle 11: City Team Prag

City Team Fraunhofer	Spiegelteam
Alanus von Radecki – Fraunhofer IAO	Ivana Radova – IPR
Nora Fanderl – Fraunhofer IAO	Adam Pajgrt – IPR
Maike Buttler – Fraunhofer IBP	Klara Novakova – City Hall Prague
Elena Krylova – Fraunhofer IAO	Lucie Stejskalova - IPR
	Petr Suska – IPR

¹⁸³ Radecki et al. 2015

¹⁸⁴ Für einen knappen Überblick der politischen Struktur von Prag vergl: City of Prague 2015

Abbildung 31: Schematischer Ablauf des City Lab Prag über das Jahr 2015



Das City Lab Prag startete mit einem Kick-Off-Event im März 2015. Hierbei wurde das Vorhaben allen wesentlichen Stakeholdern der Stadt vorgestellt und – im Anschluss – das Spiegelteam definiert. Zwischen April und Juni 2015 wurden die Daten für die Indikatoren und die Handlungsfelder erhoben und in die Datenbank eingetragen. Vom 8.6. – 19.6. 2015 fand der Einsatz vor Ort statt, bei dem insgesamt 55 Interviews mit lokalen Entscheidern und Verantwortungsträgern durchgeführt wurden. Bis August 2015 wurde das Nachhaltigkeitsprofil von Prag erarbeitet und eine Reihe an potenziellen Maßnahmen

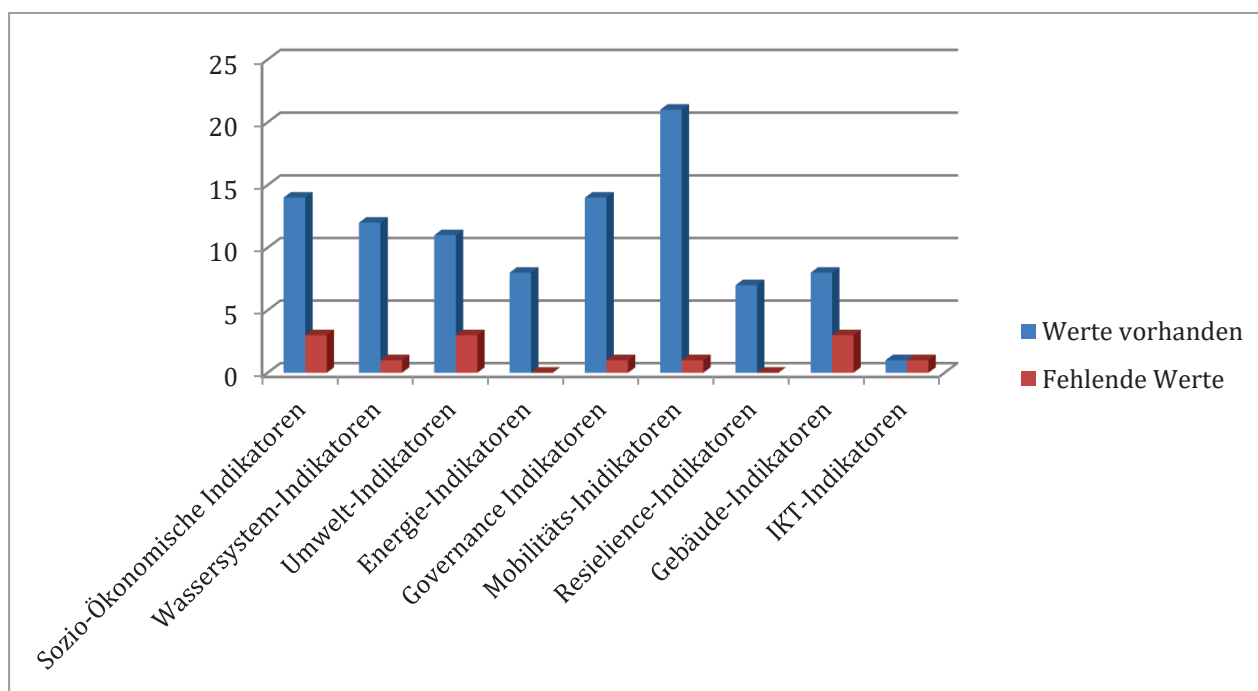
vorgeschlagen. Eine intensive Diskussion der Maßnahmen fand im Rahmen eines großen Workshops mit über 80 Teilnehmern am 24. 9. 2015 statt. Die finale Roadmap für ein nachhaltiges Prag wurde im Rahmen einer Abschlussveranstaltung im Frühjahr 2016 an die Stadt überreicht. Abb. 31 gibt einen schematischen Überblick über den Ablauf des City Lab Prag.

Eine Liste mit allen durchgeführten Interviews in Prag befindet sich im Anhang.

6.3 Datengrundlage Prag

Die Erhebung der Daten zum Indikatoren-System konnte aktuelle Werte für 89 Prozent der Indikatoren in Prag ermitteln. Hauptquelle für viele Indikatoren war das „Statistical Yearbook“¹⁸⁵ in dem regelmäßig Daten zur Stadt Prag und Subsystemen wie Verkehr, Energie, Umwelt etc. veröffentlicht werden. Weitere wichtige Quellen waren offizielle Planungsdokumente und Berichte der Stadt Prag.¹⁸⁶ Wo über öffentlich verfügbare Quellen keine Daten ermittelt werden konnten, war in vielen Fällen der direkte Kontakt zu den Mitarbeitern von IPR sowie der Prager Stadtverwaltung hilfreich. Nicht veröffentlichte Daten, bzw. Informationen, die nur auf Tschechisch zur Verfügung stehen, konnten so ebenfalls in die Analyse mit aufgenommen werden. Die fehlenden Werte waren für den Großteil der Analysebereiche marginal – siehe Abb. 32.

Abbildung 32: Verfügbarkeit von Indikatoren-Werten in Prag¹⁸⁷



Der Großteil der Indikatoren (ca. 65 Prozent) wurde bereits vor Beginn der Vor-Ort Analyse in die Datenbank eingepflegt und konnte somit für die Diskussion und die Interviews bereits berücksichtigt

¹⁸⁵ Czech Statistical Office 2013

¹⁸⁶ Hier sind allen voran der Strategic Plan (City Development Authority of the City of Prague 2008), das zugehörige Implementation Programme (City Development Authority Prague 2009), aber auch der Umweltbericht (City of Prague 2009) oder die Nachhaltigkeitsindikatoren (City of Prague 2007) zu nennen.

¹⁸⁷ Eigene Darstellung basierend auf zahlreichen Quellen

werden. Die meisten fehlenden Werte wurden im Zuge der Vor-Ort-Analyse ermittelt und in die Datenbank eingetragen. Einige Indikatoren waren schwer zu ermitteln bzw. lagen in einer anderen Form vor als gewünscht – z.B. anstatt Einheiten pro Person wurden Einheiten pro Haushalt gemessen, oder anstatt relationale Werte waren absolute Werte eingetragen worden.

Eine Bereinigung und Spezifizierung der Daten wurde aus diesem Grund im Anschluss an die Datenerhebung durchgeführt. Dabei wurden alle eingetragenen Werte in die korrekte Form gebracht und – wo notwendig – wurden Werte nachrecherchiert. In einigen Fällen wurde klar, dass eine Anpassung des Indikatoren-Modells notwendig wird, zumal die benötigten Werte nicht ermittelbar sind, oder die ermittelten Benchmarks einen falschen Eindruck vermitteln – hierzu mehr in Kapitel 7. Für einige Werte wurden offensichtlich falsche Daten eingegeben - sie fielen klar in den roten Bereich und schienen stark übertrieben. Für diese Werte wurde eine zusätzliche Recherche durchgeführt, und sie wurden durch die korrekten Daten ersetzt.

Die Erhebung der Handlungsfelder wurde parallel zur Erhebung der Indikatoren durchgeführt. Hierbei wurde ein Großteil der Informationen von den Mitgliedern des Spiegelteams zusammengetragen. In vielen Fällen wurden zusätzliche Experten aus der Stadtverwaltung oder IPR konsultiert. Über die Benutzerprofilfunktion der Datenbank ist jederzeit nachvollziehbar, wann welcher Wert durch wen eingetragen wurde. Auch für die Handlungsfelder lagen zu Beginn der Interviews ca. 70 Prozent der Informationen in der Datenbank vor, so dass diese bereits für die Gespräche mit den lokalen Experten genutzt werden konnten. Eine Vervollständigung der Information fand anschließend mit Informationen aus den Interviews sowie zusätzlicher Dokumentenanalyse statt. Die Erhebung der Handlungsfelder wurde zu 100 Prozent abgeschlossen. Es liegen vollständige Informationen zu 84 von 86 Handlungsfeldern vor. Insgesamt wurden für Prag 366 Ja/Nein Fragen beantwortet und mit entsprechenden Quellen und Kommentaren versehen.

Im Falle der Handlungsfelder ist ein größerer Spielraum in der Beantwortung möglich als bei den Indikatoren. Es handelt sich zwar um Ja/Nein Fragen, allerdings können diese nicht immer eindeutig beantwortet werden. So nutzten die Mitglieder des Spiegelteams die Kommentarfunktion in der Eingabemaske recht häufig, um den Grund für ihre Einschätzung mitzuteilen. Zusammen mit den angeführten Quellen ist hierdurch eine umfangreiche qualitative Datenbasis entstanden, die das „Action-and-Response“ Modell stützt. Die Kommentare wurden vor allem dort eingesehen und verwertet, wo im Laufe der weiteren Analyse Unsicherheiten und Zweifel hinsichtlich der Richtigkeit der Bewertung des Handlungsfelds aufkamen. Dies war vor allem der Fall, wenn ein stark positiv bewertetes Handlungsfeld in den Interviews und Gesprächen deutlich weniger gut dargestellt wurde, als es die Bewertung in der Datenbank vermuten ließ. Über gezielte Nachfragen zu den einzelnen Erhebungsdimensionen konnte rasch eine Nachjustierung des Handlungsfelds ermöglicht werden. Oftmals zeigte sich, dass in den Kommentaren bereits deutlich gemacht wurde, worauf sich die positive Einschätzung des Handlungsfelds bezog.

Eine vollständige Auflistung der Handlungsfelder und ihrer Werte für Prag befindet sich im Anhang.

Den Kern der qualitativen Daten bilden die 55 Interviews, die zwischen dem 8.6. und 19.6.2015 mit Entscheidern, politischen Repräsentanten, Angestellten der Stadtverwaltung sowie weiteren lokalen Experten, Projektverantwortlichen und Multiplikatoren durchgeführt wurden. Alle Interviews wurden protokolliert und - wenn eine Erlaubnis erteilt wurde - als Audio-Datei aufgezeichnet.

Für jedes Interview wurde im Vorfeld ein Leitfaden erstellt, der sich aus drei Hauptbereichen zusammensetzte:

- a) Generische Fragen im Rahmen des Transformationsmodells
- b) Individuelle Fragen, die sich auf den konkreten Einsatzbereich des Interviewpartners bezogen
- c) Individuelle Fragen, die sich aus einer Analyse der Handlungsfelder ergeben haben

Das zentrale Ergebnis jedes Interviews war ein Protokoll, das der Interview-Leiter im Nachhinein anfertigte. Hierzu konnte er auf die Audio-Dateien zurückgreifen. Auf eine vollständige Transkription der Interviews wurde aus Ressourcengründen verzichtet. Die Protokolle waren in sechs Kategorien unterteilt und mit entsprechenden Fragen an den Interviewleiter vorstrukturiert. Über die Beantwortung der Fragen wurden die wesentlichen Inhalte des Interviews extrahiert und in verdichteter Form zugänglich gemacht. Abbildung 33 zeigt dies am Beispiel des Interviews mit Jan Kasl, dem ehemaligen Oberbürgermeister von Prag.

Abbildung 33: Beispiel für ein Interviewprotokoll¹⁸⁸

Interviewee: Mr. Kasl, Ex Mayor of Prague
 Interview leader: Alanus von Radecki / Adam Pajgrt, Ivana Radova
 Date and place: 12.6.2015 – 13h – 14.30h, IPR

1. New Insights: <ul style="list-style-type: none"> • „What surprised me? • What was new for me?“
<ul style="list-style-type: none"> • A new strategic plan is being developed and finalized by end of 2015. The process has a strong participation part. The main areas to be addressed are: 1.) Life quality in Prague; 2) EU Metropolis and Economy, 3) Communication and Governance. Overall there are 28 strategic goals that are being defined at the moment. They are not (yet) measurable! • Measurable goals could come in the Action Plan (should be in strategic plan!) • A Regional Development Agency was already suggested and planned in 1998 but it was blocked and did not go through the Assembly. • City Council has 11 Votes, City Assembly has 56 Votes • Monitoring of projects and / or impact is not happening AT ALL!
2. Supportive impact factors / drivers: <ul style="list-style-type: none"> • „Where did I encounter factors that drive or support a sustainable development of Prague?“
<p>There has been a “manual for investors” in the past. It was telling how to access the city of Prague as a company or external investor. This was done in 1990 once. It could be a good idea to develop something similar again.</p>
3. Retarding impact factors / barriers: <ul style="list-style-type: none"> • „Where did I encounter factors that hinder the development of Prague?“
<p>The Politicians are poorly trained, when they come into the office. They do not know what “city development” means!</p>
4. Future Challenges: <p>„What challenges for the future development of Prague were discussed?“</p>
5. Future opportunities: <ul style="list-style-type: none"> • „What opportunities for the future development of Prague were discussed?“

¹⁸⁸ Originales Interview-Protokoll. Da das Interview auf Englisch geführt wurde, wurde das Protokoll ebenfalls auf Englisch erstellt.

Create visible examples of the cultural strengths of the city. Combine Culture, space and good architecture. E.g. with refurbishing the Waterfronts. E.g. by creating small events that achieve the support of Prague people to the "smart" development of the City.

Concentrate on creative clusters and Industries.

6. Ideas for action:

- „What potential measures have been discussed today?“
- „What problem would they solve?“
- „Is implementation realistic?“
- „What actors would be needed?“

➔ **Smart Tourist Guidance System!**

➔ **Develop a Training Program for Politicians and young leaders in Prague.**

➔ **Prague innovation Agency as independent organization for smart city collaboration in Prague (e.g. Tina Viena)**

Die zweite Stufe der Informationsverdichtung bestand in der täglichen Teamanalyse der Interviewinhalte. Während tagsüber jedes Team-Mitglied selbständig Interviews durchführte, wurden abends die Inhalte der Interviews (basierend auf den Kurzprotokollen) zusammengetragen und verglichen.

Das Instrument für eine kollektive Analyse der Interviewinhalte war eine gemeinsame Mindmap, die mit dem Software Tool „MindManager“ kollektiv erstellt wurde. Sie wurde in vier Kategorien unterteilt: Herausforderungen, Chancen, Handlungsideen, Prozesse & Tools. Die weiteren Kategorien wurden induktiv im Rahmen der Analyse entwickelt und den Inhalten der Interviews angepasst. Wo Erklärungen notwendig waren, wurden zusätzliche Informationen zu den einzelnen Faktoren mit Hilfe der Notizfunktion erfasst.

Über den täglichen Prozess des gemeinsamen Zusammentragens von Informationen aus den Interviews sowie der gemeinsamen Analyse entstand somit im Laufe von 14 Tagen ein umfangreiches und detailgetreues Bild der individuellen Situation von Prag. Durch die der Herangehensweise zu Grunde liegende „Fuzzy Logic“ (Vergl. Kap. 5.4) konnten die Inhalte der Interviews dazu verwendet werden, sukzessiv Themen zu überprüfen, zu verdichten und aus unterschiedlichen Winkeln zu beleuchten. Die individuelle Sichtweise der einzelnen interviewten Personen konnte hierdurch weitgehend neutralisiert werden. Es wurden Interviews zu den gleichen Themen mit unterschiedlichen Repräsentanten aus Politik, Verwaltung, Industrie und Forschung durchgeführt. Die gleichen Diskussionsgegenstände konnten hierbei aus verschiedenen Blickwinkeln beleuchtet und weiter angereichert werden.

Beispiel: Eines der größten Infrastrukturprojekte von Prag ist der „Tunnel Blanca“, der einen wichtigen Meilenstein in der Schließung der inneren Ringstraße von Prag darstellt. Zum Zeitpunkt der Analyse stand Blanca kurz vor der Fertigstellung, war allerdings Thema heftiger Kontroversen in der Stadt. Über die verschiedenen Interviews zur Frage der Mobilität in Prag ließ sich sukzessive aufzeigen, aus welchen Gründen der Tunnel den erhofften Effekt auf den Verkehr wohl nicht erreichen wird:

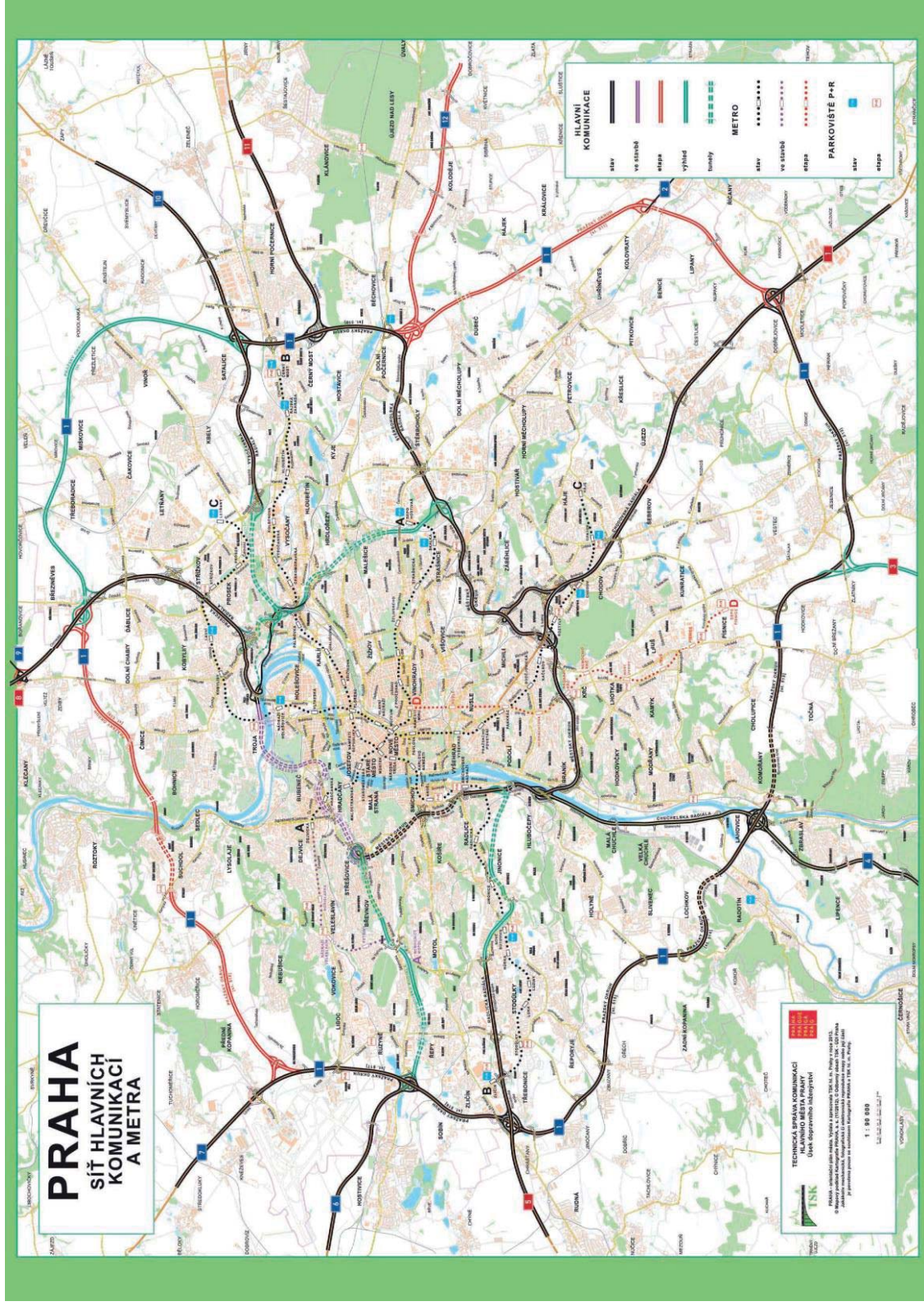
- a) Interviewte Politiker verwiesen auf den Tunnel als eines der wichtigsten Projekte, um das Verkehrsproblem in Prag den Griff zu bekommen und zeigten sich zuversichtlich ob dessen Potenzials.
- b) DPP - die Prager Verkehrsbetriebe verwiesen darauf, dass der neue Tunnel nach Ihrer Erfahrung deutlich mehr Verkehr anziehen wird – zumal das Prager Verkehrsproblem sich auf die Tendenz zur Suburbanisierung zurückführen lässt. Ein besser abgestimmtes regionales Verkehrskonzept wäre laut DPP besser in der Lage, Pendlerströme effizient und nachhaltig in die Stadt zu bringen.

- c) Vertreter von Prag 6 – dem Stadtbezirk mit der Tschechischen Technischen Universität Czech (CVUT) - verwiesen auf das Problem der Schattenparker in ihrem Distrikt. Fehlende Parkpreise sowie eine fehlende Regulierung des Parkraums sorgten dafür, dass Pendler ihre Fahrzeuge zunehmend in Prag 6 in Nähe der U-Bahn-Stationen Dejvicka oder Hradcanska im öffentlichen Raum parkten. Über die direkte Anbindung des Tunnel Blanca zu Prag 6 (Neue Ausfahrt bei Prasny Most), sei zu erwarten, dass deutlich mehr Pendler zur Parkplatzsuche nach Prag 6 kämen.
- d) Vertreter des Prager Institut für Planung IPR verwiesen darauf, dass der Tunnel im Rahmen eines größeren Masterplans für Prag in einer Kausalkette der Infrastrukturentwicklung eingebettet war, wonach seine Umsetzung erst dann sinnvoll sei, wenn die äußere Ringstraße vervollständigt worden sei. Die nordöstliche Umfahrung von Prag wird allerdings auf absehbare Zeit nicht fertiggestellt, weshalb zu befürchten ist, dass eine verbesserte Verbindung durch die Stadt zu einem erhöhten Aufkommen im Durchfahrtsverkehr führen wird. Ein Abgleich mit den aktuellen Verkehrszahlen auf den Hauptstraßen von Prag zeigt, dass diese Prognose realistisch ist: Die südliche innere Ringstraße und ihre Zubringer weisen das höchste Verkehrsaufkommen der Stadt mit bis zu 132.400 Fahrzeugen am Tag auf.¹⁸⁹
- e) Vertreter der Prager Straßenbau- und Planungsbehörde TSK wiesen auf die Herausforderungen im aktuellen Prozess der Erstellung des neuen Masterplans („Metropolitan Plan“), welcher die Planungsgrundlage für die nordöstliche Umfahrung von Prag darstellen soll. Jede bisher vorgeschlagene Trassenführung für die Umfahrung führte zu massiven Protesten von Anwohnern sowie zu zahlreichen Rechtsstreitigkeiten. Umweltverträglichkeits-Gutachten mussten zu dutzenden in Auftrag gegeben werden und alternative Routen wurden ausgiebig diskutiert – führten allerdings zu Protesten der hiervon betroffenen Anwohner. Eine Einigung hinsichtlich der Trassenführung ist nicht in Sicht. Begünstigt wird dieser Prozess durch das aktuelle Planungsrecht der Tschechischen Republik, wonach die planenden Behörden gezwungen sind, sich mit jedem einzelnen Kommentar, bzw. jeder einzelnen Beschwerde individuell auseinanderzusetzen. Eine Bündelung ist nicht zulässig.

Das Beispiel des Tunnel Blanca zeigt, wie die kollektive Analyse der Interviewinhalte zu einer facettenreichen Einschätzung der Themen führt, in deren Analyse wiederum einzelne Faktoren extrahiert und auf ihre Relevanz bewertet werden können. Ein einzelnes Interview zur Verkehrsplanung in Prag hätte die verschiedenen Aspekte des Tunnel Blanca nicht ausreichend beleuchten können. Durch den Vergleich zahlreicher Aussagen involvierter lokaler Akteure zu dem Thema erschließt sich allerdings die Komplexität hinter dem Stadtentwicklungsprozess und ermöglicht den Forschern sowohl ein ganzheitliches Bild, als auch die Definition individueller Faktoren, die auf der Projektentwicklungsebene von Relevanz sind (und auch in anderen zukünftigen Projekten relevant werden).

¹⁸⁹ THE TECHNICAL ADMINISTRATION OF ROADS OF THE CITY OF PRAGUE 2014

Abbildung 34: Prager Straßen- und Transportplan mit dem fast fertiggestellten Tunnel Blanca¹⁹⁰



Die Definition der Wirkfaktoren für Prag folgte dem in Kapitel 5.4. beschriebenen Ansatz. Aus der Mindmap wurde eine Liste von 174 Wirkfaktoren für Prag extrahiert. Diese wurden kategorisiert, klassifiziert und innerhalb der Subsysteme modelliert. Dabei wurden folgende Kategorien verwendet:

- Governance System
- Strategy & Management
- Economic System
- Space, Planning & Mobility
- Infrastructures & Resilience
- Energy and Buildings
- Development of Civil Society
- Tourism
- External Effects.

Die Kategorisierung folgte dabei zunächst der in Kap. 5.4. dargestellten Kategorienliste, wurde aber im Laufe der Analyse an die identifizierten Faktoren angepasst.

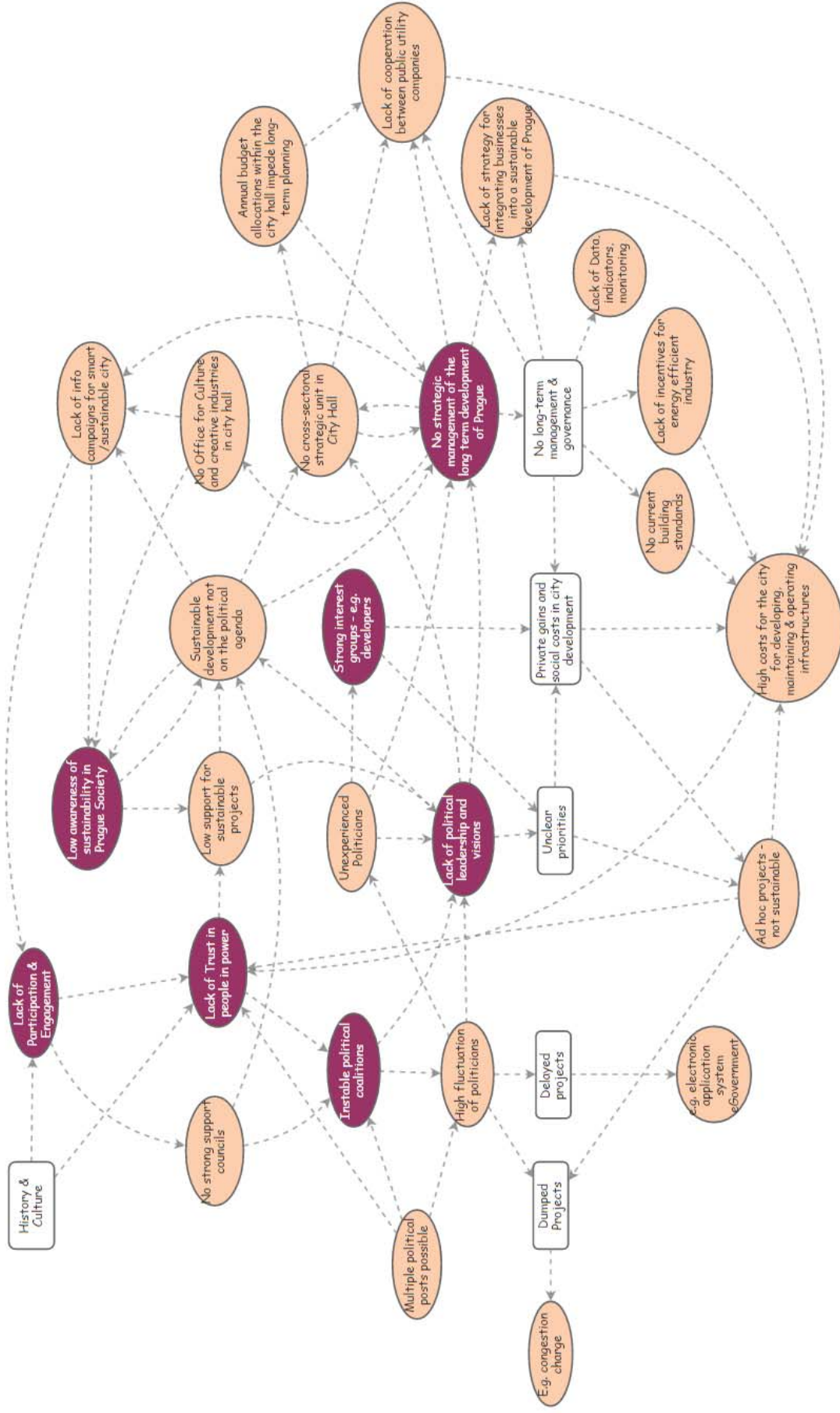
Die Modellierung der Wirkfaktoren in zusammenhängende System-Modelle erfolgte mit der online-basierten Modellierungs- und Simulationssoftware „Insightmaker.“¹⁹¹ Dabei wurde darauf verzichtet, numerische Simulationen der Wirkfaktoren anzufertigen. Der Fokus lag auf der Erstellung eines Systemmodells, das die Zusammenhänge und reziproken Beeinflussungen der Faktoren widerspiegelt. Abbildung 35 zeigt das wirkfaktorenbasierte Modell für das Governance- und Managementsystem Prag.

Über die Analyse der Modelle sowie der darin enthaltenen Wirkfaktoren ließen sich nun die wichtigsten Systemfaktoren extrahieren. Die Kriterien zur Identifikation der Wirkfaktoren (einfache identifizierte Faktoren, die Einfluss in einem Bereich ausüben) als Systemfaktoren (übergreifende Faktoren, die sich auf zahlreiche andere Faktoren oder Subsysteme auswirken), waren wie folgt:

- Der Wirkfaktor hat einen direkten Einfluss auf ein innerhalb des Subsystems identifiziertes Hauptproblem
- Und / oder der Wirkfaktor steht in einer direkten Kausalkette zu einem innerhalb des Subsystems identifizierten Hauptproblem
- Und / oder der Wirkfaktor beeinflusst überproportional viele andere Faktoren
- Und / oder der Wirkfaktor taucht in mehr als nur einem Subsystem auf.

¹⁹¹ Nähere Informationen zum Insightmaker finden sich hier: Fortmann-Roe 2014

Abbildung 35: Wirkfaktorenmodell: Governance und Management in Prag¹⁹²



¹⁹² Eigene Darstellung

Tabelle 12 zeigt die Systemfaktoren auf, welche für Prag identifiziert wurden. Es ist wichtig, hierbei noch einmal zu betonen, dass es sich bei dieser Analyse nicht um eine vollständige und umfassende Erhebung von Wirkfaktoren in Prag gehandelt hat, sondern dass der Fokus der Analyse die nachhaltige Entwicklung der Stadt Prag ist, und somit nur die Faktoren in die Analyse eingeflossen sind, deren Auswirkung direkt oder indirekt hiermit zusammenhängt. Eine vollständige Liste aller identifizierten Wirkfaktoren sowie eine nähere Beschreibung der Systemfaktoren befinden sich im Anhang.

Tabelle 12: Prager Systemfaktoren¹⁹³

Raum, Planung & Mobilität	
8	Suburbanisierung & Zersiedelung
15	Hoher Grad an individuellem Fahrzeugbesitz
17	Hoher Autoverkehr und starke Parkraumnutzung im Stadtzentrum
20	Gutes öffentliches Verkehrsnetz
21	Fehlende intermodale Konzepte und Einrichtungen
27	Existierende Bauregulierungen werden nur mangelhaft durchgesetzt
106	Kommerzialisierung des öffentlichen Raums durch Tourismus
128	Fehlende regionale Zusammenarbeit
Energie und Gebäude	
NEU	Schwacher Ansatz zur energetischen Modernisierung von Gebäuden
35	Fehlende Regulierung des Wohnungsmarktes
36	Wenige Land und Gebäude gehören der Stadt
38	Fehlende Informationen über den Prager Bausubstanz
41	Mangel an Backup-Plänen für die Stromversorgung
42	Geringer Anteil erneuerbarer Energien in Prag (ca. 3,6%)
45	Gute Umsetzung von Fernwärme
NEU	Fehlende Strategie für Energieeffizienz
50	Zunehmender Stromverbrauch
Governance & Gesellschaft	
54	Geringes Bewusstsein für Nachhaltigkeit in der Prager Gesellschaft
56	Demografischer Wandel. Schnell alternde Gesellschaft!
66	Anhaltendes öffentliches Misstrauen gegenüber Vertretern der öffentlichen Hand
67	Instabile politische Koalitionen. Mangel an Kontinuität!
70	Starke Interessengruppen (zum Beispiel Entwickler)
75	Mangelnde Kooperation zwischen Industrie und Stadt (PPP)
77	Fehlen einer starken langfristigen Vision und Strategie
88	Keine FuE-Strategie oder Innovationsstrategie vorhanden!
135	Mangelnde Teilnahme/öffentliche Beteiligung
137	NIMBY ("Not in my Backyard") attitude in society
159	Geringes Sicherheitsgefühl bei Anwohnern
150	Problematische Bereiche innerhalb der Stadt mit einem hohen Grad an Straßenkriminalität

¹⁹³ Eigene Auflistung basierend auf lokaler Recherche

174	Zu wenig genutzt: Potenzial der öffentlichen Informationskampagnen für Nachhaltigkeit
Wirtschaft & F&E	
79	Mangelnde Kooperation zwischen Unternehmen und Universitäten
97	Geringe Kommunikation von Erfolgen und eigenen Best Practices
101	Tourismus in Prag als Hauptbeschäftigungssektor
108	Veränderung der makroökonomischen Muster
110	Starker "Business-Pull" für Nachhaltigkeit und Smart City
112	Gut funktionierende digitale Wirtschaft in Prag
114	Unzureichende wirtschaftliche Anreize für (ausländische) Investitionen
116	Fehlende Strategie für die Integration von Unternehmen in eine nachhaltige Entwicklung von Prag
Infrastruktur & Resilienz (Ausfallsicherheit)	
142	Keine stadtweite Resilienzstrategie vorhanden
148	Kostenintensive Wartung des Hochwasserschutzsystems
169	Massiver Mangel an Investitionen im Wassersektor
158	Unzureichende Einbeziehung der Bewohner in das Krisenmanagementsystem (unzureichende öffentliche Übungen und freiwilliges Management)

6.4 Anwendung des Transformationsmodells auf Prag





Die erhobenen Daten (Indikatoren, Handlungsfelder, Wirkfaktoren) stellen die Grundlage für eine empirische Anwendung des Transformationsmodells auf die Stadt Prag dar. Im Rahmen des Morgenstadt City Lab Prag (2015 – 2016) wurden auf Basis der folgenden Datenanalyse sowohl die Potenziale und Herausforderungen Prags in zahlreichen Bereichen der nachhaltigen Entwicklung aufgezeigt, als auch 25 Maßnahmen und Projekte abgeleitet, die zusammengenommen das Potenzial haben, die nachhaltige Entwicklung Prags signifikant zu stärken und zu beschleunigen.

6.4.1 Analyse der Prager Indikatoren

Der Abgleich der Indikatoren mit den entwickelten Benchmarks ergab für 22 Indikatoren einen kritischen Wert. Diese befinden sich stark unterhalb des Durchschnitts vergleichbarer europäischer Städte und sollten in einer zukünftigen Nachhaltigkeitsstrategie gezielt optimiert werden.

Tabelle 13 gibt einen Überblick hierüber:

Tabelle 13: Kritische Indikatoren in Prag

			Notwendige Entwicklung
Transport			
P23b	Fahrradanteil in Modal Split	1%	
P24a	Schienenanteil im Güterverkehr	7,50%	
P24b	Straßenanteil im Güterverkehr	82,30%	
P24c	Wasseranteil im Güterverkehr	0,20%	

S23	Erschwinglichkeitsindex - Mobilität	10,70%	↓
S17	Straßenanteil für den öffentlichen Verkehr	15%	↗
S26	Dichte des EV / FC-Lade-Netzwerks	0,11	↗
Energie & Gebäude			
P32	Primärenergiebedarf insgesamt für Gebäudebestand	298 kWh/m ²	↓
P5	Gesamter elektrischer Energieverbrauch pro Kopf (kWh/Jahr)	17.521 kWh/a/cap	↓
S6	In der Stadt erzeugter Strom	3,59%	↗
S8	Erneuerbare Energien im Netz	13,20%	↗
Resilience & Ressourcen			
S30	Recyclingquote	26,20%	↗
S11	Reaktionszeit von Ersthelfern	7,5 min	↓
S13	Anzahl der Vollzeit-Feuerwehrleute pro 1.000 Einwohner	0,74	↗
S14	Medizinisches Notfallpersonal pro 1.000 Einwohner	0,24	↗
Gesellschaft			
S24	Durchschnittliche Pendelstrecke	20 km	↓
P14c	Sozialausgaben im Stadtbudget	1,92%	↗
Governance			
S44	Verwaltungsstrukturen für das Nachhaltigkeitsmanagement der Stadt	keiner	↗
S45	Existenz und Zustand des CO ₂ -Reduktionsziels	keiner	↗
S46	Existenz und Leistung des Nachhaltigkeitsmanagements	keiner	↗
S47	Zweckgebundene Einnahmen für Nachhaltigkeitsprojekte	keiner	↗

Den kritischen Indikatoren ließen sich somit bereits wertvolle Hinweise für eine Nachhaltigkeitsstrategie für Prag entnehmen.

- Das **Verkehrssystem** ist zu stark am privaten PkW ausgerichtet. Radverkehr, alternativer Güterverkehr und saubere Alternativen zum PkW mit Verbrennungsmotor sind nur in geringem Maße vorhanden.
- Gleichzeitig spricht die hohe Pendlerdistanz für eine starke **Suburbanisierung**, die nicht durch adäquate öffentliche Verkehrsträger getragen wird und somit wiederum die private PkW Nutzung steigert.
- Einem überdurchschnittlich hohen **Energieverbrauch** (vor allem durch den Gebäudebestand) stehen eine geringe Menge an vor Ort erzeugter Energie sowie ein geringer Anteil erneuerbarer Energien gegenüber.
- Rettungskräfte sind im Vergleich unterbesetzt und die Sozialausgaben der Stadt deutlich unter dem Durchschnitt anderer Städte in Europa.

- e. Das Fehlen von Governance- und Managementansätzen für eine nachhaltige Stadtentwicklung weist darauf hin, dass Politik und Stadtverwaltung in Prag sich noch zu wenig mit einer **langfristigen Nachhaltigkeitsplanung** auseinandergesetzt haben.

Zusätzlich zu dieser Liste befinden sich 33 Indikatoren in einem halb kritischen Bereich (gelb), welche ebenfalls – allerdings mit schwächerer Gewichtung – in die Strategieentwicklung einfließen.

6.4.2 Analyse der Prager Handlungsfelder

Die Analyse der Handlungsfelder resultierte in einem Aktionsprofil von Prag, bei dem sowohl vorher nicht bekannte Stärken – z.B. im Bereich der Resilienz – aber auch eine Reihe von Defiziten offenbar wurden. Handlungsleitende Aspekte des Aktionsprofils lassen sich in fünf Kernbereichen zusammenfassen, die in Abbildung 36 dargestellt sind:

1. **Raum / Planung / Mobilität:** Handlungsfelder im Bereich von Transport, Raumplanung und urbaner Mobilität weisen eine hohe Interdependenz auf und müssen gemeinsam adressiert werden. In der Gesamtheit kann hierdurch der urbane Raum aufgewertet, die Stadtflucht gestoppt und der motorisierte Individual-Verkehr reduziert werden.
2. **Governance:** Eine strategische, zielgerichtete und verlässliche Steuerung der Stadtentwicklung über einen langen Zeitraum ist die Voraussetzung für Stabilität, Wirtschaftswachstum und Reduktion von Ressourcenverbrauch und Emissionen.
3. **Energiesystem:** Die Erzeugung erneuerbarer Energien, dezentrale Energiesysteme sowie Investitionen in Energieeffizienz sind Kernaspekte bei der Transformation von Prag hin zu geringeren Emissionen und einer geringeren Abhängigkeit von Energielieferungen aus dem Ausland. In diesen drei Bereichen besteht starker Handlungsbedarf.
4. **Gebäudebestand:** Im Baubestand von Prag schlummert das größte Potenzial für eine höhere Energieeffizienz sowie zur Reduktion von Emissionen. Die Sanierungsrate bleibt dabei weit hinter EU-Vorgaben und -Zielen zurück, was u.a. auch auf mangelnde Informationen und Daten-systeme zum Prager Gebäudebestand zurückzuführen ist.
5. **Wirtschaft und Innovation:** Über gezielte Investitionen in eine innovationsorientierte Wirtschaft kann Prag zu einem neuen Wachstumsmodell im 21. Jahrhundert finden.

Abbildung 36: Analyse der Prager Handlungsfelder

Governance

- Strategische Entwicklungsthemen der EU sind (noch) nicht auf der politischen Agenda.
- Die Zusammenarbeit mit der Privatwirtschaft ist stark unterentwickelt.
- Die Stadtverwaltung hat einen starken Bedarf für „Smart Governance“ mit einem integrierten Ansatz und modernen Management-Tools.
- Es fehlt eine klare Vision für eine zukunftsfähige Stadtentwicklung
- Es fehlt eine kohärente Entwicklungsstrategie mit klaren und messbaren Zielen.

Energiesystem

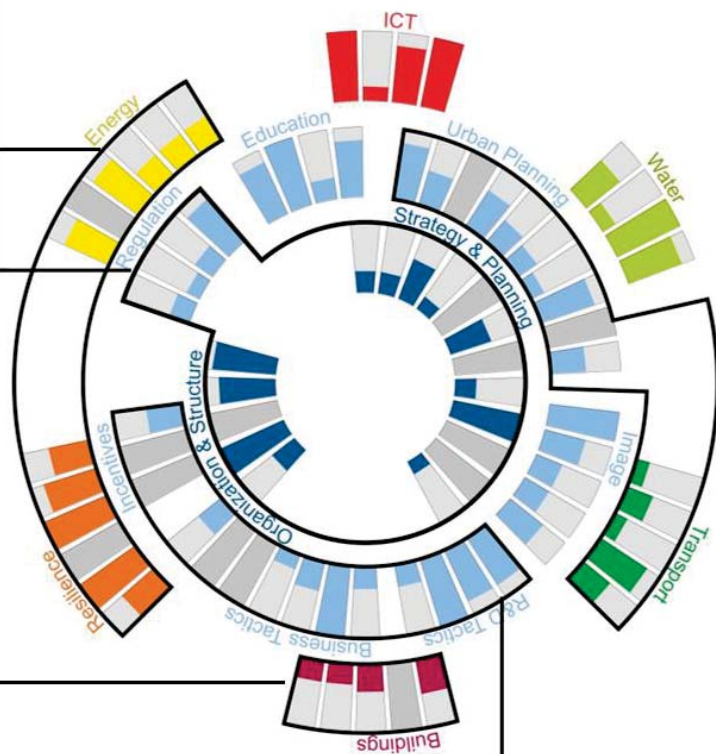
- Hoher Bedarf für Energie und Strom
- Das Potenzial für Erneuerbare Energien ist nicht ansatzweise ausgeschöpft.
- Zahlreiche Barrieren für die Nutzung von erneuerbaren Energiequellen.
- Anreize für energieeffiziente effiziente Branchen werden benötigt.

Gebäude

- Mangel an entscheidenden Informationen über die Energieeffizienz des Prager Gebäudebestands
- Sammlung von Energie-Performance Daten erfordert politischen Willen, da sie mit Investitions- und Betriebskosten verbunden ist.
- Geringe Modernisierungsrate des Gebäudebestands
- Eine neue Bau-Gesetzgebung ist notwendig - speziell in den Bereichen Energie-performance, soziale Infrastruktur und Stadtplanung.

Raum, Planung & Mobilität

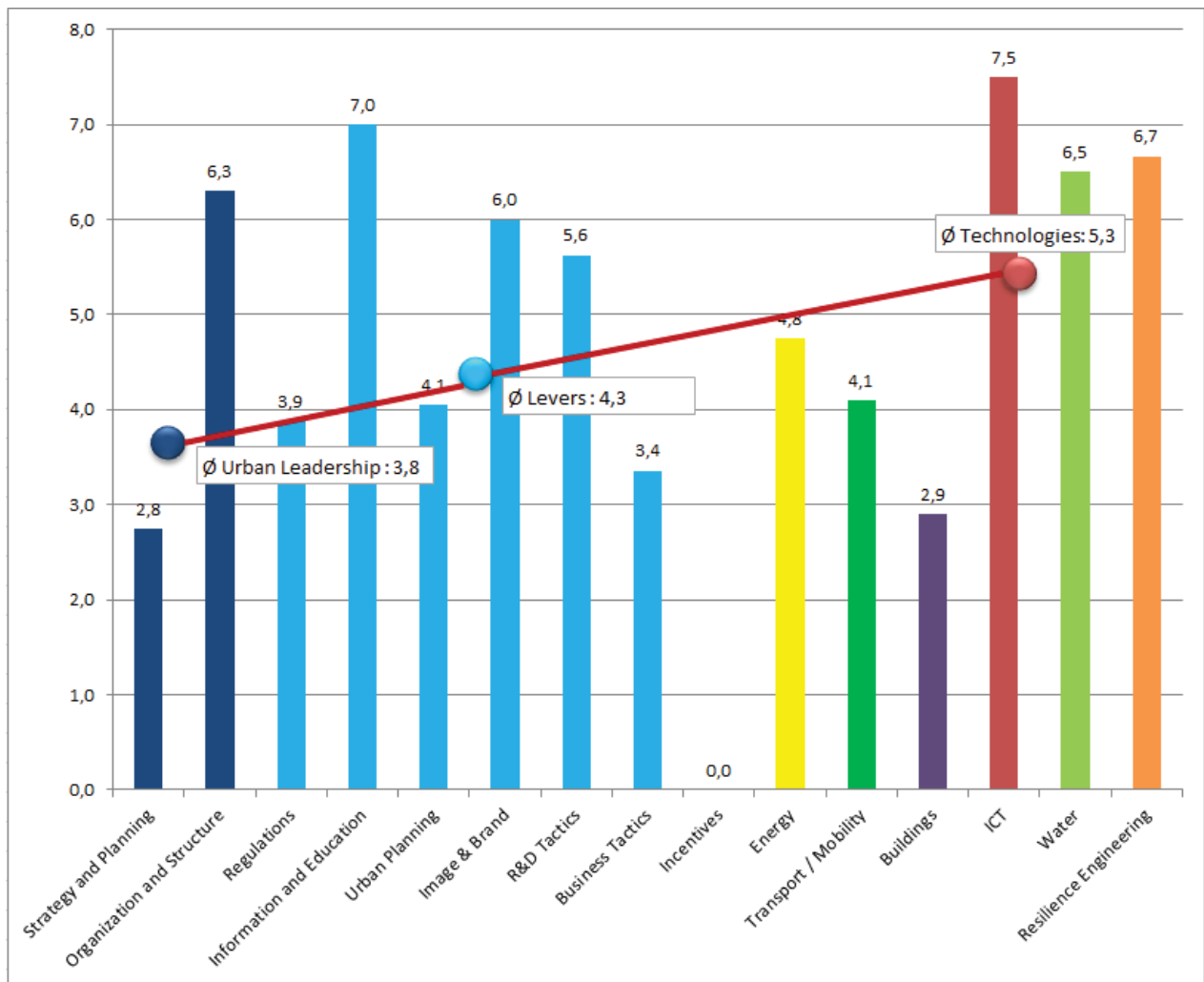
- Starke Suburbanisierung hat zu Stau und Luftverschmutzung geführt
- Trotz hoher Investitionen in den ÖPNV wurde keine Reduktion des MIV erzielt. Vor allem, da flankierende Maßnahmen fehlen.
- Es fehlen „softe“ Mobilitätsmaßnahmen (Park & Ride, Bike & Ride, car-sharing, intermodale Mobilitätskonzepte)
- Das Potenzial für Radverkehr ist in der Bevölkerung vorhanden, es fehlen aber Infrastrukturen und Planungsansätze
- Die Zusammenarbeit zwischen Stadt und Region zur Synchronisierung der ÖPNV Angebote ist unterentwickelt.



Wirtschaft & Innovation

- Viel versprechende Innovationslandschaft
- Unternehmertum wird durch risikoscheue und konservative Mentalität behindert
- Räumliche Distanz zwischen den wichtigsten technologischen Hubs.
- Mangelnde Zusammenarbeit in F & E
- Relativ hohe Steuern und Lebenshaltungskosten führen dazu, dass Unternehmen ihre Standorte von Prag wegverlegen – z.B. nach Warschau.
- Etablierte Tradition einer exzellenten technischen und mathematischen Ausbildung.
- Hohes Potenzial, ein internationaler Knotenpunkt in den Bereichen IT, Kreativität und Kultur zu werden.

Abbildung 37: Ausprägung der Handlungsfelder in Prag – Mittelwerte nach Kategorien¹⁹⁴



Die Analyse der Ausprägung der Morgenstadt-Handlungsfelder in Prag zeigt eine ungleiche Verteilung des aktuellen (und vergangenen) Handlungsfokus. Während punktuelle Handlungsfelder wie Information und Bildung, Image und Marke oder auch Informations- und Kommunikationstechnologien eine durchaus starke Ausprägung aufweisen, sind eher strategische Handlungsfelder im Bereich des Urban Leadership, Handlungsfelder im Bereich „Incentives“, aber auch technologische Handlungsfelder im Bereich „nachhaltiges Bauen“ schwach ausgeprägt.

Die Analyse zeigt auf, dass das größte Handlungsdefizit im Bereich „Urban Leadership“ ruht. Die kumulierte Erhebung der Handlungsfelder zeigt, dass Prag in diesem Bereich lediglich 38 Prozent der möglichen Aktivitäten abdeckt. Dabei ist der Bereich Organisation und Struktur mit einer Abdeckung von 63 Prozent recht gut umgesetzt, die größten Defizite existieren im Bereich Strategie und Planung, wo Prag lediglich 27,5 von 100 Punkten erhält.

¹⁹⁴ Darstellung basierend auf eigener Erhebung

Tabelle 14: Ausprägung der Handlungsfelder im Bereich „Urban Leadership“¹⁹⁵

„Urban Leadership“	ID	Aktionsfelder	Wert für Prag
Strategie und Planung	1	Langfristige politische Stabilität durch Planungs- und Managementansätze, die eine einzelne Wahlperiode überschreiten	2,5
	2	Definition von Indikatoren, Schaffung eines Leistungsmesssystems für Nachhaltigkeit und Klimawandel	3
	3	Einrichtung von Nachhaltigkeitsbeiräten	6
	4	Entwicklung von Visionen / Zielen zusammen mit der Zivilgesellschaft	2
	5	Angleichung der Haushaltspolitik an Nachhaltigkeitsziele	0
	6	Gezieltes Management von Klimaschutz und Nachhaltigkeit in der Verwaltung mit modernen Werkzeugen für Management und Planung	5
	7	Verhandelte/freiwillige Vereinbarungen zu höheren Sozial- und Umweltstandards	0
	8	Kommunales Klimaschutzmanagement	2,5
	9	Stadtkontrolle über Kapitalvermögen durch Beteiligung der Infrastrukturanbieter etc.	10
	10	Zusammenarbeit von Stadt und Region für Umweltschutz und Nachhaltigkeit	0
	11	Etablierung von semi-formalen und informellen Netzwerken	0
	12	Entwicklung und Umsetzung einer gemeinsamen Innovationsstrategie	2
		Mittelwert	2,75
Organisation und Struktur	13	Schaffung von flachen Hierarchien innerhalb der Stadtverwaltung	4
	14	Einrichtung einer lernenden Organisation innerhalb der Stadtverwaltung	10
	15	Schaffung von Verwaltungsstrukturen für das kommunale Nachhaltigkeitsmanagement	0
	16	Schaffung und Verwaltung von Plattformen für die Bürgerbeteiligung	7,5
	17	Schulung von Verwaltungspersonal in Nachhaltigkeitsfragen	10
		Mittelwert	6,3

Im Bereich der „Hebel“ für eine nachhaltige Entwicklung liegen ebenfalls zahlreiche Handlungsdefizite. Dabei schneiden vor allem die Handlungsfelder schlecht ab, die mit einer strategischen Planung und Steuerung von Prozessen in der Stadt zusammenhängen. Nachhaltigkeits-Aktivitäten in der Stadtplanung sind beinahe ebenso wenig ausgeprägt, wie entsprechende Regulierungen oder Ansätze zur Einbindung der Privatwirtschaft in Projekte und Maßnahmen zur Förderung einer nachhaltigen Entwicklung (Business-Taktiken). Dieses Defizit bei der produktiven Zusammenarbeit zwischen Kommune und Privatwirtschaft zeigt sich auch im Bereich der Anreizsysteme, welche in Prag komplett fehlen.

Positiv hervorzuheben ist die relative gute Ausprägung der Handlungsfelder in den Technologie- und Infrastrukturbereichen IKT, Wasser und Resilience Engineering. Hier hat Prag in den Jahren seit 2004 stark investiert und kann sowohl ein technologisch modernes Frisch- und Abwassersystem vorweisen, als auch ein umfassendes Katastrophen- und Hochwasserschutzsystem, welches nach der großen Flut 2002 ausgebaut wurde.

Für eine zukünftige Nachhaltigkeitsstrategie von Prag ist somit festzuhalten, dass ein starker Fokus zunächst auf die Ebene der „Urban Leadership“ – speziell den Bereich Strategie und Planung gelegt

¹⁹⁵ Darstellung basierend auf eigener Erhebung

werden sollte, um die Voraussetzungen für eine umfassende nachhaltige Stadtentwicklung zunächst im Management- und Governance-System herzustellen.

Eine vollständige Übersicht über das Ergebnis der Erhebung der Prager Handlungsfelder findet sich im Anhang.

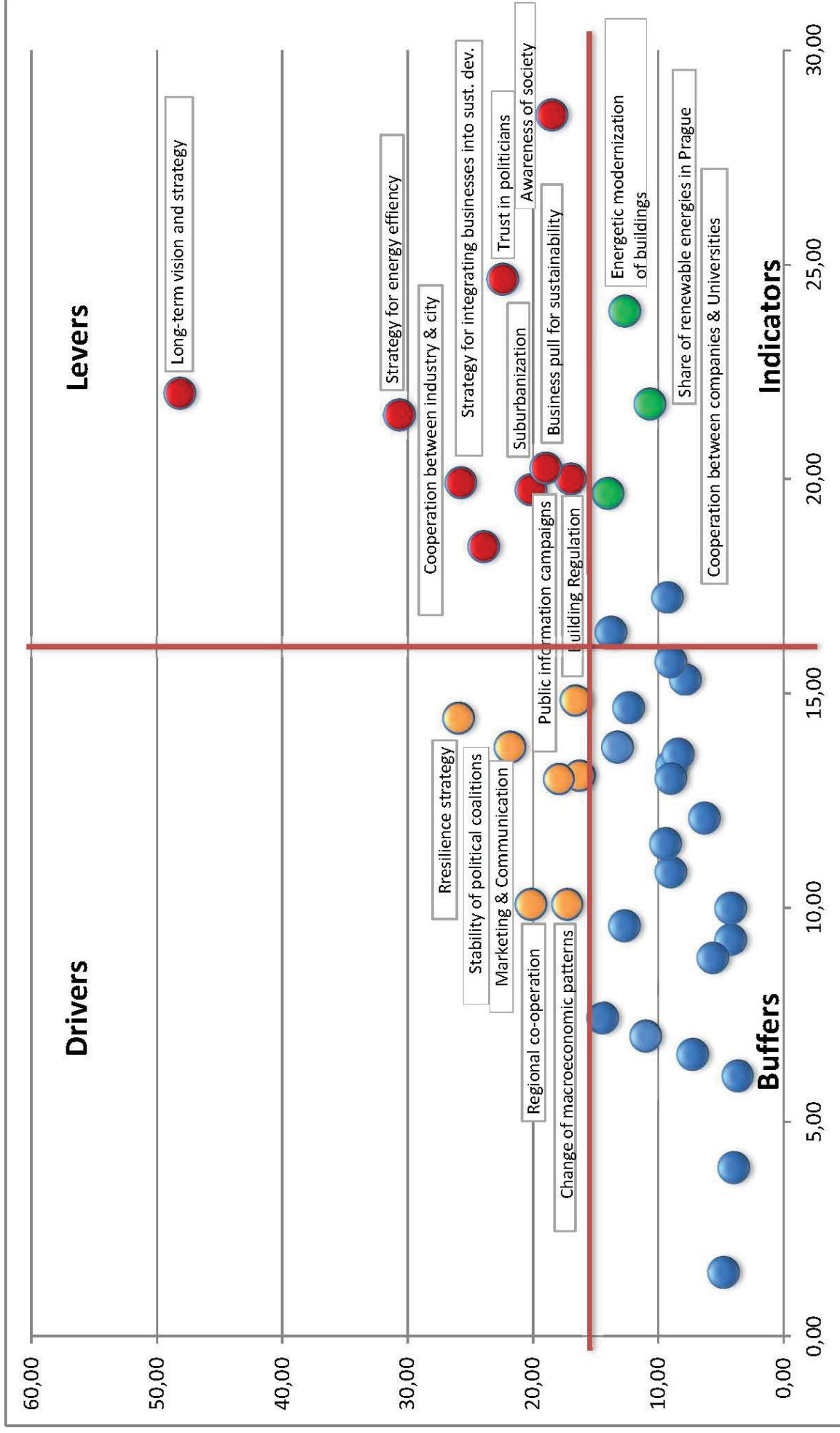
6.4.3 Analyse der Prager Wirkfaktoren

Die 42 Systemfaktoren, die als Ergebnis der Wirkfaktorenanalyse identifiziert wurden, wurden einer Cross-Impact-Analyse¹⁹⁶ unterzogen. Dabei wurden alle Mitglieder des Prager Teams (sowohl auf der Fraunhofer Seite, als auch auf der Prager Seite) beauftragt, die 42 Faktoren in Zweierteams auf ihren gegenseitigen Einfluss zu beurteilen. Für die einzelnen Werte in der Tabelle wurden die Mittelwerte der gelieferten Einschätzungen genommen. **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** zeigt das Ergebnis der Cross-Impact-Analyse der Prager Wirkfaktoren in Form eines Sensitivitäts-Diagramms. Dabei werden die Aktivsumme eines jeden Faktors (Summe der aktiven Beeinflussungen durch den Faktor) auf der y-Achse, und die Passivsumme (Summe der Beeinflussbarkeit des Faktors) auf der X-Achse dargestellt. Hieraus ergibt sich ein Schaubild, das es einem ermöglicht, die einzelnen Faktoren je nach Charakter in einem Gesamtsystem zu allokalieren. Dabei wird zwischen Treibern, Hebeln, Indikatoren und Puffern unterschieden:

- **Treiber** weisen einen hohen Grad der Beeinflussung auf, sind aber selbst schwer zu beeinflussen
- **Hebel** beeinflussen andere Faktoren stark und können selbst durch viele Faktoren beeinflusst werden.
- **Indikatoren** werden durch eine Vielzahl von Faktoren beeinflusst, haben aber selbst wenig Einfluss. Sie zeigen somit Veränderung im System an.
- **Puffer** sind Faktoren, die wenig Aktivität (weder aktiv noch passiv) aufweisen und sich somit nicht als handlungsleitende Faktoren eignen.

¹⁹⁶ Vergl. Vester 2003

Abbildung 38: Cross-Impact Analyse der Prager Wirkfaktoren



Zusammengefasst zeigt diese Analyse eine Reihe von Faktoren, die einen unverhältnismäßig großen Einfluss auf die nachhaltige Entwicklung der Stadt aufweisen. Es ist somit opportun, eine zukünftige Strategie um diese Faktoren herum zu entwickeln. Gelingt es den verantwortlichen Akteuren, diese Faktoren gemeinsam zu aktivieren, bzw. ihren Zielzustand zu erreichen, haben sie bereits den wichtigsten Schritt für eine nachhaltige Stadtentwicklung von Prag durchgeführt. Einige Faktoren lassen sich hervorheben:

- **Vision und messbare Ziele:** Der größte Hebel für die zukünftige Entwicklung von Prag ist eine langfristige Vision und eine starke Entwicklungsstrategie für die Stadt, aus der sich Prioritäten, Maßnahmen und Investitionen ableiten. Es ist offensichtlich, dass dieser Faktor Auswirkungen auf viele andere Faktoren in dem System hat. Sobald Prag eine klare Vision (z.B. 2030 oder 2050) definiert hat, werden viele weitere Aktivitäten folgen.
- **Verbesserung der Zusammenarbeit zwischen öffentlicher Hand, Privatwirtschaft und Forschung.** Es existiert ein starker Business-Pull für das Thema Digitalisierung und Nachhaltigkeit in Prag: Viele Unternehmen möchten in innovative Lösungen und saubere Technologien in Prag investieren und hierzu Pilotprojekte und Demonstratoren mit der Stadt und der Forschung ins Leben rufen. Die mangelnde Koordination in der Zusammenarbeit zwischen dem privaten Sektor, den Prager Universitäten und der Stadt verhindern bis dato allerdings erfolgreiche Projekte. Gefragt ist hier ein klares Signal der Stadt in Form ambitionierter politischer Ziele.
- **Suburbanisierung aufhalten, bzw. umkehren:** Eine Vielzahl an Faktoren, die zu einer Verschlechterung der Nachhaltigkeit von Prag beigesteuert haben, hängen direkt oder indirekt mit einem starken Trend zur Suburbanisierung zusammen. Eine Stärkung der Innenentwicklung, bzw. des lebenswerten Wohnens innerhalb der Kernstadt von Prag kann eine Reihe positiver Auswirkungen auf das Gesamtsystem der Stadt haben: Geringere Verkehrsemissionen, wirtschaftliches Wachstum, Stärkung des Einzelhandels, geringerer Flächenfraß etc.
- **Strategie für Energieeffizienz:** Der Energieverbrauch von Prag ist relativ hoch. Es wird empfohlen, eine Strategie zur Steigerung der Energieeffizienz in Prag zu entwickeln, die eine Vielzahl an Aktivitäten adressiert, die den Energieverbrauch senken und zugleich die städtische Infrastruktur und Prozesse verbessern.
- **Vertrauensbildung:** In Prag herrscht ein ausgeprägtes Misstrauen in die städtischen Repräsentanten (Politiker, Beamte, Polizisten, etc.). Dies führt zu instabilen politischen Koalitionen und zu einer Zivilgesellschaft, die sich nicht befähigt fühlt, selbst aktiv zu einer positiven Stadtentwicklung beizutragen. Der Aufbau von Vertrauen in die Prager Beamten und deren Intentionen wird zu einem anderen Verständnis der Zivilgesellschaft – und somit letztlich zu einer nachhaltigen Stadtentwicklung führen.

6.4.4 Verknüpfung der Ebenen in der Analyse

Die Auswertung der erhobenen Daten und Informationen zeigt bereits auf der jeweiligen Analyseebene existierende Stärken und Schwächen von Prag in Bezug auf eine nachhaltige Stadtentwicklung auf:

- Die kritischen **Indikatoren** zeigen, dass Prag in wichtigen Technologie- und Infrastrukturbereichen (allen Voran Verkehr, Energie und Gebäude) wesentlichen Nachholbedarf hat.

- Die Auswertung der **Handlungsfelder** legt nahe, dass vor allem die strategischen Bereiche der Planung und Steuerung (City Governance) hoher Aufmerksamkeit bedürfen.
- Die Analyse der **Wirkfaktoren** zeigt, dass an der Schnittstelle zwischen öffentlichem Sektor und Privatwirtschaft sowie in der Integration der Zivilgesellschaft wesentliche Hebel für eine erfolgreiche zukünftige Strategie existieren.

Welche konkreten Aussagen zu einer handlungsorientierten Roadmap lassen sich treffen, wenn die drei Ebenen miteinander verknüpft werden?

Nach dem in Kapitel 5.5. beschriebenen Modell lässt sich die Wirkungsrelevanz für jedes der analysierten Handlungsfelder in Prag in Bezug auf die Indikatoren berechnen und mit der bereits erreichten Ausprägung in Bezug setzen. Hieraus entsteht eine Rangliste von Handlungsfeldern, in deren Ausbau prioritär Ressourcen gesteckt werden sollten, um zu einer optimierten Nachhaltigkeit in der Stadtentwicklung zu kommen.

Zur Operationalisierung der Verknüpfung der Analyseebenen wurde eine umfassende Tabellenkalkulation mit mehreren Querbezügen zwischen verschiedenen Matrizen hergestellt. Sie basiert auf folgender Logik:

1. Ein Abgleich der erhobenen Indikatoren mit den definierten Benchmarks ermöglicht die Identifikation der kritischen Indikatoren (roter Bereich) sowie der halbkritischen Indikatoren (gelber Bereich). Dies ist der Ausgangspunkt für zwei zunächst separate Analysevorgänge.
2. Die kritischen Indikatoren werden separat gelistet und per automatischem Analysecode (Excel Marko in Visual Basic) werden die zugehörigen Handlungsfelder identifiziert. Für die Identifikation der relevanten Handlungsfelder wird auf die Matrix Handlungsfeld vs. Indikator (Tabellenblatt: „LinkingAFxInd“) zurückgegriffen, zum Auslesen der Wirkrelevanz wird auf die Matrix Wirkrelevanz vs. Indikator (Tabellenblatt „Wirkrelevanz“) zurückgegriffen.
3. Über die Funktion „SUMMEWENN“ werden die Wirkrelevanzen jedes Handlungsfelds aufsummiert. Die meisten Handlungsfelder tauchen mehr als einmal auf, da sie Auswirkung auf mehrere Indikatoren haben.
4. Derselbe Vorgang wird mit den halbkritischen Indikatoren wiederholt, dabei werden die Summen der Wirkrelevanzen pro Handlungsfeld mit 0,5 multipliziert.
5. Die Addierung der Wirkrelevanzen der Handlungsfelder auf die kritischen und halbkritischen Indikatoren führt zu den Wirkrelevanzen aller relevanten Handlungsfelder für Prag.
6. Nach der in Kap. 5.5. definierten Formel wird nun die gemessene Ausprägung der Handlungsfelder in Prag (auf der Skala 0 – 10) in Bezug zu den Wirkrelevanzen der Handlungsfelder gesetzt, um die Aktionsrelevanz (R) für jedes Handlungsfeld zu erhalten. Hierzu wird auf eine separate Tabelle zugegriffen, in der die Ja- / Nein- Antworten aus der Erhebung der Handlungsfelder in numerische Werte überführt sind.
7. Die hierdurch entstandene Liste wird nach absteigenden Werten sortiert.

Tabelle 15 zeigt die Rangliste der wichtigsten Handlungsfelder, die mit dem Kalkulationsmodell über den Abgleich der Indikatoren entstanden ist. Dabei werden die Handlungsfelder aufgelistet, die über dem kritischen Wert von $R > 0,5$ liegen. Es sind dies die Handlungsfelder, die in Bezug auf die kritischen und halbkritischen Indikatoren die höchste Wirkrelevanz aufweisen und gleichzeitig in Prag noch am geringsten ausgeprägt sind.

Tabelle 15: Rangliste der wichtigsten Handlungsfelder für die Nachhaltigkeitsstrategie von Prag

1	52	Finanzielle Unterstützung / Subventionen der Stadt für nachhaltige Technologien & Lösungen	1,00
2	50	Aktive Partnerschaft zwischen Stadt und Privatsektor zur Förderung von Nachhaltigkeitsthemen. (PPPs)	0,88
3	54	Anreize für "First Movers" und "InvestCommunities"	0,81
4	15	Schaffung administrativer Strukturen für das kommunale Nachhaltigkeitsmanagement	0,80
5	5	Angleichung der Haushaltspolitik an Nachhaltigkeitsziele	0,79
6	49	Vertragliche Verpflichtung des Energiedienstleisters zur Reduzierung der CO ₂ -Emissionen	0,71
7	48	Aktivierung von Unternehmen zur Unterstützung der Nachhaltigkeitsstrategie der Stadt.	0,70
8	7	Freiwillige Vereinbarung zur Wahrung höherer sozialer und umweltbezogener Standards	0,70
9	53	Schaffung von Märkten für nachhaltige Produkte und Lösungen	0,70
10	34	Stadtentwicklungsplanung für eine Stadt der kurzen Wege	0,67
11	10	Zusammenarbeit von Stadt und Region für Umweltschutz und Nachhaltigkeit	0,59
12	8	Kommunales Klimaschutzmanagement	0,59
13	45	Innovative Finanzierung von nachhaltigen Technologien und Projekten	0,58
14	27	Entwicklung von Zielen und Richtlinien für eine nachhaltige Quartiersentwicklung	0,57
15	2	Definition von Indikatoren, Schaffung eines Leistungsmesssystems für Nachhaltigkeit und Klimawandel	0,53
16	51	Entwicklung und Implementierung von Services zur Unterstützung von Nachhaltigkeitslösungen	0,52
17	28	Entwicklung und Umsetzung von Markt- und Zentralkonzepten	0,52
18	72	Bereitstellung von E-Mobility-Infrastruktur	0,51

Diese Handlungsfelder repräsentieren in Gänze prioritäre Aktivitäten, die der Stadt Prag im Rahmen einer Nachhaltigkeitsstrategie empfohlen werden können, da sie in Summe die größte positive Auswirkung auf die identifizierten Defizite im Bereich der Nachhaltigkeitsindikatoren haben. Dabei ist es allerdings nicht damit getan, die im Vorfeld angefertigten Steckbriefe der Handlungsfelder aneinanderzureihen und zu einer Nachhaltigkeitsstrategie zu verknüpfen. Vielmehr ist die Überführung dieser Prioritätenliste in eine lokal angepasste Roadmap gefragt, bei der die Steckbriefe als Wegweiser für die Ausdifferenzierung von Handlungsoptionen herangezogen werden können.

Hierzu ist eine Verlinkung der oben entwickelten Rangliste der Handlungsfelder mit den identifizierten Wirkfaktoren notwendig. Dies geschieht über eine Zuordnung von Handlungsfeldern und Wirkfaktoren auf Ebene der Kategorien sowie durch eine anschließende Kontextanalyse, die letztlich zu Aussagen bezüglich Handlungsoptionen und -schwerpunkten führt.

Tabelle 16: Sortierung von Handlungsfeldern nach Wirkfaktorkategorien

Rang	HF	HF Name	R	Kat. HF	Kat. WF
7	48	Aktivierung von Unternehmen zur Unterstützung der Nachhaltigkeitsstrategie der Stadt	0,7	Business Tactics	Economy & R&D
13	45	Innovative Finanzierung von nachhaltigen Technologien & Projekten	0,58		
16	51	Entwicklung und Implementierung von Services zur Unterstützung von Nachhaltigkeitslösungen	0,52		
2	50	Aktive Partnerschaft zwischen Stadt und Privatsektor zur Förderung von Nachhaltigkeitsthemen (PPPs)	0,88	Business Tactics	Governance
6	49	Vertragliche Verpflichtung des Energiedienstleisters zur Einsparung von CO ₂ -Emissionen	0,71		
1	52	Öffentliche Subventionen für nachhaltige Technologien und Lösungen	1	Incentives	
3	54	Anreize für „First Movers“ und Invest-Communities	0,81		
9	53	Entwicklung von Märkten für nachhaltige Produkte und Dienstleistungen	0,7		
4	15	Schaffung administrativer Strukturen für kommunales Nachhaltigkeitsmanagement	0,8	Organisation	
5	5	Angleichung der Haushaltspolitik an Nachhaltigkeitsziele	0,79	Strategy & Planning	
8	7	Freiwillige Vereinbarung zur Wahrung höherer sozialer und umweltbezogener Standards	0,7		
11	10	Zusammenarbeit zwischen Stadt & Region in Energie, Mobilität und Umweltschutz	0,59		
12	8	Kommunales Klimaschutz-Management	0,59		
15	2	Definition von Indikatoren und Leistungsmesssystemen für Nachhaltigkeit, Innovation und Klimaschutz	0,53		
18	72	Bereitstellung von Infrastruktur für E-Mobilität	0,51	Mobility	Space, Planning & Mobility
10	34	Stadtentwicklungsplanung für eine Stadt der kurzen Wege	0,67	Urban Planning	
14	27	Entwicklung von Zielen und Richtlinien für eine nachhaltige Quartiersentwicklung	0,57		
17	28	Ausarbeitung und Implementierung von Märkte- und Zentrenkonzepten	0,52		

Tabelle 16 zeigt dieselben Handlungsfelder wie Tabelle 14, allerdings in umsortierter Reihenfolge und nach Abgleich mit den Kategorien der Wirkfaktoren. Es zeigt sich, dass lediglich drei Kategorien von Wirkfaktoren für die Handlungsfelder höhere Relevanz haben. A). Wirtschaft & Forschung, b) Governance, c) Urbaner Raum / Planung & Mobilität. Hieraus lassen sich über die in Kap 5.5. dargestellte Methode folgende Verknüpfungen erzeugen und Aussagen generieren:

Abbildung 39: Handlungsfelder und Wirkfaktoren im Bereich Wirtschaft & Forschung



Aussage 1:

Um die Privatwirtschaft stärker in die Nachhaltigkeitsaktivitäten der Stadt einzubinden, muss gezielt in die **Zusammenarbeit zwischen Forschung und Industrie** investiert werden. Der **Tourismus** in Prag kann dabei als **Testfeld für neue Lösungen** dienen. Hierbei sollte auf den Stärken der **digitalen Wirtschaft** in Prag aufgebaut werden.

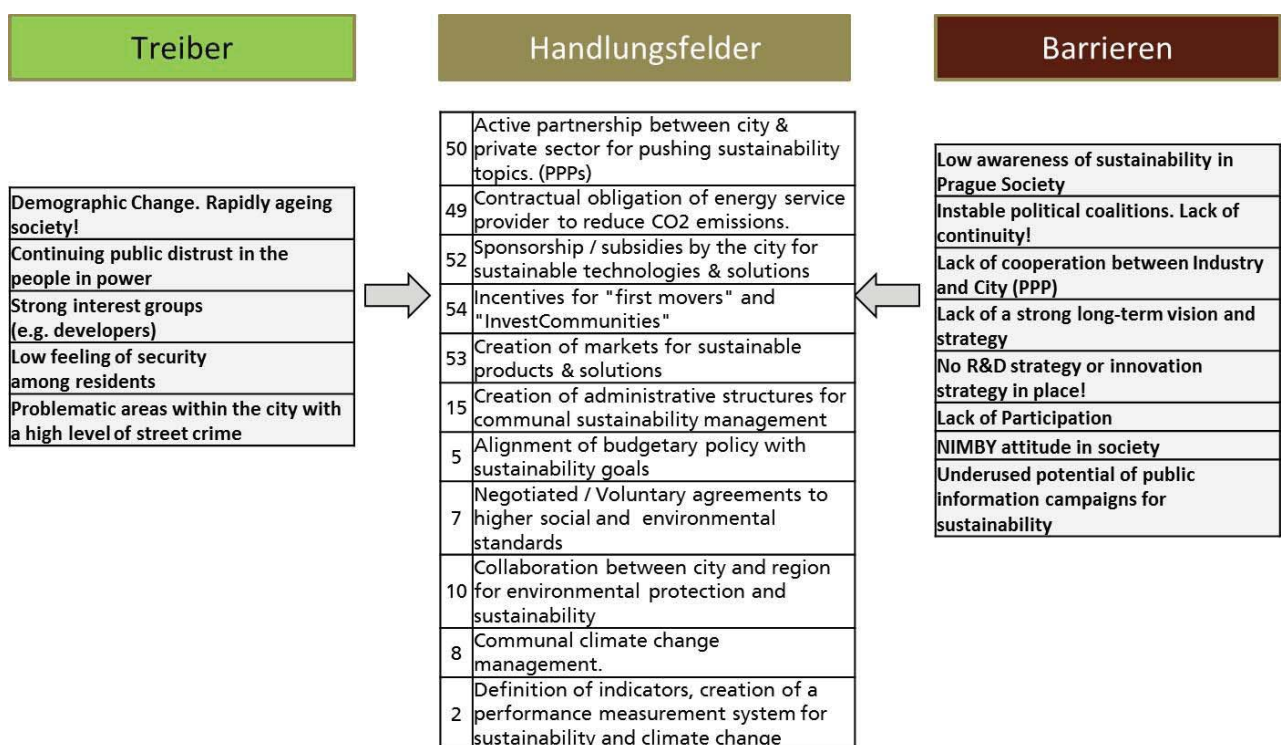
Aussage 2:

Die Privatwirtschaft hat ein starkes Interesse daran, **nachhaltige Technologien und vernetzte Lösungen in Prag zu pilotieren und zu demonstrieren**. Neue Dienstleistungen durch die Stadt sollten darauf abzielen, die Privatwirtschaft dazu zu befähigen, saubere Technologien verstärkt in die Anwendung zu bringen. **Tourismus und digitale Wirtschaft** kommen als treibende Elemente in Frage.

Aussage 3:

Vor dem Hintergrund einer sich rasch entwickelnden europäischen Wirtschaft muss Prag für Unternehmen und für junge Talente attraktiver werden. **Neue Finanzierungsansätze**, die Innovationen im urbanen Raum verstärkt in die Umsetzung bringen (z.B. „Innovation Procurement“), können weitere Investitionen in die Prager Wirtschaft anlocken.

Abbildung 40: Handlungsfelder und Wirkfaktoren im Bereich Governance:



Aussage 4:

Die Stadt Prag sollte selbst **verstärkt in saubere Technologien und nachhaltige Lösungen investieren**, um ein Umdenken in der Bevölkerung zu befördern, und einen lokalen Markt für Innovationen und nachhaltige Technologien zu kreieren. Dies sollte z.B. im Bereich der **Gebäude** sowie des **Energiesystems** geschehen, da hier sowohl der größte Handlungsbedarf existiert, als auch ein starker Treiber (Immobilienentwickler / Wohnbaugesellschaften) vorhanden ist.

Aussage 5:

Es fehlt ein modernes **kommunales Managementsystem** in Prag, welches sich an langfristigen Zielen orientiert, diese in Maßnahmen und messbare Indikatoren überführt, und mit dem kommunalen Haushalt verknüpft. Die **Herstellung von Transparenz und Verantwortlichkeit** über ein derartiges System könnte einen ersten Schritt zur Verbesserung des Vertrauensverhältnisses zwischen Stadt (Politik) und Bürgern darstellen und gleichzeitig eine langfristige strategische Planung für Prag ermöglichen.

Aussage 6:

Prag benötigt **adäquate Strukturen innerhalb der Stadtverwaltung**, um besser mit komplexen und fachbereichsübergreifenden Aufgaben und Anforderungen umgehen zu können.

Aussage 7:

Prag benötigt ein neues Image – vor allem gegenüber der eigenen Bevölkerung. Über eine breit angelegte Image-Kampagne, die sowohl die Bevölkerung, als auch regionale Akteure miteinschließt, ließen sich existierende Barrieren im Verhalten der Bevölkerung adressieren und eine positive Entwicklung in Gang setzen. Da Image-Kampagnen nicht inhaltsleer sein dürfen, müsste sich Prag in diesem Rahmen zu höchsten sozialen und umweltbezogenen Standards bekennen.

Abbildung 41: Handlungsfelder und Wirkfaktoren im Bereich Space, Planning & Mobility:



Aussage 8:

Prag benötigt **neue Mobilitätskonzepte für eine Reduktion des PkV-Verkehrs** und für die **Aufwertung des öffentlichen Raums**. Dabei sollten der sehr gute Öffentliche Nahverkehr und die Prager Transportunternehmen eine zentrale Rolle spielen. Bessere Radwege sowie verschiedenste Arten von elektrischen Fahrzeugen und die dazugehörige Ladeinfrastruktur sollten in diesem Zusammenhang integriert werden.

Aussage 9:

Prag benötigt **attraktive und innovative innerstädtische Quartiere** mit hoher Aufenthaltsqualität und geringem Fahrzeugaufkommen. Wohnen und Arbeiten müssen besser zusammenkommen. Darüber kann die Stadt für Bewohner wieder attraktiver werden, die Suburbanisierung bremsen und den Verkehr auf den Straßen reduzieren.

Aussage 10:

Partizipative Elemente müssen in die noch weitgehend traditionelle Planung in Prag Einzug halten. Die **Integration der Zivilgesellschaft** in die Entwicklung neuer Quartiere sowie die Weiterentwicklung bestehender Quartiere ist ein wesentlicher Faktor, um Planungsprozesse zu optimieren und Folgeprobleme zu verhindern. Gleichzeitig muss die Stadt stärker dafür sorgen, dass **Immobilienentwickler und Investoren bei Bauprojekten die benötigte Infrastruktur mitfinanzieren** und einen echten Mehrwert für die Stadt schaffen.

6.5 Ergebnisse der Analyse für Prag

Aufbauend auf dieser Analyse lassen sich konkrete Maßnahmen und Projekte entwickeln, die eine deutliche Verbesserung des Nachhaltigkeitspotenzials von Prag zur Folge haben. Diese Ergebnisse sind nicht mehr Teil der vorliegenden Dissertation, sollen hier aber dennoch der Vollständigkeit halber angeführt werden.

25 Projekte und Maßnahmen wurden als Konsequenz aus der hier erfolgten Analyse in Projektsteckbriefen ausgearbeitet und im April 2016 an die Stadt Prag überreicht¹⁹⁷. Die gesamte Analyse sowie eine Reihe der Maßnahmen wurden in den aktuellen strategischen Plan von Prag übernommen, und es ist davon auszugehen, dass zahlreiche der unten angeführten Projekte sukzessive in die Umsetzung gelangen. Von den 25 Maßnahmen sollen hier exemplarisch 11 mit ihrem Wirkpotenzial für Prag dargestellt werden.

6.5.1 Projekte und Maßnahmen im Bereich "Space, Planning & Mobility"¹⁹⁸

Projekte	HF	Ind
Innovationsquartier Prag In Reaktion auf die Aussagen 9, 7 und 4 wird empfohlen, auf den derzeit brachliegenden Flächen in Zizkov oder Holešovice ein neues Innovationsquartier zu entwickeln. Als Leuchtturmprojekt und Kern eines smarten, digitalen und kreativen Prag. Dabei sollten sowohl nachhaltige Technologien und Infrastrukturen im Sinne eines Demonstrators und „Living Labs“ zum Einsatz kommen, als auch Strukturen, die eine Ansiedlung von KMUs, Start-Ups und innovative Unternehmen ermöglichen sowie deren Austausch mit lokalen Universitäten und Forschungseinrichtungen befördern.	34	S50
	35	I9
	36	I10
	27	I12
	23	I13
	43	I14
	44	S6
	48	S7
	50	S8
	7	S63
		S64
Wirkpotenzial	4,15	
Co-Creation Prozess Aussage 10 folgend, bietet eine Quartiersentwicklung wie oben beschrieben einen optimalen Rahmen, um neue, partizipative Elemente in die Planungsprozesse zu integrieren. Es wird deshalb empfohlen, im Rahmen der Entwicklung des Innovationsquartiers (oder anderer Quartiersentwicklungsprojekte) einen "Co-creation-Prozess" zu erproben, der die Prager Zivilgesellschaft zu einem frühen Zeitpunkt aktiv in die Planung einbezieht.	4	S42
	27	S43
	43	S48
	16	
	23	
Wirkpotenzial	1,18	

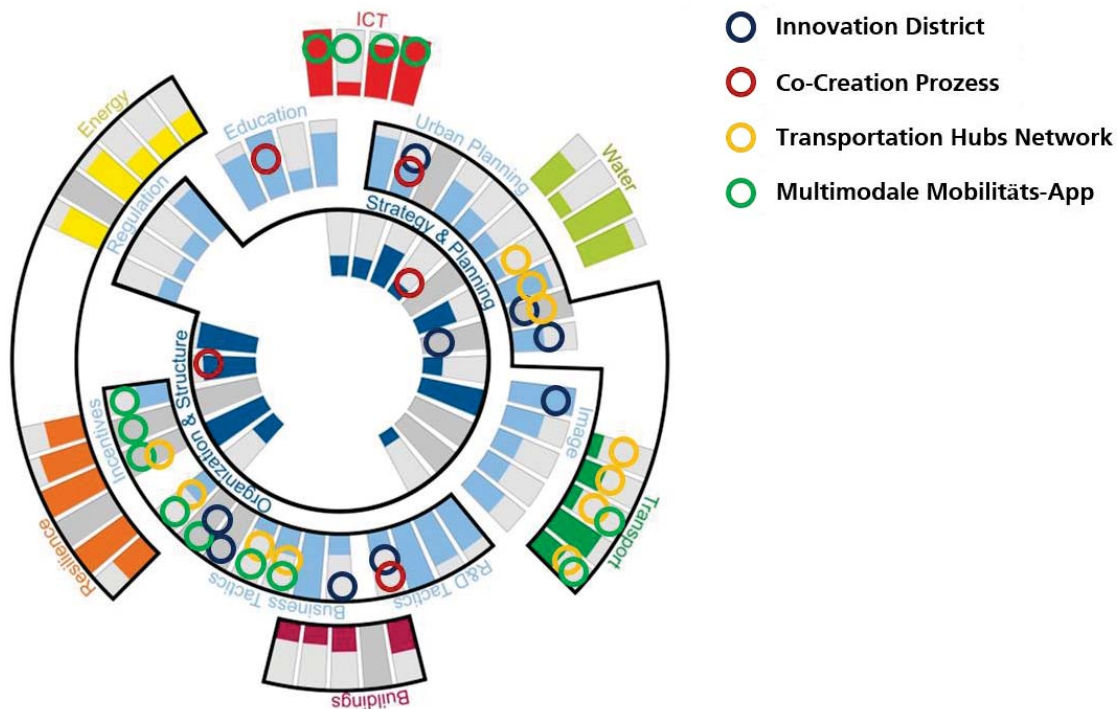
¹⁹⁷ Radecki et al. 2015

¹⁹⁸ Vergl.: Ebenda

Transportation Hubs Network Basierend auf Aussage 8 und 2 wird empfohlen, ein Netzwerk intermodaler Verkehrsknotenpunkte in Prag zu errichten, an denen alternative und nachhaltige Mobilitätslösungen verfügbar sind. Dabei sollten zunächst eine oder wenige U-Bahn Stationen zu intermodalen Knotenpunkten ausgebaut werden. Hierbei sollen sowohl elektrische Car-Sharing- und Bike-Sharing-Services bereitgestellt werden, als auch "Last-Mile"-Logistiklösungen und Konsolidierungszentren angeboten werden. Geschäftsmodelle für intermodale Mobility Hubs finden sich sowohl im Bereich neuartiger Raumkonzeptionen (z.B. Vermietung von Co-Working spaces), als auch im Betrieb geteilt genutzter Infrastrukturen und Dienstleistungen.	32	P23
	33	P24
	34	S20
	45	S23
	48	S24
	50	S25
	52	S26
	70	S27
	71	S28
	72	
	74	
Wirkpotenzial		5,74
Multimodale Mobilitäts-App Basierend auf Aussage 8, 1 und 2 wird die Entwicklung einer multimodalen Mobilitäts-App angeregt. Die App verbindet die öffentlichen Verkehrsmittel in Prag mit weiteren Verkehrsträgern und ermöglicht eine individuelle Routenplanung für unterschiedliche Benutzerprofile. Ein erweitertes E-Ticket-System sollte als Rückgrat der App vereinfacht für alle öffentlichen Verkehrsmittel, aber auch für andere Verkehrsträger, wie Rad- und Car-Sharing, Ladestationen und Parkscheine etc. zur Verfügung stehen. Darüber hinaus kann das integrierte Zahlungssystem für lokale Angebote und Dienstleistungen wie z.B. Restaurants, öffentliche Schließfächer, kulturelle Angebote (siehe smartification des Stadtzentrums) erweitert, und mit einem Anreizsystem (z.B. Sammlung von Bonus-Punkten) kombiniert werden.	72	P23
	74	S21
	45	S25
	48	S27
	51	S28
	52	S29
	53	I3
	54	I4
	62	I5
	63	I7
	64	
65		
Wirkpotenzial		5,35

Gemeinsam adressieren diese Projekte 17 Handlungsfelder im Bereich der strategischen Hebel, zwei Handlungsfelder im Bereich „Urban Leadership“ und die relevanten 8 Handlungsfelder in den Bereichen IKT und Mobilität. In Bezug auf die kritischen und halbkritischen Indikatoren ergibt sich ein kumuliertes Wirkpotenzial von $\Sigma R = 16,42$, wobei die stärksten positiven Auswirkungen auf eine nachhaltige Stadtentwicklung von dem Netz an intermodalen Mobilitätsknotenpunkten zu erwarten sind.

Abbildung 42: Adressierte Handlungsfelder im Bereich Space, Planning & Mobility¹⁹⁹



6.5.2 Projekte und Maßnahmen im Bereich "Innovationssystem & Digitalisierung"²⁰⁰

Projekte	HF	Ind
Smartification des historischen Zentrums In Reaktion auf Aussage 1 und 2 wird vorgeschlagen, das historische Stadtzentrum Prags mit einer sensorbasierten Dateninfrastruktur aufzuwerten und hierüber multiple datenbasierte Dienstleistungen für Touristen und die lokale Bevölkerung zur Verfügung zu stellen. Hierüber können zum einen negative Auswirkungen des Massentourismus reduziert werden (z.B. durch eine bessere Streuung und Führung der Touristen), zum anderen können lokale Geschäfte und kulturelle Institutionen, die nicht an der Hauptachse der Touristen liegen, an Sichtbarkeit gewinnen und ihre Einkünfte verbessern. Eine Nutzersteuerung über Nudges und Gamification-Ansätze ermöglicht, dass das Stadtzentrum auch für Einheimische wieder attraktiver wird. Das Projekt sollte als Pilotprojekt für eine enge Zusammenarbeit zwischen Stadt, Industrie und Forschung genutzt werden.	36	P33
	39	P34
	40	P35
	42	S48
	43	S58
	45	S59
	50	S63
	51	S64
	52	
	53	
	54	
	63	
64		
65		
Wirkpotenzial	5,14	

¹⁹⁹ Eigene Darstellung

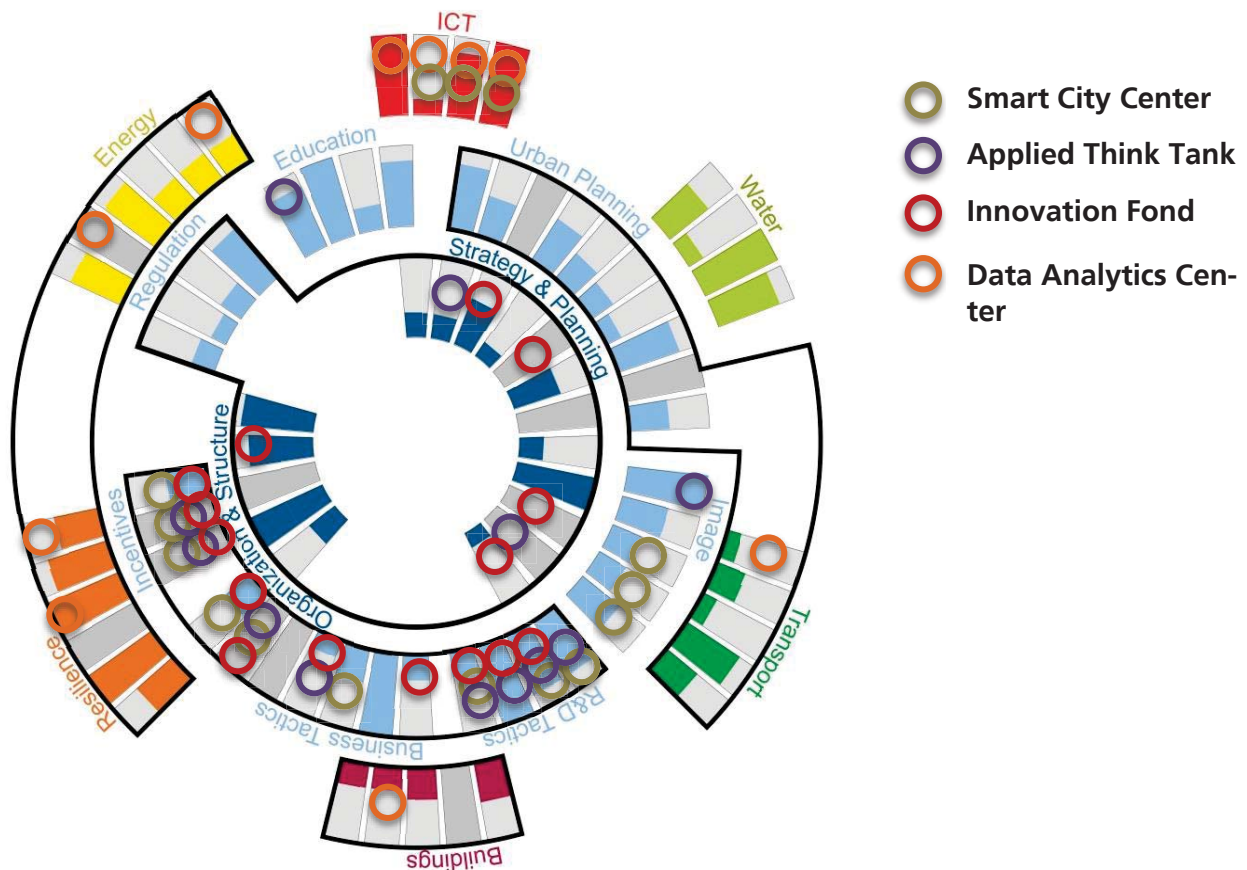
²⁰⁰ Vergl.: Radecki et al, 2015

Prague Applied Innovation Think Tank Aussage 1 folgend wird empfohlen, einen Think Tank in Prag aufzubauen, der gezielt die lokale universitäre Forschungslandschaft mit den ansässigen Unternehmen und der Stadtverwaltung in angewandten Innovationsprojekten vernetzt. Ziele eines solchen Think Tanks sollten sein: 1. Anbahnung gemeinsamer "Smart City"-Projekte zwischen Unternehmen, Forschungseinrichtungen und kommunalen Akteuren 2. Unterstützung der Entwicklungsziele von Prag durch deren Übertragung in innovative Stadtentwicklungsprojekte 3. Unterstützung der lokalen wirtschaftlichen Entwicklung und Anlocken von Investoren 4. Private und öffentliche Finanzierung von nationaler oder EU-Ebene nach Prag bringen.	11	I12
	2	S64
	22	S63
	36	S53
	41	S50
	42	S46
	43	S47
	44	S48
	48	
	50	
	52	
53		
Wirkpotenzial		4,89
Innovationsfonds für Prag Aufbauend auf den Aussagen 1,2 und 3 wird vorgeschlagen, einen Innovationsfonds für Prag aufzusetzen, der Anreize für lokale Unternehmen, Startups, Forscherteams und Privatpersonen setzt, mit innovativen Technologien und Maßnahmen die Stadt bei ihrer nachhaltigen Entwicklung zu unterstützen. Der Innovationsfonds könnte durch zweckgebundene Rückflüsse aus kommunalen Betrieben (etwa Transport oder Energie), oder zweckgebundene Einnahmen aus Konzessionen jährlich neu bestückt werden. Vornehmlich Prager Unternehmen wären dazu aufgerufen, eigene Ideen und Konzepte zur Lösung aktueller Probleme in Prag mit innovativen Technologien und Maßnahmen einzureichen. Die besten Ideen werden 1x pro Jahr ausgezeichnet und erhalten finanzielle Unterstützung für die lokale Umsetzung. Dabei können zwischen 50% (bei größeren Unternehmen) und 100% (bei Startups) der Kosten durch den Fonds übernommen werden. Ein ähnlicher Fonds hat in Freiburg i.Br. im Zeitraum 2002 – 2016 über 100 Mio EUR an Co-Investitionen ausgelöst. Ein ähnliches – wenn nicht höheres – Potenzial wird dem Innovationsfonds für Prag attestiert. Ein wesentliches Erfolgskriterium sind die Kriterien zur Bewertung förderwürdiger Projekte. Sie sollten mit den Entwicklungszielen von Prag übereinstimmen.	3	
	5	P15
	10	S47
	12	S63
	16	S64
	42	
	43	
	44	
	45	
	48	
	50	
51		
52		
53		
54		
Wirkpotenzial		7,71
Data Analytics Center Basierend auf Aussage 1,2 und 8 wird die Entwicklung einer urbanen Datenplattform für Prag sowie ein daran angekoppeltes Zentrum für Datenanalyse angeregt. Eine Reihe der hier definierten Projekte erzeugen eine Vielfalt an Daten, die für eine weitere Verwendung aggregiert und aufbereitet werden müssen. Zudem haben bereits heute städtische Einrichtungen von Prag mit einer zunehmenden Datenflut aus den Bereichen Verkehr, öffentlicher Raum, Energie, Wasser etc. zu tun. Das Data Center soll als Datendrehscheibe fungieren und verschiedene Arten von städtischen Datensätzen (Echtzeitdaten, statische Daten, Punktdaten etc.) in einer umfassenden IOCT Architektur integrieren. Es sollte fortschrittliche Datenanalysetools verwenden, um Risiken strategisch zu analysieren, neue Dienstleistungen anbieten zu können und die Transparenz urbaner Prozesse zu erhöhen. Mit diesen Daten können z.B. geeignete Klimaschutzpläne erstellt und leichter überprüft werden.	2	P3
	6	P4
	42	P5
	44	P14
	48	P15
	68	
	60	
	61	
	62	
	63	
	64	
65		
78		
81		
82		
Wirkpotenzial		3,41

Die Projekte im Bereich Innovationssystem und Digitalisierung adressieren insgesamt 33 Handlungsfelder, wobei 16 davon im Bereich der strategischen Hebel, sieben im Bereich „Urban Leadership“ und 10 in den Bereichen der Technologien und Infrastrukturen angesiedelt sind. In Bezug auf die kritischen und halbkritischen Indikatoren ergibt sich ein kumuliertes Wirkpotenzial von $\sum R = 21,15$ wobei die

stärksten direkten positiven Auswirkungen auf eine nachhaltige Stadtentwicklung von dem Prager Innovationsfonds zu erwarten sind.

Abbildung 43: Adressierte Handlungsfelder im Bereich Innovationssystem & Digitalisierung



6.5.3 Projekte und Maßnahmen im Bereich Governance²⁰¹

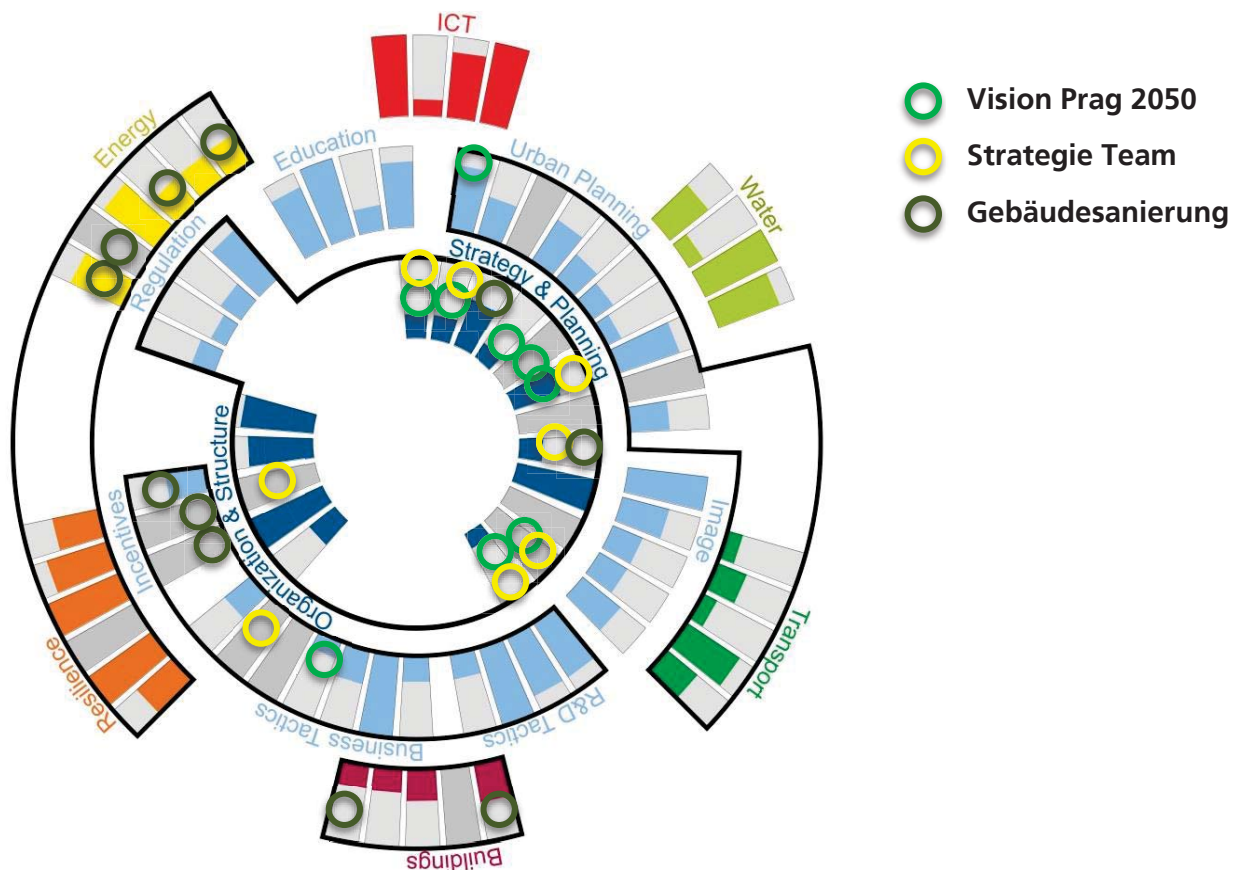
Projekte	HF	Ind
Entwicklung einer Vision sowie messbarer Ziele für ein smartes, nachhaltiges Prag 2050.	1	S42
	2	S43
	4	S44
	5	S45
	6	S46
	11	S47
	12	I2
	26	
	48	
In Reaktion auf Aussage 5 wird vorgeschlagen, einen Prozess zur Entwicklung einer gemeinsamen Vision für die Stadt Prag im Jahr 2050 zu gestalten. Hierbei sollten sowohl führende Köpfe aus Stadtverwaltung, Politik, Wirtschaft und Forschung als auch Vertreter der Zivilgesellschaft eingebunden werden. Über die gemeinsame Ausformulierung einer klaren Vision für Prag können Prioritäten bei der Investition kommunaler Mittel abgeleitet werden. Ein zweiter Schritt besteht in der Überführung der Vision in konkrete, messbare Ziele, welche zur Grundlage des Handelns und Investierens innerhalb der Prager Dezernate und Ämter werden.		
Eine gemeinsame Vision und klar definierte Ziele helfen Prag dabei, die eigene Entwicklungsstrategie zu fokussieren, klare Signale an private Investoren und potenzielle Partner zu senden sowie die Stadt im weiteren urbanen System Europas zu positionieren.		

²⁰¹ Vergl.: Radecki et al, 2015

	Wirkpotenzial	4,01
<p>Entwicklung einer strategischen Management-Einheit innerhalb der Stadtverwaltung</p> <p>Den Aussagen 5 und 6 folgend wird empfohlen, eine Querschnittseinheit innerhalb der Stadtverwaltung aufzubauen, die in der Lage ist, strategische Vorgaben in dezernats- und ämterübergreifende Maßnahmen und Projekte zu überführen und deren Erfolg zu bemessen. Die Lösung der Herausforderungen von Prag – wie in dieser Analyse aufgezeigt – erfordert zunehmend die Fähigkeit, über Sektor- und Dezernatsgrenzen hinaus zu gestalten. Emissionsminderung, integrierte Planung, Innovationsförderung, nachhaltige Mobilität etc. sind alles Themen, die nicht in einzelnen Referaten, sondern nur in der konzertierten Zusammenarbeit mehrerer Referate und Hierarchie-Ebenen erfolgreich angegangen werden können. Die städtischen Betriebe (DPP, IPR, etc.) müssen hierbei ebenso einbezogen werden wie private Unternehmen und Forschungseinrichtungen.</p> <p>Eine strategische Querschnittseinheit innerhalb der Prager Stadtverwaltung sollte eng an den Oberbürgermeister angebunden sein, relativ hohe Handlungsautonomie gegenüber anderen Dezernaten und Ämtern genießen und eine klare Weisungs- und Kommunikationsstruktur in angrenzende Dezernate und Ämter haben. Zahlreiche strategische Themen des City Lab Prag (die Entwicklung der Vision für Prag 2050, der Aufbau des Think Tanks, die Entwicklung eines Indikatoren- und Monitoring-Systems für Prag etc.) könnten erste Projekte für diese Einheit sein.</p>	1 2 6 8 11 12 15 50	S44 S45 S46 S47 S48
	Wirkpotenzial	4,21
<p>Umsetzung von Leuchtturmprojekten im Bereich nachhaltiges Bauen und Sanieren</p> <p>Basierend auf Aussage 4 wird empfohlen, dass die Stadt Prag eine Vorreiterrolle bei der energetischen Sanierung und funktionalen Aufwertung von Gebäuden einnimmt. Zu diesem Zweck sollte sie prominente städtische Gebäude zu Vorzeigeobjekten in puncto Energieeffizienz, Energiemanagement, Design und funktionaler Aufwertung sanieren. Das Ziel hierbei sollte sein, replizierbare Modelle für die energieeffiziente Sanierung zu demonstrieren und einen Anbieter-Pool in Prag für energieeffiziente Gebäudesanierung aufzubauen.</p> <p>Ca. 80% des Prager Gebäudebestands wurde bis dato keinerlei energetischen Sanierung unterzogen. Selbiges gilt für Heiz-, Lüftungs- und Klimaanlageanlagen in Gebäuden, die vor 1990 erbaut wurden. Gleichzeitig gibt die EU-Direktive 2012/27/EU vor, dass pro Jahr 3 Prozent der öffentlichen Gebäude energetisch modernisiert werden müssen. Zusammengenommen ergibt sich ein enormes Markt- und Emissionsminderungspotenzial in der energetischen Sanierung Prager Gebäude, welches durch Leuchtturmprojekte der Stadt erschlossen werden kann.</p>	8 3 52 53 54 55 56 57 59 61 75 80	P5 P6 P7 P14d P31 P32 S7 S49 I2 I2e I8 I10
	Wirkpotenzial	5,10

Die Projekte im Bereich Governance adressieren insgesamt 23 Handlungsfelder, wobei sieben davon im Bereich der strategischen Hebel, neun im Bereich „Urban Leadership“ und sieben in den Bereichen der Technologien und Infrastrukturen angesiedelt sind. In Bezug auf die kritischen und halbkritischen Indikatoren ergibt sich ein kumuliertes Wirkpotenzial von $\Sigma R = 13,32$ wobei die stärksten direkten positiven Auswirkungen auf eine nachhaltige Stadtentwicklung von den Leuchtturmprojekten im Bereich nachhaltiges Bauen / Sanierung zu erwarten sind.

Abbildung 44: Adressierte Handlungsfelder im Bereich Governance



Über die Integration der drei Ebenen der City Lab-Analyse sowie zahlreicher Interviews, Diskussionen und Workshops mit Experten vor Ort, wurden 25 Maßnahmen identifiziert, welche zusammengenommen das Potenzial haben, einen Stadtentwicklungsprozess in Prag in Gang zu setzen, der auf sozialen und technologischen Innovationen beruht und sowohl negative Umweltauswirkungen des aktuellen urbanen Metabolismus reduziert, als auch Lebensqualität und Wirtschaftskraft steigert. Dabei konnte das Wirkpotenzial jeder einzelnen Maßnahme auf die nachhaltige Entwicklung von Prag anhand des entwickelten Modells abgeleitet werden.

Dem Systemansatz folgend, sind die meisten der vorgeschlagenen Projekte miteinander verbunden. So ist es beispielsweise nicht sinnvoll, in die Erzeugung urbaner Daten zu investieren, bevor Prag einen Daten-Management-Plan entwickelt oder eine Datenplattform eingerichtet hat. Es existieren kausale Zusammenhänge zwischen den Projekten und Maßnahmen. Teilweise im Sinne einer Vorbedingung (ist Projekt A nicht gegeben, kann Projekt B nicht starten), meist jedoch im Sinne einer verstärkenden Funktion. Dieser Umstand wurde bei der Entwicklung des Ansatzes bedacht. Entsprechend konnte an dieser Stelle das ganzheitliche Wirkpotenzials der einzelnen Projekte und Maßnahmen – wie in Kapitel 5.5.1 dargestellt – ermittelt werden (siehe Tabelle 17):

Tabelle 17: Ermittlung des ganzheitlichen Wirkpotenzials für die Maßnahmen in Prag

Projekt		WP	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	Ganzheitliches Wirkpotenzial
P1	Innovationsfonds für Prag	7,71		0,29	0,80	0,77	1,53	1,22	0,21	0,29		0,34	0,18	43,42
P2	Transportation Hubs Network	5,74		0,00	1,07	0,77				0,50		0,34	0,00	15,38
P3	Multimodale Mobilitäts-App	5,35		0,86		0,51								7,36
P4	Smartification des Zentrums	5,14		0,29	0,27			0,24				1,02	0,00	9,37
P5	Leuchtturmprojekt nachhaltiges Bauen	5,1								0,21			0,24	2,26
P6	Prague Applied Innovation Think Tank	4,89	1,16	0,57	0,54	1,03	0,51		0,63	0,29	0,40	0,34	0,12	27,31
P7	Strategische Management Einheit	4,21	1,54	0,29	0,27	0,77	0,77	0,98		0,21	0,60	0,34	0,06	24,50
P8	Innovationsquartier Prag	4,15		0,86			1,02	0,49					0,06	10,08
P9	Vision + messbarer Ziele für Prag 2050	4,01	1,54	0,29	0,27	0,51	0,51	0,73	1,68	0,42		0,17	0,12	25,03
P10	Data Analytics Centre	3,41			0,80	0,77		0,73	0,21		0,40			9,95
P11	Co-Creation Prozess	1,18				0,26		0,24		0,42	0,40	0,00	0,00	1,55

Dementsprechend lässt sich eine Priorisierung der identifizierten 11 Maßnahmen im Hinblick auf die zu erwartende Wirkung im Sinne der nachhaltigen Stadtentwicklung vornehmen:

Tabelle 18: Priorisierte Maßnahmenliste für die Nachhaltigkeitsroadmap Prag

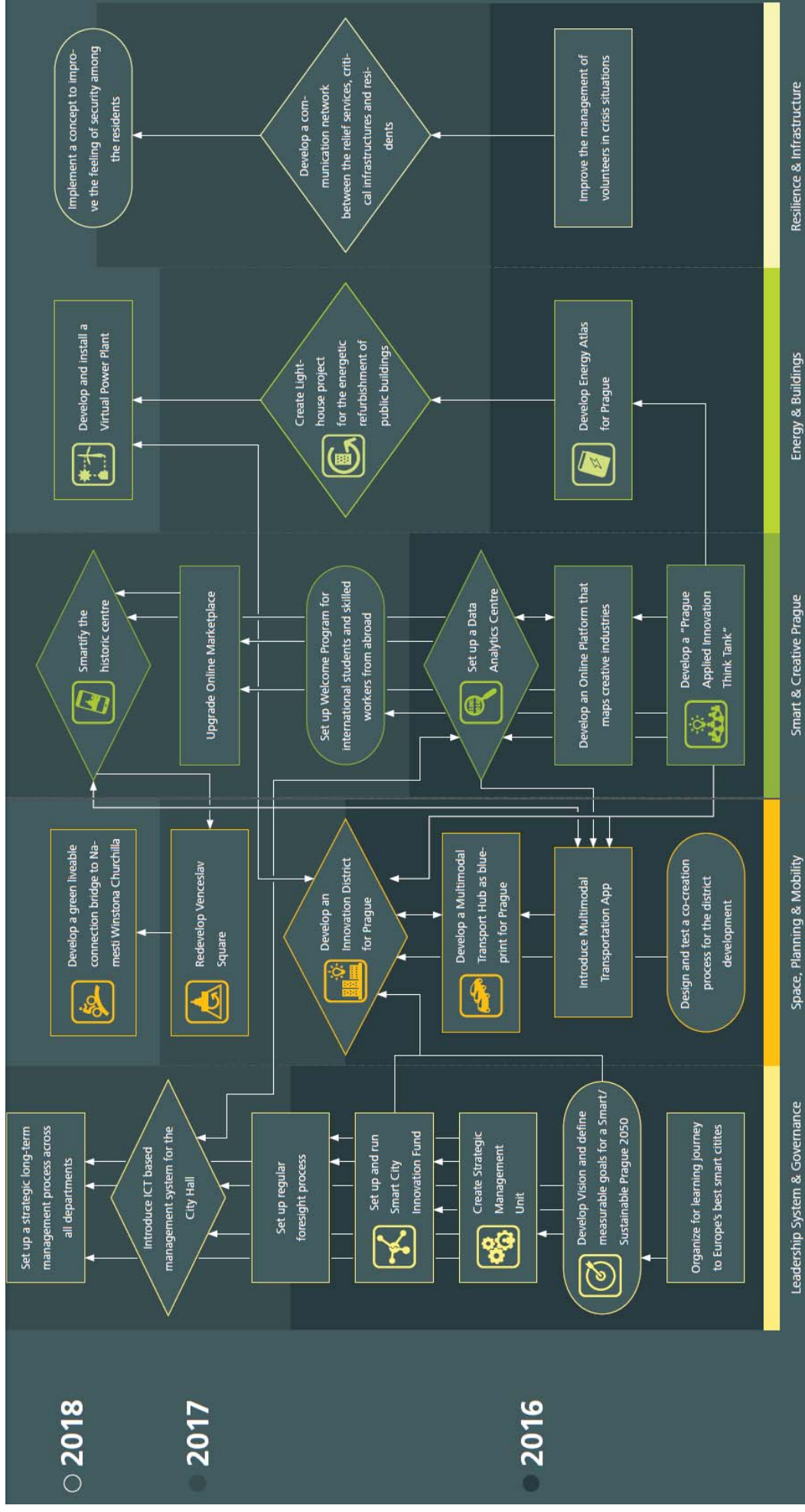
Prio	Projekt	W _p	W _{p-Ges}
1	Innovationsfonds für Prag	7,7	43,4
2	Prague Applied Innovation Think Tank	4,9	27,3
3	Vision + messbare Ziele für Prag 2050	4,0	25,0
4	Strategische Management Einheit	4,2	24,5
5	Transportation Hubs Network	5,7	15,4
6	Innovationsquartier Prag	4,2	10,1
7	Data Analytics Center	3,4	10,0
8	Smartification des historischen Zentrums	5,1	9,4
9	Multimodale Mobilitäts-App	5,4	7,4
10	Leuchtturmprojekte im Bereich nachhaltiges Bauen	5,1	2,3
11	Co-Creation Prozess	1,2	1,6

Zu den kausalen Bezügen zwischen einzelnen Maßnahmen und Projekten kommen zeitliche, ressourcenabhängige, aktorsbasierte oder technologiebasierte Zusammenhänge, welche im Rahmen einer strategischen Planung bedacht werden müssen. Die Umsetzung der Roadmap, wie in **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** vorgeschlagen, bedarf deshalb eines übergeordneten strategischen Managements.

Hauptergebnis des Morgenstadt City Lab Prag, ist die Verankerung der Analyse sowie der Roadmap im aktuellen Strategischen Plan von Prag²⁰² sowie die prioritäre Umsetzung dreier konkreter Projekte, die 2016 gestartet ist: Die Entwicklung eines Prager Innovationsfonds, die „Smartifizierung“ des historischen Stadtkerns mit einem Sensornetzwerk zur gezielten Optimierung von Besucherströmen und Einzelhandel, sowie die Entwicklung einer Prager Datenzentrums, in dem sukzessive alle Daten integriert und zur Verbesserung der Effizienz von Infrastrukturen und Verwaltungsprozessen genutzt werden.

²⁰² IPR PRAHA 2016

Abbildung 45: Roadmap für eine nachhaltige Stadtentwicklung Prags²⁰³



²⁰³ Vergl.: Radecki et al., 2015

7 Diskussion

Die Entwicklung des „Morgenstadt Framework“ und seine Anwendung im Rahmen des Morgenstadt City Lab Prag dienen dem Ziel, ein multidimensionales Transformationsmodell für eine nachhaltige Stadtentwicklung zu entwerfen und zu validieren. Dabei sollten sowohl Technologie-Sektoren berücksichtigt und miteinander in Bezug gesetzt, als auch die vorgelagerte Planungsebene sowie die »Governance« einer Stadt adressiert werden.

Das Forschungsziel bestand darin, ein Modell zu entwickeln und zu erproben, welches sowohl eine objektive Beurteilung von Städten hinsichtlich ihrer Nachhaltigkeitsperformanz ermöglicht, als auch eine Handlungsorientierung im Rahmen individueller lokaler Faktoren aufzeigt. Dabei waren Kernfragen auf drei Ebenen gestellt worden:

- **Ebene 1: Nachhaltigkeitsmessung von Städten**
»Wie kann die Performanz einer Stadt im Hinblick auf Nachhaltigkeit gemessen und bewertet werden?«
- **Ebene 2: Bewertung der Nachhaltigkeitsausrichtung der Stadt**
»Wie kann die Akteurs- und Handlungsebene einer Stadt mit Blick auf eine nachhaltige Entwicklung erhoben und mit der Nachhaltigkeits-Performanz abgeglichen werden?«
- **Ebene 3: Identifikation und Bewertung spezieller lokaler Einflussfaktoren**
»Wie können lokale Treiber und Hemmnisse einer nachhaltigen Entwicklung identifiziert und mit der Akteurs- und Handlungsebene abgeglichen werden?«

Das vorliegende Transformationsmodell (»Morgenstadt Framework«) adressiert diese drei Ebenen und verknüpft sie miteinander zu einem ganzheitlichen, multidimensionalen Ansatz, der sowohl eine objektive Bewertung einer Stadt in Bezug auf ihre nachhaltige Entwicklung, als auch eine Handlungsorientierung in Bezug auf praktikable Projekte und Maßnahmen zur Unterstützung selbiger ermöglicht. Anhand der Anwendung des Modells auf Prag lassen sich zahlreiche Beobachtungen und Rückschlüsse hinsichtlich der Validität und der Grenzen des Modells dokumentieren, die in den Sektionen dieses Kapitels aufgegriffen und diskutiert werden. Da das Modell im Zeitraum 2015 – 2016 nicht nur in Prag, sondern auch in Lissabon²⁰⁴, Tiflis²⁰⁵, Chemnitz²⁰⁶, Leipzig und Sabadell²⁰⁷ angewandt wurde, kann zudem auf eine breite Erfahrungsbasis zahlreicher Forscher zurückgegriffen werden, die das Modell in der Anwendung erprobt haben. Auch sie fließen in die Diskussion mit ein und stellen einen wichtigen Kontext für die Interpretation von Stärken und Schwächen des Modells sowie seine Gültigkeit hinsichtlich Validität und Reliabilität dar.

Im Folgenden findet sich zunächst eine generelle Einordnung des Morgenstadt Frameworks hinsichtlich seiner Stärken und Schwächen, als Kontext für die anschließende Bewertung der wissenschaftlichen Gültigkeit und Validität.

²⁰⁴ Vergl. Wendt et al. 2016

²⁰⁵ Vergl. Mohr et al. 2016

²⁰⁶ Vergl. Bienzeisler et al. 2016

²⁰⁷ Die City Labs Leipzig und Sabadell wurden im Rahmen des H2020 EU Projekts „Triangulum“ durchgeführt. Vergl. Llevot und Iglesias 2015.

7.1 Kausale Zuordnung und Erfolgsmessung

Der Ansatz des Morgenstadt Frameworks besteht darin, Städte als komplexe adaptive Systeme zu verstehen, in denen eine Vielzahl unterschiedlicher Ebenen und Faktoren miteinander interagieren. Veränderungen in einem Subsystem ziehen Konsequenzen in angrenzenden Subsystemen nach sich. Zudem oszillieren miteinander interagierende Systeme in unterschiedlichen zeitlichen Zyklen: das **ökonomische System** ist langfristigen makroökonomischen Schwankungen unterworfen, wird aber in jährlichen Haushaltszyklen und entsprechenden Budgets dargestellt. **Infrastrukturentwicklung** und **Städtebau** unterliegen ebenfalls langfristigen Zyklen (je nach System sind Infrastrukturen auf 50 und mehr Jahre angelegt), während die **politische Entscheidungsebene** in Zyklen von vier Jahren neu ausgerichtet wird. **Technologieentwicklung** und **Innovation** sorgen für eine kontinuierliche Beschleunigung im Möglichkeitsraum der Stadtplanung und –Entwicklung, die **rechtlichen Planungsgrundlagen** und Planungszyklen unterliegen allerdings festen Vorschriften und vordefinierten Prozessen, welche Zeiträume zwischen 12 und 15 Jahren in Anspruch nehmen (bei Masterplänen und Großprojekten).

Zusammengenommen ergibt sich hierdurch eine generelle Herausforderung für eine stringente und integrierte Stadtentwicklung, von der auch das Morgenstadt-Modell und seine Anwendung betroffen ist:

Das Morgenstadt-Modell bildet zwar einen bedeutenden Teil der Stadtentwicklung ab, ist aber nicht darauf ausgelegt, alle Prozesse, Projekte und Entscheidungen in einer Stadt vollumfänglich zu beinhalten und zum Gegenstand der Analyse zu machen. Das Modell hat blinde Flecken, (z.B. der Gesundheitsbereich, urbane Ökosysteme oder der soziale Wohnbau werden beinahe komplett ausgeblendet), welche dazu führen, dass Aktivitäten außerhalb der Systemgrenzen des Modells nicht gemessen oder wahrgenommen werden. Es kann somit nur einen (wenn auch wichtigen) Teilaspekt der strategischen Stadtentwicklung abdecken. Da in der echten Welt Interaktionen zwischen Subsystemen innerhalb des Modells und außerhalb des Modells vorkommen (z.B. ziehen Investitionen in Radwege messbare Konsequenzen im Gesundheitsbereich nach sich) kann das Modell nie mit Sicherheit die ganzheitlichen Auswirkungen einer Maßnahme in der Stadt prognostizieren, noch die vielfältigen kausalen Interdependenzen zwischen nicht abgebildeten Subsystemen und analysierten Subsystemen darstellen. Das Modell ist in diesem Sinne selbstreferenziell und kann nur innerhalb des analysierten Möglichkeitsraums Aussagen ermöglichen.

Zusammengenommen führen diese Umstände (unterschiedliche zeitliche Zyklen und begrenzte Betrachtungsebene des Modells) dazu, dass eine Erfolgsmessung der Anwendung des Modells im Sinne der kausalen Analyse nicht oder nur sehr begrenzt möglich ist.

- Zum einen vergeht eine lange Zeit zwischen der Entwicklung einer Nachhaltigkeits-Roadmap mit dem Morgenstadt Framework und dem Eintritt echter Veränderung in den Indikatoren auf Stadtebene.
- Zum anderen ist die Interaktion zahlreicher Faktoren innerhalb dieser Zeit so komplex und vielfältig, dass eine kausale Interpretation von Ursache und Wirkung bei Eintritt einer messbaren Veränderung (z.B. geringerer CO₂-Ausstoß) nur noch bedingt vollzogen werden kann. Veränderungen in städtischen Indikatoren können auch auf Interventionen zurückgehen, die mit den definierten Maßnahmen nichts zu tun haben, (z.B. wenn auf nationaler Ebene der Anteil der Erneuerbaren Energien im Netz stark erhöht wird).

In diesem Sinne ist das Morgenstadt-Modell zwar gut für die Strategieentwicklung sowie die Handlungssteuerung auf gesamtstädtischer Ebene geeignet, es dient aber nicht der Erfolgsmessung einzelner Projekte und Maßnahmen. Ein Nachweis der Wirksamkeit des Modells im Sinne der Messung eintretender Veränderungen bei den Indikatoren kann aus diesem Grund nicht erfolgen. Die vorliegende Arbeit muss somit zwangsläufig den objektiven und messbaren Nachweis der Effektivität des Modells schuldig bleiben und es ist zu bezweifeln, dass dieser jemals nachgeliefert werden kann.

Dennoch lassen sich Schlüsse hinsichtlich der Bedeutung und Sinnhaftigkeit des Morgenstadt- Modells ziehen. Gemäß der Logik komplexer adaptiver Systeme finden sich diese allerdings eher in der Anzahl der Systeme, die durch das Modell betroffen sind, in den politischen Entscheidungen, die der Anwendung des Modells folgen sowie in den Aussagen von Akteuren, die in die Analyse sowie die Umsetzung der Maßnahmen eingebunden sind.

„The City Lab has helped us to push innovation and to get the right smart city stakeholders on board.“

Adam Pajgrt, Prague City Lab Manager

„At the end of the on-site assessment we would like to express our acknowledgement to all of you for the work done in the preparation and in the actual interviews and workshops in Sabadell. The applied methodology was very interesting with a lot of information extracted in a relatively short period of time, so looking behind we consider that the goals established in the Triangulum proposal regarding the city analysis are accomplished. With all this refined information about the city we will be able to design and select much more accurately the projects to be included in our Triangulum implementation plan. Prior to act is necessary to know, and is sure that after the on-site assessment we know better our city“.

Oriol Llevot, Project Manager Triangulum - Sabadell

Ein wesentlicher Wert des Modells besteht somit im Prozess, in den die Datenerhebung, Interpretation und Strategieentwicklung eingebettet ist. Durch das Format des „Morgenstadt City Lab“ wird die ganzheitliche Analyse in einen politisch legitimierten Kontext gestellt, der ein Aufgreifen der identifizierten Maßnahmen und Projekte ermöglicht und die Grundlage für Investitionsentscheidungen, Priorisierung von Maßnahmen und die erfolgreiche Beantragung nationaler oder europäischer Fördermittel darstellt. Eine Anwendung des Morgenstadt-Modells findet erst nach Vorliegen der Verpflichtung des Oberbürgermeisters (o.ä.) statt, wodurch eine politische Relevanz der Ergebnisse sichergestellt ist. Zudem findet während des Prozesses eine aktive Einbindung wichtiger lokaler Stakeholder statt, die nach Beendigung der Analyse und Strategieentwicklung den Implementierungsprozess vorantreiben. Ohne diesen Rahmen diene das Morgenstadt-Modell lediglich der Ist-Analyse einer Stadt und könnte keinerlei Anwendungsorientierung entfalten.

7.2 Stärken und Schwächen des Morgenstadt Modells

Die Stärken des Morgenstadt-Modells – im Vergleich zu anderen Analysemodellen für Städte – stellen sich somit wie folgt dar:

- **Akteursorientierter Ansatz:** Die Anwendung des Modells basiert auf der Interaktion mit einem lokalen Spiegelteam, dem politischen Commitment städtischer Entscheidungsträger sowie der Einbindung einer Vielzahl wesentlicher lokaler Akteure aus Wirtschaft, Stadtverwaltung, kommunalen Betrieben und Wissenschaft über Interviews und gemeinsame Workshops. Hierüber wird die Analyse nicht als abstrakte und externe Bewertung wahrgenommen, sondern als gemeinschaftliches Projekt, welches anschließend durch lokale Akteure weitergetrieben und umgesetzt wird. So konnte in Prag beispielsweise über die Anwendung des Morgenstadt-Modells die Grundlage für den neuen Strategischen Plan gelegt werden, welcher 2016 im Stadtrat verabschiedet wurde. Zudem wurden zahlreiche Maßnahmen des City Lab Prag übernommen und einige davon bereits 2017 durch die Stadtverwaltung umgesetzt – in etwa der Innovationsfonds oder das Querschnitts-Management-Team.
- **Neutrale und wissenschaftliche Methode:** der neutrale und unvoreingenommene, analytische Blick auf die Stadt sorgt für Akzeptanz des Modells bei lokalen Akteuren unterschiedlicher politischer Couleur. Dabei helfen die analytische Vorgehensweise, die standardisierte Datenerhebung und die Arbeit mit Indikatoren, welche eine transparente Bewertung des Status quo sowie Vergleiche mit anderen Städten zulassen. So konnte in Prag beispielsweise die Zusammenarbeit unterschiedlicher städtischer Referate und kommunaler Betriebe erwirkt werden, die normalerweise von politischem Konkurrenzdenken geprägt sind. IPR (das Prager Planungsinstitut) untersteht dem Vizebürgermeister, der einer anderen Partei angehört als die Oberbürgermeisterin Adriana Krnacova. Dennoch wurde IPR mit der Koordination des City Labs beauftragt und die Ergebnisse durch Frau Krnacova und den Stadtrat in den strategischen Plan übernommen.
- **Ganzheitlicher Ansatz:** die systemische Ausrichtung des Modells auf die Stadt als Ganzes unterscheidet das Modell von vielen anderen. Dabei sind zum einen die drei Analyseebenen (Indikatoren, Handlungsfelder, Wirkfaktoren) von Nutzen, zum anderen aber auch das Action-and-Response-Framework, welches Handlungsfelder in den drei Bereichen „Urban Leadership“ „Socio-economic enablers“ und „Technologies & Infrastructures“ analysiert und somit die nachhaltige Stadtentwicklung als integriertes Zusammenspiel der wesentlichen Ebenen einer Stadt bewertet und ermöglicht. Die Anwendung des Modells in Prag verdeutlicht, dass Maßnahmen auf unterschiedlichen Handlungsebenen entwickelt werden müssen, um eine Stärkung der nachhaltigen Entwicklung einer Stadt zu bewerkstelligen. Technologiebasierte Maßnahmen wie die Multimodale Mobilitäts-App oder die Sanierung kommunaler Gebäude gehen Hand in Hand mit strategischen Maßnahmen auf der Steuerungsebene (Vision + Zielsystem 2050) sowie mit Maßnahmen auf der sozioökonomischen Ebene (Innovationsfonds, Smart City Think Tank). Über das strategische Management-Team kann die Zielvision 2050 erarbeitet und in die Umsetzung überführt werden. Der Smart City Think Tank kann innovative Dienstleistungen und Geschäftsmodelle entwickeln, die auf den Daten im „Data Analytics Center“ aufbauen, welche wiederum durch das „Smarte Stadtzentrum“ gespeist werden. Der ganzheitliche Analyseansatz führt somit zu ganzheitlichen Strategien, die zahlreiche verstärkende „Feedback Loops“ zwischen Einzelmaßnahmen ermöglichen und hierdurch eine Stadtentwicklung schaffen, die mehr ist als die Summe ihrer Teile.

- **Lokal verankerte Analyse:** die Fokussierung auf lokale Wirkfaktoren sorgt dafür, dass realitätsnahe Ergebnisse erzielt werden. Eine Erhebung der individuellen Voraussetzungen, Rahmenbedingungen und Akteurskonstellationen liefert einen reichhaltigen Kontext für die Entwicklung lokal angepasster Maßnahmen und Projekte. Die Anwendung in Prag zeigt deutlich, wie die Zusammenschau von Indikatoren, Handlungsfeldern und Wirkfaktoren zu komplexen und lokal verankerten Maßnahmen führen, die durch den Fokus auf lediglich eine Ebene nicht möglich geworden wären. Das Projekt „Smartification of the historic City Center“ zeigt exemplarisch auf, wie innovative Technologien (Sensorik, intelligente Straßenbeleuchtung, Steuerung per Smartphone & Beacons) zur Entwicklung von Maßnahmen eingesetzt werden können, welche ein spezifisch lokales Problem (Steuerung der Touristenströme) adressiert und dabei auf individuellen Stärken der Stadt (kulturelle Institutionen, Einzelhandel, kreativer Sektor) aufbaut und diese aktiv mit einbezieht.

Neben diesen Stärken und Alleinstellungsmerkmalen weist das Morgenstadt Modell auch einige Schwächen auf:

- **Umfangreich, aufwendig und teuer:** Um die genannten Stärken entfalten zu können, reicht es nicht aus, dass das Morgenstadt-Modell als reines Datenerhebungs- und Analysemodell angewandt wird. Es muss über Interviews, gemeinsame Workshops und die aktive Zusammenarbeit mit einem Spiegelteam der Stadtverwaltung in den lokalen Akteurs-Kontext eingebettet werden. Zudem entfaltet sich die Stärke des Modells erst dann, wenn Experten aus unterschiedlichen urbanen Systemen (Energie, Verkehr, IKT, Governance, Kommunalwirtschaft etc.) vor Ort zusammenarbeiten und täglich ihre Ergebnisse abgleichen. Dies führt dazu, dass die Anfertigung einer Nachhaltigkeits-Roadmap für eine Stadt mit dem Morgenstadt-Modell umfangreich, aufwendig und teuer ist – ein Faktor, der bei vielen Städten mit klammen Kassen dazu führt, sich für günstigere und weniger umfangreiche Methoden zu entscheiden. Auf Seiten der Forscher ist ein Team von mindestens 5 Personen empfehlenswert, welche über die vier Phasen (Datenerhebung, Datenanalyse, Projektentwicklung, Erstellung der Roadmap) mindestens 4 Monate pro Person (=insgesamt ca. 200 - 400 Manntage) zur Verfügung stehen muss. Auf Seiten der Stadt fällt in etwa die gleiche Menge an Arbeit an. Übernimmt eine Stadt die vollen Kosten für ein City Lab, muss sie somit mit ca. 250 TEUR – 450 TEUR an entstehenden Kosten rechnen.
- **Wirksamkeit schwer nachzuweisen:** Wie oben erläutert, lässt sich die Wirksamkeit des Modells im Rahmen direkter Kausalbezüge schwer nachweisen. Der Anspruch, keine exakte Abbildung der Stadtentwicklung zu geben, sondern lediglich auf die Bereiche zu fokussieren, die eine „nachhaltige Stadtentwicklung“ begünstigen, führt dazu, dass das Modell erklärungsbedürftig ist und sich nicht von selbst erschließt. Dies macht eine Werbung um Unterstützung – etwa bei Bürgern oder interessierten Laien – aufwendig und nicht selbsterklärend. Gleichzeitig lässt sich der Einsatz des Modells politisch anfechten, da seine kausale Wirkung nicht ohne weiteres nachzuweisen ist.
- **Abhängigkeit von Politik:** Zusätzlich zu den genannten Schwächen (teuer & erklärungsbedürftig) ist der Einsatz des Morgenstadt-Modells von der Politik abhängig. Nur wenn das politische Engagement innerhalb einer Stadt zu Gunsten des Modells ausfällt, kann es auch erfolgreich eingesetzt werden. Dies führt dazu, dass eine flächendeckende Anwendung des Mor-

genstadt-Modells in europäischen Städten eher unwahrscheinlich ist, und dass eine volle Anwendung wohl stets im Rahmen von Forschungsprojekten oder Fördermaßnahmen geplant werden muss.

7.3 Reliabilität, Validität und Objektivität des Transformationsmodells

Beim vorliegenden Modell handelt es sich um einen komplexen Analyseansatz, der mit unterschiedlichen Erhebungsmethoden sowohl quantitative als auch qualitative Daten und Informationen in Beziehung setzt und hieraus Schlüsse für die nachhaltige Entwicklung von Städten zieht. Entsprechend sind Reliabilität und Objektivität des Modells auf den unterschiedlichen Analyseebenen nach Maßgabe der genutzten Daten und Erhebungsverfahren unterschiedlich zu bewerten.

Die Validität des Modells, also die Eignung des Messverfahrens bezüglich der Zielsetzung leitet sich aus den Forschungszielen und damit verbundenen Fragestellungen ab. Sie ist voll gegeben, da das Transformationsmodell anhand spezifischer Vorgaben entwickelt wurde. Die folgende Übersicht gibt Aufschluss hinsichtlich Reliabilität, Validität und Objektivität des Modells auf den drei eingangs definierten Analyseebenen:

- **Ebene 1: Nachhaltigkeitsmessung von Städten.**

Forschungsfrage: »Wie kann die Performanz einer Stadt im Hinblick auf Nachhaltigkeit gemessen und bewertet werden?«

Zur Messung der Nachhaltigkeits-Performanz wird auf ein festes Set an definierten Indikatoren zurückgegriffen, die weitgehend numerischer Natur sind und durch existierende Standards hinsichtlich Erhebung und Interpretation normiert sind. So repräsentieren Daten wie z.B. Energieverbrauch in MWh/a, PM10-Werte in der Luft, CO₂-Emissionen in t/a, Arbeitslosigkeit in Prozent der erwerbsfähigen Bevölkerung oder der Modal Split im Verkehrssystem einer Stadt normierte Indikatoren, die in allen europäischen Städten weitgehend nach dem gleichen Standard ermittelt werden. Viele der Indikatoren werden auf supralokaler Ebene erhoben und zur Verfügung gestellt (nationale Statistikämter, EU Datenbanken, OECD Datenbanken etc.). Die für die Bewertung der Indikatoren erforderlichen Benchmarks beziehen sich auf Analysen von „Best Practice Städten“, bzw. europäische Durchschnittsdaten. Damit kann die Performanz einer Stadt im Sinne der Nachhaltigkeit quantitativ gemessen und objektiv bewertet werden.

Die Nachhaltigkeitsmessung ist somit valide, reliabel und objektiv in dem Sinne, dass sie zu jedem beliebigen Zeitpunkt mit dem gleichen Erhebungsinstrument von einem anderen Forscher zum gleichen Ergebnis führt.

- **Ebene 2: Bewertung der Nachhaltigkeitsausrichtung der Stadt.**

Forschungsfrage: »Wie kann die Akteurs- und Handlungsebene einer Stadt mit Blick auf eine nachhaltige Entwicklung erhoben, und mit der Nachhaltigkeits-Performanz abgeglichen werden?«

Zur Erhebung der Akteurs- und Handlungsebene – und damit der Nachhaltigkeitsausrichtung der Stadt - wird ein standardisiertes Erhebungsverfahren verwendet, welches 86 Handlungsfelder einer nachhaltigen Stadtentwicklung in 3-5 Ja / Nein Fragen kodiert. Die Fragen sind

eindeutig formuliert und können von fachkundigem Personal der Stadtverwaltung, bzw. durch Experten mittels Analyse vorliegender Dokumente beantwortet werden. In einigen Fällen lassen die Fragen zwangsläufig Interpretationsspielraum zu. So fragt z.B. Frage SP1c: „*Is regular progress monitoring taking place with adequate indicators?*“ ohne genauer zu spezifizieren was unter „adäquaten Indikatoren“ verstanden wird; oder Frage E3d fragt: „*Has the city optimised the energy use of buildings & infrastructure (e.g. with sensors, time switches, demand-management etc.)?*“, ohne genaue Vorgaben hinsichtlich des Umfangs der Optimierung zu machen.

Dieser Umstand führt dazu, dass die Daten zur Ebene 2 zwar valide sind im Sinne der Eignung des Verfahrens zur Erlangung von Erkenntnis, aber nicht in jedem Fall reliabel, da unterschiedliche Experten in einigen Fällen zu unterschiedlichen Auffassungen hinsichtlich der Beantwortung der Frage kommen könnten. Diese Unschärfe im Erhebungsverfahren wird durch zwei Hilfskonstruktionen weitestgehend behoben: zum einen wurde für jedes Handlungsfeld ein Steckbrief durch einen ausgewiesenen Experten angefertigt (Vergl. Kapitel 5.3.1), der den Umfang und die Ausprägung des Handlungsfelds klar beschreibt; zum anderen muss für jede Antwort eine Quelle hinterlegt, bzw. auf eine Quelle verwiesen werden (wenn das Vorhandensein adäquater Indikatoren angegeben wurde, muss das Monitoring System als Quelle hinterlegt sein) um eine Nachvollziehbarkeit der Bewertung zu ermöglichen. Hierdurch kann die Reliabilität und Objektivität des Bewertungsverfahrens der Handlungsfelder weitestgehend sichergestellt werden.

- **Ebene 3: Identifikation und Bewertung spezieller lokaler Einflussfaktoren**

Forschungsfrage: »Wie können lokale Treiber und Hemmnisse einer nachhaltigen Entwicklung identifiziert und mit der Akteurs- und Handlungsebene abgeglichen werden?«

Zur Identifikation und Bewertung lokaler Wirkfaktoren setzt das Morgenstadt-Modell auf teilstandardisierte qualitative Interviews mit lokalen Entscheidungs- und Wissensträgern aus Politik, Verwaltung, Wirtschaft und Wissenschaft. Klare Vorgaben zur Identifikation der korrekten Ansprechpartner sowie standardisierte Leitfäden für die Interviews sorgen dafür, dass nachvollziehbare und valide Ergebnisse unabhängig vom erhebenden Forscher erzielt werden. Aus der qualitativen Sozialforschung wissen wir jedoch, dass eine komplett objektive Erhebung qualitativer Daten nicht möglich ist.²⁰⁸ Die tägliche Interaktion der Forscher zum Abgleich der in den Interviews erworbenen Informationen sorgt im Sinne eines hermeneutischen Prinzips dafür, dass intersubjektive (quasi objektive) Bewertungen einzelner Situationen und Faktoren innerhalb der Stadt vorgenommen werden können. Wie das Beispiel zum Prager Tunnel „Blanca“ verdeutlicht, können über die kumulative Sammlung und den Vergleich von Informationen und Bewertungen zu einzelnen Aspekten und Faktoren der Stadtentwicklung facettenreiche (ganzheitliche) Beschreibungen geliefert werden, die kontinuierlich ob ihrer Plausibilität bewertet werden können. Auf diese Art und Weise können lokale Wirkfaktoren definiert und ihre Einflüsse beschrieben werden. Oftmals handelt es sich hierbei wiederum um messbare Größen, so dass es zu einer Überschneidung von Wirkfaktor und Indikator kommt (z.B. wurde der Wasserverlust durch Lecks in der Prager Wasserinfrastruktur als wesentlicher Faktor in den Interviews identifiziert und anschließend durch Recherche entsprechender Messungen quantifiziert). Wo dies nicht der Fall ist, werden Wirkfaktoren als nicht quantifizierte Einflussgrößen

²⁰⁸ Vergl.: Gläser und Laudel 2010, oder Mayring 2002

mit ihrer Wirkweise beschrieben und in den weiteren Kontext gesetzt (So z.B. im Fall des identifizierten Wirkfaktors „*Continuing public distrust in the people in power*“. Die Spezifizierung hierzu lautete wie folgt: “*Civil Society does not trust the political leadership system. There is no trust that the politicians actually serve the citizens. They are believed to serve rather themselves. Also no trust in the security services (police)*“).

Multiple Redundanzen bei der Qualitativen Datenerhebung dienen dabei zur Absicherung bzw. zur Verifizierung des Faktors. Wenn ein Faktor mehrmals unabhängig voneinander von unterschiedlichen Interviewpartnern benannt und beschrieben wird, dient dies als Hinweis auf die tatsächliche Bedeutung des Faktors für die Stadtentwicklung.

Das qualitative Erhebungs- und Analyseverfahren zur Identifikation und Bewertung von Wirkfaktoren ist valide im Sinne der Forschungsfrage und des Erkenntnisinteresses. Es ist allerdings nur in bedingtem Maße reliabel, da die subjektive Meinung und Interpretation der interviewten Personen einen wesentlichen Faktor bei der Erhebung darstellt. Der Vergleich von Informationen von zahlreichen Interviewpartnern relativiert dies weitgehend, bewegt sich aber nicht im statistisch relevanten Bereich, so dass keine messbare Objektivität gegeben ist, wo Wirkfaktoren nicht mit weiteren quantitativen Daten hinterlegt werden.

Tabelle 19: Reliabilität, Validität und Objektivität der Analyseebenen

Analyseebene	Valide	Reliabel	Objektiv
<i>Indikatoren</i>	<i>Ja</i>	<i>Ja</i>	<i>Ja</i>
<i>Handlungsfelder</i>	<i>Ja</i>	<i>Ja</i>	<i>Bedingt</i>
<i>Wirkfaktoren</i>	<i>Ja</i>	<i>Bedingt</i>	<i>Bedingt</i>

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass das Morgenstadt Modell valide ist, hinsichtlich der objektiven Beurteilung von Städten auf ihre Nachhaltigkeit-Performance sowie hinsichtlich der Handlungsorientierung im Rahmen individueller lokaler Faktoren. Das Modell ist reliabel, wo es sich auf Handlungsfelder und Indikatoren stützt, und es ist objektiv, wo messbare Indikatoren zum Einsatz kommen.

7.4 Grenzen des „City Labs“ als Methode

Die Anwendung des Modells am Falle von Prag – sowie in den anderen Städten - hat einige klare Grenzen aufgezeigt. Diese können zum Teil mit weiterer Forschung und Entwicklung überwunden werden.

Fokus auf europäische Großstädte:

Das Morgenstadt Modell wurde anhand internationaler Best Practice-Städte entwickelt und vor dem Hintergrund europäischer Großstädte operationalisiert. Dies führt dazu, dass das Modell auf die Anwendung in europäischen Großstädten kalibriert ist. Dabei spielen folgende Faktoren eine wesentliche Rolle:

- a. **Entwicklungsgrad der Infrastruktur:** Technologien und Innovationen für eine nachhaltige Stadtentwicklung, die über Indikatoren und Handlungsfelder erhoben werden, sind auf den Entwicklungsstand von entwickelten Städten in Europa (bzw. OECD Ländern) angepasst. Elektromobilität, dezentrale, hybride Energiesysteme, nachhaltiges Bauen etc. erfordern bestimmte

Grundvoraussetzungen an Infrastruktur, Technologie und Nutzer / Investoren, die in vielen weniger entwickelten Ländern nicht gegeben sind. So kann das Modell nicht ohne weiteres auf Städte im Entwicklungskontext übertragen werden. Für eine Anwendung in Ländern wie Indien, Mexiko oder Südafrika müssen Indikatoren und Handlungsfelder auf die lokalen Gegebenheiten angepasst werden.

- b. Rechtliche Rahmenbedingungen:** Die rechtlichen Voraussetzungen im Bereich Infrastrukturplanung, Verwaltungssteuerung, Beschaffung etc. sind bereits in Europa recht divers. Je nach Land verfügt eine Stadt über einen anderen Grad an finanzieller oder politischer Autonomie. Nichtsdestotrotz existieren einheitliche Vorgaben und politische Ziele in Europa, die die Grundannahme des Modells (eine nachhaltige Stadtentwicklung ist positiv und wünschenswert) stützen und mit konkreten EU-Direktiven hinterlegen. Im Kontext anderer Rechtssysteme (z.B. USA, China etc.) müssten zahlreiche Grundannahmen, die vor allem in den Handlungsfeldern hinterlegt sind, revidiert, bzw. überarbeitet werden.
- c. Geographische Rahmenbedingungen:** Einige Grundannahmen im Morgenstadt-Modell lassen sich nur sinnvoll vor dem geographischen Hintergrund der meisten europäischen Städte interpretieren. So wird z.B. vorausgesetzt, dass es Heizbedarf gibt, dass Wasser in ausreichender Form vorhanden ist, und dass ein auf fossilen Energien basierendes Energie- und Verkehrssystem langfristig transformiert werden muss, wobei die Stadt eingebettet ist in größere Ordnungssysteme wie Nationalstaaten und Europa. Spezielle geographische Bedingungen (z.B. Wüstenstädte oder autarke Inseln) lassen sich mit dem Modell nicht darstellen.
- d. Gesellschaft, Wirtschaft und Kultur:** Viele implizite Grundannahmen des Morgenstadt-Modells sind von westlichen Werten und kulturellen Praktiken geprägt. Eine Beteiligung der Zivilgesellschaft in der Entscheidungsfindung wird als positiv erachtet. Religion stellt keinen wesentlichen Faktor für die Stadtentwicklung dar, und das ökonomische Modell beruht auf dem Sozialstaat, in dem Kommunen eine zentrale Rolle spielen. Möchte man das Modell auf Städte in anderen Kulturkreisen oder Wirtschaftssystemen anwenden (z.B. Shanghai, Teheran, Qatar oder Malé), muss eine kritische Betrachtung und entsprechende Anpassung von Indikatoren und Handlungsfeldern geschehen.

Herausforderungen bei Erhebung und Interpretation von Indikatoren

Städteindikatoren stellen einen Grundpfeiler des Morgenstadt Modells dar. Sie stellen Objektivität, Messbarkeit und Vergleichbarkeit der Ergebnisse sicher. Dabei stößt das Modell allerdings an einige Grenzen bei der Interpretation:

- a. Zeitreihen:** Die Dynamik hinter vielen Indikatoren lässt sich erst vor dem Hintergrund einer zeitlichen Betrachtung verstehen: Steigt oder sinkt die Bevölkerung? Nutzen mehr oder weniger Personen den ÖPNV? Nimmt die Nutzung Erneuerbarer Energien zu oder ab? Wird das Angebot an e-Services besser oder schlechter? Die Dynamik in der Entwicklung lässt sich mit dem aktuellen Modell nicht darstellen. Es ist auf statische Werte ausgelegt.
- b. Benchmarks:** Das Modell beinhaltet Grenzwerte für jeden Indikator (grün / gelb / rot). Diese sind absolute Werte, welche unterstellen, dass jede Stadt bei jedem Indikator im grünen Bereich sein müsste. Die Indikatoren wurden zwar so definiert, dass es relationale Indikatoren sind (z.B. Energieverbrauch pro Kopf, oder Kilometer Radwege pro 100.000 EW), dennoch unterschlägt das Modell individuelle Voraussetzungen und Gegebenheiten einer Stadt, die sich in speziellen Situationen manifestieren. Man denke nur etwa an eine

quirlige Studentenstadt wie Freiburg i.Br. gegenüber einer Großstadt, die unter Abwanderung leidet, wie z.B. Riga. Die gleiche Information (z.B. Anteil der Studenten an der Gesamtbevölkerung oder Sanierungsgrad von Gebäuden) muss hier sehr unterschiedlich bewertet werden.

- c. **Querbezüge zwischen Indikatoren:** In einigen Fällen erschließen sich wichtige Zusatzinformationen erst über Querbezüge zwischen Indikatoren. So erhebt z.B. der Indikator P27 den Energieverbrauch des Abwassersystems (Abwassererfassung, -reinigung, Energierückgewinnung etc.). Dieser Wert kann nur dann sinnvoll interpretiert werden, wenn auch der Anschlussgrad von Gebäuden an das Abwassersystem erhoben wird. Wenn eine Stadt das Abwasser nicht sammelt oder behandelt, wird auch keine Energie verbraucht, ergo scheint der Wert sehr positiv, ist aber im Sinne einer nachhaltigen Stadtentwicklung negativ zu interpretieren. Diese Querbezüge lassen sich im vorliegenden Modell nicht automatisch abbilden, sondern müssen bei der Interpretation der Indikatoren nachrecherchiert werden.

Statische und generische Beeinflussungsmatrix

Die Beeinflussungsmatrix, über die die Handlungsfelder mit den Indikatoren verknüpft sind, repräsentiert eine statische und generische Ebene. Sie sagt etwas darüber aus, wie z.B. das Handlungsfeld 56 „Promotion of renewable energies“ sich auf den Indikator I2 „CO₂-Emissionen“ auswirkt; allerdings nur generisch auf einer Skala von -5 bis +5 und nicht im Sinne einer echten kausalen „wenn – dann“ Beziehung mit entsprechender Quantifizierung der Auswirkung. Dies führt dazu, dass ähnliche Situationen in unterschiedlichen Städten ähnlich bewertet werden, was hilfreich für die Strategieentwicklung ist. Das Modell kann allerdings nicht die Auswirkung einer Investition in Erneuerbare Energien (z.B. Photovoltaik auf Dachflächen) automatisch in eine entsprechende Verbesserung des CO₂-Wertes übersetzen. Hierfür ist es auf nachgelagerte Instrumente wie z.B. Kosten-Nutzen-Analysen etc. angewiesen.

Abbildung von Technologieentwicklung in den Handlungsfeldern

Der Kern des aktuellen Morgenstadt-Modells – die Handlungsfelder - repräsentieren eine Momentaufnahme der optimalen nachhaltigen Stadtentwicklung, wie sie die Forscher im Jahr 2013 in führenden Städten vorgefunden haben. Technologien, die zu diesem Zeitpunkt „state-of-the-art“ waren, haben sich seither weiterentwickelt, bzw. wurden durch neue Technologien ergänzt. Vor allem im Bereich des Internet of Things (IoT) haben seither zahlreiche vernetzte Technologien, die im Modell noch nicht enthalten sind, einen beeindruckenden Reifegrad hinsichtlich ihrer Anwendung im urbanen Kontext erlangt. Dies sind z.B. intelligente und vernetzte Straßenbeleuchtung, autonome Fahrzeuge, 5G Mobilfunknetze (ab 2020), Long Range Wide Area Networks (LoRaWAN) zur Schaffung urbaner Sensornetzwerke, Virtuelle Kraftwerke etc. Zudem bringt Forschung und zunehmende Skalierung bei der Produktion Technologien wie Li-Ionen Batterien und Elektrofahrzeuge in Bereiche, die eine kommerzielle Anwendung – z.B. als stationäre Energiespeicher – möglich machen. Erste Häuser werden bereits heute als komplett dezentrale Energiesysteme (PV + Batterie + Elektrofahrzeug) entwickelt und gebaut. Ebenso kommen Elektrobusse oder elektrische Lieferfahrzeuge zunehmend in den Bereich einer ökonomisch tragfähigen Investition. Ähnliche Entwicklungen finden in anderen Technologie- und Infrastrukturbereichen (Stichwort: Smart Water Grids) ebenfalls statt.

Diese dynamischen Entwicklungen in den Technologiebereichen können durch das derzeitige Modell nicht dargestellt werden. Sie erfordern ein kontinuierliches Überarbeiten und Anpassen der Handlungsfelder, bei dem Technologien und urbane Lösungen integriert werden, die sich unter realistischen Umständen im Kontext einer nachhaltigen Stadtentwicklung rechnen.

7.5 Handlungsempfehlungen

Parallel zur Entwicklung und Erprobung des Modells wurden vor allem auf europäischer Ebene Systeme entwickelt, die als sinnvolle Ergänzung bzw. Unterstützung des Morgenstadt-Modells herangezogen werden können. Dabei hat die starke Förderung von Smart City-Projekten durch die EU-Kommission im Rahmen von HORIZON2020 eine wesentliche Rolle gespielt.

- Es handelt sich z.B. um das Indikatoren-System Citikeys²⁰⁹, welches 76 Stadtindikatoren und 99 Projektindikatoren für ein „Smart City Performance Measurement Framework“ kompiliert hat. In Teilen baut Citikeys auf dem Morgenstadt Framework auf, stellt allerdings durch die Projektindikatoren eine wesentliche Ergänzung zur Evaluation und Monitoring von Projekten und Maßnahmen im Bereich Smart Cities / nachhaltige Stadtentwicklung bereit.
- Ebenso steht durch das EU-Projekt ESPRESSO²¹⁰ ein Rahmenwerk für interoperable „Smart City Lösungen“ bereit, welches auf Standards in den Bereichen Energie, Verkehr, Logistik, Sicherheit sowie Gebäude aufbaut.
- Im Rahmen der European Innovation Partnership on Smart Cities and Communities (EIP SCC) entsteht derzeit eine offene Referenzarchitektur für urbane Daten-Plattformen²¹¹. Diese ermöglicht eine bessere Nutzung von IoT-basierten Technologien sowie Steuerung datengetriebener Systeme im städtischen Kontext.

Es wird empfohlen, diese – und weitere – Elemente auf ihre Kompatibilität mit dem Morgenstadt-Modell zu prüfen, und wo möglich Handlungsfelder und Indikatoren anzupassen oder zu ergänzen.

Es wird des Weiteren empfohlen, das Morgenstadt-Modell kontinuierlich (alle 2-3 Jahre) kritisch auf seine Aktualität hin zu überprüfen und ggf. entsprechend zu überarbeiten. Bei Hinzufügen oder Veränderung von Handlungsfeldern oder Indikatoren muss auch die Beeinflussungsmatrix angepasst und überarbeitet werden.

7.6 Weiterer Forschungsbedarf

Das Morgenstadt-Modell ist ein komplexes, multidimensionales Modell, das sowohl eine objektive Bewertung einer Stadt in Bezug auf ihre nachhaltige Entwicklung, als auch eine Handlungsorientierung in Bezug auf praktikable Projekte und Maßnahmen zur Unterstützung selbiger ermöglicht. Weitere Forschung, die auf dem Morgenstadt Ansatz aufbaut, sollte sich folgenden Fragestellungen widmen:

- a. Wie kann das Morgenstadt-Modell als **Steuerungsinstrument und Monitoring Tool** für eine kontinuierliche Überprüfung und Evaluierung des Fortschrittsprozesses einer Stadt genutzt werden? Hierzu sollten sowohl die Indikatoren auf Automatisierbarkeit geprüft und

²⁰⁹ Bosch et al. 2017

²¹⁰ Fabisch 2017

²¹¹ Vergl. Greater London Authority 2016

Modelle zum automatischen Update von Indikatoren-Werten entwickelt werden. Selbiges gilt für die Handlungsfelder und deren Ausprägung. Potenziell kann das Morgenstadt-Modell in ein IT-basiertes Steuerungsinstrument für Städte überführt werden, in dem die generischen Benchmarks mit individuellen Zielzuständen für einzelne Indikatoren ersetzt werden.

- b. Wie kann aus dem Morgenstadt Modell eine **Erfolgsmessung für einzelne Projekte und Maßnahmen** abgeleitet werden? Wie bereits aufgezeigt wurde, kann auf Grund der zeitlichen Asynchronität und der komplexen Interdependenzen der Faktoren die langfristige Wirkung von einzelnen Interventionen nicht aus Indikatoren auf Stadtebene abgelesen werden. Das Morgenstadt Modell dient somit nicht als Monitoring-Ansatz für einzelne Maßnahmen, sondern kann als Steuerungsmodell auf gesamtstädtischer Ebene eingesetzt werden. Um eine Erfolgsmessung des Modells als Instrument für eine nachhaltige Stadtentwicklung durchführen zu können, müssen die Indikatoren auf Stadtebene in Projektkindikatoren überführt werden, ohne den Bezug zur Stadtebene zu verlieren.
- c. Wie können **Zeitreihen von Indikatoren** in das Modell überführt werden, um eine genauere Darstellung von Entwicklungsdynamiken zu erhalten? Die Bewertung des Status quo einer Stadt in Bezug auf ihre Nachhaltigkeits-Performanz findet mit Hilfe von Benchmarks zu statischen Indikatoren statt. Eine Weiterentwicklung einzelner Indikatoren hin zu Zeitreihen müsste auch auf der Benchmark Ebene die Abbildung dynamischer Entwicklungen berücksichtigen. Selbiges gilt für den Abgleich von Handlungsfeldern und Indikatoren in der Beeinflussungsmatrix.
- d. Der **Einfluss der gebauten Stadt und des urbanen Designs** auf Emissionen, Lebensqualität, Resilienz und Nachhaltigkeit einer Stadt ist nicht zu unterschätzen. Die energetische Stadterneuerung und Raumplanung ist eine noch junge Disziplin, aus deren ersten Projekten allerdings vielversprechende Ansätze entstehen.²¹² Eine vertiefte Auseinandersetzung mit dem Morgenstadt-Modell sollte aufzeigen, wie die gebaute Stadt, der öffentliche Raum sowie die Planung von Gebäuden und Infrastrukturen im Sinne einer energetischen Stadterneuerung und Raumplanung in das Modell Einzug halten kann, um den Nutzen, der sich hieraus für eine nachhaltige Stadtentwicklung ergibt, in das Modell zu integrieren.
- e. Die Bevölkerung einer Stadt ist die Grundlage sowie das Ziel jeder Stadtentwicklungs-Strategie. Maßnahmenbündel und Roadmaps, die die lokale Bevölkerung nicht mitnehmen, bzw. gezielt einbinden und Mitsprache ermöglichen, sind immer seltener erfolgreich. Das Morgenstadt-Modell betrachtet deshalb **unterschiedliche Formen der Partizipation und der Beteiligung** der Bevölkerung an der Stadtentwicklung in Form standardisierter Handlungsfelder. Innovativere Formate wie Living Labs, Makeathons etc. oder die gezielte Nutzung von Social Media und digitalen Instrumenten zur Beteiligung der Stadtbevölkerung sind im Modell allerdings unterrepräsentiert. Im Sinne einer bürgerorientierten Lösungsentwicklung und Transformation der Stadt in Richtung Nachhaltigkeit, empfiehlt es sich, neuere Formen der Partizipation und der „Co-Creation“ in das Format des City Labs mit aufzunehmen. Entweder als Form zu erhebender Handlungsfelder, oder auch als Methodik zur direkten Einbindung der Bevölkerung in die Analyse und die Projektentwicklung.

²¹² Vergl: Koziol 2012

- f. Der **Einfluss der gebauten Stadt und des urbanen Designs** auf Emissionen, Lebensqualität, Resilienz und Nachhaltigkeit einer Stadt ist nicht zu unterschätzen. Die energetische Stadterneuerung und Raumplanung ist eine noch junge Disziplin, aus deren ersten Projekten allerdings vielversprechende Ansätze entstehen.²¹³ Eine vertiefte Auseinandersetzung mit dem Morgenstadt-Modell sollte aufzeigen, wie die gebaute Stadt, der öffentliche Raum sowie die Planung von Gebäuden und Infrastrukturen im Sinne einer energetischen Stadterneuerung und Raumplanung in das Modell Einzug halten kann, um den Nutzen, der sich hieraus für eine nachhaltige Stadtentwicklung ergibt, in das Modell zu integrieren.
- g. Die Anwendung des Morgenstadt-Modells in unterschiedlichen Ländern hat aufgezeigt, dass Modelle fehlen, die einen **unterschiedlichen Grad an finanzieller und politischer Autonomie von Kommunen abbilden** können. Dies beinhaltet zahlreiche Aspekte, die Grundlage einer kommunalen Steuerung sind, wie z.B.: die Art, wie städtische Budgets zustande kommen, welche Steuern eine Stadt erheben kann oder welche weiteren Einkommensquellen eine Stadt erschließen kann. Die hoheitlichen Aufgaben, die eine Stadt vom Staat im Sinne des Subsidiaritätsprinzips übertragen bekommt und damit einhergehende Ausgleichszahlungen. Die Entscheidungsgewalt über Regulierungen und Anreize in den für die nachhaltige Stadtentwicklung relevanten Sektoren (z.B. Energierecht, Baurecht, Verkehrsrecht, öffentlicher Raum etc.). Ein Modell, das europäische Städte nach ihrem Grad der Autonomie und Entscheidungsfreiheit klassifiziert, wäre ein hilfreiches Instrument, um die Komplexität des Morgenstadt-Modells zu reduzieren und eine Anpassung auf unterschiedliche lokale Kontexte vornehmen zu können.
- h. Zahlreiche städtische Systeme haben einen starken Bezug in die weitere **Metropolregion** um die Stadt herum. Pendlerströme, Energieerzeugung und Verbrauch, Wassernutzung und Wasserschutz oder die regionale ökonomische Entwicklung lassen sich nicht innerhalb der administrativen Grenzen einer Stadt erklären. Die allermeisten Großstädte sind in größere Ballungsräume integriert, die zusammen ein funktionales urbanes Gebiet darstellen. Für die statistische Erhebung von Stadtindikatoren ist jedoch die administrative Stadtgrenze der ausschlaggebende Faktor. Noch existieren keine anwendbaren Konzepte, um ganze Metropolregionen auf eine ähnliche Art zu analysieren, wie es das Morgenstadt-Modell auf Ebene einer Stadt tut. Zukünftige Forschung sollte sich deshalb mit der Frage nach der **regionalen Integration des Morgenstadt-Modells** beschäftigen und Lösungen für das Problem der Messbarkeit von Ballungsräumen über Stadtgrenzen hinweg finden. Die Entwicklung GIS-basierter Auswertungen, die Nutzung von Mobilfunkdaten oder die Erzeugung regionaler Messdaten mit Sensoren könnten Ansätze für entsprechende Forschungsarbeiten darstellen.

Neben diesen Ansätzen für die qualitative Weiterentwicklung des Modells ergibt sich Forschungsbedarf aus der notwendigen Anpassung des Modells auf unterschiedliche Länder und Regionen. Einer Anwendung des Modells im außereuropäischen Kontext muss eine strukturierte Auseinandersetzung mit dem Entwicklungsstand der Infrastruktur, der Geographie, dem Wirtschafts- und Gesellschaftssystem, der Rolle der Lokalregierung sowie dem Selbstverständnis einer nachhaltigen Stadtentwicklung vorausgehen, welche in einem auf den Kontext angepassten Modell mündet.

²¹³ Vergl: Koziol 2012

8 Zusammenfassung und Ausblick

Das Ziel der vorliegenden Dissertation war, ein Transformationsmodell zu entwickeln, welches die Nachhaltigkeits-Performance von Städten misst und als Ausgangspunkt für die Entwicklung städtischer Nachhaltigkeitsstrategien dient. Dieses Modell sollte an mindestens einer europäischen Großstadt erprobt und hinsichtlich seiner Tauglichkeit bewertet werden.

Für die Entwicklung des Modells konnte auf die Morgenstadt-Initiative und die darin organisierten Fraunhofer-Institute und ihre Expertisen in unterschiedlichen städtischen Technologiebereichen zurückgegriffen werden. Ebenso ermöglichte es die Einbindung der Modellentwicklung in das Innovationsnetzwerk »Morgenstadt: City Insights«, für wesentliche Elemente der Entwicklung des Modells sowie der Erprobung anhand von Prag auf Ressourcen des Morgenstadt-Netzwerks zurückzugreifen.

Die Entwicklung des Drei-Ebenen-Modells (Indikatoren, Handlungsfelder, Wirkfaktoren) konnte hierdurch auf eine breite Forschungserfahrung von 50 Wissenschaftlern in sechs globalen Vorreiterstädten gestellt werden. Über 400 Interviews und die Analyse von knapp 100 „Best Practices“ wurden zur Grundlage für die Definition eines adäquaten Sets an Indikatoren, einer Identifikation und Beschreibung von 86 Handlungsfeldern für eine nachhaltige Stadtentwicklung sowie zur Entwicklung und Erprobung einer Methode, welche die Identifikation, Beschreibung und Bewertung spezieller lokaler Faktoren ermöglicht.

Die Pilotanwendung des Modells anhand der Stadt Prag konnte aufzeigen, dass das Morgenstadt-Modell nicht nur ein praktikables Instrument zur Analyse von Städten ist, sondern dass es eine wesentliche Bereicherung für die Städte selbst darstellt. Mitarbeiter und Repräsentanten von Prag erhielten durch die Anwendung des Modells eine Vielzahl an neuen Informationen über ihre Stadt. Gleichzeitig versetzte es sie in die Lage, Projekte und Maßnahmen für eine nachhaltige Stadtentwicklung in den richtigen Kontext zu stellen und ihre Bedeutung fundiert zu begründen. Die Integration der Ergebnisse des Morgenstadt City Lab Prag in den neuen Strategischen Plan der Stadt und die entsprechende Verabschiedung durch den Stadtrat in 2016 zeigt, dass das Modell nicht nur theoretischen Charakter hat, sondern dass eine echte Anwendung erfolgt und eine politische Akzeptanz des Modells gegeben ist. Die Anwendungen in weiteren Städten wie Chemnitz, Lissabon, Leipzig, Sabadell oder Tiflis haben gezeigt, dass das Modell durchaus auf unterschiedliche Stadtsysteme anwendbar ist und einer größeren Verbreitung technisch nichts im Weg steht.

Das Modell ist darauf ausgelegt, Städte mit mehr als 100.000 Einwohnern im OECD-Raum zu analysieren. Bezogen auf Europa ergibt dies einen potenziellen Anwendungsraum von 525 Städten²¹⁴; weltweit ist das Potenzial deutlich größer. Ob des recht großen Ressourcenaufwands zur Anwendung bei gleichzeitig klammen kommunalen Kassen ist davon auszugehen, dass das Morgenstadt Modell nicht im Eilverfahren über europäische Städte ausgerollt wird. Vielmehr wird die Aufgabe nun sein, das Modell zum einen in den richtigen Projektkontext zu stellen, um für seine Verbreitung zu sorgen – z.B. über existierende EU Programme wie die „Smart Specialisation“ die „Smart Cities and Communities“ oder nationale Förderprogramme der einzelnen Mitgliedsstaaten. Zum anderen wird eine Zusammenarbeit mit Entwicklungsbanken und anderen Institutionen angestrebt, die ein Interesse an langfristigen sicheren Investitionen in urbane Räume haben. Insbesondere im internationalen Kontext (Brasilien, Mexiko, Indien, China) steigt die Nachfrage nach Modellen, die eine nachhaltige Stadtentwicklung mit Hilfe von sauberen Technologien und vernetzten Infrastrukturen unterstützen. Um dem Morgenstadt-

²¹⁴ Eurostat

Modell zum Durchbruch zu verhelfen, werden somit intelligente Finanzierungskonzepte gefragt sein, die die Investition in eine urbane Nachhaltigkeitsstrategie nicht alleine bei den Kommunen verortet.

Literaturverzeichnis

- Accounting Standards Council (2013): Statutory Board Financial Reporting Standard SB-FRS 38. Intangible Assets. Accounting Standards Council. Online verfügbar unter [http://www.assb.gov.sg/docs/attachments/fr-assb_frs_1Jan2013/SBFRS%2038%20\(2013\).pdf](http://www.assb.gov.sg/docs/attachments/fr-assb_frs_1Jan2013/SBFRS%2038%20(2013).pdf), zuletzt aktualisiert am 03.06.2013, zuletzt geprüft am 01.10.2013.
- Ammons, David N. (2012): Municipal benchmarks. Assessing local performance and establishing community standards. 3rd ed. Armonk, N.Y.: M.E. Sharpe.
- Angel, S.; Sheppard, S.; Civco, D. (2005): The Dynamics of Global Urban Expansion. Online verfügbar unter http://siteresources.worldbank.org/INTURBANDEVELOPMENT/Resources/dynamics_urban_expansion.pdf.
- Arup (2014): Climate Action in Megacities. C40 Cities Baseline and Opportunities. Hg. v. C40 Cities Climate Leadership Group (Climate Action in Megacities, 2). Online verfügbar unter http://issuu.com/c40cities/docs/c40_climate_action_in_megacities#/signin.
- Atteslander, Peter (2010): Methoden der empirischen Sozialforschung. 13., neu bearb. und erw. Aufl. Berlin: Schmidt (ESV basics).
- Berkhout, Frans; Smith, Adrian; Stirling, Andy (2004): Socio-technical regimes and transition contexts. In: Boelie Elzen, Frank W. Geels und Kenneth Green (Hg.): System innovation and the transition to sustainability. Theory, evidence and policy. Cheltenham, UK, Northampton, MA, USA: Edward Elgar, S. 48–75.
- Bettencourt, L. M. A.; Lobo, J.; Helbing, D.; Kuhnert, C.; West, G. B. (2007): Growth, innovation, scaling, and the pace of life in cities. In: *Proceedings of the National Academy of Sciences* 104 (17), S. 7301–7306. DOI: 10.1073/pnas.0610172104.
- Bienzeisler, Bernd; Schatzinger, Susanne; Licina, Selma (2016): City lab Chemnitz. Ergebnisbericht der Stadtanalyse. Hg. v. Fraunhofer IAO. Stuttgart. Online verfügbar unter http://www.morgenstadt.de/content/dam/morgenstadt/de/images/projekte/1/4_CityLab_Chemnitz_executive_summary.pdf, zuletzt geprüft am 17.04.2017.
- Bogner, Alexander (Hg.) (2009): Experteninterviews. Theorie, Methoden, Anwendungsfelder. Wiesbaden: Verl. für Sozialwiss.
- Bosch, Peter; Jongeneel, Sophie; Rovers, Vera; Neumann, Hans-Martin; Airaksen, Miimu; Huovila, Aapo (2017): CITYkeys indicators for smart city projects and smart cities. Eurocities, Brüssel. Online verfügbar unter <http://nws.eurocities.eu/MediaShell/media/CITYkeysD14Indicatorsforsmartcityprojectsandsmartcities.pdf>.
- Bowen, Michael G. (1992): Feedback thought in social science and systems theory, George P. Richardson Philadelphia: University of Pennsylvania Press, 1991. In: *Syst. Dyn. Rev.* 8 (1), S. 105–107. DOI: 10.1002/sdr.4260080114.
- Boyko, Christopher T.; Gaterell, Mark R.; Barber, Austin R. G.; Brown, Julie; Bryson, John R.; Butler, David et al. (2012): Benchmarking sustainability in cities: The role of indicators and future scenarios. In: *Global Environmental Change* 22 (1), S. 245–254. DOI: 10.1016/j.gloenvcha.2011.10.004.
- Boyle, Grant; Marcotullio, Peter (2003): Defining an Ecosystem Approach to Urban Management and Policy Development. UNU/IAS Report. Hg. v. United Nations University Institute of Advanced Studies (UNU/IAS). Tokyo. Online verfügbar unter http://www.ias.unu.edu/binaries/UNUIAS_UrbanReport1.pdf, zuletzt geprüft am 21.10.2013.
- Braun, Steffen (2012a): Morgenstadt – Stadt der Zukunft. Wie wollen wir in der Stadt von morgen leben und arbeiten? Fraunhofer IAO. Online verfügbar unter <http://www.morgenstadt.de/de/morgenstadt-initiative.html>, zuletzt aktualisiert am 25.02.2014, zuletzt geprüft am 04.03.2014.

Braun, Steffen (2012b): VISIONEN ZUR MORGENSTADT. Leitgedanken für Forschung und Entwicklung von Systeminnovationen für nachhaltige und lebenswerte Städte der Zukunft. Hg. v. Fraunhofer IAO. Online verfügbar unter http://www.morgenstadt.de/de/_jcr_content/stage/linklistPar/download/file.res/Fraunhofer_Visionen%20zur%20Morgenstadt_050212.pdf, zuletzt geprüft am 04.03.2014.

Brownlee, Jason (2007): Complex Adaptive Systems. Technical Report 070302A. Swinburne University of Technology, Melbourne. Complex Intelligent Systems Laboratory, Centre for Information Technology Research, Faculty of Information Communication Technology. Online verfügbar unter <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.70.7345&rep=rep1&type=pdf>, zuletzt geprüft am 04.03.2014.

Bullinger, Hans-Jörg; Barner, Andreas; Kagermann, Henning; Oetker, Arend; Ottenberg, Karsten; Weber, Thomas (2013): Perspektivenpapier der Forschungsunion. Wohlstand durch Forschung – Vor Welchen aufgaben steht deutschland? Hg. v. Forschungsunion Wirtschaft – Wissenschaft. Online verfügbar unter http://www.forschungsunion.de/pdf/forschungsunion_perspektivenpapier_2013.pdf, zuletzt geprüft am 05.03.2014.

Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) (05.03.2014): Integrierte Stadtentwicklung - Aktuelles zu einem stadtpolitischen Dauerthema. Online verfügbar unter <http://idw-online.de/pages/de/news363479>, zuletzt geprüft am 05.03.2014.

Bundesregierung (2012): Bericht der Bundesregierung. Zukunftsprojekte der Hightech-Strategie (HTS-Aktionsplan). Hg. v. Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF). Bonn, Berlin. Online verfügbar unter <http://www.bmbf.de/pub/HTS-Aktionsplan.pdf>, zuletzt geprüft am 05.03.2014.

Burmester, Lars (Hg.) (2011): Adaptive Business-Intelligence-Systeme. Wiesbaden: Vieweg+Teubner.

Buzan, Tony (2005): The ultimate book of Mindmaps. Unlock your creativity, boost your memory, change your life. London: HarperThorsons.

Carr, Edward R.; Wingard, Philip M.; Yorty, Sara C.; Thompson, Mary C.; Jensen, Natalie K.; Roberson, Justin (2007): Applying DPSIR to sustainable development. In: *International Journal of Sustainable Development & World Ecology* 14 (6), S. 543–555. DOI: 10.1080/13504500709469753.

Charmaz, Kathy (2014): Constructing grounded theory. 2nd ed. London, Thousand Oaks, Calif.: Sage (Introducing qualitative methods).

Checkland, Peter (1983): O.R. and the Systems Movement: Mappings and Conflicts. In: *J Oper Res Soc* 34 (8), S. 661–675. DOI: 10.1057/jors.1983.160.

Cities Alliance; ICLEI; UNEP (2012): LIVEABLE CITIES. THE BENEFITS OF URBAN ENVIRONMENTAL PLANNING. Hg. v. Cities Alliance, ICLEI und UNEP. Online verfügbar unter http://www.unep.org/urban_environment/PDFs/LivableCities.pdf, zuletzt geprüft am 18.06.2012.

City Development Authority of the City of Prague (2008): Strategic Plan, Update 2008. Online verfügbar unter http://www.prahaprolidi.cz/uploads/assets/SP_komplet_angl_final.pdf, zuletzt geprüft am 21.08.2014.

City Development Authority Prague (2009): Programme for the implementation of the strategic plan for the 2009–2015 Period. Hg. v. City Development Authority Prague. Prague.

City of Aalborg (2012): Die Aalborg Commitments. Hg. v. City of Aalborg. Aalborg. Online verfügbar unter http://www.ccre.org/docs/Aalborg03_05_deutsch.pdf, zuletzt geprüft am 05.03.2014.

City of Prague (2007): Sustainability Indicators of the city of Prague. Online verfügbar unter <http://envis.prahamesto.cz/%28uowo4m2wksxe0byvs0sfkte4%29/default.aspx?ido=5943&sh=874657915&Css=yes>, zuletzt geprüft am 21.08.2014.

City of Prague (2009): Prague Environment. Online verfügbar unter [http://envis.prahamesto.cz/\(uewo4m2wksxe0byvs0sfkte4\)/rocenky/Pr09_pdf/pr09_an.pdf](http://envis.prahamesto.cz/(uewo4m2wksxe0byvs0sfkte4)/rocenky/Pr09_pdf/pr09_an.pdf), zuletzt geprüft am 21.08.2014.

City of Prague (2015): Prague City Council. Hg. v. City of Prague. Prague. Online verfügbar unter http://www.praha.eu/jnp/en/about_prague/city_hall/prague_city_council/index.html, zuletzt geprüft am 31.12.2015.

Climate Action in Megacities. C40 Cities Baseline and Opportunities (2011). Version 1.0. Online verfügbar unter http://www.arup.com/~media/Files/PDF/Publications/Research_and_whitepapers/ArupC40ClimateActionInMegacities.ashx, zuletzt geprüft am 20.01.2012.

Climate Alliance (2006): The Climate Compass Compendium of Measures for local climate change policy. Hg. v. Climate Alliance. Online verfügbar unter http://www.climate-compass.net/fileadmin/cc/dokumente/Compendium/CC_compendium_of_measures_en.pdf, zuletzt geprüft am 05.03.2014.

Cooke, Philip (2010): Socio-technical Transitions and Varieties of Capitalism: Green Regional Innovation and Distinctive Market Niches. In: *J Knowl Econ* 1 (4), S. 239–267. DOI: 10.1007/s13132-010-0019-2.

Czech Statistical Office (2013): Yearbook of Prague 2013. Online verfügbar unter [http://www.czso.cz/csu/2013edicniplan.nsf/engt/3E0036E8E1/\\$File/10101113.pdf](http://www.czso.cz/csu/2013edicniplan.nsf/engt/3E0036E8E1/$File/10101113.pdf), zuletzt geprüft am 21.08.2014.

Daenzer, Walter F.; Haberfellner, Reinhard (2002): Systems engineering. Methodik und Praxis. 11., durchges. Aufl. Zürich: Verl. Industrielle Organisation.

Direktorat für demokratische Institutionen (2009): Das Europäische Label für exzellente Regierungsführung. Hg. v. Europarat. Straßburg. Online verfügbar unter http://www.coe.int/t/dgap/localdemocracy/Strategy_Innovation/ELoGE%20German.pdf, zuletzt aktualisiert am 05.03.2014, zuletzt geprüft am 05.03.2014.

Dobbs, Richard; Remes, Jaana; Manyka, James; Roxburgh, Charles; Smit, Sven; Schaer, Fabian (2012): Urban World: Cities and the rise of the consuming class. Hg. v. McKinsey Global Institute.

Drilling, Matthias; Schnur, Olaf (2009): Governance – ein neues Zauberwort auch für die Quartiersentwicklung? In: Matthias Drilling und Olaf Schnur (Hg.): Governance der Quartiersentwicklung. Theoretische und praktische Zugänge zu neuen Steuerungsformen. 1. Aufl. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften / GWV Fachverlage, S. 11–18. Online verfügbar unter http://download.springer.com/static/pdf/706/bok%253A978-3-531-18974-1.pdf?auth66=1408625940_1fe9790c1d974be331d10ce5c1a593e4&ext=.pdf, zuletzt geprüft am 19.08.2014.

Eipper, Martina (1998): Sehen - Erkennen - Wissen. Arbeitstechniken rund um Mindmapping. Renningen-Malmsheim: Expert-Verl. (Kontakt & Studium, Bd. 525).

Elzen, Boelie; Geels, Frank W.; Green, Kenneth (Hg.) (2004): System innovation and the transition to sustainability. Theory, evidence and policy. Cheltenham, UK, Northampton, MA, USA: Edward Elgar. Online verfügbar unter <http://www.worldcat.org/oclc/54806095>.

EPA United States Environmental Protection Agency (2005): DPSIR Concept map. Hg. v. EPA United States Environmental Protection Agency. Online verfügbar unter http://www.epa.gov/ged/tutorial/docs/GenericDPSIR_cmap.jpg.

Esteban, Aida (2010): Connected cities. Your 256 billion euro dividend. [S.l.]: Royal College Of Art.

European Commission (2008): Managing GPP Implementation. European Commission Green Public Procurement (GPP) Training Toolkit. Hg. v. European Commission. Brussels. Online verfügbar unter http://ec.europa.eu/environment/gpp/pdf/toolkit/module1_managing_gpp_implementation.pdf, zuletzt geprüft am 05.03.2014.

European Commission (2013): H2020-SCC-2015. CALL – SMART CITIES AND COMMUNITIES. Brüssel. Online verfügbar unter <http://ec.europa.eu/research/participants/portal/desktop/en/opportunities/h2020/topics/2148-scc-01-2015.html#tab1>, zuletzt aktualisiert am 04.03.2014, zuletzt geprüft am 05.03.2014.

European Commission : DG Regional and Urban Policy (Hg.) (2012): R.F.S.C Reference Framework for European Sustainable Cities. Online verfügbar unter <http://app.rfsc.eu/>, zuletzt aktualisiert am 05.03.2014, zuletzt geprüft am 05.03.2014.

European Innovation Partnership on Smart Cities and Communities: Operational Implementation Plan: First Public Draft. Hg. v. European Commission. Online verfügbar unter http://ec.europa.eu/eip/smartcities/files/operational-implementation-plan-oip-v2_en.pdf, zuletzt geprüft am 05.03.2014.

European Innovation Partnership on Smart Cities and Communities (2013): Strategic Implementation Plan. Hg. v. European Commission. Online verfügbar unter http://ec.europa.eu/eip/smartcities/files/sip_final_en.pdf, zuletzt geprüft am 05.03.2014.

Eurostat: Focus on European Cities. In: Eurostat regional yearbook 2014, S. 287–304. Online verfügbar unter <http://ec.europa.eu/eurostat/documents/3217494/5786473/KS-HA-14-001-14-EN.PDF/aa72d461-8c09-4792-b62b-87b26e47e152>.

Fabisch, Martin (2017): ESPRESSO. Systemic Standardisation approach to Empower Smart Cities and Communities. Hg. v. The ESPRESSO-Consortium. Online verfügbar unter <http://espresso.ru.uni-kl.de/>, zuletzt geprüft am 18.04.2017.

Forrester, Jay W. (1994): System dynamics, systems thinking, and soft OR. In: *Syst. Dyn. Rev.* 10 (2-3), S. 245–256. DOI: 10.1002/sdr.4260100211.

Fortmann-Roe, Scott (2014): Insight Maker: A general-purpose tool for web-based modeling & simulation. In: *Simulation Modelling Practice and Theory* 47, S. 28–45. DOI: 10.1016/j.simpat.2014.03.013.

Franke, Thomas; Böhme, Christa; Strauss, Wolf-Christian; Beckmann, Klaus (2012): 5 Jahre LEIPZIG CHARTA. Integrierte Stadtentwicklung als Erfolgsbedingung einer nachhaltigen Stadt. Hg. v. Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung. Deutsches Institut für Urbanistik gGmbH. Berlin. Online verfügbar unter http://www.nationale-stadtentwicklungspolitik.de/nn_244664/Content/_Anlagen/leipzigcharta__dt,templateId=raw,property=publicationFile.pdf/leipzigcharta_dt.pdf, zuletzt geprüft am 05.03.2014.

Franke, Thomas; Strauss, Wolf-Christian; Reimann, Bettina; Beckmann, Klaus (2007): Integrierte Stadtentwicklung als Erfolgsbedingung einer nachhaltigen Stadt. Hg. v. Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung BBR. Deutsches Institut für Urbanistik. Online verfügbar unter http://www.bakcms.de/userfiles/bak/download/studie_integrierte_stadtentwicklung.pdf, zuletzt geprüft am 19.04.2017.

Fraunhofer IAO (30.06.2014): Gold für die »Goldene Stadt« Prag. Europäische Kulturmetropole gewinnt erste Runde beim Wettbewerb »Morgenstadt City Challenge«. Wien. von Radecki, Alanus. Online verfügbar unter <https://www.iao.fraunhofer.de/lang-de/ueber-uns/presse-und-medien/1384-gold-fuer-die-goldene-stadt-prag.html>, zuletzt geprüft am 31.12.2015.

Garzillo, Cristina; Kuhn, Stefan (2007): Aalborg Commitments Implementation Guide. Hg. v. ICLEI - Local Governments for Sustainability. Freiburg. Online verfügbar unter http://www.sustainablecities.eu/fileadmin/content/management/ACTOR-Guide_english.pdf, zuletzt geprüft am 05.03.2014.

Geels, Frank W. (2004): Understanding System Innovations: A critical literature review and a conceptual synthesis. In: Boelie Elzen, Frank W. Geels und Kenneth Green (Hg.): *System innovation and the transition to sustainability. Theory, evidence and policy*. Cheltenham, UK, Northampton, MA, USA: Edward Elgar, S. 19–47.

- Girtler, Roland (2001): Methoden der Feldforschung. 4., völlig neu bearb. Aufl. Wien [u.a.]: Böhlau (UTB für Wissenschaft Soziologie, 2257).
- Glaser, Barney Galland; Strauss, Anselm L. (1998): Grounded theory. Strategien qualitativer Forschung. Bern, Göttingen, Toronto, Seattle: Huber (Hans Huber Programmbereich Pflege).
- Gläser, Jochen; Laudel, Grit (2010): Experteninterviews und qualitative Inhaltsanalyse. Als Instrumente rekonstruierender Untersuchungen. 4. Aufl. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwiss (Lehrbuch).
- Global Compact Cities Programme (2013): Circles of Sustainability. Urban Profile Process. Hg. v. Global Compact Cities Programme und Metropolis, zuletzt aktualisiert am 18.04.2013, zuletzt geprüft am 12.11.2013.
- Greater London Authority (2016): Requirements Specification For Urban Platforms. Hg. v. Greater London Authority. Online verfügbar unter https://eu-smartcities.eu/urbanplatforms/EIP_Requirements_Specification_Urban_Platforms.pdf.
- Greve, Werner; Wentura, Dirk (1997): Wissenschaftliche Beobachtung. Eine Einführung. 2. Aufl. Weinheim: Beltz, PsychologieVerlagsUnion.
- Grin, John; Rotmans, Jan; Schot, J. W. (2010): Transitions to sustainable development. New directions in the study of long term transformative change. New York: Routledge. Online verfügbar unter <http://www.worldcat.org/oclc/435711299>.
- Haberl, Helmut; Fischer-Kowalski, Marina; Krausmann, Fridolin; Weisz, Helga; Winiwarter, Verena (2004): Progress towards sustainability? What the conceptual framework of material and energy flow accounting (MEFA) can offer (3). Online verfügbar unter http://www.uni-klu.ac.at/socec/downloads/2_HaberlFischer-KowalskiKrausmannWeisz_MEFAframework_LUP_SpecIss2_ip_27.pdf, zuletzt geprüft am 21.10.2013.
- Heidegger, Martin (©1979): Sein und Zeit. 15., durchges. Aufl. mit d. Randbemerkungen aus d. Handex. d. Autors im Anh. Tübingen: Niemeyer.
- Hermann, H.; Gatzweiler, H.-P; Müller, A.; Schön, K. P.: Die CO₂-freie Stadt. Wunsch und Wirklichkeit. Hg. v. Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBR). Bonn (Informationen zur Raumentwicklung).
- Holland, John H. (2002): Complex Adaptive Systems and Spontaneous Emergence. In: Werner A. Müller, Martina Bihn, Alberto Quadrio Curzio und Marco Fortis (Hg.): Complexity and Industrial Clusters. Heidelberg: Physica-Verlag HD (Contributions to Economics), S. 25–34.
- Holland, John H. (2006): Studying Complex Adaptive Systems. In: *Jrl Syst Sci & Complex* 19 (1), S. 1–8. DOI: 10.1007/s11424-006-0001-z.
- Howick, S.; Whalley, J. (2007): Understanding the drivers of broadband adoption: the case of rural and remote Scotland. In: *J Oper Res Soc* 59 (10), S. 1299–1311. DOI: 10.1057/palgrave.jors.2602486.
- Höflehner, Thomas und Friedrich M. Zimmermann (2016): An Innovation in Urban Governance: Implementing Living Labs and City Labs through Transnational Knowledge and Experience Exchange. In Regional Studies Association Annual Conference, Graz University, 3 April. http://www.regionalstudies.org/uploads/Hoeflehner_Zimmermann_An_Innovation_in_Urban_Governance.pdf zuletzt geprüft am 18.08.2018.
- Hugl, Ulrike (1995): Qualitative Inhaltsanalyse und Mindmapping. Wiesbaden: Gabler Verlag.
- Inter- American Development Bank (2013): Indicators of the Emerging and Sustainable Cities Initiative. Hg. v. Inter American Development Bank IDB. Online verfügbar unter http://issuu.com/ciudademergentesysostenibles/docs/esci_indicators_en, zuletzt geprüft am 09.04.2015.
- IPR PRAHA (2016): Strategický Plan hl. m. Praha. NÁVRHOVÁ ČÁST—Aktualizace 2016. Hg. v. IPR PRAHA. Prague. Online verfügbar unter <http://www.iprpraha.cz/uploads/assets/dokumenty/ssp/SP/FINAL/Strategicky%CC%81%20pla%CC%81n%20hl.%20m.%20Prahy.pdf>.

ISO (2014): ISO 37120. Sustainable development of communities — Indicators for city services and quality of life. Hg. v. ISO. Geneva. Online verfügbar unter <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:37120:ed-1:v1:en>.

Jabukowski, Peter (2007): Urban Governance: Stimmt die Balance zwischen Legitimation und Effizienz? In: *Städte im Umbruch - Das Online Magazin für Stadtentwicklung, Stadtschrumpfung, Stadtbau und Regenerierung* (4), S. 22–28. Online verfügbar unter <https://www.yumpu.com/de/document/view/4346614/online-magazin-staedte-im-umbruch-die-schrumpfende-stadt>, zuletzt geprüft am 19.08.2014.

Johnson, Neil F. (2009): *Simply complexity. A clear guide to complexity theory*. Oxford: Oneworld.

Kemp, René; Rotmans, Jan (2004): Managing the transition to sustainable mobility. In: Boelie Elzen, Frank W. Geels und Kenneth Green (Hg.): *System innovation and the transition to sustainability. Theory, evidence and policy*. Cheltenham, UK, Northampton, MA, USA: Edward Elgar, S. 137–167.

Klingler, Franz; Robrecht, Holger; Philipp, Andrea; Hammerl, Marion (2008): Gute Gründe für Nachhaltigkeitsmanagement. Nachhaltige Stadtentwicklung in Deutschland. Hg. v. ICLEI - Local Governments for Sustainability. Freiburg. Online verfügbar unter http://www.nachhaltigkeit-kommunal.eu/fileadmin/files/MUE25_www.pdf, zuletzt geprüft am 05.03.2014.

Koziol, Matthias (2012): Energetische Stadterneuerung - Zukunftsaufgabe der Stadtplanung. Modellvorhaben in Städten der Bundesländer Brandenburg und Sachsen Anhalt ; ein Projekt des Forschungsprogramms "Experimenteller Wohnungs- und Städtebau (ExWoSt)" des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS), betreut vom Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR). Berlin: Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (Werkstatt: Praxis, 78). Online verfügbar unter http://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/Veroeffentlichungen/BMVBS/WP/2012/heft78_DL.pdf;jsessionid=529D9F059D490CB54872E8AC3568C086.live21303?__blob=publicationFile&v=2.

Kristensen, Peter (2004): The DPSIR Framework. Hg. v. Denmark National Environmental Research Institute. Nairobi. Online verfügbar unter http://enviro.lclark.edu:8002/rid%3D1145949501662_742777852_522/DPSIR%20Overview.pdf, zuletzt aktualisiert am 02.01.2006, zuletzt geprüft am 21.10.2013.

Liehr, Martin (2004): *Komponentenbasierte Systemmodellierung und Systemanalyse. Erweiterung des System-Dynamics-Ansatzes zur Nutzung im strategischen Management*. 1. Aufl. Wiesbaden: Dt. Univ.-Verl. (Gabler Edition Wissenschaft).

Llevot, Oriol; Iglesias, Raquel (2015): *Triangulum Follower City Sabadell*. Hg. v. Ajuntamiento de Sabadell. Online verfügbar unter http://www.errin.eu/sites/default/files/event/media/14.6.2016%20Triangulum_Sabadell%20follower%20city.pdf, zuletzt geprüft am 17.04.2017.

Loleit, Martha; Gölz, Sebastian; Sager, Christina; Feraco, Antonio; Leisz, Hanna; Klug, Stefan; Woyke, Inka (2013a): *Morgenstadt City Report - Singapore*. Hg. v. Fraunhofer IAO. Stuttgart. Online verfügbar unter http://www.morgenstadt.de/content/dam/morgenstadt/de/images/ueberuns/CityReports/1_Projektphase_1_cityreport_singapur.pdf, zuletzt geprüft am 21.04.2017.

Loleit, Martha; Ockel, Elvira; Kalisch, Dominik; Leisz, Hanna; Siedlarek, Laura; Tettenborn, Felix; Eisenbeiß, Katrin (2013b): *Morgenstadt City Report - New York City*. Hg. v. Fraunhofer IAO. Stuttgart. Online verfügbar unter http://www.morgenstadt.de/content/dam/morgenstadt/de/images/ueberuns/CityReports/1_Projektphase_1_cityreport_nyc.pdf, zuletzt geprüft am 21.04.2017.

Loorbach, Derk; Rotmans, Jan (2006): Managing Transitions for Sustainable Development. In: Xander Olsthoorn und Anna J. Wieczorek (Hg.): *Understanding Industrial Transformation*, Bd. 44: Springer Netherlands (Environment & Policy), S. 187–206. Online verfügbar unter http://dx.doi.org/10.1007/1-4020-4418-6_10.

Luhmann, Niklas (1987): *Soziale Systeme. Grundriss einer allgemeinen Theorie*. 1. Aufl. Frankfurt am Main: Suhrkamp (Suhrkamp Taschenbuch Wissenschaft, 666).

- Luhmann, Niklas; Baecker, Dirk (2004): Einführung in die Systemtheorie. 2. Aufl. Heidelberg: Carl-Auer-Systeme-Verlag.
- Luhmann, Niklas; Hein, Michael (2011): Politische Theorie im Wohlfahrtsstaat. [Neuauf]. München: Olzog.
- Mahmoud Al-Hader/ Ahmend Rodzi: THE SMART CITY INFRASTRUCTURE DEVELOPMENT & MONITORING. In: Theoretical and Empirical Researches in Urban Management, 2 (11)/ May 2009. Online verfügbar unter http://ac.els-cdn.com/S1877705811048259/1-s2.0-S1877705811048259-main.pdf?_tid=51ebc5d4-a39f-11e3-a6c4-00000aacb360&ac-dnat=1393939222_0d66f23b8d279f72544cd53e670f2411.
- Malik, Fredmund (2008): Strategie des Managements komplexer Systeme. Ein Beitrag zur Management-Kybernetik evolutionärer Systeme. Neuausg., 10. Aufl. Bern, Stuttgart, Wien: Haupt.
- Manesh, Shahrooz Vahabzadeh; Tadi, Massimo (2011): Sustainable Urban Morphology Emergence Via Complex Adaptive System Analysis: Sustainable Design in Existing Context. In: *2011 International Conference on Green Buildings and Sustainable Cities* 21 (0), S. 89–97. DOI: 10.1016/j.pro-eng.2011.11.1991.
- Martin, Ernst; Wawrinowski, Uwe (2014): Beobachtungslehre. Theorie und Praxis reflektierter Beobachtung und Beurteilung. 6., aktualisierte und erw. Aufl. Weinheim: Beltz Juventa (Grundlagentexte Soziale Berufe).
- Mayring, Philipp (2002): Einführung in die qualitative Sozialforschung. Eine Anleitung zu qualitativem Denken. 5., neu ausgestattete Aufl. Weinheim: Beltz (Beltz Studium).
- Meadows, Donella H.; Wright, Diana (2008): Thinking in systems. A primer. White River Junction, Vt.: Chelsea Green Pub.
- Meunier, C. (2006): Öffentlichkeitsbeteiligung in der Bauleitplanung: Bedeutung der Aarhus-Konvention und der ihrer Umsetzung dienenden EU-Richtlinien – Öffentlichkeitsbeteiligung in Berlin-Brandenburg im Praxistest – Arbeitshilfe für die Praxis. Dortmund. = UVP spezial 20.
- Miller, John H.; Page, Scott E. (©2007): Complex adaptive systems. An introduction to computational models of social life. Princeton, N.J.: Princeton University Press (Princeton studies in complexity).
- Mingers, John; White, Leroy (2010): A review of the recent contribution of systems thinking to operational research and management science. In: *European Journal of Operational Research* 207 (3), S. 1147–1161. DOI: 10.1016/j.ejor.2009.12.019.
- Mohr, Marius; Heydkamp, Constanze; Weskamp, Alyssa; Konjaria, Sophia (2016): Morgenstadt: City Insights City lab Tbilisi. Final Report. Hg. v. Fraunhofer IAO. Stuttgart. Online verfügbar unter http://www.morgenstadt.de/content/dam/morgenstadt/de/images/projekte1/CityLabTiflis/4_Projekte_City_Lab_Tbilisi_Executive%20Summary.pdf, zuletzt geprüft am 17.04.2017.
- Mohr, Marius; Schade, Wolfgang; Erhorn-Kluttig, Heike; Hiller, Daniel; Wahren, Sylvia; Rößner, Andrea (2013): Morgenstadt City Report - Copenhagen. Hg. v. Fraunhofer IAO. Stuttgart. Online verfügbar unter http://www.morgenstadt.de/content/dam/morgenstadt/de/images/ueberuns/CityReports/1_Projektphase_1_cityreport_copenhagen.pdf, zuletzt geprüft am 21.04.2017.
- Moldan, Bedřich; Dahl, Arthur L.; Hák, Tomáš (2007): Sustainability indicators. A scientific assessment. [Online-Ausg.]. Washington, DC: Island Press (SCOPE series).
- Ness, Barry; Anderberg, Stefan; Olsson, Lennart (2010): Structuring problems in sustainability science: The multi-level DPSIR framework. In: *Geoforum* 41 (3), S. 479–488. DOI: 10.1016/j.geoforum.2009.12.005.
- Niemeijer, David; de Groot, Rudolf S. (2008): A conceptual framework for selecting environmental indicator sets. In: *Ecological Indicators* 8 (1), S. 14–25. DOI: 10.1016/j.ecolind.2006.11.012.

Nikolic, Igor (2010): Complex adaptive systems. Rotterdam: TED. Online verfügbar unter https://www.youtube.com/watch?v=jS0zj_dYeBE, zuletzt geprüft am 20.08.2014.

NYC Office for Long-term planning and sustainability (2007): PlaNYC Sustainability Indicators. Hg. v. New York City. Online verfügbar unter http://s-media.nyc.gov/agencies/planyc2030/pdf/planyc_2011_sustainability_indicators.pdf, zuletzt geprüft am 09.04.2015.

OECD: Cities and climate change. Hg. v. OECD Publishing. Paris. Online verfügbar unter <http://dx.doi.org/10.1787/9789264091375-en>.

Prior, T.; Giurco, D.; Mudd, G.; Mason, L.; Behrisch, J. (2012): Resource depletion, peak minerals and the implications for sustainable resource management. In: *Global transformations, social metabolism and the dynamics of socio-environmental conflicts* 22 (3), S. 577–587. DOI: 10.1016/j.gloenvcha.2011.08.009.

Quilling, Eike; Köckler, Heike (2018) : Partizipation für eine gesundheitsfördernde Stadtentwicklung, In: Baumgart, Sabine Köckler, Heike Ritzinger, Anne Rüdiger, Andrea (Ed.): Planung für gesundheitsfördernde Städte, ISBN 978-3-88838-085-3, Verlag der ARL - Akademie für Raumforschung und Landesplanung, Hannover, pp. 101-117, <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:0156-0853076>

Radecki, Alanus von (2016): SmartImpact Action Planning Network. Local Impacts from Smart City planning. URBACT III - State of the Art. Hg. v. URBACT.

Radecki, Alanus von; Braun, Steffen (2012a): Innovationsnetzwerk »Morgenstadt: City Insights« - General Research Design. Fraunhofer IAO. Stuttgart.

Radecki, Alanus von; Braun, Steffen (2012b): MORGENSTADT: CITY INSIGHTS. Joint research project on today's cities as future markets for systems innovations towards smart and sustainable cities. Unter Mitarbeit von Fraunhofer IAO. Stuttgart.

Radecki, Alanus von; Braun, Steffen; Hertzsch, Eckhart (2013): Innovation Network Morgenstadt: City Insights - Final Report. Hg. v. Fraunhofer IAO. Stuttgart.

Radecki, Alanus von; Braun, Steffen; Schatzinger, Susanne (2012): Morgenstadt - Best practice Catalogue. - unveröffentlichtes Dokument -. Hg. v. Fraunhofer IAO. Stuttgart.

Radecki, Alanus von; Fanderl, Nora; Buttler, Maike; Krylova, Elena (2015): Morgenstadt City Report Prague. Hg. v. Fraunhofer IAO. Prague. Online verfügbar unter http://www.iprpraha.cz/uploads/assets/dokumenty/ssp/SMART%20Cities/Full_Morgenstadt_CityReport_Prague_EN.pdf.

Robrecht, Holger; Frijs, Henrik; Burzacchini, Andrea (2004): The ecoBUDGET Guide. Hg. v. ICLEI - Local Governments for Sustainability. Växjö. Online verfügbar unter http://www.ecobudget.org/fileadmin/template/projects/European_ecoBudget/files/ecobUDGET_Manual.pdf, zuletzt geprüft am 05.03.2014.

Rohde, Friederike; Loew, Thomas (2011): Smart City: Begriff, Charakteristika und Beispiele. Hg. v. Wiener Stadtwerke Holding AG. Wien. Online verfügbar unter http://www.4sustainability.de/fileadmin/redakteur/bilder/Downloads/Publikationen/WSTW/WSTW2011_Smart_City-Begriff_Charakteristika_und_Beispiele_Nr.7.pdf, zuletzt geprüft am 28.10.2014.

Sanders, Irene (2008): Complex Systems Thinking and New Urbanism. In: Tigran Haas (Hg.): *New urbanism and beyond. Designing cities for the future*. New York: Rizzoli International Publications; Distributed to the U.S. trade by Random House. Online verfügbar unter <http://sandersco.com/TISandersEssay.pdf>, zuletzt geprüft am 20.08.2014.

Schaffers, Hans; Komninos, Nicos; Pallot, Marc; Trousse, Brigitte; Nilsson, Michael; Oliveira, Alvaro (2011): Smart Cities and the Future Internet: Towards Cooperation Frameworks for Open Innovation. In: John Domingue, Alex Galis, Anastasius Gavras, Theodore Zahariadis, Dave Lambert, Frances Cleary et al. (Hg.): *The Future Internet*, Bd. 6656: Springer Berlin Heidelberg (Lecture Notes in Com-

puter Science), S. 431–446. Online verfügbar unter http://download.springer.com/static/pdf/352/chp%253A10.1007%252F978-3-642-20898-0_31.pdf?auth66=1394187968_e47925b53d93ad0aafb46b23c10bb777&ext=.pdf.

Schimank, Uwe (2010): Max Webers Rationalisierungsthese – differenzierungstheoretisch und wirtschaftssoziologisch gelesen. In: *Wirtschaftssoziologie nach Max Weber*, S. 226–247.

Scholl Christian, Kemp René (2016): City Labs as Vehicles for Innovation in Urban Planning Processes. *Urban Planning*, Volume 1, Issue 4, Pages 89–102. URL: <http://www.cogitatiopress.com/urbanplanning/article/view/749>

Schneidewind, Uwe (2013): Die Stadt als Reallabor für Systeminnovationen. In: Jana Rückert-John (Hg.): *Soziale Innovation und Nachhaltigkeit. Perspektiven sozialen Wandels*. Wiesbaden: Springer VS (Innovation und Gesellschaft), S. 229–448.

Schnell, Rainer; Hill, Paul B.; Esser, Elke (2011): Methoden der empirischen Sozialforschung. In: *Methoden der empirischen Sozialforschung*.

Schweizerische Eidgenossenschaft (2013a): Cercle Indicateurs. Bern. Online verfügbar unter <http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/themen/21/04/01.parsys.7524.download-List.64824.DownloadFile.tmp/20131113fichesvillesde.pdf>, zuletzt aktualisiert am 13.11.2013, zuletzt geprüft am 03.12.2013.

Schweizerische Eidgenossenschaft (2013b): Cercle Indicateurs. Indikatorenblätter Kantone (Stand 13.11.2013). Hg. v. Bundesamt für Statistik BFS. Bern.

Senge, Peter M. (2011): Die fünfte Disziplin. Kunst und Praxis der lernenden Organisation. 11., völlig überarbeitete und aktualisierte Auflage. Stuttgart: Schäffer-Poeschel (Systemisches Management).

Shen, Li-Yin; Jorge Ochoa, J.; Shah, Mona N.; Zhang, Xiaoling (2011): The application of urban sustainability indicators – A comparison between various practices. In: *Habitat International* 35 (1), S. 17–29. DOI: 10.1016/j.habitatint.2010.03.006.

Simon, Fritz B. (2007): Einführung in Systemtheorie und Konstruktivismus. 2. Aufl. Heidelberg: Carl-Auer-Verl. (Carl-Auer Compact).

Spath, Dieter (2014): URBANE PRODUKTION. In: Weinert, Klaus (Hrsg.). *Stadt der Zukunft - Strategieelemente einer nachhaltigen Stadtentwicklung*. München: Acatech, 2014 (acatech Materialien) S.61-71

Spath, Dieter (Hrsg.) (2012): *ARBEITSWELTEN 4.0, Wie wir Morgen Arbeiten und Leben*. Stuttgart: Fraunhofer Verlag.

Stemmer, Michael; Schade, Wolfgang; Erhorn, Hans; Poenicke, Olaf; Siedlarek, Laura; Mather, Marina (2013): *Morgenstadt City Report - Berlin*. Hg. v. Fraunhofer FOKUS. Berlin. Online verfügbar unter http://www.morgenstadt.de/content/dam/morgenstadt/de/images/ueberuns/CityReports/1_Projektphase_1_cityreport_Berlin.pdf, zuletzt geprüft am 21.04.2017.

Summerton, Jane (1994): *Changing large technical systems*. Boulder, Colo: Westview Press. Online verfügbar unter <http://www.worldcat.org/oclc/30593180>.

Suzuki, Hiroaki; Dastur, Arish; Moffatt, Sebastian; Yabuki, Nanae; Maruyama, Hinako (2010): *Eco² cities. Ecological cities as economic cities*. Washington, DC: World Bank.

The Climate Group (Hg.) (2008): *Smart 2020: Enabling the low carbon economy in the information age*. GeSI: The Climate Group and the Global e-Sustainability Initiative (GeSI).

THE TECHNICAL ADMINISTRATION OF ROADS OF THE CITY OF PRAGUE (2014): *Prague Transportation Yearbook 2013*. Hg. v. City of Prague. Online verfügbar unter <http://www.tsk-praha.cz/static/udi-rocenka-2013-en.pdf>, zuletzt geprüft am 11.07.2016.

The World Bank (2010): Cities and Climate Change. An urgent agenda. In: *Urban Development Series* (10). Online verfügbar unter <http://siteresources.worldbank.org/INTUWM/Resources/340232-1205330656272/CitiesandClimateChange.pdf>, zuletzt geprüft am 16.08.2012.

UN Habitat (2012): State of the World's Cities 2010 / 2011. Bridging the Urban divide. Hg. v. Earthscan. London. Online verfügbar unter <http://ww2.unhabitat.org/campaigns/governance/documents/UGIndex%205%20pager.pdf>

United Nations (2018): Sustainable development goals. Online verfügbar unter: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/sustainable-development-goals/>

Universität Duisburg (2010): Hermeneutischer Zirkel / Hermeneutische Spirale. Hg. v. Universität Duisburg. Duisburg. Online verfügbar unter <https://www.uni-due.de/einladung/Vorlesungen/hermeneutik/hzirkel.htm>, zuletzt aktualisiert am 10.11.2008, zuletzt geprüft am 20.08.2014.

Unruh, Gregory C. (2002): Escaping carbon lock-in. In: *Energy Policy* 30 (4), S. 317–325. DOI: 10.1016/S0301-4215(01)00098-2.

van der Rockström, Johann; et. al. (2009): Planetary Boundaries: Exploring the Safe Operating Space for Humanity. In: *Ecology and Society* 14 (2) (32), zuletzt geprüft am 28.10.2013.

Vester, Frederic (2003): Die Kunst vernetzt zu denken. Ideen und Werkzeuge für einen neuen Umgang mit Komplexität ; ein Bericht an den Club of Rome. Aktualisierte und erw. Taschenbuchausg., 3. Aufl. München: Deutscher Taschenbuchverlag (dtv, 33077).

Vester, Frederic (2012): The art of interconnected thinking. Ideas and tools for a new approach to tackling complexity. 1st English version, 2nd rev. impression. München: MCB Pub. House.

von Radecki, Alanus (2014): Morgenstadt City Challenge. Hg. v. Fraunhofer IAO. Stuttgart. Online verfügbar unter <http://www.morgenstadt.de/de/morgenstadt-city-challenge.html>, zuletzt geprüft am 31.12.2015.

von Radecki, Alanus; Raiber, Steffen; Capone, Carolin; Stryi-Hipp, Gerhard; Lenz, Katrin; Vandieken, Thomas; Knudsen, Marthe (2014): Morgenstadt City Report - Tokyo. Hg. v. Fraunhofer IAO. Stuttgart. Online verfügbar unter http://www.morgenstadt.de/content/dam/morgenstadt/de/images/ueberuns/CityReports/1_Projektphase_1_cityreport_tokio.pdf, zuletzt geprüft am 21.04.2017.

von Radecki, Alanus; Stryi-Hipp, Gerhard; Raiber, Steffen; Wendt, Willi; Ockel, Elvira; Böttge, Julia (2013): Morgenstadt City Report - Freiburg. Hg. v. Fraunhofer IAO. Stuttgart. Online verfügbar unter http://www.morgenstadt.de/content/dam/morgenstadt/de/images/ueberuns/CityReports/1_Projektphase_1_cityreport_freiburg.pdf, zuletzt geprüft am 21.04.2017.

von Radecki, Alanus; Braun, Steffen (2012): Morgenstadt Best Practice Catalogue. Fraunhofer Innovation Network "Morgenstadt: City Insights". Fraunhofer IAO; Fraunhofer IBP; Fraunhofer ISE; Fraunhofer FOKUS; Fraunhofer IFF; Fraunhofer AISEC; Fraunhofer IPA; Fraunhofer IML; Fraunhofer ISI; Fraunhofer IGB; Fraunhofer EMI. Stuttgart.

Weimer-Jehle, Wolfgang (2010): Einführung in die qualitative System- und Szenarioanalyse mit der Cross-Impact Bilanzanalyse. Hg. v. Universität Stuttgart. ZIRN - Interdisziplinärer Forschungsschwerpunkt Risiko und Nachhaltige Technikentwicklung. Stuttgart (Methodenblätter zur Cross-Impact Bilanzanalyse, Blatt 1). Online verfügbar unter <http://www.cross-impact.de/Ressourcen/Methodenblatt%20Nr%201.pdf>.

Wendt, Willi; Padilla, Marielisa; Fanderl, Nora; Hawxwell, Tom (2016): City Lab Lisbon - Executive Summary. Hg. v. Fraunhofer IAO. Stuttgart. Online verfügbar unter http://www.morgenstadt.de/content/dam/morgenstadt/de/images/projekte1/4_CityLab_Lissabon_Executive_summary.pdf, zuletzt geprüft am 17.04.2017.

Westkämper E. (2008) Fabriken sind komplexe langlebige Systeme. In: Nyhuis P. (eds) Beiträge zu einer Theorie der Logistik. Springer, Berlin, Heidelberg

World Commission on Environment and Development (1987): Our common future. Oxford, zuletzt geprüft am 05.03.2014.

Wu, Jianguo: Urban ecology and sustainability: The state-of-the-science and future directions. In: *Landscape and Urban Planning* (0). DOI: 10.1016/j.landurbplan.2014.01.018.

WWF; Booz & Company (2010): Reinventing the City. Three prerequisites for greening urban infrastructures. Hg. v. World Wildlife Fund WWF. Online verfügbar unter http://awsas-sets.panda.org/downloads/wwf_low_carbon_cities_final_2012.pdf, zuletzt aktualisiert am 11.06.2012, zuletzt geprüft am 30.10.2013.

Young, oran; Lambin, Eric; Alcock, Frank; Haberl, Helmut; Karlsson, Sylvia; McConnell, William (2006): A Portfolio Approach to Analyzing Complex Human-Environment Interactions: Institutions and Land Change. In: *Ecology and Society*; 11 (2). Online verfügbar unter <http://www.ecologyand-society.org/vol11/iss2/art31/>, zuletzt geprüft am 31.10.2014.

Zhou, Nan; HE, GANG; Williams, Christopher; Fridley, David (2015): ELITE cities: A low-carbon eco-city evaluation tool for China. In: *Ecological Indicators* 48 (0), S. 448–456. DOI: 10.1016/j.eco-lind.2014.09.018.

Anhang

Anhang 1: Indikatoren-System und Werte für Prag

35 Pressure Indicators					
Primary category	ID	Indicator name	Indicator scope	Units	Value for Prague
Env. Pressures	P1	Built-up area	Used area for buildings and facilities (incl. traffic)	In m ² / habitant	10%
	P2	Municipal Water Consumption	Municipal water consumption per capita	liter/cap.day	106
	P3	Industrial Water Consumption	Industrial water consumption per industrial GDP	liter/annual 1.000 US\$	Missing Value
Pressures from the energy system	P4	Total energy demand per capita	Total energy use of the city (GWh/year) divided by inhabitants	MWh/a/cap	17,5 MWh/a/cap
	P5	Total electricity consumption per capita (MWh/year)	Total electrical energy use per capita (MWh/year) (ISO 37120 - 7.5)	kWh/a/cap	4,7 MWh
	P6	Electrical energy use per household	kWh/a/cap	kWh/a/cap	4.782 kWh/a
	P7	Share of electricity demand of private households	Residential electricity demand as a portion of city's total electricity demand in kWh/a/cap	kWh/a/cap	1121 kWh/a/cap
Population pressures	P8	Population Dynamics	Annual increase in population (average of last 3 years)	% of total population	0,464
	P9	Birth rate	Relationship between births and deaths	in % (positive / negative)	0,14%
Economic Pressures	P10	Manufacturing companies in the city per 100.000 inhabitants	Number of manufacturing companies in the city	Per 100.000 inhabitants	19,2
	P11	Systemic dependence on industrial players	Share of top 5 tax payers on overall tax income	In %	Missing Value
	P12		Top 10 largest employers in city	GDP Type of Business / Production Energy use Nr. of employees Tax revenues for city	3,2%
Political Pressures	P13	Debt service ratio	Percent of tax income spent on interest rates for public debts. Last four years	total figures & in % of total household	2,62%
	P14	City administrative expenditure (as percentage of total expenditures)		percentage of total city budget	10,17%
	P14a	City health expenditure (as percentage of total expenditures)		percentage of total city budget	0,81%
	P14b	City educational expenditure (as percentage of total expenditures)		percentage of total city budget	18%
	P14c	City social expenditure (as percentage of total expenditures)		percentage of total city budget	1,92%
	P14d	Spending on public buildings		percentage of total city budget	0,69%
	P15	Own-source revenue as a percentage of total revenue		percentage of total city revenues	86,73%
	P16	Average annual unemployment rate	The total number of unemployed persons, divided by the total labor force	%	6,70%

Pressures on Resilience System	P17	Number of homicides	The number of homicide per 100 000 population shall be calculated as the number of reported homicides (numerator) divided by one 100 000th of the city's total population (denominator).		2,09
	P18	Number of natural disaster related deaths per 100.000 of pop	Number of deaths directly attributed to natural disaster incidents per 100.000 inhabitants	Deaths per 100.000 inhabitants	0
	P19	Damage from Natural Disasters	Costs occurred through floods, storms, earthquakes etc. as % of total GDP	Costs of damage from Earthquakes/Landslides in percent of cities' GDP. Presented as annual damage taken as an average over the 10 years prior. Can be identified through the treasury of the city	0,50%
	P23	modal split	Public Transport	in % of total traffic volume	43%
			Bicycle	in % of total traffic volume	1%
			Pedestrian	in % of total traffic volume	23%
			Personal Vehicle (including private vans, excluding motorcycles and trucks)	in % of total traffic volume	33%
	P24	modal split of freight system	Rail	in % of total freight traffic volume	7,50%
			Road	in % of total freight traffic volume	92,30%
			Water	in % of total freight traffic volume	0,20%
P25	Significance of freight transport in urban traffic system	Share of freight traffic in overall road traffic (in %)	In %	Missing Value	
Pressures from water system	P27	Energy demand for wastewater collection and treatment including effects from energy recovery from wastewater	kWh/m3	0,105 kWh/m ³	
	P28	Energy demand for treatment and distribution of potable water (water supply)	kWh/m3	Missing Value	
Pressures from building system	P29	Required floor space	m ² GFA/person	29,3 m ²	
	P30	Average habitable floor area of completed dwellings	m ² GFA/person	63.7m ²	
	P31	Operational energy use/final energy demand-total building stock	kWh/m ² GFA*a	Missing Value	
	P32	CO ₂ emissions per m ² per year for building stock	co ₂ -equiv./m ² GFA	Missing Value	
	P33	Rent level	Average price of rented apartments	in € per m ²	7,86€ / m ²
	P34		Relation between rental expenditures and income	in %	29,40%
	P35	Rental increase (average of last 3 years)	%/a	-0,90%	

62 State Indicators					
Primary category	ID	Indicator name	Indicator scope	Units	Value for Prague
Env. Quality and Energy	S1	Biodiversity	Habitat connectivity	Share of green spaces in city that are directly connected with each other (without major roads crossing)	missing
	S2	Nature & Landscape	Ecologically valuable area	Sum of area under protection in % of city area	5,1
			Green Space Intensity	m ² of green space/capita	112,4
			water bodies	% of city area	2,17%

	S5	Water quality	Proportion of water bodies with high water quality	%	99,5	
State of Energy System	S6	Electricity generated in the city	Total amount and in percent of overall energy demand.	GWh/a AND %	3,59%	
	S7	Importance of local district heating	share of heat demand delivered by district heating systems	%	40%	
	S8	Renewable energies in the grid	share of electricity demand generated by renewables	%	3,5%	
	S9	Cost for electricity	average electricity price for private consumers	Euroct/kWh	0,128 EUR/kWh	
	S10	Cost for heat	average price for natural gas for private consumer	Euroct/kWh	0,055 EUR/kWh	
State of Security System	S11	reaction time of first responders		absolute figures	7,5 minutes	
	S12	Security Staff in city	Nr. of police officers	per 1.000 inhabitants	6,7	
	S13		Nr. of full-time firefighters	per 1.000 inhabitants	0,74	
	S14		Nr. of emergency response personal	per 1.000 inhabitants	0,24	
State of Transport System	S15	Density of rail network (stations/surface/area)		no / 100.000 inhabitants	29,7	
	S16	Density of the public roads network	Kilometers of road per 100,000 population	km/100.000 inhabitants	319	
	S17	Kilometers of roads dedicated exclusively to public transit per 100,000 population		km/100.000 inhabitants	48	
	S20	Existence of logistics centres in urban area and their implementation level		consolidation centres, transshipment terminals, multi-user logistics centres (qualitative indicator)	low	
	S21	existence of traffic management systems and intelligent traffic control systems and their implementation level		traffic management systems such as bypass/ring roads for transit traffic (qualitative indicator)	Slightly above average	
	S22	Relative length of cycling paths		km / 100.000 inhabitants	33,53 km	
	S23	Share of individual budget spent on transport		in %	10,70%	
	S24	Average commuting distance		km/day	20 km	
	S25	Average network speed		km/h	26,2 km/h	
	S26	Density of EV/FC charging network	Number of EV charging stations per 100.000 inhabitants Methodology:	(no)/100.000 inhabitants	2,73	
	S27	Price of public transport		price of day-ticket in central area of city	in €	4 Eur
	S28	Public budget for greening the mobility sector		Mio Euro/ year	None	
	S29	Mobility sector sustainability strategy in place		0- 5	Not existing	
Production & Resources	S30	Recycling rate	Share of total waste being recycled	In %	26,20%	
	S31	Existence of waste collection /sorting systems and their implementation level		solutions and fields of application can be specified under comment,for example Production -> container management)		
State of Water System	S33	Implementation of resource efficiency measures in water sector: e.g. water saving strategies, water reuse, nutrient recovery		0: no measures discussed within strategic process of the city, 1: measures implemented in strategic process of the city, 2: first measures implemented in reality, 3: measures implemented and regularly evaluated		
	S34	implementation of energy efficiency / energy recovery measures in water sector (water supply and wastewater management)		see above	2	
	S35	implementation of sustainable stormwater management and/or flood protection measures		see above	0	

	S36	interlinkage of water sector with safety/security sector (e.g. fire fighting) and/or ict sector (e.g. smart metering/smart grid)	see above		2
	S37	Percentage of wastewater that is treated according to national standards	in %		98
	S38	Age of sewer systems in years	average age in years		52 years
	S39	water supplied from storm-water harvesting/ reuse of treated wastewater	reused water resp. Storm-water, percentage of total water consumption (in %)	in %	0
	S40	Losses in drinking water distribution network	Part of water that is lost due to leakages in the distribution network in comparison with total amount of water being supplied.	in %	17,80%
	S41	Water price	Drinking water	€/m ³	1,63
State of governance System	S42	degree of participation	0 = none, 1= information by city, 2= consultation of citizens by city, 3= cooperation (citizens have possibility to influence decisions), 4= active decision making by citizens possible. (nach Lüttringhausen 2000: 66ff)		2
	S43	Decision making autonomy in the building sector	Nr. of buildings owned by the city as % of total building stock.		missing
	S44	Administrative structures for sustainability management of city	Nr. of city staff working in an institutionalized structure / organization for sustainability within the city administration.		0
	S45	Existence and state of CO2-reduction goal	Goal, year and baseline (e.g. -50% from 1990 until 2040). And in % per year with respect to baseline 1990.		0
	S46	Existence and performance of sustainability management	1= Existence, 2= defined goals in the four sustainability dimensions , 3= associated measures, 4= measures under realization, 5= regular monitoring		0
	S47	Earmarked revenues for sustainability projects	In total in € or \$ AND average of last three years		0
	S48	characteristic e-government	0= not visible, 1 = information (e.g. homepage), 2= communication (e.g. opportunities for exchange and interactive download of information), 3= transaction (operation of service, e.g. PIN/TAN- procedures); 4= integration (offering integrated services independent from responsible agency)		1
buildings	S49	Average investment in refurbishment of residential buildings		Euro/last decade	120 000 000 Euro
economics	S50	GDP of city	GDP per capita	In EURO	30 337 EUR
	S51	Size primary sector	share of total employmentprimary sector	in %	0,20%
	S52	Size secondary sector	share of total employmentprimary sector	in %	10,50%
	S53	Size tertiary sector	share of total employmentprimary sector	in %	80,80%
social	S54	house ownership	% of homes owned by residents	%	39,7
	S55	average age			42
	S56	Health	Average life expectancy at birth	In years (male / female)	Male 77,3, Female 82,1
	S57	Doctors per 100.000 inhabitants			128,7
ICT	S58	Mobile connectivity	Number of mobile broadband subscriptions per 100 inhabitants	In %	missing
	S59	Internet connectivity	Internet penetration rate per 100 inhabitants	In %	69,3
social 2	S63	Employees in innovative sector	Percentage of employees in innovative sectors compared to total employees (sectors 2 and 3).	In %	missing
	S64	Qualification level	Disposability of high skilled labour force	In % of total population	40,30%

19 Impact Indicators					
Primary category	ID	Indicator name	Indicator scope	Units	Value for Prague
energy	I1	Soil consumption	Conversion rate	% of total city area - average of last 3 years	-0,00198
	I2a	Co2 emissions	overall (global protocol)	t/per capita	6,01 t/cap
	I2b		Natural Gas	t/per capita	1,57 t/cap
	I2c		Solid Fuel	t/per capita	0,63 t/cap
	I2d		Liquid Fuel	t/per capita	0,02 t/cap
	I2e		Electricity Generation	t/per capita	2,83 t/cap
	I2f		Heat Production	t/per capita	1,02 t/cap
	I3		Transport Emissions	t/per capita	1,26 t/cap
	I4	Airborne pollutants	No2	µg/m3 (average yearly concentration)	43 µg/m3
	I5		PM10	µg/m3 average yearly concentration	33 µg/m3
	I6	Amount of waste produced		In kg / person / year	296,9 kg/cap/a
mobility	I7	Deaths from traffic accidents	number of annual traffic fatalities	#/1000/p/a	29
building	I8	global warming potential for building stock		Co2 equiv./m2 GFA	missing
	I9	Rate of new construction	In Percent of building stock	% per a	0,34%
	I10	Rate of refurbishment	In Percent of building stock	% per a	2%*
	I11	Rate of demolition	In Percent of building stock	% per a or m2 GFA per a	missing
economics	I12	Growth rate	GDP growth p.a.	in % (average of last 3 years)	1,2
	I13	business volume 1:	total amount of imported goods per year	value of imported goods in Euro/Dollar	missing
	I14	business volume 2:	total amount of exported goods per year	value of imported goods in Euro/Dollar	missing

Anhang 2: Übersicht Handlungsfelder Prag

Category	ID	Titel	Wert	ID	Prague	ID	Prague	ID	Prague	ID	Prague
Urban Leadership	1	Long-term political stability through planning and management approaches that exceed a single election period.	2,5	SP1a	no	SP1b	yes	SP1c	no	SP1d	no
	2	Definition of indicators, creation of a performance measurement system for sustainability and climate change	3	SP2a	yes	SP2b	no	SP2c	no	SP2d	no
	3	Establishment of sustainability advisory boards	6	SP3a	yes	SP3b	no	SP3c	yes	SP3d	yes
	4	Development of Visions / goals together with civil society	2	SP4a	yes	SP4b	no	SP4c	no	SP4d	no
	5	Alignment of budgetary policy with sustainability goals	0	SP1a	no	SP5b	no	SP5c	no	SP5d	no
	6	Targeted management of climate change protection & sustainability within the administration with modern tools for management and planning	5	SP6a	yes	SP6b	yes	SP6c	no	SP6d	no
	7	Negotiated / Voluntary agreements to higher social and environmental standards	0	SP7a	no	SP7b	no	SP7c	no	SP7d	no
	8	Communal climate change management.	2,5	SP8a	no	SP8b	no	SP8c	yes	SP8d	no
	9	Control of city over capital assets by shareholding of infrastructure providers etc.	10	SP9a	yes	SP9b	yes	SP9c	yes	SP9d	yes
	10	Collaboration between city and region for environmental protection and sustainability	0	SP10a	no	SP10b	no	SP10c	no	SP10d	no
	11	Establishment of semi-formal and informal networks	0	SP11a	no	SP11b	no	SP11c	no	SP11d	no
	12	Development & implementation of a communal innovation strategy	2	SP12a	no	SP12b	no	SP12c	no	SP12d	yes
	13	Creation of flat hierarchies within city administration	4	OS1a	yes	OS1b	no	OS1c	no	OS1d	no
	14	Establishment of a learning organisation within the city administration	10	OS2a	yes	OS2b	yes	OS2c	yes	OS2d	yes
Organization and structure											

Organization and structure	15	Creation of administrative structures for communal sustainability management	0	OS3a	no	OS3b	no	OS3c	no	OS3d	no	OS3e	no
	16	Creation and administration of platforms for citizen participation.	7,5	OS4a	yes	OS4b	yes	OS4c	no	OS4d	yes		
	17	Training of administrative staff in sustainability issues.	10	OS5a	yes	OS5b	yes	OS5c	yes	OS5d	yes		
Levers													
Regulations	18	Regulation of building processes	3	R1a	yes	R1b	no	R1c	no				
	19	Creating and maintaining a socially equitable rent level	2	R2a	no	R2b	no	R2c	yes	R2d	no	R2e	no
	20	Enforcement of sustainable behaviour and investments by regulation (e.g. thresholds).	2,5	R3a	yes	R3b	no	R3c	no	R3d	no		
	21	Modal shift of traffic flows towards foot, bike and public transport through regulations.	8	R4a	no	R4b	yes	R4c	yes	R4d	yes	R4e	yes
	22	Creation of an atmosphere open to innovation and transformation regarding sustainability.	7,5	IE1a	yes	IE1b	no	IE1c	yes	IE1d	yes		
Information and Education	23	Awareness/Education: Creating awareness of sustainability through the integration of sustainability issues in education and information.	10	IE2a	yes	IE2b	yes	IE2c	yes	IE2d	yes	IE2e	yes
	24	Awareness raising campaigns for saving resources (e.g. water).	2,5	IE3a	yes	IE3b	no	IE3c	no	IE3d	no		
	25	Education for sustainable development.	8	IE4a	yes	IE4b	yes	IE4c	yes	IE4d	yes	IE4e	no
Urban Planning	26	Systematic long-term planning of the city structure	8	UP1a	yes	UP1b	yes	UP1c	no	UP1d	yes	UP1e	yes
	27	Development of goals and guidelines for a sustainable district development.	5	UP2a	yes	UP2b	yes	UP2c	no	UP2d	no		
	28	Development and implementation of market- and centre concepts.	0	UP3a	no	UP3b	no	UP3c	no	UP3d	no		
	29	Innovative bottom up housing concepts.	6	UP4a	yes	UP4b	yes	UP4c	no	UP4d	no	UP4e	yes
	30	Deployment of alternative concepts for re-using existing infrastructure.	4	UP5a	no	UP5b	no	UP5c	yes				
	31	Alternative criteria and procurement procedures for real-estate-property.	2,5	UP6a	yes	UP6b	no	UP6c	no	UP6d	no		
	32	District Management - small-scale use-mix in local districts	2	UP7a	no	UP7b	no	UP7c	no	UP7d	no	UP7e	yes

Urban Planning	33	Transport Oriented Development	8	UP8a	yes	UP8b	yes	UP8c	yes	UP8d	yes	UP8e	no
	34	Urban development planning for a city of short distances	0	UP9a	no	UP9b	no	UP9c	no	UP9d	no		
	35	Development of green inner city industry parks.	5	UP10a	yes	UP10b	yes	UP10c	no	UP10d	no		
Image & Brand	36	Cluster Management (Support of specialized and small businesses through networking, promotion and marketing, communication, and enabling market access)	10	IB1a	yes	IB1b	yes	IB1c	yes	IB1d	yes	IB1e	yes
	37	Creation of a green, attractive urban environment for creating a green image.	6	IB2a	no	IB2b	no	IB2c	yes	IB2d	yes	IB2e	yes
	38	Offers and services by the city for raising attractiveness for qualified personnel.	4	IB3a	no	IB3b	yes	IB3c	yes	IB3d	no	IB3e	no
	39	Business Environment / identity management	4	IB4a	no	IB4b	yes	IB4c	no	IB4d	yes	IB4e	no
	40	Professional City Marketing -> creating an international brand for the city	6	IB5a	yes	IB5b	yes	IB5c	yes	IB5d	no	IB5e	no
R&D Tactics	41	Joint research institutions between industry and science for sustainability issues.	7,5	RD1a	yes	RD1b	yes	RD1c	yes	RD1d	no		
	41a	Urban Innovation Management	7,5	RD2a	yes	RD2b	yes	RD2c	no	RD2d	yes		
	42	Creation of "city labs" (experimental areas) for deploying innovative technologies)	10	RD3a	yes	RD3b	yes	RD3c	yes	RD3d	yes		
	43	Attracting and supporting institutions of science and research as incubators for sustainable development.	2,5	RD4a	no	RD4b	no	RD4c	yes	RD4d	no		
	44	Innovative financing of innovative/sustainable technologies and projects	2,5	BT1a	no	BT1b	no	BT1c	no	BT1d	yes		
Business Tactics	45	Assignment of urban development tasks to large private companies.	10	BT2a	yes	BT2b	yes	BT2c	yes	BT2d	yes		
	46	Elimination of barriers for attracting skilled personnel, investors and businesses.	4	BT3a	no	BT3b	no	BT3c	no	BT3d	yes	BT3e	yes
	47	Activation of business actors for supporting the sustainability strategy of the city.	2	BT4a	yes	BT4b	no	BT4c	no	BT4d	no	BT4e	no
	48	Contractual obligation of energy service provider to reduce CO2 emissions.	0	BT5a	no	BT5b	no	BT5c	no	BT5d	no		
	49	Active partnership between city & private sector for pushing sustainability topics. (PPPs)	0	BT6a	no	BT6b	no	BT6c	no	BT6d	no	BT6e	no

Business Tactics	50	Development and implementation of services for supporting sustainability solutions.	5	BT7a	no	BT7b	no	BT7c	yes	BT7d	yes		
Incentives	51	Sponsorship / subsidies by the city for sustainable technologies & solutions	0	I1a	no	I1b	no	I1c	no	I1d	no	I1e	no
	52	Creation of markets for sustainable products & solutions	0	I2a	no	I2b	no	I2c	no	I2d	no		
	55	Incentives for "first movers" and "InvestCommunities"	0	I5a	no	I5b	no	I5c	no	I5d	no		
Points of Action													
Energy	56	High-efficient centralized energy supply (District Heating / District Cooling)	7	E1a	yes	E1b	yes	E1c	yes	E1d	yes	E1e	no
	57	Promotion of renewable energies	4	E2a	no	E2b	yes	E2c	yes	E2d	yes	E2e	no
	58	Communal energy management.	6	E3a	yes	E3b	no	E3c	no	E3d	yes	E3e	yes
	58a	Use of thermal heat sources through heat pumps (geothermal, environmental heat, sewage heat etc.)	5	E4a	no	E4b	yes	E4c	no	E4d	yes		
	58b	Increasing efficiency of industry through efficiency networks (linking production sites with each other)	2,5	E5a	no	E5b	no	E5c	no	E5d	yes		
	59	Use of Smart Grid Technologies	4	E6a	yes	E6b	no	E6c	yes	E6d	no		
Transport / Mobility	68	Innovative, sustainable distribution concepts for city centers	2	T1a	yes	T1b	no	T1c	no	T1d	no	T1e	no
	69	Intermodal urban freight traffic	4	T2a	no	T2b	yes	T2c	no	T2d	no	T2e	yes
	70	Provision of E-Mobility-Infrastructure	2	T3a	yes	T3b	no	T3c	no	T3d	no	T3e	no
	71	Optimising road network and transport routes for traffic distribution.	7,5	T4a	no	T4b	yes	T4c	yes	T4d	yes		
	72	Targeted combination of different modes of transport	5	T5a	no	T5b	no	T5c	yes	T5d	yes		
Buildings	73	Energetic refurbishment	5	B1a		B1b		B1c	yes	B1d	yes		
	74	Tightened standards for new buildings and for modernization of buildings	0	B2a	no	B2b	no	B2c	no	B2d	no		
	75	Certification systems for buildings	4	B3a	yes	B3c	no	B3c	no				
	76	Design and management of material flows	2,5	B4a	yes	B4b	no	B4c	no	B4d	no	B4e	no
ICT	77	Reduction of building costs through prefabrication	3	B5a	yes	B5b	no	B5c	no				
	60	Interoperable electronic ticketing systems in public transport	10	IT1a	yes	IT1b	yes	IT1c	yes	IT1d	yes		

	61	Open Data System for / by city	2	IT2a	no	IT2b	yes	IT2c	no	IT2d	no	IT2e	no
	62	Urban Big Data Systems	8	IT3a	yes	IT3b	yes	IT3c	yes	IT3d	no	IT3e	yes
	63	Intelligent traffic management based on real-time information.	10	IT4a	yes	IT4b	yes	IT4c	yes	IT4d	yes		
	64	Management of urban pollutants in the water system (emission to air, water and soil)	6	W1a	yes	W1b	yes	W1c	no	W1d	yes	W1e	no
	65	Management of the urban water cycle (rainwater, water bodies, green infrastructures, demand management)	2	W2a	yes	W2b	no	W2c	no	W2d	no	W2e	no
	66	Management of the Water-Energy-Nexus (and other resources)	10	W3a	yes	W3b	yes	W3c	yes	W3d	yes	W3e	yes
	67	Smart and resilient infrastructures for the urban water system	8	W4a	no	W4b	yes	W4c	yes	W4d	yes	W4e	yes
	78	Networked Security Solutions	6	RE1a	no	RE1b	yes	RE1c	yes	RE1d	yes	RE1e	no
	79	Integrated Risk Management	10	RE2a	yes	RE2b	yes	RE2c	yes				
	80	Economic Recovery and Business Continuity Management (BCM)	0	RE3a	no	RE3b	no	RE3c	no				
	81	Flood protection / Coastal protection strategies	10	RE4a	yes	RE4b	yes	RE4c	yes	RE4d	yes		
	82	Crime Prevention Concepts	8	RE5a	yes	RE5b	yes	RE5c	yes	RE5d	yes	RE5e	no
	83	Resilience-by-design approaches in critical infrastructure protection	6	RE6a	yes	RE6b	no	RE6c	no	RE6d	yes	RE6e	yes
Water													
Resilience Engineering													

Anhang 3: Übersicht Wirkfaktoren & Sensitivitätsanalyse

Impact Factor				
ID	SF	Name	Category 1	Category 2
1	0	Strong linkage to Berlin and Vienna	Strategy & Management	
2	0	City lost influence through selling infrastructures and buildings in the past	Strategy & Management	
3	0	Language as a barrier for internationalization	External Effects	
4	0	Bid for Olympic games 2016	Strategy & Management	
5	0	EU Structural funding now available for Prague	External Effects	
6	0	EU structural funds led to Urban Sprawl	External Effects	
7	0	Lack of cooperation between city public utility companies	Strategy & Management	Governance System
8	1	Suburbanization & urban sprawl	Space, Planning & Mobility	Governance System
9	0	High noise and air pollution in the city	Space, Planning & Mobility	External Effects
10	0	Few industrial areas within the city	Space, Planning & Mobility	Economic System
11	0	Several post-industrial sites ready for redevelopment within the city	Space, Planning & Mobility	
12	0	Missing link between green spaces/ parks	Space, Planning & Mobility	
13	0	Large green areas within the city.	Space, Planning & Mobility	
14	0	Gentrification (prag 7 development)	External Effects	Economic System
transport				
15	1	High degree of individual car possession	Space, Planning & Mobility	Development of Civil Society
16	0	Weak support for bike infrastructure from the city & transport companies	Space, Planning & Mobility	Governance System
17	1	High amount of car traffic and parking in the city center	Space, Planning & Mobility	
18	0	Low emission zones in Prague until 2016	Space, Planning & Mobility	
19	0	City Hall proposes to use biogas for vehicles	Infrastructures & Resilience	
20	1	Well established and functioning Public Transportation network	Space, Planning & Mobility	
21	1	Lack of intermodal concepts and facilities	Space, Planning & Mobility	
22	0	Missing link between cycle path network and public transport	Space, Planning & Mobility	

23	0	Unintelligible ticket system	Space, Planning & Mobility	
24	0	Truck problem in suburbia due to toll system	Space, Planning & Mobility	
25	0	Lack of park and ride facilities	Space, Planning & Mobility	
26	0	Barriers in public space through traffic and parking	Space, Planning & Mobility	
Buildings				
27	1	Prague Building Standards	Governance System	Infrastructures & Resilience
28	0	Vacant Buildings in the city centre	Energy and Buildings	Strategy & Management
29	0	Program "green-light-to-savings" pushed energetic refurbishment and installation of PV panels	Energy and Buildings	
30	1	Energetic modernization of about 20% of the buildings	Energy and Buildings	
31	1	Few guidance for energetic modernisation for building owners	Energy and Buildings	
32	0	Implementation of a centre for information on energy efficiency (EKIS)	Energy and Buildings	
33	0	Increasing number of ecological office buildings	Energy and Buildings	
34	0	HVAC systems of Prague's buildings built before 1990 without improvements	Energy and Buildings	
35	1	Lack of regulation of the housing market	Governance System	Space, Planning & Mobility
36	1	Few land and buildings are owned by the city	Strategy & Management	Space, Planning & Mobility
37	0	Lack of strategy for upcoming projects of public buildings	Strategy & Management	
38	1	Lack of information on Prague's building stock	Space, Planning & Mobility	Strategy & Management
39	0	Backlog of renovation in student's accommodations	Energy and Buildings	
40	0	Lack of modern architecture	Energy and Buildings	
energy				
41	1	Lack of back up plans for power supply	Infrastructures & Resilience	Strategy & Management
42	1	Low share of renewable energies in Prague (about 3,6%)	Energy and Buildings	
43	0	Modern combustion plant for cogeneration of power and heat	Energy and Buildings	
44	0	Program "Clean Energy Prague" pushes sustainable heating systems	Energy and Buildings	

45	1	Comprehensive district heating system (with general obligation to connect)	Energy and Buildings	
46	0	Modern electricity grid versus Power networks shows space for improvements (?)	Energy and Buildings	
47	0	Low share of energy consumption of industry sector	External Effects	Energy and Buildings
48	1	Lack of implementation of energy strategies	Strategy & Management	Energy and Buildings
49	1	Lack of incentives for energy efficient industry	Governance System	Energy and Buildings
50	1	Increasing consumption of electricity	External Effects	Development of Civil Society
51	0	High Influence of CEZ within the energy sector hindering sustainable development	Energy and Buildings	
52	0	Energy audit with companies	Energy and Buildings	
53	0	Low interest in energy savings	Energy and Buildings	
society and social system				
54	1	Low awareness of sustainability in Prague Society	Development of Civil Society	
55	0	Lack of data about number of inhabitants	Strategy & Management	Infrastructures & Resilience
56	1	Demographic Change. Rapidly ageing society!	External Effects	
57	0	Sustainability approaches from bottom-up	Development of Civil Society	
58	0	Homogenous demographic structure	External Effects	
59	0	"Missing crisis"	External Effects	
60	0	Post-communistic mind-set	Development of Civil Society	
61	0	Lack of investments in social System	Governance System	
62	0	Prague not ready for integrating immigrants	Development of Civil Society	
63	0	Lack of social infrastructures in communist neighbourhoods	Development of Civil Society	
politics and governance				
64	0	Corrupt politicians in the past	Governance System	
65	0	Lack of Cooperation between Universities and City	Economic System	Strategy & Management
66	1	continuing public distrust in the people in power (politicians, public officials, policemen, etc.)	Governance System	Development of Civil Society
67	1	Instable political coalitions. Lack of continuity!	Governance System	
68	0	High fluctuation of politicians	Governance System	
69	1	Lack of political leadership and visions	Governance System	
70	1	Strong interest groups (e.g. developers)	Governance System	Economic System

71	0	Unexperienced Politicians	Governance System	
72	0	Negative experiences with infrastructure projects in the past! (Too expensive, unnecessary, bad quality)	External Effects	Economic System
73	0	Lack of Strategic Thinking	Governance System	Development of Civil Society
74	0	Lack of financial co-ordination between utility companies / city institutions!	Strategy & Management	Infrastructures & Resilience
75	1	Lack of Cooperation between Industry and City (PPP)	Economic System	Governance System
76	0	Open minded Mayor	Governance System	
77	1	Lack of a strong long-term vision and strategy	Governance System	Space, Planning & Mobility
78	0	Annual budget allocations within the city hall impede long-term planning	Governance System	
R&D				
79	1	Lack of Cooperation between Companies and Universities	Economic System	Strategy & Management
80	0	Lack of Cooperation between Universities	Economic System	Strategy & Management
81	0	Lack of benchmarking system by international standards for Universities	Economic System	Strategy & Management
82	0	Lack of incentives for faculties to collaborate	Economic System	Strategy & Management
83	0	„Best thinking“ of Universities	Economic System	
84	0	Centralized Research policy (state level)	Economic System	Governance System
85	0	Planned “Centre for Sustainability”	Economic System	
86	0	Fist programmes for attracting students from abroad	Economic System	Strategy & Management
87	0	Lack of Communication between Universities and Companies but initial approaches to foster R&D	Economic System	
88	1	No R&D Strategy / Innovation strategy in place!	Economic System	Governance System
89	0	Incentive programmes to foster R&D are not working	Economic System	Strategy & Management
90	0	Spread of University Buildings all over the city -> against community building	Space, Planning & Mobility	
91	0	Mind-set of business and research hinders R&D	Development of Civil Society	
92	0	Best Practice UK Technology Transfer offices of UK universities	Strategy & Management	
93	0	Best Practice for R&D in Brenesov	Economic System	
94	0	Prague Innovation Council as an advisory board since 2014	Governance System	Strategy & Management
95	0	Technology agency of Czech Republic	Governance System	Strategy & Management

96	0	Low representation of R&D within the City hall	Governance System	
Image and Brand				
97	1	Marketing- Low communication of successes and own best practices	Economic System	
98	0	Lack of communication of natural values	Strategy & Management	
99	0	No department in the city hall which is dealing with culture	Governance System	
100	0	Culture Capital – Alignment of City from programme	Strategy & Management	
Tourism				
101	1	Tourism in Prague as main employment sector	Tourism	External Effects
102	0	spatial and seasonal concentration of tourism on main axis leads to alienation of inhabitants from the city centre	Tourism	
103	0	Unsustainable 1 day tourism	Tourism	
104	0	Communication of Prague as “triple B”	Tourism	
105	0	Tourism as the main economic driver without economic benefit for the city	Economic System	
106	1	Commercialisation of public space through tourism	Space, Planning & Mobility	
107	0	infrastructures not ready for tourism	Infrastructures & Resilience	
Economics				
108	1	Change of economic pattern	External Effects	
109	0	Direct competition with Warsaw	External Effects	
110	1	Strong business pull for sustainability and smart city	Economic System	
111	0	Low unemployment rate	Economic System	External Effects
112	1	Prague as an IT Hub	Economic System	
113	0	Lack of incentives/ strategies to motivate companies to develop sustainable products	Governance System	
114	1	No incentives/ tax reduction for (foreign) companies to invest in the city	Governance System	
115	0	Lack of incentives/ strategies to motivate companies to produce in a sustainable way	Governance System	
116	1	Lack of strategy to motivate business actors to act sustainable	Governance System	
117	0	Difficulties to attract and keep qualified personnel	Strategy & Management	
118	0	Czech Students leaving to Europe	External Effects	
119	0	Lack of human resources in the field of engineering-	External Effects	
120	0	Subsidiaries of foreign companies in Prague have their R&D department in their home country	External Effects	
121	1	Export-driven Czech economy, 80% exported but all done by foreign companies	Economic System	

Innovation				
122	0	bottom- up enthusiasm as an important driver for innovation	Development of Civil Society	
123	0	Informal networks within the Prague innovation community	Governance System	
124	0	Changed working behaviour	Development of Civil Society	
125	0	Diverse innovation landscape within the city	Economic System	
126	0	planned innovation fund	Strategy & Management	
Urban Planning and participation				
127	0	Centralized planning system (in the past)	Space, Planning & Mobility	Energy and Buildings
128	1	Lack of cooperation between the cities and the regions / suburbia	Space, Planning & Mobility	Strategy & Management
129	0	Improved quality of planning processes within the last years	Space, Planning & Mobility	
130	0	Lethargy in the building sector	Energy and Buildings	
131	0	Development of a new building code	Energy and Buildings	
132	0	Masterplan not finalized until 2020	Space, Planning & Mobility	
133	0	Dependency of IPR on politics	Strategy & Management	
134	0	Lack of interdisciplinary education in urban planning and architecture	Strategy & Management	
135	1	Lack of Participation	Governance System	Development of Civil Society
136	0	Readiness of Civil Society to engage and participate!	Development of Civil Society	
137	1	NIMBY	Development of Civil Society	Strategy & Management
138	0	Automat = subversive element in city planning	Development of Civil Society	
139	0	Collaborative district development in Prague 14	Space, Planning & Mobility	
Resilience				
140	0	Comprehensive flood protection system in place	Infrastructures & Resilience	
141	0	Well-established crisis management system in place (since Cold War times)	Infrastructures & Resilience	
142	1	No city-wide resilience strategy in place	Infrastructures & Resilience	Strategy & Management
143	0	local businesses do not implement business continuity management	Infrastructures & Resilience	Strategy & Management
144	0	Continuing public distrust in the security services	Infrastructures & Resilience	

145	0	Lack of redundancy in the public alert system	Infrastructures & Resilience	
146	0	No green infrastructure for stormwater management in place	Infrastructures & Resilience	
147	0	Critical infrastructures are resilient/well-protected	Infrastructures & Resilience	
148	1	Maintenance of flood protection measures is very cost-intensive	Infrastructures & Resilience	Strategy & Management
149	0	Non-transparent national system of critical infrastructure definition	Governance System	Infrastructures & Resilience
150	1	Problematic areas within the city with a high level of street crime	Infrastructures & Resilience	Strategy & Management
151	0	Adoption of the Act on Cyber Security No. 181/2014	Infrastructures & Resilience	Governance System
152	0	Adoption of the legal acts on crisis management	Infrastructures & Resilience	Governance System
153	0	Creation of the Department for Protection of Information Systems and Infrastructure of Prague City Hall	Infrastructures & Resilience	Governance System
154	0	The geographic location of Prague makes it vulnerable to floods	External Effects	Infrastructures & Resilience
155	0	High awareness of the city administration of the danger of floods	Strategy & Management	Infrastructures & Resilience
156	0	Insufficient number of crisis preparedness drills offered to the residents	Infrastructures & Resilience	Strategy & Management
157	0	Public alert system in place	Infrastructures & Resilience	
158	1	Insufficient inclusion of the residents into crisis management system (insufficient public drills and volunteer management)	Infrastructures & Resilience	Strategy & Management
159	1	Low feeling of security among the residents	Infrastructures & Resilience	
Water				
160	0	Digitalized Water Infrastructure System	Infrastructures & Resilience	
161	0	No wastewater treatment technology to remove hormones in place	Infrastructures & Resilience	
162	0	Very limited separation of sewage and rainwater systems	Infrastructures & Resilience	
163	0	Energy efficiency measures in the water sector have been implemented	Infrastructures & Resilience	Energy and Buildings
164	0	Back-up plan for drinking water supply is being implemented	Infrastructures & Resilience	Strategy & Management
165	0	Modernization of CWWTP is planned (New Line Project)	Infrastructures & Resilience	

166	0	Ministry of Regional Development hinders the implementation of the New Line Project	Governance System	Infrastructures & Resilience
167	0	Further smartification of water infrastructure is not planned because of high costs	Infrastructures & Resilience	
168	0	No law obliging water utility companies to use horizon-purification technology	Governance System	Infrastructures & Resilience
169	1	Massive lack of investments in the water sector	Infrastructures & Resilience	Strategy & Management
Sustainability Education				
170	0	There is an annual budget for sustainability-related education measures	Strategy & Management	
171	0	Ad-hoc funding for sustainability-related education measures is possible	Strategy & Management	Development of Civil Society
172	0	No city-wide standard for school education in place	Strategy & Management	Development of Civil Society
173	0	No evaluation of the effectiveness of the sustainability-related education measures	Strategy & Management	
174	1	Underused potential of public information campaigns for sustainability	Strategy & Management	Development of Civil Society

Liste und Beschreibung der Systemfaktoren:

Space, Planning & Mobility		
8	Suburbanization & urban sprawl	Strong population growth in the suburbs and outer regions of Prague. Low growth in the center! -> Young families are moving from the centre to the outskirts and contribute to further urban sprawl. There is a lack of services for living and public transport within the new districts. The small villages in the outskirts are not prepared for these large projects. There is a gap within the regulations: The investors are not obliged to provide social infrastructure.
15	High degree of individual car possession	The relationship of cars to inhabitants in Prague is 688/1000, which is very high. It has increased strongly in the last 15 years. Car possession creates large problems of car usage in the city center
17	High amount of car traffic and parking in the city center	The City Center faces a lot of car traffic and parking which reduces the value of public spaces in Prague
20	Good Public Transportation network	The Public Transportation network with Metro, Trams, Buses and Railway is well developed and accounts for 43% of the modal split.

21	Lack of intermodal concepts and facilities	There are no concepts for linking PT with carsharing or bike-sharing. Park&Ride facilities are way too few.
27	Building standards lack enforcement of urban responsibility	The Building standards have been subject to intensive discussions in the past. Low building standards did not impose any responsibility on developers. Now the building standards have been redesigned and amended. They will be enacted in 2015
106	Commercialisation of public space through tourism	Challenge is to secure local supply for the inhabitants (healthcare, post, shops aso.)
128	Lack of regional cooperation	Improve the cooperation between the cities and the regions / suburbia (especially because of further growth and urban sprawl).
Energy and Buildings		
NEW	Weak approach to energetic modernisation of buildings	Energetic modernisation of around 20% of the buildings in Prague. In general only insulation had been installed. Few guidance for energetic modernisation for building owners: Moisture problems and problems with indoor environmental quality in renovated buildings.
35	Lack of regulation of the housing market	There is a lack of regulation of the housing market since 1990 (both, on national level and city policy). Thus, in nowadays there is a high share of rent on income; especially for groups like elderly, students. This had an influence on the gentrification of the old town and also on the urban sprawl at the city's outskirt.
36	Few land and buildings are owned by the city	The city sold a big share of their buildings and infrastructure - and thus lost lots of influence. There had been privatisation of residential building stock since 1990.
38	Lack of information on Prague's building stock	Lack of information on Prague's building stock: Only few information on energy consumption, building constructions and technical services are available.
41	Lack of back up plans for power supply	There is no energy plant that would be able to take over in case of a blackout. There had been discussions about the installation of local power plants (also in order to minimize the risk of blackouts), but it is difficult because of the city's density / lack of space.
42	Low share of renewable energies in Prague (about 3,6%)	Solar Thermal energy & Photovoltaic in Buildings Targeted consulting offers for energy efficiency and renewable energies are already in place. Feed in Tariffs for RE have been abolished in 2013 / 2014. Heat Pumps and waste to heat are potential sources for RE or Energy Efficiency. Barriers: Geographical and cultural setup, which means limited use of e.g. wind energy and solar panels.

45	Good implementation state of district heating	(with general obligation to connect)
NEW	Lack of strategy for energy efficiency	Lack of implementation of energy strategies: The gap between developing a strategy and the implementation of the strategy is a typical problem within the city of Prague. Lack of incentives (like subsidies or tax reliefs) for energy efficiency measures in the industry sector in CR.
50	Increasing consumption of electricity	There is an increasing consumption of electricity because of real estate development and new shopping malls.
Governance & Society		
54	Low awareness of sustainability in Prague Society	In general politicians, companies and citizens in Prague have a low awareness for sustainability and environmental issues. This leads to NIMBY discussions and to conflicts in the planning, but also to unsustainable behavior and lack of urban responsibility.
56	Demographic Change. Rapidly ageing society!	Strongest in Prague (?) City is not prepared! -> Preparation for older society (asylum for old people) -> Asylums for migrants -> Prague does not invest at all into attracting highly skilled workers. Strong need to improve research quality! -> singles
66	Continuing public distrust in the people in power	Civil Society does not trust the political leadership system. There is no trust that the politicians actually serve the citizens. They are believed to serve rather themselves. Also no trust in the security services (police). (politicians, public officials, policemen, etc.)
67	Instable political coalitions. Lack of continuity!	The current coalition is made out of 5 parties and has 1 vote more than the opposition. This means hard times for decision making
70	Strong interest groups (e.g. developers)	Developers and other private companies have a strong influence on the city
75	Lack of cooperation between Industry and City (PPP)	Since the building of a city highway by PPP (which ended in a disaster), PPP's are seen as "evil" arrangements. The city avoids them where possible,
77	Lack of a strong long-term vision and strategy	Politicians in Prague have not been able to establish a vision and a clear goal and strategy for the city. City Planning: A long term strong vision is missing and a leader who would implement it.
88	No R&D strategy or innovation strategy in place!	R&D is relatively new on the political agenda, has not been an issue before, as Prague has always been a rich city due to tourism and cheap labour force
135	Lack of Participation	The City administration and politicians do not share a culture of engaging with the civil society. Participation is

		recently starting to emerge in Prague in terms of bottom-up planning or consultation sessions. IPR has just created a department for participatory planning.
137	NIMBY attitude in society	Not in my Backyard! The attitude of fighting against punctual projects based on individual displeasure. E.g. taking the Transport Plan to court because of small mistakes in the EIA. Just delays the process and makes it more expensive. Usually does not lead to changed decisions.
159	Low feeling of security among residents	People are concerned about going to green zones during nighttime and to certain parts of the city also during daytime
150	Problematic areas within the city with a high level of street crime	Records from the surveillance cameras in the city need to be analyzed to design strategies to deal with the problematic areas
174	Underused potential of public information campaigns for sustainability	Potential of public information campaigns for sustainable behavior is not fully used. More active and extensive public enlightenment campaigns in terms of education for sustainability are needed
Economy & R&D		
79	Lack of Cooperation between Companies and Universities	There are punctual research co-operations in place, but no systematic approach for connecting research (universities) with companies• Universities receive funds from the EU and thus don't see the necessity to cooperate with business first positive deviations: Existing cooperation between architecture faculty and companies in the development of BIM • TU is more business oriented, Charles University very slow
97	Marketing- Low communication of successes and own best practices	E.g. very good public transportation system. Or increase in Bike riders by >200% are not communicated at all.
101	Tourism in Prague as main employment sector	On average 14 Mio. visitors per year. But: most of them only come once and Prague is visited because of BBB!
108	Change of macroeconomic patterns	Until now, rich city, tourism, cheap labour force but now competition with Warsaw, tourism not sustainable, aging population
110	Strong business pull for sustainability and smart city	Businesses are leading the discourse on sustainable development. Are hesitant to invest, because city does not commit to clear goals and targets, due to international cooperation companies are more sustainable than government/ civil society
112	Well functioning digital Economy in Prague	Within the IT sector cooperation between industries and start-ups is working

114	Insufficient economic incentives for (foreign) investment	Warsaw as a strong competitor offers tax reduction to companies • in CZR main tax rates are set on the national level
116	Lack of strategy for integrating businesses into a sustainable development of Prague	
	Infrastructure & Resilience	
142	No city-wide resilience strategy in place	
148	Cost-intensive maintenance of flood protection system	Maintenance of flood protection measures is very cost-intensive
169	Massive lack of investments in the water sector	New technologies for the refurbishment of pipes needed. Also: Active coal technology needs to be introduced to deal with the growing level of pesticides but there are no funds available
158	Insufficient inclusion of the residents into crisis management system (insufficient public drills and volunteer management)	

Anhang 4: Durchgeführte Interviews für das City Lab Prag

	Vorname	Nachname	Institution
1	Mrs.	Houdova	Prague City Hall - Dep. Of Education
2	Mrs.	Petru	Prague City Hall - Dep. Of Education
3	Martin	Skalský	Arnika
4	Tomas	Kaas,	Prague City Hall, Transport
5	Libor	Šíma	Prague City Hall, Transport
6	Jaroslav	Mach	Prague City Hall, Transport
7	Jakub	Mareš	ImpactHub
8	Darja	Elfmarkova	Inovacentre – Czech Technical University
9	Jana	Plamínková	Councillor Environment and Infrastructure
10	Michal	Novák	IPR B213
11	Rut	Bízková	TACR
12	Ladislav	Moravec	Pražská Teplarenska - Director General
13	Pavel	Manek,	Prague City Hall – Director of ICT Department
14	Jaroslav	Solc	Prague City Hall – Advisor ICT Department
15	Weston	Stacey	Director of AmCham
16	Mr.	Machacek	Prague City Hall, Director of Safety Department
17	Marek	Zděradička	IPR – Transportation Unit
18	Petr	Mrkos	PVK
19	Anna	Pasková	Ministry of Environment

20	František	Cipro	Prague City Hall – Director of Tourism Department
21	Petr	Domagalsky	Bosch Czech Republic
22	Mr.	Moldán	Environmental Centre, Charles University
23	Martin	Barry	reSITE
24	Jan	Kasl	Former Mayor of Prague
25	Jan	Šurovský	Technical Director DPP
26	Daniel	Kašpar	Charles University
27	Mr.	Lupíšek	UCEEB
28	Matěj	Stropnický	Deputy Mayor of Prague
29	Petr	Žejdlík	Pražská Vodohospodářská Společnost A.s
30	Jiří	Hnilica	VŠE (HWC)
31	Mr.	Subrt	Czech University of Life Sciences
32	František	Kubeš	Ministry for Regional Development
33	Michal	Pazour	Technological Center
34	Petr	Hladík	Technological Center
35	Radek	Špicar	Aspen institute
36	Vratislav	Filler	Automat (NGO)
37	Ing.	František	City Hall - Director of Crisis Management Dpt.
38	Pavel	Elis	PRE
39	Vladislav	Cerný	Želivská
40	Ladislav	Pivec	TSK Praha
41	Petr	Stepánek	IPR – Architect
42	Petr	Hlaváček	Director IPR
43	Petr	Klauda	Siemens Czech Republic
44	Petra	Skalická	People in Need
45	Martina	Deverova	Director of Prague City Hall
46	Jaromir	Hainc	Deputy Head IPR
47	Lukas	Vacek	Prague City Hall – Department for Urban Planning
48	Jan	Dobrovský	Prague City Hall - Strategy and Business Support
49	Milan	Taraba	Czech Union of Tenants – President
50	Mr.	Holý	TUV SUD – Czech Republic
51	Ivan	Luciak	DOW Chemicals Czech Republic
52	Karel	Kuzera	CzechInvest
53	Jan	Karásek	SEVEN
54	Jiří	Merta	Prague City Hall - Dpt. of spacial development
55	Jiri	Skalicky	Prague City Hall Use of Space Decision-making Dpt.
Excursion: Monitoring center TSK			
Excursion: Operations Centre of the Prague Crisis Team + Prague			
Excursion: Water Treatment Plant – Prague			

In dieser »Schriftenreihe zu Arbeitswissenschaft und Technologiemanagement« werden die Dissertationen, die im Rahmen von Forschungs- und Entwicklungsarbeiten am Institut für Arbeitswissenschaft und Technologiemanagement IAT der Universität Stuttgart und am Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO entstanden sind, veröffentlicht.

Die beiden Institute verknüpfen universitäre Grundlagenforschung mit angewandter Auftragsforschung und setzen diese erfolgreich in zahlreichen Projekten praxisgerecht um.

Technologiemanagement umfasst dabei die integrierte Planung, Gestaltung, Optimierung, Bewertung und den Einsatz von technischen Produkten und Prozessen aus der Perspektive von Mensch, Organisation, Technik und Umwelt. Dabei werden neue anthropozentrische Konzepte für die Arbeitsorganisation und -gestaltung erforscht und erprobt. Die Arbeitswissenschaft mit ihrer Systematik der Analyse, Ordnung und Gestaltung der technischen, organisatorischen und sozialen Bedingungen von Arbeitsprozessen sowie ihren humanen und wirtschaftlichen Zielen ist dabei zentral in die Aufgabe des Technologiemanagements eingebunden.

ISBN 978-3-8396-1492-1



ISSN 2195-3414

Fraunhofer Verlag