

Wasser - Die elementare Ressource

Materialienband

H. Lehn* • M. Steiner** • H. Mohr***

Nr. 52 / September 1996

* Dr. Helmut Lehn • *Akademie für Technikfolgenabschätzung in Baden-Württemberg* • Bereich Biotechnologie, Ökologie, Gesundheit

** Dipl.-Geogr. Magdalena Steiner • *Akademie für Technikfolgenabschätzung in Baden-Württemberg* • Bereich Biotechnologie, Ökologie, Gesundheit

*** Prof. Dr.Dres.h.c. Hans Mohr • *Akademie für Technikfolgenabschätzung in Baden-Württemberg* • Mitglied des Vorstandes und Leiter des Bereichs Biotechnologie, Ökologie, Gesundheit

Inhaltsverzeichnis

1. Vorwort	6
2. Dr. Helmut Lehn	
Zum nachhaltigen Umgang mit der erneuerbaren Ressource Wasser in Baden-Württemberg - eine Zusammenfassung wichtiger Ergebnisse	8
1. Nachhaltigkeit	8
2. Wasser, eine elementare Ressource	9
3. Regional unterschiedlicher Wasserreichtum	10
4. Wassernutzung in Baden-Württemberg.....	10
5. Wasserbedarf der Landwirtschaft	12
6. Grundwassernutzung	12
7. Wasserqualität in Baden-Württemberg	13
8. Ursachen der Nitratbelastung.....	14
9. Pflanzenbehandlungsmittel	15
10. Beschaffenheit der Fließgewässer in Baden-Württemberg	16
11. Wassersparen als flankierende Maßnahme	17
12. Schlußfolgerungen.....	20
1. Dipl. Biol. Nikolaus Geiler	
Notwendigkeit von Wassersparmaßnahmen in Baden-Württemberg - ökologische und ökonomische Aspekte.....	22
1. Notwendigkeit von Wassersparmaßnahmen	22
1.1 Warum überhaupt „Wassersparen“?	22
1.2 „Wassersparen“ als Krisenmanagement	24
1.3 „Wassersparen“ zur Befriedung des Widerstands in den Förderregionen.....	25
1.4 „Wassersparen“ zur Vermeidung ökologischer Schäden.....	26
1.5 „Wassersparen“ zur Vermeidung von Sprunginvestitionen.....	28
1.6 „Wassersparen“ für den Export von Hard- und Software.....	29

1.7	„Wassersparen“ zur Vereinheitlichung der regionalen Lebensbedingungen	30
1.8	„Wassersparen“ aufgrund gesetzlicher Vorgaben	30
2.	„Wassersparen“ unter ökonomischen Gesichtspunkten.....	31
2.1	Warum immer mehr Wasser „von alleine“ gespart wird.....	31
2.2	Wann lohnt sich „Wassersparen“ für die Wasserwerke.....	32
2.3	Vom Trenderdulder zum Trendgestalter.....	35
	Literatur.....	37
	Anhang	38
1.	Die Fernwasserversorgung in Baden-Württemberg	38
2.	Auswirkungen eines forcierten Wassereinsparkurses auf den Kanal- und Kläranlagenbetrieb.....	68
3.	Prognosedaten zur Wasserversorgung für die Stadt Zell im Wiesental für die nächsten 30 Jahre	72
4.	Notizen vom Gespräch bei den Stadtwerken Pforzheim am 06.07.94.....	74
5.	Gesetzliche Vorgaben zum „Wassersparen“	78
6.	Probleme der Wasserversorgung im Main-Tauber-Kreis.....	82

1. Prof. Dr. Helmut Kobus • Ltd. Baudirektor a.D. Fritz Bürkle

	Konkurrierende Ansprüche an ein Fließgewässer - das Beispiel Neckar.....	86
1.	Einführung.....	86
1.1	Der Neckar und sein Einzugsgebiet.....	86
1.2	Hydrologie und Abflußregime.....	87
1.3	Historische Entwicklung.....	89
1.4	Die verschiedenen Nutzungen und Ansprüche an das Gewässer	92
2.	Konkurrierende Ansprüche.....	94
2.1	Hochwasserschutz, naturnaher Gewässerausbau und Flächennutzung.....	94
2.2	Wasserversorgung und Gewässer- und Bodenbelastungen.....	97
2.3	Gewässergüte: Abwasserbeseitigung und Gewässerökologie	98

2.4	Kühlwasserbedarf der Energiewirtschaft.....	100
2.5	Wasserstraße und Landschaftselement	100
2.6	Wasserkraftnutzung und Stauregelung	101
2.7	Naherholung und Wassersport	102
3.	Administrative Zuständigkeiten und Organisationsformen	103
4.	Konflikte, Fragestellungen und Tendenzen.....	105
4.1	Betrachtungsbereiche (Gewässerabschnitte)	105
4.2	Interessenkonflikte	105
4.3	Langfristige Tendenzen zufolge von Klimaänderungen.....	108
5.	Schlußbemerkungen	110
	Literatur.....	111

1. Dipl. Met. Jörg Rapp • Prof. Dr. Christian-Dietrich Schönwiese

	Niederschlags- und Temperaturtrends in Baden-Württemberg 1955-1994 und 1895-1994	114
	Vorwort	114
	Zusammenfassung	116
1.	Einführung.....	117
2.	Die Daten.....	122
3.	Die vorbereitenden Datenanalysen.....	126
3.1.	Die Repräsentanzanalyse.....	126
3.2.	Die Homogenitätsanalyse	129
4.	Die Trendanalyse	131
5.	Die Feldanalyse.....	138
5.1	Die Niederschlagstrends	140
5.2	Die Temperaturtrends	142
6.	Fazit	143
	Literatur.....	146
	Anhang: Katalog der Trendkarten (vorläufige Ergebnisse).....	149
A 1.1	Niederschlagstrends 1955-1994.....	151
A 1.2	Niederschlagstrends 1895-1994.....	159

A 2.1	Temperaturtrends 1955-1994.....	167
A 2.2	Temperaturtrends 1895-1994.....	169

1. Dr. Helmut Büringer

Prognose des Wasserbedarfs der baden-württembergischen Industrie bis zum Jahr 2005.....	172
Aufgabenstellung.....	172
1. Bedeutung der Industrie im Rahmen der Wasserwirtschaft in Baden-Württemberg	173
2. Methodische Grundlagen.....	174
3. Struktur der industriellen Wasserwirtschaft 1991	176
4. Entwicklung des industriellen Wasserbedarfs bis 1991.....	179
5. Zusammenhang von Wasserbedarf, Produktion und Energiebedarf	181
6. Prognose des Wasserbedarfs bis zum Jahr 2005.....	182
7. Wasserbedarf ausgewählter Branchen	185
Der Wasserbedarf in der Holzschliff-, Zellstoff-, Papier- und Papperezeugung.....	185
Der Wasserbedarf in der Chemischen Industrie.....	188
Der Wasserbedarf im Ernährungsgewerbe.....	190
Wasserbedarf in der Industrie Steine und Erden.....	191
Wasserverbrauch in der Kunststoffverarbeitung.....	192
Wasserbedarf des Textilgewerbes	194
Tabellen.....	194
Schaubilder	218

Vorwort

Die im Grundsatz 3 der Deklaration von Rio im Jahr 1992 zwischen den Unterzeichnerstaaten vereinbarte Entwicklung zum Wohl nachfolgender Generationen - Sustainable Development oder auf deutsch: Nachhaltige Entwicklung - setzt einen entsprechend verantwortungsbewußten, nachhaltigen Umgang mit den Ressourcen des Planeten Erde voraus. Da eine nachhaltige Wirtschaftsweise eine optimale Nutzung der erneuerbaren (regenerierbaren) Ressourcen erfordert, ist die Kenntnis über deren Potential eine elementare Voraussetzung für ein Umsteuern in Richtung Nachhaltigkeit. Für viele Ressourcen gilt, daß sie derzeit nicht in globalem Rahmen gehandelt werden. Es handelt sich um regionale Ressourcen.

Die *Akademie für Technikfolgenabschätzung in Baden-Württemberg* beschäftigt sich unter der Fragestellung nachhaltigen Wirtschaftens daher mit dem Potential der erneuerbaren Ressourcen in Baden-Württemberg. Die Betrachtung umfaßt Humanressourcen, Biomasse*, Boden und das Wasser. Wir stellen uns dabei die Frage, ob der Umgang mit diesen Ressourcen unter den Rahmenbedingungen von Baden-Württemberg derzeit als nachhaltig bezeichnet werden kann und wo Handlungsbedarf besteht.

Soweit es die Ressource Wasser betrifft, geben wir die ausführlich begründete Antwort auf diese Frage in unserem Ergebnisband, der im Springer-Verlag erschienen ist: Lehn H, Steiner M, Mohr H: „Wasser, die elementare Ressource - Leitlinien einer nachhaltigen Nutzung.“ In dem hier vorliegenden Materialienband machen wir zentrale Gutachten des Projekts „Das Potential der erneuerbaren Ressourcen in Baden-Württemberg - Wasser“ der Öffentlichkeit zugänglich. Um dem Leser den Zusammenhang zwischen den Gutachten leichter zu vermitteln, werden zu Beginn die wichtigsten Ergebnisse des Projekts kurz
zusammengefaßt.

Helmut Lehn
Magdalena Steiner
Hans Mohr

Stuttgart, im September 1996

* Flaig H, Mohr H (Hrsg): „Energie aus Biomasse - Eine Chance für die Landwirtschaft.“ Heidelberg. Springer. 1993

Dr. Helmut Lehn

Akademie für Technikfolgenabschätzung in Baden-Württemberg

Zum nachhaltigen Umgang mit der erneuerbaren Ressource Wasser in Baden-Württemberg - eine Zusammenfassung wichtiger Ergebnisse

1. Nachhaltigkeit

Als nachhaltig gilt die Entwicklung einer Region dann, wenn sie mittelfristig/langfristig mit den ökologischen und sozioökonomischen Rahmenbedingungen verträglich erscheint und nicht zu Lasten von Nachbarn oder Handelspartnern erfolgt. Im Falle der nicht-erneuerbaren Ressourcen bedeutet das Gebot der Nachhaltigkeit, die begrenzten Vorräte so lange wie möglich zu strecken. Erneuerbare Ressourcen dürfen unter dem Primat der Nachhaltigkeit nur in dem Maße genutzt werden, wie sie sich regenerieren, ohne dabei den notwendigen Grundbestand im jeweiligen Ökosystem zu gefährden (vgl. Kapitel 1 im Ergebnisband).

Wasser ist eine erneuerbare Ressource besonderer Art: Es wird in der Regel nicht *verbraucht*, sondern nur *gebraucht*. Nach dem Gebrauch („Nutzung“) wird es verschmutzt oder erwärmt in den Kreislauf zurückgegeben. Aus diesem Grund können sich Überlegungen zu einem nachhaltigen Umgang mit der Ressource Wasser nicht auf quantitative Aspekte beschränken, es müssen vielmehr Fragen der Qualität gleichrangig mitbeantwortet werden. Es kommt nicht allein darauf an, unseren Nachkommen einen ausreichend großen Wasserschatz zu hinterlassen, sondern auch dafür zu sorgen, daß es sich dabei tatsächlich um einen „Schatz“, also um ein wertvolles Gut handelt. Dies wird nur dann der Fall sein, wenn Baden-Württemberg auch künftig über *qualitativ* hochwertiges Wasser verfügen kann.

2. Wasser, eine elementare Ressource

Wasser läßt sich nur sehr bedingt durch andere Stoffe ersetzen. Man kann Wasser sparen, aber man kann nicht darauf verzichten. Nur 2,5 % der Wasservorräte unseres Planeten liegen als Süßwasser vor. Etwa 69 % davon sind im Eis der Polkappen und Gletscher festgelegt. Rund 30 % sind als Grundwasser nicht unmittelbar zugänglich. Flüsse und Seen enthalten weniger als 1 % der globalen Süßwasservorräte (vgl. Kapitel 2 im Ergebnisband).

Der Kreislauf des Wassers ist ein für die terrestrische Biosphäre entscheidend wichtiger Stoffkreislauf, der sich aber als labil und störanfällig erweist. Das mit dem Niederschlag auf die Erdoberfläche auftretende Wasser gelangt über Verdunstung (Evapotranspiration) direkt in die Atmosphäre zurück oder wird über (meist) oberirdischen Abfluß dem Meer zugeführt. Das Verdunstungs-Niederschlags-Gleichgewicht und die Verweildauer des Wassers in Böden, Flüssen, Seen und Aquiferen können sich sowohl regional als auch global mit der Zeit erheblich ändern. Regionale menschliche Mißwirtschaft kann daran maßgeblich beteiligt sein. Dafür bietet die Kulturgeschichte zahllose Beispiele. Die Folgen der Abholzung der mediterranen Wälder im Altertum wirken sich bis heute auf die Ökologie und Ökonomie dieser Länder aus. In unserem Land werfen insbesondere die Hochwasserereignisse der letzten Jahre die Frage auf, ob nicht auch in unserer Gesellschaft Speicherung, Verteilung und Abfluß der Wasserressource sich durch menschliches Zutun entscheidend zum Schlechteren veränderte.

Das prognostizierte global warming dürfte zu einschneidenden Änderungen im Wasserkreislauf führen, da die Reaktionen der hydrologischen Größen auf Klimaänderungen überwiegend nichtlinear sind. Eine empirische Trendanalyse für Südwestdeutschland zeigt, daß in den letzten 40 Jahren eine jahreszeitliche Umverteilung des Niederschlags zugunsten des Winterhalbjahres stattgefunden hat. Der Jahresniederschlag hat in dieser Zeitspanne verbreitet um 5 % bis 15 % zugenommen. Gleichzeitig aber ist die Lufttemperatur in den letzten 40 Jahren um 1 K angestiegen, was zu einer entsprechend erhöhten Verdunstung geführt hat (siehe hierzu den Beitrag von Jörg Rapp und Christian-Dietrich Schönwiese in diesem Band).

3. Regional unterschiedlicher Wasserreichtum

Es bestehen große regionale Unterschiede in der Verfügbarkeit von Wasser. In mindestens 8 Staaten der Welt (überwiegend auf der arabischen Halbinsel) verfügen die Einwohner derzeit über weniger als 500 m³ Wasser pro Einwohner und Jahr, was als unterste Grenze für einen modernen, industrialisierten Staat in einer semiariden Klimazone, zum Beispiel Israel, anzusehen ist.

Wasserprobleme sind dementsprechend regionale Probleme. Unter dem Eindruck des Wassernotstands in Südeuropa und Nordafrika werden Wassertransporte auch über größere Distanzen in Erwägung gezogen: Spanien will zum Beispiel mit nationalen Umleitungsmaßnahmen und durch umfangreiche Wasserimporte die schlimmsten Folgen der Dürre im Land lindern. Im Sommer 1995 suchte ein Verbund von Wasserwerken Andalusiens und der Balearen nordeuropäische Lieferanten, die auf dem Schiffsweg große Mengen Trinkwasser nach Südspanien bringen könnten. Bei den Verhandlungen Israels mit seinen Nachbarn kommt der internationalen Aufteilung der Wasserrechte eine besondere Bedeutung zu. Ein weiteres Beispiel für zukünftiges Konfliktpotential ist die Auseinandersetzung zwischen Syrien, dem Irak und der Türkei um das Wasser von Euphrat und Tigris. Nach Vollendung der im Bau befindlichen türkischen Dämme und Bewässerungsprojekte dürfte sich der Durchfluß des Euphrat mindestens halbieren. Die Folgen für die Unterlieger, besonders den Irak, werden als „verheerend“ bezeichnet (vgl. Kapitel 1 im Ergebnisband).

4. Wassernutzung in Baden-Württemberg

Baden-Württemberg ist im Vergleich zu den oben beschriebenen Beispielen ein wasserreiches Land: Die in unserem Bundesland jährlich intern erneuerbaren Wasserressourcen betragen ca. 1100 - 1400 m³ pro Einwohner und Jahr. Hinzu kommen ca. 3300 m³/E · a durch Zuflüsse vor allem aus der Schweiz. Es steht somit insgesamt eine sich jährlich erneuernde Ressource von 4400 - 4700 m³ pro Einwohner potentiell zur Verfügung. Hiervon werden jährlich weniger als ein Fünftel durch Energiewirtschaft, Industrie und die öffentliche Wasserversorgung gefördert. Landesweit kann daher unter quantitativ-ökologischen Kriterien - von wenigen Ausnahmen abgesehen - der Wasserversorgung Nachhaltigkeit attestiert werden (vgl. Kapitel 2 und 3 im Ergebnisband).

Ohne die Zuflüsse von Oberliegern wäre das Bilanzergebnis in Baden-Württemberg allerdings deutlich angespannter, weil die derzeit geförderte Wassermenge immerhin die Hälfte bis zwei Drittel der intern erneuerbaren Ressource ausmacht. Baden-Württemberg ist deshalb obligat auf den Zufluß von Oberflächenwasser mit einer ausreichenden Qualität angewiesen. Das bedeutet, daß unsere Oberlieger auch im Interesse Baden-Württembergs einen nachhaltigen Umgang mit der Ressource pflegen müssen.

Darüber hinaus darf nicht übersehen werden, daß der Wasserschatz nicht gleichmäßig in unserem Bundesland verteilt ist. Während die Randgebiete im Süden, Westen und Osten über einen großen Wasserreichtum verfügen, sind die zentralen und nördlichen Landesteile von Natur aus (Grund-)Wassermangelgebiete. Um die Region Mittlerer Neckar mit der Landeshauptstadt sicher mit Wasser versorgen zu können, wurde daher bereits im Jahr 1912 im damaligen Königreich Württemberg die erste Fernwasserversorgung gegründet. Heute liefern vier Fernwasserverbände, wovon die Bodenseewasserversorgung die größte und bekannteste ist, ein Drittel des in Baden-Württemberg verteilten Trinkwassers. Durch diese beiden Standbeine der Öffentlichen Wasserversorgung (Fern- und Lokalwasser) besteht im Land eine einigermaßen gleichmäßige Wasserqualität und eine hohe Versorgungssicherheit, auch in Trockenperioden (vgl. Kapitel 3 im Ergebnisband).

Problematisch erscheint allerdings die Tatsache, daß die Fernwasserversorgung immer weniger zur Ergänzung der örtlichen Wasserressourcen dient, sondern diese zunehmend ersetzt. Wenn sauberes Wasser zu vergleichsweise günstigen Konditionen einfach zu importieren ist, besteht immer weniger die Notwendigkeit, sich vor Ort mit den Problemen des Grundwasserschutzes zu befassen. Anstatt unter den Restriktionen von Wasserschutzgebieten zu „leiden“, können diese Gebiete nach Anschluß an das Fernwasser anderweitig genutzt werden. Fernwasserversorgung kann auf diese Weise zu einem reduzierten Grundwasserschutz führen. Umgekehrt war in der Vergangenheit die mangelnde Qualität der örtlichen Wasserressourcen oft ein wesentlicher Grund für einen Fernwasseranschluß.

Die Bodenseewasserversorgung - von Sipplingen bis Bad Mergentheim - ist für Baden-Württemberg eine äußerst günstige Lösung. Aber es sollte nicht in Vergessenheit geraten, daß sich das Land damit in eine politische Abhängigkeit begeben hat. Der Rückweg zu einer autochthonen Wasserversorgung wäre so aufwendig, daß er zumindest kurzfristig nicht begehbar erscheint. In der Schweiz beginnt man sich darüber Gedanken zu machen, ob es mit den Vorstellungen von Nachhaltigkeit vereinbar ist, wenn Baden-Württemberg seine lokalen Grundwasserressourcen teilweise verschmutzt und zur Sicherstellung des

Trinkwasserbezugs aus dem Bodensee den Nachbarstaaten wirtschaftliche Einschränkungen zumuten will (vgl. Kapitel 1 und 6 im Ergebnisband).

5. Wasserbedarf der Landwirtschaft

In den letzten 40 Jahren ist in Baden-Württemberg eine Tendenz zu geringeren Sommerniederschlägen bei gleichzeitig steigender Durchschnittstemperatur festzustellen (siehe Beitrag von Jörg Rapp und Christian-Dietrich Schönwiese in diesem Band). Die Entwicklung dieser beiden Klimafaktoren macht künftig einen gesteigerten Bedarf an Bewässerungswasser wahrscheinlich. Die in der Oberrheinebene zur Bewässerung eingesetzte Wassermenge ist allem Anschein nach bereits kräftig im Steigen begriffen. Eine vorausschauende Wasserpolitik wird in jedem Fall gut beraten sein, in künftigen Sommern einen höheren Wasserbedarf bei gleichzeitig geringerem saisonalem Dargebot in die Überlegungen einzubeziehen. Immerhin sind ca. 48 % der Landesfläche mit landwirtschaftlichen Kulturen bedeckt (vgl. Kapitel 3 im Ergebnisband).

6. Grundwassernutzung

In den gemäßigten Breiten findet die Grundwasserneubildung bevorzugt in den Wintermonaten statt. Eine Umverteilung der Niederschläge vom Sommer zum Winter begünstigt deshalb die Grundwasserneubildung, verstärkt aber entsprechend die Sommertrockenheit.

Aufgrund seiner Speicherwirkung kann der Grundwasserkörper nicht nur jahreszeitliche Schwankungen ausgleichen, sondern auch - bei ausreichender Größe des Speichers - mehrere Trockenjahre überbrücken. Grundwasser bietet deshalb für eine konstante Wasserentnahme, die von kurzfristigen Witterungsschwankungen unabhängig ist, ideale Bedingungen. Eine notwendige Voraussetzung für eine nachhaltige Nutzung ist dabei, daß nicht mehr aus dem Grundwasserleiter entnommen wird, als sich im mittelfristigen Maßstab erneuert.

Die in Baden-Württemberg genutzten tiefen, in der Regel alten Grundwässer sind meist keine vollständig abgeschlossenen Systeme. Sie nehmen unter den hiesigen hydrogeologischen Rahmenbedingungen in sehr geringem Maße am Wasserkreislauf teil. Ihre Erneuerungszeit liegt im Bereich von 1.000 bis 10.000 Jahren. Deshalb bedeutet eine Entnahme - anders als z.B. in Libyen, Saudi-Arabien oder auch in manchen Gebieten der USA - nicht zwangsläufig einen Abbau der Ressource. Außerdem sind tiefe Grundwässer derzeit noch weitgehend frei von anthropogenen Belastungen. Das heißt aber auch, daß, einmal kontaminiert, diese Grundwässer über entsprechend lange Zeiträume verschmutzt bleiben. Eine Förderung tiefer Grundwässer birgt das Risiko, daß entsprechend den heute gegebenen Umweltbedingungen verschmutztes Sickerwasser beschleunigt in die tiefen Grundwasserkörper eindringt. Aus diesem Grund ist die Entnahme tiefer Grundwässer zur Substitution oberflächennaher, zwischenzeitlich verschmutzter Grundwässer unter dem Gesichtspunkt der Nachhaltigkeit prinzipiell bedenklich (vgl. Kapitel 3 im Ergebnisband).

7. Wasserqualität in Baden-Württemberg

Die langfristige Nutzung der erneuerbaren Ressourcen setzt ihre ökologische Intaktheit voraus. Deshalb gehört der Schutz der Gewässer zur Strategie der Nachhaltigkeit. Aufgrund seiner langen Regenerationszeiten verdient das Grundwasser mit Blick auf das Wohl nachfolgender Generationen unser besonderes Augenmerk. Die Länderarbeitsgemeinschaft Wasser fordert dementsprechend:

Das Grundwasser ist in seiner natürlichen Beschaffenheit zu erhalten. Grundwasserverunreinigungen sind zu sanieren. Qualitätsziele für das Grundwasser, die sich nicht an seiner natürlichen Beschaffenheit orientieren, würden zur Sanktionierung von Verschmutzungen führen.

Man muß sich dabei vor Augen halten, daß auch in der Natur „schlechte Wässer“ - im Hinblick auf die Verwendbarkeit durch den Menschen - vorkommen. Das Grundwasser spiegelt eben die geologischen Verhältnisse der Erdbereiche wider, aus denen es stammt. So ist z.B. in Baden-Württemberg das Wasser aus dem Gipskeuper und dem mittleren Muschelkalk oft wegen zu hoher Härte für Trinkwasserzwecke nicht brauchbar.

Die kritische Frage nach der Qualität des geförderten Rohwassers im Lande stellt sich vor allem im Hinblick auf das oberflächennahe Grundwasser. Entsprechend den unterschiedlichen Rahmenbedingungen der Landnutzung ist die Qualität der Wasserressourcen sehr heterogen. Etwa 4/5 der Trinkwassergewinnungsanlagen fördern ein Rohwasser, dessen Qualität die Anforderungen hinsichtlich der chemischen Parameter der Trinkwasserverordnung erfüllt. Andererseits mußten im Zeitraum von 1980 bis 1992 in Baden-Württemberg über 500 Brunnen geschlossen werden, davon zwei Drittel aufgrund qualitativer Beeinträchtigungen. Dabei sind neben punktuellen Verunreinigungen durch unsachgemäße Lagerung, Altlasten und Unfälle mit wassergefährdenden Stoffen die flächenhaften Beeinträchtigungen von besonderer Relevanz. Diese werden vor allem durch Auswirkungen der Landwirtschaft (Dünge- und Pflanzenbehandlungsmittel), atmogene Stoffeinträge vor allem in Waldgebieten (Stickstoff und Säure) sowie undichte Kanalisationen verursacht (vgl. Kapitel 5 im Ergebnisband).

Zur Erinnerung: Die öffentliche Wasserversorgung erfolgt zu 75% aus Grundwasser. Die Grundwasserneubildung erfolgt überwiegend unter landwirtschaftlich oder forstwirtschaftlich genutzten Flächen, wobei die Neubildungsrate des Grundwassers unter Wiesen- und Ackerland höher ist als unter Wald. Deshalb können sich die Landwirte durchaus als die eigentlichen Wasserversorger verstehen. Dies erfordert aber auch, daß sich die Landwirtschaft zu ihrer Verantwortung hinsichtlich der Grundwasserqualität bekennen muß.

8. Ursachen der Nitratbelastung

Die wichtigsten Quellen für das im Trinkwasser unerwünschte Nitrat sind längst identifiziert: Nitratauswaschung aus landwirtschaftlichen Flächen und Stickstoffeintrag aus der Luft. Während die unmittelbar von der Landwirtschaft verursachte Nitratauswaschung aus den Agrarflächen tendenziell rückläufig ist, nimmt auch bei uns die flächendeckende atmogene Deposition von Nitrat- und Ammoniumstickstoff eher noch zu. Die Emissionen von Ammoniak aus Jauche und Mist, aus Kläranlagen und Mülldeponien sowie die bei allen Verbrennungsvorgängen anfallenden Stickoxide gelangen in Form von Ammonium und Nitrat zur Erdoberfläche zurück. Der heutige Stickstoffeintrag aus der Atmosphäre liegt weit höher als unter naturnahen Verhältnissen.

Derzeit dürfte die atmogene Stickstoffdeposition die Kapazität der meisten mitteleuropäischen Forste, diese Ionen zum Aufbau stickstoffhaltiger Biomasse zu verwenden, bereits erheblich übersteigen. Man rechnet generell damit, daß die Wirtschaftswälder auch unter günstigen klimatischen Bedingungen nicht mehr als 5 bis 12 Kilogramm Stickstoff pro Hektar und Jahr in organische Substanz einbauen können. In Baden-Württemberg betragen die Depositionswerte derzeit jedoch zwischen 8,5 und 50 kg/ha a, davon mehr als die Hälfte in Form von Ammonium. Geringere Werte als 15 Kilogramm finden sich in Baden-Württemberg nur noch an der Ostabdachung des Schwarzwaldes. Die Schlußfolgerung liegt auf der Hand: Die Forste in unserem Bundesland dürften in der Regel mit Stickstoff bereits gesättigt oder der Sättigung nahe sein. Dies gilt auch für Deutschland und das angrenzende Europa. Eine Folge der überhöhten Stickstoffeinträge ist die steigende Nitratbelastung des unter Waldflächen gebildeten Wassers, welches bisher teilweise auch zum Verdünnen nitrathaltigen Wassers aus Landwirtschaftsgebieten verwendet wurde (vgl. Kapitel 5 im Ergebnisband).

9. Pflanzenbehandlungsmittel

Obwohl sich die Fachleute darin einig sind, daß von den bisher im Grundwasser nachgewiesenen Pflanzenbehandlungsmitteln keine akute gesundheitliche Gefährdung ausgeht, wird mit Hinweis auf das Vorsorgeprinzip ihre Existenz im Grundwasser von Wasserversorgung und Gesetzgebung kategorisch abgelehnt. Im Fokus des Interesses von Fachleuten und Öffentlichkeit stehen die Herbizide aus der Stoffgruppe der Triazine, darunter Atrazin, sein Abbauprodukt Desethylatrazin sowie Simazin.

Für Baden-Württemberg gilt: Im Rohwasser der Wasserversorger wurde im Jahr 1994 der „Warnwert“ der Landesanstalt für Umweltschutz von 0,08 µg/l in 2,2 % der Fälle durch Atrazin und in 7,2 % der Fälle durch Desethylatrazin überschritten. Da „moderne“ Wirkstoffe wie Phosphinotrizin nur eine geringe Mobilität im Boden aufweisen und rasch durch Bodenmikroben abgebaut werden, gehen Fachleute davon aus, daß von diesen Substanzen eine Grundwassergefährdung - auch in Maisanbaugebieten - nicht mehr zu befürchten ist.

Außerhalb der Landwirtschaft belastet vor allem der Einsatz von Herbiziden auf Bahngleisen das Grundwasser erheblich. Im Jahre 1994 überschritten 32 % der untersuchten

Wasserproben aus der Umgebung von Bahnanlagen in Baden-Württemberg den Grenzwert der Trinkwasserverordnung für Pflanzenbehandlungsmittel. Die Belastung geht vor allem auf die Wirkstoffe Bromacil und Hexazinon zurück (vgl. Kapitel 5 im Ergebnisband).

10. Beschaffenheit der Fließgewässer in Baden-Württemberg

Der nahezu flächendeckende Anschluß der Bevölkerung an die Schwemmkanalisation ließ in Verbindung mit nur unzureichend ausgebauten Kläranlagen einen Großteil der Fließgewässer in Baden-Württemberg nach dem zweiten Weltkrieg zu Kloaken verkommen. Da seit 1980 alle Kläranlagen mit einer mechanisch/biologischen Stufe ausgerüstet sind, haben sich die Sauerstoffversorgung der Flüsse und die Artenvielfalt wesentlich erholt. Die Schutzziele für die Meere und für die stehenden Binnengewässer verlangen jedoch zusätzlich die Eliminierung der Nährstoffe Stickstoff und Phosphor aus dem Abwasser, was bisher nur für die Abwässer von ca. 60% der Bevölkerung Baden-Württembergs erreicht werden konnte (vgl. Kapitel 4 im Ergebnisband).

In den letzten Jahren hat sich die Belastung der Flüsse mit Schwermetallen oder manchen Halogenkohlenwasserstoffen stark vermindert. Eine Reihe schwer abbaubarer organischer Substanzen und die mikrobielle Belastung durch Fäkalien - vor allem aus Überläufen von Mischwasserkanälen - stellen jedoch ein noch immer nicht zufriedenstellend gelöstes Problem dar. Sorgen bereiten auch weiterhin die diffusen Einträge von landwirtschaftlich genutzten Flächen (vgl. Kapitel 5 im Ergebnisband).

Die Fortschritte bei der Flußsanierung sind beim Rhein besonders eindrucksvoll. Die Internationale Arbeitsgemeinschaft der Rheinwasserwerke, die seit 25 Jahren besteht und seitdem etwa 100 Mia. Mark in Kläranlagen investiert hat, strebt inzwischen das ehrgeizige Ziel an, das Trinkwasser für die rund 20 Mio. Menschen im Einzugsgebiet des Rheins nur noch mit natürlichen Verfahren, wie der Sand- und Uferfiltration, zu gewinnen.

Es sind die konkurrierenden Ansprüche an die Fließgewässer, die einer völligen Sanierung oft im Wege stehen. Ein Beispiel:

Der Neckar und seine Zuflüsse werden in vielfältiger Form als Brauchwasserressource, als Wasserstraße und zur Wasserkraftgewinnung genutzt, wobei die damit verbundene Stauregelung des Gewässers erhebliche Eingriffe in die Gewässerökologie mit sich bringt. Schließlich ist die Energiewirtschaft auf Neckarwasser zur Abdeckung des Kühlwasserbedarfs angewiesen. Die damit verbundene Aufwärmung des Flusses und die nicht unerheblichen Verdunstungsverluste führen vor allem in Niedrigwasserzeiten und im Hochsommer zu Engpaßsituationen im Hinblick auf die Gewässerqualität, was entsprechende Einschränkungen der Nutzung notwendig macht (siehe hierzu den Beitrag von Helmut Kobus und Fritz Bürkle in diesem Band).

Baden-Württemberg ist im Falle der Donau Oberlieger, den Rhein nimmt es in der Mitte seines Verlaufs in Anspruch und - von einer geringen Mitnutzung durch das Land Hessen abgesehen - ist es alleiniger Anlieger des Neckars, so daß dieser Fluß als baden-württembergisches Binnengewässer bezeichnet werden kann. Gerade der Neckar zeigt sich aufgrund seiner intensiven Nutzung in vielen Parametern von einer deutlich schlechteren Qualität als beispielsweise der Rhein. Verglichen mit den Niederlanden, Belgien oder auch Nordrhein-Westfalen ist Baden-Württemberg hinsichtlich seiner drei großen Fließgewässer privilegiert, da es entweder selbst Oberlieger ist oder die Oberliegerstaaten den wesentlichen Zufluß so sauber halten, daß das in das Land einströmende Wasser des Alpenrheins ohne größere Probleme zur Trinkwasserversorgung genutzt werden kann. Eine derartige Wasserqualität kann dem Rhein an der Grenze zu Rheinland-Pfalz und Hessen nicht mehr attestiert werden.

Dem Land Baden-Württemberg erwächst aus seiner günstigen Lage eine doppelte Verantwortung: Es ist unter Aspekten einer nachhaltigen Wirtschaftsweise einerseits verpflichtet, die das Land verlassenden Gewässer so sauber zu halten, daß sie auch von den Unterliegern mit geringem Aufbereitungsaufwand noch genutzt werden können. Zum anderen muß das Land darauf achten, durch seine Wassernutzung die Kooperationsbereitschaft seiner Oberlieger nicht über Gebühr zu strapazieren.

11. Wassersparen als flankierende Maßnahme

In den vergangenen Jahren bewegte die öffentliche Diskussion in Sachen Wasser vor allem das Thema „Wassersparen“ bzw. „Regenwassernutzung“. Aus dem bisher Erläuterten geht hervor, daß wir aufgrund des Wasserreichtums in Baden-Württemberg unter

Aspekten der Nachhaltigkeit die Erhaltung oder Wiederherstellung einer guten Wasserqualität in den Vordergrund stellen müssen. Dem Sparen von Trinkwasser oder seiner Substitution durch „Regenwasser“ - korrekter Dachablaufwasser - kommt hierbei nach unserer Meinung eine flankierende Funktion zu (siehe hierzu den Beitrag von Nikolaus Geiler in diesem Band). Wir sprechen uns deshalb nicht generell und pauschal für Spar- und Substitutionsmaßnahmen aus. Maßnahmen, die es verhindern, daß Trinkwasser ungenutzt abläuft, werden in diesem Kontext von uns selbstverständlich nicht hinterfragt. Tropfende Wasserhähne gehören ebenso abgeschafft wie undichte Wasserleitungen, aus denen in Baden-Württemberg immerhin rund 10 % des geförderten Trinkwassers verlorengehen. Ebenso gehören Durchflußbegrenzer bei sanitären Installationen oder Sparta- sten am WC zur Selbstverständlichkeit in einem zeitgemäßen Haushalt. Erhebliche Defizite diesbezüglich sind noch in Bürogebäuden oder Hotels und Gaststätten festzustellen.

Ein sparsamer Umgang mit Wasser muß sich für den Nutzer allerdings auch ökonomisch lohnen. Die Gebührenstruktur gibt aufgrund des hohen Fixkostenanteils insgesamt wenig Anlaß, forciert Wasser zu sparen bzw. nach Lecks in Versorgungsleitungen zu suchen und diese abzudichten. Auch die Abrechnungsschlüssel der Fernwasserlieferanten - Kombination aus Fest- und Betriebskostenumlage in Verbindung mit Überschreitungszuschlägen - werden als ungünstige Randbedingung für Wassersparmaßnahmen eingeschätzt (vgl. Kapitel 3 im Ergebnisband).

Die Analyse des industriell-gewerblichen Wasserbedarfs zeigt, daß bis in die 80er Jahre der Rückgang von Energie- und Wasserverbrauch parallel verlief. Seither ist dieser Zusammenhang entkoppelt. Das Statistische Landesamt vermutet Wassersparmaßnahmen als einen der Gründe, die für spezifische Energieverbrauchssteigerungen der letzten Jahre verantwortlich sind (siehe hierzu den Beitrag von Rudolf Stadler in diesem Band). Da Energie in den Betrieben vor allem zum Pumpen und Reinigen von Wasser benötigt wird, muß diese Analyse im Falle der Indirekteinleiter die Einsparung von Energie bei den öffentlichen Kläranlagen miteinbeziehen. Deren Energieeinsparung resultiert daraus, daß bei einer Kreislaufführung des Wassers in den Betrieben entsprechend weniger zu reinigendes Abwasser an die Kläranlagen abgeben wird. Eine Energiebilanz, die die gewerblichen Betriebe und die öffentliche Abwasserklärung gemeinsam betrachtet, liegt bisher nicht vor.

Unter ökonomischen Aspekten muß man sich darüber klar sein, daß sich bei weit verbreitetem Einsatz von Dachwassernutzungsanlagen für die Nutzer langfristig kein Kostenvorteil ergeben wird. Dies liegt daran, daß die Kubikmeterpreise des Trinkwassers wegen des hohen Fixkostenanteils von 80 % und mehr bei zurückgehenden Liefermen-

gen ansteigen werden. Der Kostenvorteil aufgrund geringerer Wasserabgabe wird durch den Anstieg der spezifischen Kosten vermutlich kompensiert. Dies betrifft alle Kunden der öffentlichen Wasserversorgung. Auch der folgende Aspekt erscheint bedenklich: Anlagen zur Nutzung von Dachablaufwasser sind nur im Falle von Ein- und Zweifamilienhäusern sinnvoll. Bei Mehrfamilienhäusern steht pro Bewohner zu wenig Dachfläche zur Verfügung. Deshalb können Bewohner dieser Gebäude den durch die „Regenwassernutzung“ verursachten Kostensteigerungen bei der öffentlichen Wasserversorgung nicht entrichten. Wenn die Dachwassernutzung und damit indirekt die Erhöhung der Kubikmeterpreise bei den öffentlichen Wasserversorgern von einigen Kommunen aus öffentlichen Mitteln gefördert werden, kann dies unter dem Gesichtspunkt der Sozialverträglichkeit nicht als wünschenswert bezeichnet werden: es werden dadurch den Bewohnern von Ein- und Zweifamilienhäusern zu Lasten der Allgemeinheit relative Kostenvorteile verschafft.

Weitergehende Maßnahmen zur Einsparung von Trinkwasser im Haushalt, wie die Nutzung von Dachablaufwasser, bedeuten ebenfalls einen zusätzlichen Energieaufwand für Leitungen, Installationen, Tanks, Pumpen sowie für Pumpenergie, genügen also - trotz damit verbundener Energieeinsparungen auf der Seite der Wasserversorgungsunternehmen - nicht automatisch den Kriterien der Nachhaltigkeit. Eine aktuelle Studie der Universität Hannover konstatiert für die Randbedingungen der Stadt Bremen ein „Unentschieden“ für den Energieverbrauch von öffentlicher Trinkwasserlieferung bzw. Dachwassernutzung. Für Baden-Württemberg ist eine entsprechende Ökobilanz in Arbeit (vgl. Kapitel 3 im Ergebnisband). Wenn Wasser auf Kosten von Energie eingespart wird, ist dies deshalb nicht als nachhaltig zu bezeichnen, weil Energie unter den derzeit gegebenen Rahmenbedingungen zu über 90 % von nicht-erneuerbaren, fossilen Ressourcen bereitgestellt wird. Ein Einsparen von Wasser auf Kosten von Energie bedeutet deshalb den Ersatz der erneuerbaren Ressource Wasser durch nicht-erneuerbare Ressourcen (vgl. Kapitel 1 im Ergebnisband).

Da die Realisierung von isolierten Maßnahmen - Regenwassernutzung, Grauwassernutzung, Regenwasserversickerung, Vakuumtoiletten - innerhalb des bestehenden Wasserversorgungs- und Entwässerungssystems in der Regel zusätzliche Energie und einen zusätzlichen Ressourceneinsatz erfordert, läßt nur die am Einzelfall optimierte Kombination einzelner Techniken in Verbindung mit einem adäquaten Benutzerverhalten eine insgesamt geringere Inanspruchnahme der Ressourcen erwarten. Der Kostenvorteil mancher neuartiger Verfahren, z.B. von dezentralen Kläranlagen in Kombination mit Druckleitungen, beruht vor allem darauf, daß die benötigte Energie - noch - preiswert angeboten werden kann. Die Arbeitskosten zum Verlegen von Druckleitungen sind verglichen mit den

üblichen Freispiegelleitungen sehr viel geringer, so daß sich insgesamt ein Kostenvorteil für die Druckleitung ergibt. Ähnliches gilt für die Vakuumtoilette, die aufgrund des Preisverhältnisses von Energie und Wasser derzeit geringere Betriebskosten als das herkömmliche WC erfordert. Falls in Zukunft eine Kostenumverteilung zu Lasten der Energie erfolgt, sind andere finanzielle Relationen zu erwarten (vgl. Kapitel 3 und 4 im Ergebnisband).

12. **Schlußfolgerungen**

Nachhaltigkeit im Umgang mit dem Wasserschatz bedeutet in Baden-Württemberg weniger eine Reduzierung der Nutzung der Ressource als vielmehr den Schutz von Oberflächen- und Grundwasser vor Schad- und Schmutzstoffen. Eine Reihe von Schutzmaßnahmen muß außerhalb der Wasserwirtschaft greifen. Wenn die gesetzlich vorgegebenen Rahmenbedingungen eingehalten werden, kann dem Teilsystem der Wasserversorgung in Baden-Württemberg weitgehend Nachhaltigkeit bestätigt werden.

Für etwa 40% seiner Bevölkerung hat sich Baden-Württemberg durch die Nutzung von Alpenwasser in die Abhängigkeit von Oberliegern begeben. Dieser Schritt erscheint nur schwer reversibel. Die beiden „Standbeine“ der Wasserversorgung - lokales Wasser und Fernwasser - sind für das Land sowohl ökologisch als auch ökonomisch von Vorteil. Der Fernwasserbezug darf in Förder- und Empfängerregionen allerdings die Maximen nachhaltigen Wirtschaftens nicht verletzen. Dies gilt besonders hinsichtlich der Reinhaltung lokaler Grundwasservorkommen.

Ökonomische und technische Konzepte, die in Wassermangelgebieten Deutschlands erforderlich sind, lassen sich nicht ohne weiteres auf eine Wasserüberschußregion wie Baden-Württemberg übertragen. Ein Beispiel hierfür bildet die häusliche Nutzung von Brauch- oder Regenwasser. Die Vorschläge, die derzeit gemacht werden, bedeuten meist höhere Kosten und bergen ein hygienisches Zusatzrisiko. Uns erscheinen dagegen gesamtheitliche Ansätze der Regenwasserbehandlung, die Retention, Versickerung, oberflächliche Abführung und Nutzung miteinander kombinieren, aufgrund der daraus resultierenden geringeren Abwassermengen und der damit verbundenen Verbesserung der Gewässerqualität unter Aspekten der Nachhaltigkeit zukunftsträglicher als die isolierte Substitution von Trink- durch Dachablaufwasser (vgl. Kapitel 3 und 4 im Ergebnisband).

Wenn allerdings das global warming und die damit einhergehende Sommertrockenheit sich verstärken sollten, werden wir im Interesse der landwirtschaftlichen Erträge um eine Ausdehnung der künstlichen Bewässerung in weiten Teilen des Landes nicht herumkommen. In diesem Fall muß auch in Baden-Württemberg neu geprüft werden, wieviel Wasser durch anderweitige Sparmaßnahmen für eine nachhaltige Nutzung in der Landwirtschaft verfügbar gemacht werden kann.

Dipl. Biol. Nikolaus Geiler

AK Wasser im Bundesverband Bürgerinitiativen Umweltschutz e.V.

Notwendigkeit von Wassersparmaßnahmen in Baden-Württemberg - ökologische und ökonomische Aspekte

1. Notwendigkeit von Wassersparmaßnahmen

1.1 Warum überhaupt „Wassersparen“?

Baden-Württemberg gliedert sich in periphere „Wasserüberschußregionen“ im Westen (Oberrheingraben), im Süden (Bodensee) sowie im Südosten (Donauaue). Demgegenüber werden die zentralen Bereiche Baden-Württembergs aufgrund der geologischen Struktur als „Wassermangelgebiete“ eingestuft. Dazu zählen insbesondere der mittlere Neckarraum, Nordost-Württemberg, aber auch einzelne Regionen des Schwarzwaldes und insbesondere die Hochflächen der Schwäbischen Alb. Daß in den „Wassermangelgebieten“ trotzdem kein Mangel herrscht, ist den Fernwasserversorgungen zu verdanken deren erste (die Landeswasserversorgung) bereits vor über 80 Jahren in Angriff genommen wurde.

Die existenzielle Bedeutung der Fernwasserversorgung zur Sicherstellung der Wasserversorgung in Baden-Württemberg ergibt sich bereits aus folgenden Basis-Daten: Für rund zwei Drittel der Bevölkerung des Landes sind die vier Fernwasserversorgungsunternehmen die Wasserversorgungsgrundlage oder die Ergänzung zur örtlichen Wassergewinnung. Die jährliche Abgabemenge der Fernwasserversorger liegt im Bereich zwischen 220 und 230 Mio cbm pro Jahr (Pressemitt. des Umweltministeriums Nr. 20/92 v. 24.01.94).

Sofern im vergleichsweise außerordentlich wasserreichen Bundesland Baden-Württemberg trotz der weiträumigen Fernwasserverbünde noch Engpässe bei der Wasserversorgung auftreten, resultieren die Probleme der Wasserversorgung überwiegend aus qualitativen Mängeln: Die Schadstoffeinträge aus Industrie, Verkehr und Landwirtschaft sowie die Verschärfungen der Grenzwerte haben dazu geführt, daß viele Wasserressourcen entweder überhaupt nicht mehr, oder nur noch mit großem Aufwand zu Trinkwasser aufbereitet werden können. Selbst in Ballungsräumen steht von der Menge her, theoretisch gesehen, genügend Wasser zur Verfügung - wenn nicht als Grundwasser, so doch als Oberflächenwasser. Beispielsweise wird

- der Großraum Stuttgart vom Neckar und
- der Großraum Mannheim von Neckar und Rhein

durchflossen. Bei entsprechender Schadstoffarmut dieser Flüsse ließe sich deren Wasser mit vergleichsweise geringem Aufwand zu Trinkwasser aufbereiten und könnte von der Menge her bequem den Wasserbedarf dieser Ballungsräume decken. In den meisten Ballungsregionen stünde sogar genügend Grundwasser zur Verfügung. Daß viele Regionen in Baden-Württemberg sich nur noch teilweise oder gar nicht mehr aus den eigenen Grundwasserressourcen versorgen können, läßt sich neben geogenen Gründen (viel zu hohe Härte, Mineralwasservorkommen) auf eine über viele Jahrzehnte hinweg erfolgte Kontamination der Grundwasser- und Oberflächenwasser-Ressourcen zurückführen.

(Im ländlichen Raum gibt es aber Dörfer und Weiler, die von Quellen abhängig sind, die aus oberflächennahen Grundwasservorkommen gespeist werden. Diese Aquifere - und damit auch die Quellen - reagieren sehr schnell auf Niederschlagsdefizite. Die in trockenen Sommern sehr stark nachlassende Schüttung dieser Quellen führt in den davon abhängigen Gemeinden - jenseits aller qualitativen Probleme - immer wieder zu Mangelsituationen oder läßt angesichts eines prognostizierten Bevölkerungszuwachses zumindest Mangelsituationen erwarten - siehe Anhang 3 und Anhang 7).

Vorrangiges Ziel einer zukunftsgerichteten Wasserwirtschaftspolitik muß es angesichts der überwiegend qualitativ verursachten Probleme deshalb sein,

- die noch intakt gebliebenen Wasserressourcen vor qualitativen Einbrüchen zu schützen und
- die Einzugsgebiete der kontaminierten Ressourcen wieder zu sanieren!

Im Hinblick auf diese „Vorrangziele“ kommt der rationellen Wassernutzung eine flankierende Funktion zu:

- „Wassersparen“ als Krisenmanagement
- „Wassersparen“ zur Befriedung des Widerstandes in den Förderregionen
- „Wassersparen“ zur Vermeidung ökologischer Schäden
- „Wassersparen“ zur Vermeidung von Sprunginvestitionen
- „Wassersparen“ für den Export von Hard- und Software, „Wassersparen“ zur Vereinheitlichung der Lebensbedingungen
- „Wassersparen“ aufgrund gesetzlicher Vorgaben

Im folgenden soll die Stichhaltigkeit bzw. die Relevanz dieser sechs Wasserspar-Begründungen näher diskutiert werden:

1.2 „Wassersparen“ als Krisenmanagement

Vielerorts sind inzwischen die qualitativen Mängel in quantitative Mängel umgeschlagen. Da in der Nahregion nicht mehr genügend unbelastete oder nur gering belastete Ressourcen zur Verfügung stehen, müssen

- aufwendige Aufbereitungstechniken eingesetzt,
- Fern- und Gruppenwasserversorgungen auf- und ausgebaut,
- und als Krisenmanagement Wassersparmaßnahmen eingeleitet werden.

Unter dem Gesichtspunkt der Vorrangigkeit des Ressourcenschutzes dürfen die genannten Abhilfemaßnahmen die Sanierung kontaminierter Grundwassereinzugsgebiete und die Sanierung von Oberflächengewässern aber keinesfalls ersetzen. Die genannten Abhilfemaßnahmen sollten eher den Charakter einer Übergangslösung aufweisen, um die Zeiträume bis zum Erfolg von Sanierungsmaßnahmen zu überbrücken! „Wassersparen darf den Gewässerschutz nicht ersetzen!“ (Pohl (1993)).

Der Anschluß an Fernwasserversorgungen, der bislang als Lösung von quantitativen und qualitativen Versorgungsproblemen angesehen wurde, bietet nicht mehr in jedem Fall einen gangbaren Weg zur Beseitigung von Versorgungskrisen. Die Kapazitätserhöhung der Fernwasserversorgungen stößt in den Gewinnungsregionen nämlich zunehmend auf politische Akzeptanzprobleme. Eine beliebige Ausdehnung der Förderungen der Fernwasserversorger scheint derzeit jedenfalls kaum noch durchsetzbar. Überall dort, wo in den letzten Jahren von den Fernwasserversorgern Versuche unternommen wurden, neue Förderregionen zu erschließen, ist dies bislang am regionalen und lokalen Widerstand gescheitert (siehe Anhang 1). Es zeichnet sich somit ab, daß in den Regionen, in denen sich künftig noch Versorgungsengpässe ergeben, andere Lösungsstrategien eingeschlagen werden müssen. Ein rationellerer Umgang mit den Wasserressourcen könnte diesbezüglich eine Antwort auf die sich abzeichnenden Versorgungskrisen sein.

1.3 „Wassersparen“ zur Befriedung des Widerstands in den Förderregionen

Der Zwang zu einem rationelleren Umgang mit den Wasserressourcen ergibt sich somit auch daraus, daß die Förderregionen nicht mehr in jedem Fall bereit sind, ihre Wasserressourcen widerstandslos den „parasitären“ Ballungsräumen auszuliefern. Stadt-Land-Konflikte, inner- und interregionale Auseinandersetzungen um die Nutzung der Wasserressourcen haben sich in den letzten Jahren auch in Baden-Württemberg ergeben: Genannt seien beispielsweise¹

- die strittigen Maßnahmen, für die Bodensee-Fernwasserversorgung ein „zweites Standbein“ westlich von Bruchsal aufzubauen,
- die Proteste im Bodenseeraum, wo man sich aufgrund der Restriktionen, die sich aus den Trinkwasserentnahmen im Bodensee ergeben, als „Opferregion“ fühlt,
- die ebenfalls umstrittenen Pläne, im Hockheimer Rheinbogen, Rheinuferfiltrat für die Rhein-Neckar-Region zu fördern,
- der Widerstand gegen die geplanten Grundwasserentnahmen in der „Leutkircher Haid“,

¹ Zu den ersten fünf Punkten finden sich umfangreiche Detailerläuterungen im Anhang 1.

- die Auseinandersetzungen um die geplanten Grundwasserentnahmen im Illertal und
- die Konflikte um den Bau von Speichern für die Niedrigwasseraufhöhung des Neckars zur Bereitstellung von genügend Kühlwasserkapazität.

Maßnahmen zum rationellen Umgang mit den Wasserressourcen können insofern auch aus politischen Gründen notwendig werden, um den Widerstand in den Förderregionen zu befrieden (Heck (1990)). Nur wenn die urbanen Verdichtungsgebiete Erfolge beim Wassersparen nachweisen können, lassen sich die inner- und interregionalen Konflikte zwischen Förderregionen und Nutzerregionen abbauen (Röder (1993)):

Das Wasserversorgungsunternehmen muß nachweisen können, daß es sämtliche Möglichkeiten, die der Einsparung von Trinkwasser dienen, ausgeschöpft hat, bevor es neue Wassergewinnungsgebiete erschließt. (...) Großstädte müssen Übereinstimmung mit ihrem Umland finden, wenn sie dort ihr Wasser gewinnen wollen. (Pohl (1993)).

Und außerdem:

Wasserversorgungsunternehmen, die den sparsamen Umgang mit Trinkwasser aktiv fördern, genießen hohes öffentliches Ansehen. Sie stellen sich den Anforderungen aus Politik und Gesellschaft und entsprechen den Wünschen vieler ihrer Kunden. (Müller (1993)).

1.4 „Wassersparen“ zur Vermeidung ökologischer Schäden

Der Widerstand in den Förderregionen ergibt sich vielfach aus tatsächlichen oder vermeintlichen ökologischen Schäden, die auf die Wasserförderung zurückgeführt werden. Um die Übernutzung von Grundwasseraquiferen mit den daraus resultierenden Folgeschäden in der Ökologie zu vermeiden, sollte demzufolge ein sorgsamer Umgang mit den Wasserressourcen gepflegt werden.

Allerdings muß für Baden-Württemberg konstatiert werden, daß bislang zumindest noch kein einziger Fall aktenkundig geworden ist, bei dem es aufgrund von bewilligten Grund- oder Oberflächenentnahmen der öffentlichen Wasserversorgung zu Schäden in der Ökologie oder in der Landwirtschaft gekommen wäre. Die in der Umweltszene vielfach behaupteten ökologischen Schäden durch Grundwasserentnahmen lassen sich für Baden-

Württemberg nicht belegen. Anders sieht es teilweise bei industriellen Grundwasserentnahmen aus: Hier sind vereinzelt manifeste Schäden in der von den Absenkungstrichtern betroffenen Vegetation bekannt geworden (z. B. im Freiburger Mooswald infolge der Grundwasserentnahmen durch die RHODIACETA AG).

Daß keine ökologischen Schäden infolge der (Grund-)Wasserentnahmen der öffentlichen Wasserversorgung bekannt geworden sind, bedeutet natürlich nicht, daß es keine derartige Schäden gibt. So bedeutet z. B. jede Quellwassernutzung eine Reduzierung des Abflusses in den Quellbächen, was per se zu einer Einschränkung der Lebensräume der Quellbachfauna führt. Das Nichtbekanntwerden von ökologischen Schäden deutet aber darauf hin, daß diese Schäden im Vergleich zu anderen Beeinträchtigungen (z. B. infolge der Meliorationsmaßnahmen in der Landwirtschaft) vergleichsweise gering sein dürften.²

Soweit es die öffentliche Wasserversorgung betrifft, kann somit als Begründung für das Gebot der rationellen Wassernutzung die Ökologie derzeit nur sehr begrenzt ins Feld geführt werden. Ein ökologisch begründetes Gebot zur rationellen Wassernutzung im Bereich der öffentlichen Wasserversorgung läßt sich nur indirekt begründen - so z. B. aus Gründen der Einsparung von Energie- und stofflichen Ressourcen bei der Förderung, Aufbereitung und Verteilung von Roh- bzw. von Trinkwasser sowie bei der Abwasserklärung. Dabei müssen allerdings insbesondere die Auswirkungen eines verringerten Wasserverbrauchs auf die Abwasserreinigung differenziert gesehen werden (siehe Anhang 2).

„Wassersparen“ kann möglicherweise in ökologischer Hinsicht auch kontraproduktive Wirkungen entfalten: Manchen kommunalen Mandatsträgern und Bürgermeistern käme es offenbar ganz gelegen, wenn aufgrund signifikanter Wassersparererfolge einzelne Trinkwasserfassungen aufgegeben werden könnten. Anstatt sich mit dem politisch mühseligen Grundwasserschutz auseinandersetzen zu müssen, könnten die aufgegebenen Trinkwasserfassungsgebiete für Gewerbeansiedlungen, den Straßenbau bzw. für die Ausweisung von Neubaugebieten erschlossen werden (siehe Anhang 4). Die Aufgabe von Wasserschutz- oder Trinkwasserfassungsgebieten aufgrund eines zurückgehenden Wasserverbrauchs wäre in diesen Fällen als Rückschlag für den möglichst flächenweiten Grundwasserschutz zu werten.

2 Die externen Kosten der Wasserversorgung ergeben sich weniger aus ökologischen Schäden im Naturhaushalt als vielmehr aus den Produktionseinschränkungen in der Landwirtschaft (siehe § 19 (4) (WHG), der den Ausgleich für Landwirte aufgrund von Produktionseinschränkungen und -erschwernissen infolge der Wassergewinnung regelt; siehe baden-württembergischer „Wasserpfeffennig“ und die damit zusammenhängende „Schutzgebiets- und Ausgleichsverordnung“)!

In diesem Zusammenhang muß festgestellt werden, daß in vielen Fällen nur die Tatsache einer Grund- oder Oberflächenentnahme durch die öffentliche Wasserversorgung Gewässer- und Naturschutzbemühungen forciert hat. Wäre der Bodensee nicht der bedeutendste Trinkwasserspeicher im Rheineinzugsgebiet, dann wären die Bemühungen zum Gewässer- und Naturschutz dort sicher nicht so weit gediehen wie es inzwischen erfolgt ist. Nur in Regionen, aus denen Trinkwasser gewonnen wird, sind die Bemühungen, einen integrierten oder gar einen „kontrolliert biologischen“ Landbau durchzusetzen, hinlänglich von Erfolg gekrönt. Insofern kann festgehalten werden, daß in vielen Fällen nur die Trinkwassergewinnung der Garant für den Natur- und Gewässerschutz war (siehe Anhang 1).

1.5 „Wassersparen“ zur Vermeidung von Sprunginvestitionen

Ein erfolgreicher Wassersparkurs ermöglicht u.U., mit den vorhandenen Kapazitäten zur Wasserförderung, -aufbereitung und -verteilung auszukommen. Die Neuerschließung von zusätzlichen Wassergewinnungsgebieten bzw. der Anschluß an Gruppen- oder Fernwasserversorgungen kann dann vielleicht vermieden oder in seinem ursprünglich geplanten Umfang eingeschränkt werden. Investitionen in Wassersparmaßnahmen können somit im Einzelfall kostenaufwendige „Sprunginvestitionen“ erübrigen oder geringer ausfallen lassen. Im Idealfall sollten die Aufwendungen für das Wassersparen geringer sein als die anderenfalls anfallenden „Sprunginvestitionen“. Im Ergebnis würde sich eine Kostenminimierung für alle Akteure (Wasserwerke und Wasserkonsumenten) ergeben (LCP-Gedanke; vgl. Kapitel 2).

Für die Wasserwerke wirtschaftlich besonders interessant ist die Reduzierung des Spitzenbedarfs, auf den die Förder-, Aufbereitungs- und Verteilungs-Kapazitäten ausgelegt werden müssen. Schade (1989) verdeutlicht dies anhand der Jahresdauerlinie des Wasserbedarfs im Rhein-Main-Gebiet:

Um z. B. an weniger als 13 Tagen im Jahr 1984 absolute Verbrauchsspitzen abzudecken, die mengenmäßig nur 0,4 % der Jahresmenge ausmachen, benötigt man 20 % mehr an Maschinenausstattung. Die enormen Kosten liegen dabei auf der Hand.

1.6 „Wassersparen“ für den Export von Hard- und Software

In semiariden und ariden Regionen der Erde ergibt sich die Notwendigkeit zur rationellen Wassernutzung in ganz anderer Radikalität als bei uns in der wasserreichen Bundesrepublik. Wassersparende Hardware (von Produktionsanlagen bis zu Spararmaturen) und Software (wassersparende Produktionsweisen, Aufklärungskampagnen usw.) könnten sich nach Meinung einiger Autoren insofern auch zu „Exportschlägern“ entwickeln.

Die exportorientierte Industrie in der Bundesrepublik dürfte daher gut beraten sein, sich mit ‘Wasserspartechnologien’ auseinanderzusetzen (Möhle (1989)).

Tatsächlich ist in den Dritt-Welt-Staaten der Hauptwasserverbraucher die Landwirtschaft. Hier wäre es denkbar, daß Verfahren für wassersparende Praktiken in der Landwirtschaft exportiert werden können (à la Israel). Große Geschäfte sind dabei allerdings nicht zu erwarten. In erster Linie dürfte es sich dabei um eine Beratung handeln. Da es sich bei der landwirtschaftlichen Bewässerung in der Regel um eine Low-Tech handelt, dürften die dafür notwendigen Gerätschaften in den jeweiligen Ländern selbst herstellbar sein.

Die extrem großen Wasserverluste in den urbanen Zentren Osteuropas, in Südeuropa sowie in den Dritt-Welt-Staaten lassen sich ebenfalls mit bekannten Techniken und Verfahren signifikant verringern. Entsprechende Gerätschaften und Techniken können in den jeweiligen Ländern in der Regel selbst entwickelt und hergestellt werden. Insofern ergibt sich auch hier allenfalls ein Beratungsbedarf im begrenzten Umfang.

Interessanter für das Exportgeschäft sind wassersparende Produktionstechniken im industriell-gewerblichen Bereich. Entsprechende Exporte wären möglich, wenn bei den Schwellenländern in der Dritten Welt und bei den „Kleinen Tigern“ in (Süd-)Ostasien einerseits die Umweltgesetzgebung stringenter als bislang vollzogen wird und andererseits fehlende oder kontaminierte Wasserressourcen zu Produktionseinschränkungen führen. Vor allem in den Großagglomerationen (Süd-)Ostasiens wird es immer schwieriger Bevölkerung und Industrie mit dem notwendigen Wasser zu beliefern. Zeitweise Wassermengenprobleme bestehen u.a. auch in Japan und in den Golfstaaten.

1.7 „Wassersparen“ zur Vereinheitlichung der regionalen Lebensbedingungen

Nicht nur in (semi-)ariden Drittwelt-Staaten, sondern auch in einigen Regionen Ostdeutschlands müssen künftig weitgehende Schritte zur rationellen Wassernutzung durchgeführt werden. Dies betrifft insbesondere die vom Braunkohletagebau beeinflussten Regionen von Sachsen-Anhalt, Sachsen und Brandenburg. Als eines der wasserwirtschaftlichen Kriterien für die Sanierung der Braunkohletagebau-Regionen formulieren die BMU-Mitarbeiter Möbs und Maul (1994):

Sparsamster Umgang mit den Wasserressourcen, Beschränkung der Grundwasserentnahmen auf das Mindestmaß. (...) Alle technischen Möglichkeiten der Schonung der Grundwasservorräte sind zu nutzen. Die aus ökologischen Gründen und zur Wassernutzung notwendige Wasserhebung ist ebenfalls auf das unbedingt notwendige Maß zu begrenzen. Dazu sind die gegenwärtig bestehenden Wassernutzungen und Bedarfsansprüche zu überprüfen.

Um ein allzu starkes Auseinanderfallen der Pro-Kopf-Verbräuche in Ost- und Westdeutschland zu vermeiden, wäre zu überlegen, ob auch in Baden-Württemberg die Wasserressourcen sparsamer als bislang genutzt werden sollten. Demgegenüber wäre zu fragen: Warum dürfen in mit Wasser unterschiedlich ausgestatteten Regionen nicht auch die Verbrauchsgewohnheiten unterschiedlich sein? Die Frage läßt sich wohl nur politisch beantworten.

1.8 „Wassersparen“ aufgrund gesetzlicher Vorgaben

Inzwischen besteht ein engmaschiges Netz gesetzlicher Vorgaben, das allen Nutzern von Wasserressourcen einen haushälterischen Umgang mit dem Wasser abverlangt. Dies reicht von Allgemein-Paragrafen im Wasserhaushaltsgesetz (WHG) über entsprechende Paragraphen in den Landeswassergesetzen bis hin zu Verwaltungsvorschriften, die für den industriell-gewerblichen Bereich genaue Vorgaben für die allgemein anerkannten Regeln der Wassereinsparung und Abwasservermeidung enthalten (s. z. B. die „Allgemeinen Anforderungen“ in Anhang 22 und Anhang 40 der Rahmen-Abwasser-Verwaltungsvorschrift). Der Entwurf zur Novelle des baden-württembergischen Landeswassergesetzes enthält in § 43 c ebenfalls sehr weitgehende Vorgaben zum haushälterischen Umgang mit den Wasserressourcen. Details zu den gesetzlichen „Wasserspar-Vorschriften“ werden im Anhang 6 erläutert.

2. „Wassersparen“ unter ökonomischen Gesichtspunkten

2.1 Warum immer mehr Wasser „von alleine“ gespart wird

Neben den Abfallgebühren gehören die Abwassergebühren zu den Gebühren, die seit Jahren den stärksten Steigerungstrend aufweisen. Im Indirekteinleiterbereich hat dies dazu geführt, daß in verstärktem Ausmaß Wasser eingespart wurde und weiterhin wird. Aufgrund des hohen Fixkostenanteils in der Abwasserent- und der Frischwasserversorgung führt ein stagnierender oder gar zurückgehender Wasserabsatz aber „automatisch“ zu höheren Kubikmeterpreisen. Dies stimuliert wiederum weitergehende Wassereinsparungen. Die Folge dieses „Regelkreises“ ist ein „Wasserspar-Automatismus“. Dieser wird noch forciert, wenn nicht nur Industrie- und Gewerbe, sondern auch die Privathaushalte ihren Wasserverbrauch reduzieren. Dies führt zu noch rasanter steigenden Wasser- und Abwassergebühren. Der Druck zur Wassereinsparung ging und geht insbesondere von den Abwassergebühren aus, die in der Regel deutlich über den Trinkwasserbezugskosten liegen. Durch die Vorschriften zur weitergehenden Abwasserreinigung (Nährstoffeliminierung) ist auf der Abwasserseite ein weiterer Kostenanstieg vorprogrammiert. Alleine für die Westländer wird für die Nährstoffeliminierung („Dritte Reinigungsstufe“) ein Kostenrahmen von 25 Mrd DM abgeschätzt. Die Kanalsanierung für die Westländer wird auf ca. 90 Mrd. DM beziffert. Für Baden-Württemberg schätzt das Stuttgarter Umweltministerium den Finanzbedarf für die weitere Abwassersanierung auf 11 bis 13 Mrd DM in den nächsten 10 Jahren. So wird beispielsweise für die Phosphoreliminierung ein Finanzbedarf von 400 Mio DM angenommen; die Stickstoffeliminierung wird für Baden-Württemberg mit über 4 Mrd DM veranschlagt. Die aus diesen Sanierungsvorhaben resultierenden Investitions-, Betriebs- und Kapitalkosten werden zum größten Teil auf die Kubikmeterkosten umgelegt. Der „ökonomische Hebel“ von 300 Mrd DM für die gesamte Abwassersanierung in West- und Ostdeutschland (siehe Anhang 5) wird bei den Gebührenzahlern (seien es Privathaushalte oder Industrie- und Gewerbebetriebe) den Trend zum rationelleren Umgang mit den Wasserressourcen forcieren. Wie oben gezeigt, werden diese Einsparbemühungen aber zu noch höheren Kubikmeterpreisen führen.

2.2 Wann lohnt sich „Wassersparen“ für die Wasserwerke

Ob sich LCP-Strategien in der Wasserversorgung realisieren lassen, hängt vor allem von folgenden Faktoren ab:

- Wie hoch sind die Förder-, Aufbereitungs- und Verteilkosten?
- Über welche Reserven verfügt die Rohwasser-Ressource?
- Muß aufgrund von Zuwanderung oder anderer Faktoren mit einem signifikanten Mehrverbrauch gerechnet werden?
- Kommt es im Fördergebiet zu ökologischen Schäden oder ist dort mit erheblichem politischem Widerstand zu rechnen?

Im nachstehenden Wahrscheinlichkeitsraster werden diese Faktoren „verbal-qualitativ“ mit folgenden Wahrscheinlichkeitsaussagen bewertet:

- sehr gering
- gering
- vielleicht möglich
- möglich
- gut möglich
- wahrscheinlich
- sehr wahrscheinlich

Die Aussichten, daß ein Wasserversorgungsunternehmen LCP-Strategien mit betriebswirtschaftlichen Nutzen zur Anwendbarkeit bringen kann, sind bei der Bewertung „sehr gering“ minimal und steigen bis zur Bewertung „sehr wahrscheinlich“ über die genannten Zwischenstufen kontinuierlich an.

Wahrscheinlichkeitsraster über die Anwendbarkeit von LCP in der Wasserversorgung bei stagnierendem Verbrauch (in Klammer: Bei steigendem Verbrauch bzw. bei hohen ökologischen Schäden in den Gewinnungsgebieten)		
	hohe Reserven	niedrige Reserven
niedrige Förder-, Aufbereitungs- und Verteilkosten	sehr gering (gering)	möglicherweise (gut möglich)
hohe Förder-, Aufbereitungs- und Verteilkosten	möglicherweise (gut möglich)	wahrscheinlich (sehr wahrscheinlich)

Ob und in welchem Umfang sich ein LCP-Vorgehen für ein WVU unter betriebswirtschaftlichen Aspekten lohnen kann, läßt sich beispielhaft anhand folgender Annahmen überschlägig berechnen:

Ein „Wassersparpaket“ (WSP) nach Frankfurter Vorbild kostet pro Haushalt etwa 100.- DM. Dieses Wassersparpaket besteht aus Durchflußbegrenzern, Sparduschkopf und Umrüstsatz für das WC (incl. Einbaukosten durch einen Installateur). Mit diesem „Wassersparpaket“ kann der Wasserverbrauch pro Einwohner und Tag von 140 l auf 120 l reduziert werden. Wird dieses „Wassersparpaket“ durch den Einbau eines Wohnungswasserzählers (DM 300.-) ergänzt, dann kostet dieses „erweiterte Wassersparpaket“ (eWSP) ca. 400.- DM. Mit dem „erweiterten Wassersparpaket“ kann der tägliche Pro-Kopf-Wasserverbrauch von 140 l auf 100 l reduziert werden. Ferner wird angenommen, daß im Durchschnitt ca. 3 Personen in einem Haushalt wohnen. Die Umrüstkosten belaufen sich demzufolge auf ca. 33.- bzw. auf ca. 133.- DM pro Person. Bei der Berechnung des betriebswirtschaftlichen Nutzens für das WVU wurden zwei Fälle angenommen: Während in einem Fall davon ausgegangen wird, daß die Gestehungskosten bei 0,20 DM/cbm liegen, werden im zweiten Fall Gestehungskosten von 1,00 DM/cbm zugrunde gelegt.

Maßnahme	Umrüstkosten in DM	Wassereinsparung		Einsparung bei 0,20 DM/cbm	beim WVU bei 1,00 DM/cbm
		pro Tag (l/d)	pro Jahr (cbm/a)		
„WSP“	33,3	20	7,3	1,46	7,30
„eWSP“	133,33	40	14,6	2,92	14,60

Sofern das WVU die Umrüstkosten übernimmt, würde sich die betriebswirtschaftliche Amortisation (ohne Verzinsung des eingesetzten Kapitals und ohne Abschreibung!) beim „Wassersparpaket“ auf

- 22,8 Jahre bei Gestehungskosten von 0,20 DM/cbm und auf
- 4,6 Jahre bei Gestehungskosten von 1,00 DM/cbm

belaufen. Beim „erweiterten Wassersparpaket“ würden sich die Amortisationszeiten auf

- 45,7 Jahre bei Gestehungskosten von 0,20 DM/cbm und auf
- 9,1 Jahre bei Gestehungskosten von 1,00 DM/cbm

belaufen.

Wird ferner angenommen, daß in der vom WVU versorgten Kommune 200.000 WasserkonsumentInnen leben, dann ergeben sich folgende Investitionskosten:

Maßnahme	Wassereinsparung in cbm/a	WVU-Investitionskosten in DM	jährliche Einsparung	
			bei 0,20 DM/cbm	bei 1,00 DM/cbm
„WSP“	1,46 Mio.	6,7 Mio.	292.000 DM	1,5 Mio. DM
„eWSP“	2,92 Mio.	26,7 Mio.	584.000 DM	2,8 Mio. DM

Um überhaupt in die Nähe betriebswirtschaftlich vernünftiger Amortisationszeiträume zu gelangen, müßten sich die Gestehungskosten für das WVU auf mindestens 2,00 DM/cbm belaufen. Dann würden sich Amortisationsfristen ergeben, die

- beim „Wassersparpaket“ bei 2,3 Jahren und
- beim „erweiterten Wassersparpaket“ bei 4,6 Jahre

liegen. Diese Amortisationszeiträume verstehen sich wohlgernekt noch ohne Abschreibung und Verzinsung des eingesetzten Kapitals! Derart hohe Gestehungskosten ergeben sich aber nur dann, wenn sich hohe Sprunginvestitionen amortisieren müssen. Bei der in der Trinkwasserversorgung üblichen Verteilung von Fixkosten und variablen Kosten von ca. 80 % zu 20 % liegen die variablen Kosten normalerweise eher im Pfennigbereich.

Anzumerken bleibt ferner, daß sich in einer volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung auch dann ein Gewinn ergeben kann, wenn sich unter rein betriebswirtschaftlicher Betrachtung ein Verlust für das WVU ergibt. Ferner müßten noch die eventuellen betriebswirtschaftlichen Einsparungen bei der Abwasserentsorgung berücksichtigt werden.

2.3 Vom Trenderdulder zum Trendgestalter

Wasser wird aufgrund des immer rasanter erfolgenden Gebührenanstiegs „von alleine“ gespart, ohne daß es hierzu regelnder Eingriffe auf der administrativen Ebene bedarf. Die Wirkung eines effektiven LCP-Konzepts müßte somit darin bestehen, über die „automatisch“ erfolgenden Einsparungen hinauszugehen. Dies könnte u.a. dadurch erfolgen, daß die Wasserversorgungsunternehmen (WVU) diesem Wassereinspar-Trend nicht tatenlos zusehen, sondern versuchen, den Trend aktiv zu steuern und zu gestalten. Wenn die Wasserwerke nicht selbst kreativ in diesen Trend eingreifen, werden dies andere Akteure (z. B. auf Wasser- und Abwassereinsparungen spezialisierte Ingenieurbüros) übernehmen. Die Wasserwerke müssen den Ärger bei den Konsumenten über die ständig steigenden Abwasser- und Trinkwassergebühren sozusagen „ins Positive“ wenden. Die Wasserwerke könnten aufzeigen, daß nur diejenigen der Gebührenschaube entgehen können, die alle Register der rationellen Wassernutzung ziehen. Das hierzu benötigte Know-how könnten die Wasserwerke dann gleich anbieten, um über diese Serviceleistung die Umsatzrückgänge beim Wasserkonsum zumindest teilweise zu kompensieren.

Beispielhaft könnte diesbezüglich das „Contracting“ werden, mit dem die Marketingagentur MKS der Frankfurter Stadtwerke im Herbst 94 auf das Frankfurter Beherbergungsgewerbe zugehen will: Die Stadtwerke wollen den Hotels und Pensionen zunächst kostenlos wassersparende Armaturen einbauen. Dafür müssen sich die Hotels verpflichten, einen Teils des Betrages, um den sich ihre Wasserechnung reduziert, an die Stadtwerke zu überweisen - aber nur so lange, bis die Kosten für den Einbau inclusive Zinsen und eine Provision für das Versorgungsunternehmen beglichen sind. Danach fällt der Ersparnisbetrag dem Hotel vollständig zu. Bei Voruntersuchungen hatte sich herausgestellt, daß besonders Messegäste, die 300 oder 400 DM pro Nacht bezahlen, im Hotel durchschnittlich zehn Minuten länger duschen als zu Hause. Ein Kettenhotel mit 600 Betten gab z. B. an, bis vor kurzem rund 223.000 Mark jährlich an Wasserkosten bezahlt zu haben. Bis zu 80 % des Verbrauchs seien direkt von den Gästen verursacht worden. Nach der Umrüstung auf wassersparende Armaturen sei der Verbrauch in diesem Hotel von

750 l pro Gast und Übernachtung auf 450 l reduziert worden. Eine weitere Verringerung auf 350 l sei möglich. (Zum Vergleich: Durchschnittswasserverbrauch pro Einwohner und Tag in der BRD: ca. 135 l.) In dem betreffenden Hotel hatten sich die Umrüstkosten bereits in weniger als einem Jahr ausgezahlt. Rechnet man diese Daten auf die rd. 3,5 Mio jährliche Übernachtungen in Frankfurt um, ergäbe sich ein theoretisches Einsparpotential von rd. 1,3 Mio m³ im Jahr. (Zum Vergleich: Jahreswasserverbrauch in Frankfurt: ca. 60 Mio m³) (Frankfurter Rundschau, 30.9.94). Mit diesem Frankfurter Modell wird das „Contracting“ wohl erstmals in der Bundesrepublik vom Energiebereich auf den Wasserversorgungsbereich übertragen.

Um den Konsumentenärger über die Gebührenschaube „ins Positive“ zu wenden, müßten die WVU auch intensiv die „Bewußtseinschiene“ fahren. Die Konsumenten müssen innerlich davon überzeugt sein, daß „Wassersparen“ notwendig und sinnvoll ist und erfolgreich zum Nutzen aller praktiziert werden kann - von jedem! Dieses Ziel ist alleine auf der Subventionsschiene nicht zu erreichen. Hier muß aktives Marketing, PR-Arbeit und Bewußtseinsbildung betrieben werden. In Ansätzen ist dies durch die Hamburger Wasserwerke erfolgt. Richtig erfolgreich wurde dies bislang in Deutschland aber nur von den Stadtwerken Frankfurt am Main praktiziert, die eine PR-Agentur mit dieser Aufgabe betraut haben.³

Nur wenn die Konsumenten bewußtseinsmäßig aufs „Wassersparen“ eingestimmt sind, können die WVU erfolgreich Know-how und „Wassereinspar-Technik“ verkaufen. In der Kommune, in der Gesellschaft muß ein „Wasserspar-Konsens“ vorhanden sein! Nur wenn dieser Konsens hergestellt werden kann, können LCP-Modelle, kann Technik erfolgreich praktiziert werden.

3 Kostenbetrachtungen im Rahmen eines LCP-Konzepts können zwar wichtige Grundlagen schaffen, aber niemals den überzeugenden Erfolg bringen. Diejenigen Wasserwerke, die den Wassersparkurs inzwischen am weitestgehenden betreiben, kamen im übrigen nicht primär über Kostenbetrachtungen auf diese „Schiene“ - sondern aufgrund des politischen Drucks, der aus dem zunehmenden Widerstand in ihren Förderregionen resultierte. LCP wird unter einer rein betriebswirtschaftlichen Betrachtung für ein WVU dann interessant, wenn sich die „Widerstandsvermeidung“ in den Förderregionen für die betriebswirtschaftliche Kosten-Nutzen-Betrachtung sozusagen monetarisieren ließe.

Literatur

- DVGW, Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches (1993): „DVGW-LAWA Kolloquium Ökologie und Wassergewinnung“. DVGW-Schriftenreihe Wasser Nr. 78, Eschborn, 247 S.
- Heck, R. (1990): „Trinkwasserversorgung und Ökologie“. GWF-WASSER/ABWASSER 12/90, S. 689 - 693.
- HLFU, Hessische Landesanstalt für Umwelt (1989): „Wassersparen - rationelle Wasserverwendung“. Seminar am 30.11.88 in Zusammenarbeit mit DVGW/BGW-Landesgruppe Hessen. Schriftenreihe der HLFU Nr. 85, A4, 89 S.
- Möhle, K.A. (1989 a): „Möglichkeiten der Wassereinsparung und rationellen Wasserverwendung“. In: HLFU (1989), S. 17 - 42.
- Müller, J. (1993): „Sinnvoller Umgang mit Trinkwasser als Voraussetzung für die Akzeptanz von Wassergewinnungsvorhaben - aus der Sicht der LAWÄ“. In: DVGW (1993), S. 173 - 178.
- Pohl, M. (1993): „Sinnvoller Umgang mit Trinkwasser als Voraussetzung für die Akzeptanz von Wassergewinnungsvorhaben - aus der Sicht der Wasserversorgungsunternehmen“. In: DVGW (1993), S. 179 - 184.
- Röder, R. (1993): „Regionale Wasserpolitik: Der mögliche Beitrag der Regionalpolitik zur Sicherung der Trinkwasserversorgung“. EURES discussion paper dp-21, Freiburg 1993, A4, 38 S.
- Schade, F.-D.(1989): „Die öffentliche Wasserversorgung in Hessen.“ In: Hessische Landesanstalt für Umwelt (HLFU): „Wassersparen - rationelle Wasserverwendung“. Seminar am 30.11.88 in Zusammenarbeit mit der DVGW/BWG-Landesgruppe Hessen. Schriftenreihe der HLFU Nr. 85, A4, 89 S., Wiesbaden, 1989, S. 6 - 16.

Im nachfolgenden Anhang 1 werden für einige vielzitierte Zeitungen folgende Abkürzungen benutzt:

- Stuttgarter Zeitung = St.Z.
- Zeitung für kommunale Wirtschaft = ZfK

Anhang 1

Die Fernwasserversorgung in Baden-Württemberg

Wegen der wachsenden Bedeutung der Fern- und Gruppenwasserversorgung für Baden-Württemberg sollen im folgenden einige dieser Wasserversorgungsstrukturen exemplarisch vorgestellt werden:

- **Die Bodensee-Wasser-Versorgung (BWV)**

Die Bodensee-Wasser-Versorgung (BWV) kann aus dem praktisch unerschöpflichen Reservoir des Bodensees schöpfen. Pro Tag werden im Durchschnitt 400.000 cbm entnommen. An Spizentagen kann die Entnahme bis auf 670.000 cbm ansteigen. Pro Jahr werden ca. 125 Mio cbm aus dem Bodensee gepumpt. Im Vergleich zum Volumen des Bodensees von 49,4 Mrd cbm und einem Zufluß von 11 Mrd cbm pro Jahr sind diese Entnahmen allerdings belanglos. Allein schon die Verdunstung übersteigt die durchschnittliche Entnahme um das Doppelte. Gemessen am Abfluß des Bodensees via Rhein beträgt die Entnahme durch die BWV allenfalls ein Prozent.

Die faktische Unerschöpflichkeit des Bodensees für die Trinkwasserversorgung macht es den Verfechtern des Wassersparens bei ökologisch orientierten Ratsfraktionen und Parteien, in der Umwelt- und Naturschutzbewegung sowie auch innerhalb der Behörden (z. B. in den Umweltämtern und Umwelt-Koordinations-Stellen) ungemein schwer, den haushälterischen Umgang mit Wasser plausibel zu machen. Denn es ist unmöglich, den Bodensee leerzutrinken!

Ferner sind die Verantwortlichen der Wasserwirtschaft froh um jeden Liter Fernwasser, der zu Niedrigwasserzeiten im Neckar-Einzugsgebiet verbraucht wird. Es sei in diesem Zusammenhang an den in den 50er und 60er Jahren diskutierten Bodensee-Neckar-Stollen erinnert. In den 80er Jahren wurde auch die Überleitung von Rheinwasser ins Neckareinzugsgebiet diskutiert. Als weitere Variante der Niedrigwasseraufhöhung stand zeitweise auch die Überleitung von Wasser aus der Trinkwassertalsperre „Kleine Kinzig“ im Schwarzwald zur Diskussion.

* Die größte Fernwasserversorgung der BRD

Die BWV versorgt über zwei Hauptleitungen ca. 3,5 Mio Menschen in Baden-Württemberg mit Trinkwasser. Die Marathonstrecke hat das Wasser für die Gemeinden des Neckar-Odenwald-Kreises zurückzulegen: Sein Transportweg beträgt vom Bodensee bis zu den Wasserhähnen 250 km. Insgesamt leitet ein System von 1.400 km langen Hochdruckleitungen das Bodensee-Wasser zu den einzelnen Verbraucher-Gemeinden. Die BWV ist damit die größte Fernwasserversorgung in der BRD.

Die Geschichte der BWV begann in den Trockenjahren 1947 und 1949, als im Land manchmal nur noch eine Stunde am Tag Wasser aus der Leitung floß. Inzwischen sind an der BWV 171 Mitgliedsgemeinden beteiligt, die über Bezugsrechte von 7.270 Litern pro Sekunde verfügen (St.Z., 29.01.92).

* Die Elefantenhochzeit BWV-FWR

Das Versorgungsgebiet expandierte stark, als die „Fernwasserversorgung Rheintal“ zum Jahresbeginn 1981 in die BWV integriert wurde: So kamen 1981 54 Mitgliedskommunen und zehn Zweckverbände neu in die Verbandsversammlung der BWV. Zu dieser Fusion zwischen Fernwasserversorgung Rheintal und BWV erklärte das baden-württembergische Landwirtschaftsministerium 1980 in einer Pressemitteilung:

*Für die dünn besiedelten, strukturschwachen Versorgungsbe-
reiche der FWR ergebe sich außerdem eine starke Entlastung
der Wasserbezugskosten. 'Damit tragen wir dem strukturpoli-
tisch bedeutsamen Gesichtspunkt einer weiteren Harmonisie-
rung der Wasserabgabepreise bei den Fernwasserversorgun-
gen in unserem Land Rechnung', betonte Umweltminister
Weiser. Er wies darauf hin, daß die beiden Verbände BWV
und FWR zur Sicherstellung der Wasserversorgung bis heute
rund 770 Mio Mark investiert haben. Das Land hat dazu über
220 Mio Mark an Investitionshilfen bereitgestellt.*

* Kooperation zwischen Landes- und Bodensee-Wasser-Versorgung
1978 kam es zu einer Kooperation zwischen der BWV und der
Landeswasserversorgung. Hierfür waren u.a. betriebswirtschaftli-
che Gründe maßgeblich. Untersuchungen hatten damals ergeben,

„daß neue Investitionen auf Jahre hinausgeschoben werden könnten, wenn beide Verbände in einer Kooperation ihre Anlagen und Kapazitäten optimal ausnutzen würden“ (St.Z., 31.01.78).

* Noch mehr Wasser aus dem Bodensee?

Auf der Verbandsversammlung 1983 erklärte Prof. Naber als Direktor der BWV, daß aufgrund der abflachenden Wasserverbrauchskurve eine dritte Leitung vom Bodensee ins Land hinein nicht notwendig sei. „Erst in den neunziger Jahren, so Naber, wird es notwendig sein, die Kapazitäten der BWV zu erhöhen“ (St.Z., 06.08.83). „Um noch Bodenseewasser entnehmen zu können, müssen wir die Genehmigung der anderen beiden Anliegerstaaten, Schweiz und Österreich, einholen. Und das können wir nur, wenn wir nachweisen, daß wir alle anderen Reserven in unserem Land genutzt haben“ (BZ, 19.10.83). Allerdings erklärte Verbandsvorsitzender OB Rommel bereits auf der Verbandsversammlung 1985: „Die erlaubte Entnahmemenge aus dem Bodensee wird noch lange reichen“ (St.Z., 06.02.85). Gegenwärtig kann die BWV täglich bis zu 670.000 cbm aus dem Bodensee abpumpen. Durchschnittlich werden aber nur etwa 51 % dieser Menge gefördert (St.Z., 06.02.85). Aufgrund der stagnierenden Wasserverbräuche hat sich an diesen Zahlen und Relationen bis heute grundsätzlich nichts geändert.

* „Zweites Bein“ im Rheintal

Trotz der unausgeschöpften Entnahmerechte aus dem Bodensee pocht die BWV auf die geplante Entnahme von Rheinuferfiltrat nördlich von Karlsruhe: „Die Sicherheit der Wasserversorgung, insbesondere im nordwestlichen Baden-Württemberg, verlange dringend nach einem ‘zweiten Bein’“ erklärte Prof. Naber 1987 auf der 40. Verbandsversammlung der BWV (St.Z., 03.02.87).

Dipl.-Ing. Gerold Damm von der BWV begründete die geplante Entnahme im Oberrheingraben ebenfalls überwiegend mit Sicherheitsaspekten:

Nicht die spezifische Verbrauchserhöhung ist dafür maßgebend, sondern die Notwendigkeit, überall dort Zuschußwasser zu liefern, wo die Eigenvorkommen durch Umwelteinflüsse - in erster Linie durch Nitrat und CKWs - aufgebessert werden müssen. Schwerer als die Mengenprobleme wiegen die Si-

cherheitsaspekte. Wie an einer Nabelschnur hängt der Versorgungsraum der BWV an den 2 Leitungen vom Bodensee.

Gegen dieses Projekt der Rheinuferfiltratentnahme hat sich jahrelanger Widerstand geregt. Eine „Schutzgemeinschaft badischer Rheintalgemeinden“ befürchtete Grundwasserabsenkungen und -Schäden wie im Südhessischen Ried. Unterstützung bekamen diese Gemeinden durch den Gernersheimer Landrat Joachim Stöckle, der auch Schäden auf dem linksrheinischen Gebiet befürchtete. Zudem liegt gegenüber von der geplanten BWV-Entnahme die Hördter Rheinaue. In diesem größten Naturschutzgebiet von Rheinland-Pfalz wollte auch die Wasserversorgung Südpfalz Wasser abpumpen. Diese Entnahmen hätten zwar weit geringer als die ursprünglich geplanten Entnahmen der BWV gelegen, hätten aber trotzdem zu Beeinträchtigungen der Hördter Rheinaue geführt. Diese Ergebnisse bewogen die Wasserversorgung Südpfalz von der zunächst vorgesehenen zentralen Entnahme bei Hördt auf ein „dezentrales Konzept“, das auch andere südpfälzische Bereiche einbezog, überzugehen.

Die abflachende Wasserverbrauchskurve sowie die links- und rechtsrheinischen Proteste veranlaßten die baden-württembergische Landesregierung und die BWV die ursprünglich angestrebten Entnahmemengen von 1.000 l/s (später sogar 2.000 l/s) auf 200 bis 300 l/s herunterzuschrauben. Spitzenentnahmen bis 1.000 l/s behielt sich die BWV aber weiterhin vor. Die Entnahme nördlich von Karlsruhe soll nur noch der Deckung von Verbrauchsspitzen und der Versorgung der nordbadischen und nordwürttembergischen Verbandsmitglieder dienen. Bei der Veröffentlichung des „Sonderplans Wasserversorgung“ ging Landwirtschaftsminister Weiser 1978 noch davon aus, daß im Rheintal 100 Mio cbm/a zusätzlich gefördert werden könnten (St.N., 27.10.78). Anfang der 80er Jahre war demgegenüber nur noch von 6 bis 8 Mio cbm/a die Rede. Die FWR war noch von einer Fördermenge von 40 Mio cbm pro Jahr ausgegangen.

In der Landtags-Drs. 10/5153 v. 24.04.91 wurden die geplanten Entnahmen auf der Gemarkung Linkenheim-Hochstetten (westlich von Bruchsal) wie folgt aktualisiert:

Die Entnahme ist für die Spitzenabdeckung im Sommer und aus Sicherheitsgründen notwendig. Mit dieser Maßnahme

kommt die BWV ihrem Auftrag zur Sicherstellung der Wasserversorgung im nordbadischen und nordwürttembergischen Raum nach, den sie nach Zusammenlegung von FWR und BWV übernommen hat. (...) Die Förderung von rheinnahem Grundwasser (Uferfiltrat und landseitig zufließendes Grundwasser) soll maximal 1.200 l/s betragen. Dieses Maximum soll jedoch nur in den Hauptverbrauchsmonaten Mai, Juni und Juli zur sicheren Abdeckung von Bedarfsspitzen entnommen werden. Diese Zeit fällt häufig mit einer erhöhten Wasserführung des Rheins zusammen, weshalb damit zu rechnen ist, daß sich eventuelle Auswirkungen der geplanten Wasserentnahme auf den Grundwasserhaushalt minimieren lassen. Während der verbleibenden Monate soll lediglich eine Grundlast von 200 bis 300 l/s gefördert werden. Insgesamt ist eine Jahresentnahme von 8 bis 10 Millionen cbm geplant. Das entspricht weniger als 7 % der derzeitigen Jahresabgabe der BWV.

Als Begründung für die Notwendigkeit eines „Zweiten Standbeines“ wird in der Landtags-Drs. 11/2119 v. 22.06.93 ausgeführt:

In den Versorgungsbereichen des Zweckverbandes Wasserversorgung Nordostwürttemberg (NOW) und dem heute zur Bodensee-Wasserversorgung (BWV) gehörenden Bereich der früheren Fernwasserversorgung Rheintal stoßen die bestehenden Versorgungseinrichtungen bereits an Kapazitätsgrenzen; entsprechende Anpassungsmaßnahmen in diesen Bereich sind in naher Zukunft erforderlich. (...) Bei höheren Abgaben zeigen sich nach Angaben des Zweckverbandes Bodensee-Wasserversorgung schon heute im bestehenden System immer wieder Engpässe im Versorgungsbetrieb. So ergeben sich zum Beispiel bei der Einspeisung des Hochbehälters Stromberg über die Nebenleitung Pforzheim und den Hochbehälter Wimsheim in verbrauchsstarken Zeiten Schwierigkeiten, denen in den vergangenen Jahren mit bau- und betriebstechnischen Maßnahmen nur unzureichend begegnet werden konnte.

Aufgrund des inhaltlichen Widerstands in der geplanten Entnahmeregion (aber auch in der Administration) konnte das Projekt „Zweites Standbein“ bislang nicht realisiert werden. Ein vorbereiteter Antrag auf Bewilligung der Uferfiltratentnahme wurde von der BWV noch nicht gestellt.

* Die normative Kraft des Faktischen

Bei der BWV ist man der Ansicht, daß die Wasserversorgung aus dem Bodensee für Ba.-Wü. eine so landesweite Bedeutung hat, „daß ohne sie eine geregelte Versorgung nicht mehr denkbar und auch nicht durchführbar ist“ (Dipl.-Ing. Wolfgang Hähnig, Zweckverband Bodensee-Wasserversorgung: „Schutzgebiet für Trinkwasser“.In: Bodenseehefte 1986, S. 16-19).

Im mittleren Neckarraum, der sowohl von der BWV als auch von der LW mit Trinkwasser versorgt wird, kann die Bevölkerung nur noch zu 35 % mit eigenem Grundwasser versorgt werden (s. Drs. 8/3927). In der Landeshauptstadt Stuttgart beträgt der Eigenversorgungsgrad gar nur noch ca. 10 %.

Daß hinter dem Ausbau der BWV zumindest in der Vergangenheit nicht gerade der ungebremste Wille zum sparsamen Gebrauch des Wassers stand, wurde beispielsweise auf der 30. Verbandsversammlung der BWV im Januar 1978 deutlich. Damals freute sich der stellvertretende Geschäftsführer der BWV, Dipl.-Ing. Hähnig, daß in der Durchschnittsförderung „die langjährige Stagnation überwunden“ worden sei (St.Z., 31.01.78).

* Die Spitzen kappen

Und auch heute noch vermuten kritische Mitarbeiter in den Umweltämtern, daß die BWV gar nicht wisse, wohin mit dem vielen Wasser. Insofern könne die BWV gar kein Interesse am Wassersparen haben (vgl. das Kapitel über den Wasserpreis in der vorliegenden Studie). Prof. Naber von der BWV konterte derartige Vorwürfe mit der Bemerkung, daß auf einer der letzten Verbandsversammlungen die Mindestabnahmekontingente gesenkt wurden und daß ein allzuhoher Wasserdurchsatz von Seiten der BWV schon aus technischen Gründen überhaupt nicht angestrebt werde. Aufgrund der hohen kinetischen Energie der Wassermassen in den großkalibrigen Rohrleitungen käme es nämlich zu schwer beherrschbaren Druckstößen.

Dies gilt wohl vor allem für die Spitzenbelastung, auf die Gewinnungs-, Aufbereitungs- und Transportanlagen dimensioniert werden müssen. Insofern hat die BWV ein Interesse an einem möglichst gleichmäßigen Wasserabsatz mit möglichst kleinen „Tälern“ und „Spitzen“. Diesem Wunsch kommt das große Verteilungsgebiet der BWV teilweise entgegen. Denn je größer das Verteilungsgebiet einer Fernwasserversorgung ist, desto mehr gleichen sich „Täler“ und „Berge“ in den unterschiedlich strukturierten Abnahmegemeinden gegenseitig aus. Zudem können durch Tages- oder Stundenspeicher im Verteilungsnetz die Spitzen bei Gewinnung, Aufbereitung und Transport weiter abgebaut werden. Sollten Wassersparmaßnahmen zu einer noch weitergehenden Eliminierung der Spitzen führen, dann hätte die technische Geschäftsleitung der BWV hiergegen überhaupt nichts einzuwenden.

* 60 % Kapitalkosten bei der BWV

Die BWV selbst darf laut Satzungen keine Gewinne machen. Trotz dem gibt es jemanden, der am Durst der Württemberger verdient. Dies sind die Banken. Denn die Investitionskosten für die teuren Anlagen der Fernwasserversorgung werden teilweise über Kredite vorfinanziert. Die Kosten, die der Zweckverband auf seine Mitglieder umlegt, bestehen demzufolge zu 60 Prozent aus Kapitalkosten, 20 Prozent sind Stromkosten, der Rest Personal-, Instandhaltungs- und sonstige Kosten. Die Kapitalkosten setzen sich neben den Abschreibungen aus Zinsen zusammen, die an die Kreditgeber abgeführt werden. Der Finanzplan der BWV sieht für den Zeitraum von 1991 bis 1995 Investitionen in Höhe von 321,2 Mio DM vor (St.Z., 29.01.92).

* Vom Durstlöcher zum Nitratverdünner

Das vergleichsweise saubere Bodensee-Wasser wird zunehmend benötigt, „um trübe Grundwässer aufzufrischen“ (wie dies die St.Z. am 17.1.84 salopp ausdrückte): „Während die Eigenversorgung der 153 Mitglieder der BWV zunehmend darunter leide, daß das Grundwasser stark mit Schadstoffen belastet sei, die von der Oberfläche ins Wasser sickern, bliebe der Bodensee von solchen Schäden verschont“.

Und ein Jahr später titelte die Stuttgarter Zeitung: „Vom Durstlöcher zum Nitratverdünner“:

Die Bodenseewasserversorgung hat eine neue Aufgabe: 26 Jahre nach ihrer Gründung ist sie vom reinen 'Durststiller' inzwischen auch zum 'Nitratverdünner' geworden. Hatten vor Jahren noch Kommunen mit spärlich sprudelnden Trinkwasserquellen den Zweckverband Bodenseewasserversorgung als sicheres 'zweites Standbein' ihrer Wasserversorgung im Auge, so liebäugeln sie inzwischen mit dem Naß aus dem Schwäbischen Meer, um damit ihr oft stark nitrathaltiges Quellwasser auf ein erträgliches Maß zu verdünnen (St.Z., 06.02.85).¹

Entsprechend wurde auf der Verbandsversammlung 1985 bekannt, daß einige Gemeinden ihre Kontingente am Bodenseewasser erheblich aufstockten. Die damals zunehmende Nitratproblematik war aber nur eine Ursache. Viele Abnehmer verwenden das nur neun Grad Härte aufweisende Bodenseewasser dazu, ihr aus eigener Förderung stammendes wesentlich härteres Wasser damit zu mischen. Die Absenkung einer bei vielen Trinkwasserkonsumenten unerwünscht hohen Härte ist ein zusätzliches qualitatives Argument, das für die Beimischung von Bodenseewasser spricht (St.Z., 11.09.90). Als Fallbeispiel kann hier der Zweckverband Wasserversorgung Döffingen-Dätzingen-Schafhausen im Landkreis Böblingen erwähnt werden. Dort wurde 1991 beschlossen, sich ab 1992 der BWV anzuschließen. Damit wurde es ermöglicht dem verhältnismäßig harten eigenen Wasser 35 % Bodenseewasser zuzumischen. Damit wurde die Wasserhärte, die zuvor bei etwa 22 Grad lag, deutlich abgesenkt. Neben der Absenkung der Härte war für den Anschluß aber auch die Erhöhung der Versorgungssicherheit maßgeblich (St.Z. 23.10.91).

Daneben gibt es aber auch immer noch Fälle, in denen sich Gemeinden wegen quantitativer Probleme an die BWV ankoppeln. Ein aktuelles Fallbeispiel hierfür ist die Trinkwasserversorgung in Triberg. Dort hatte sich im Wassermangelgebiet des westlichen Schwarzwald-Baar-Kreises die Versorgungssicherheit „prekär“ zugespitzt. Der Anschluß an die BWV wurde vom Regierungspräsidium (RP) Freiburg als „dringend notwendige Maßnahme“ eingestuft und mit erhöhten Zuschüssen gefördert (s. Pressemitteilung des RP Frbg. v. 20.09.91). Welchen Beitrag zur Versorgungssicherheit die BWV leistet, wurde in einigen Gemeinden 1990 offenkundig: Dort hatte die Überflutung der lokalen Trinkwassergewinnungsanlagen infolge des Februar-Hochwassers von 1990 zu Keimeinbrüchen geführt.

1 Vgl. die parallele Entwicklung im Bereich des Zweckverbandes Wasserversorgung Kurzpfaß!

Nur dank des Anschlusses an die BWV konnte die Trinkwasserversorgung trotzdem aufrechterhalten werden (ZfK 3/91).

Abseits qualitativer und quantitativer Probleme spielen aber oftmals auch ökonomische Gesichtspunkte eine Rolle, wenn sich Gemeinden an die Fernwasserversorgung anschließen: „Immer mehr Gemeinden schließen aus wirtschaftlichen Gründen ihre eigenen Wasserwerke und verzichten ganz auf die ortsnahen Wasservorkommen“, faßte die Südwest Presse am 22.07.91 die Ergebnisse einer entsprechenden Studie des Statistischen Landesamtes zusammen.

* Der nördlichste Landkreis am südlichsten See?

Die zunehmende Belastung der Grundwasserressourcen mit Nitrat führte Ende der 80er Jahre dazu, daß sogar Wertheim, das das äußerste „Nordlicht“ Baden-Württembergs bildet, an die BWV angeschlossen werden sollte. Im Rahmen einer Gesamtkonzeption zur Sicherung der Trinkwasserversorgung sollte ein Großteil des Main-Tauber-Kreises mit Bodenseewasser versorgt werden. Die Kosten hierfür hätten sich auf 65 Mio DM belaufen. Der Anschluß an die BWV wäre hauptsächlich durch ein Sonderprogramm des Landes Baden-Württemberg für den Main-Tauber-Kreis finanziert worden. Aus eigener Kraft hätten die Gemeinden dieses nördlichsten Landkreises von Baden-Württemberg die Millionen für den Anschluß an das nitratarme Bodensee-Wasser nicht aufbringen können. Ende der 80er Jahre lag der Eigenversorgungsgrad im Main-Tauber-Kreis noch bei 90 %. Angesichts der ständigen steigenden Nitratgehalte in vielen Entnahmefrühen schien aber auch hier das Ende der Wasser-Autarkie eingeläutet zu sein. Die Ausnahmegenehmigungen zum Weiterbetrieb der Brunnen bei Überschreitung des 50 Milligramm-Grenzwertes wurden nur auf maximal drei Jahre ausgestellt, wobei die Gemeinden alle halbe Jahre einen Neuantrag einreichen mußten.

Der Anschluß an die BWV war aber in Wertheim nicht mehrheitsfähig. Bürgerinitiativen hatten ein Bürgerbegehren durchgesetzt. Die Mehrheit der abstimmenden Bürger wandte sich 1990 gegen den Anschluß und forderte stattdessen die Sanierung der Einzugsgebiete der lokalen Trinkwassergewinnungsanlagen.

* Der Bodensee unter der Käseglocke?

Politische Gremien und Teile der Bevölkerung zeigen nur geringes Verständnis für die Schutzmaßnahmen im Bodensee-Einzugsgebiet. Dort sei man eher der Ansicht, daß die Landesregierung das Bodensee-Einzugsgebiet unter eine „Käseglocke“ stecken wolle, damit die Württemberger im Mittleren Neckarraum weiterhin ungestört Bodenseewasser schlürfen können. Wenn im Nahbereich des Bodensees eine weitere Verdichtung gestoppt werden soll, wenn im Einzugsgebiet des Bodensees die Kläranlagen optimiert werden müssen, wenn sich die Einwände gegen die Industrialisierung der Bodenseeuferlandschaft häufen und wenn der aquatische Naturschutz am Bodensee immer weitere Forderungen stellt, dann ginge dies alles zu Lasten der Bodenseegemeinden - meinen zumindest maßgebliche Gemeinderäte und Regionalpolitiker.

Diese partikulären Regionalinteressen hätten zum Schaden des Gewässerschutzes und des aquatischen Naturschutzes am Bodensee noch leichteres Spiel, gäbe es die Trinkwasserentnahmen aus dem Bodensee nicht.

Denn die Trinkwasserentnahmen aus dem Bodensee waren der Hauptgrund für das milliardenteure Sanierungsprogramm für diesen See. Wären zwischenzeitlich nicht Mio Menschen vom Bodensee-Wasser abhängig, dann wäre die Sanierung des Bodensees vermutlich erheblich langsamer vorangetrieben worden.

Inzwischen fordern Parlamentarier aus dem Bodenseeraum zumindest eine „gerechte Lastenverteilung bei den Umweltschutzinvestitionen im Bodenseeraum.“ Wenn beispielsweise von den Kläranlagen im Bodensee-Einzugsgebiet zum Schutz des Trinkwasserspeichers überdurchschnittliche Leistungen abverlangt würden, dann müßten die sich daraus ergebenden Zusatzinvestitionen auch von den Nutznießern dieser Maßnahmen mitfinanziert werden. Diese Finanzierungszuschüsse im Rahmen eines „interregionalen Interessenausgleichs“ könnten beispielsweise durch Zusatzgebühren bei der BWV aufgebracht werden (s. Drs. 11/3109 und 11/4357, S. 38 - 41).

Literatur

Damm, G.: „Neuere Erfahrungen beim Bau von Brunnen und Pegeln am Oberrhein mit anschließendem Großpumpversuch“. In: WAR-Schriftenreihe Nr. 32 „Neuere Erkenntnisse beim Bau und Betrieb von Vertikalfilterbrunnen“, Darmstadt 1987, S.141 ff.

Mäckle, H.: „Die Entwicklung der Trinkwasseraufbereitung am Bodensee“. In: WASSER+BODEN 12/86, S. 603-609.

Jahresberichte der Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke Bodensee-Rhein (AWBR).

„Wasser aus dem Bodensee“ - PR-Broschüre der BWV.

Weitere Auskunft

ZV Bodensee-Wasserversorgung, Hauptstr. 163, 70563 Stuttgart, Tel.: 0711/973 22 22, Fax: 973 22 80.

- **Die Landeswasserversorgung (LW)**

Am 8. Juli 1912 unterzeichnete König Wilhelm der II. von Württemberg das Gesetz zur Gründung der staatlichen Landeswasserversorgung. Mit diesem Gesetz wurde die Regierung ermächtigt, in der Donauniederung nordöstlich von Ulm Grundwasser zu fassen. Die Mehrzahl der zu versorgenden Städte und Gemeinden waren im mittleren Neckarraum gelegen, wobei die Stadt Stuttgart größte Abnehmerin war und dies auch bis heute geblieben ist. Die LW versorgt außer dem Großraum Stuttgart auch weite Bereiche von Nordostwürttemberg mit zusammen 2,5 Mio Einwohnern. Durch die Vernetzung von BWV und LW können beim kurzfristigen Ausfall einer der Fernwasserversorgungen Teile des jeweils anderen Versorgungsgebietes mitversorgt werden.

Mit der Inbetriebnahme im Kriegsjahr 1917 war die LW die erste Fernwasserversorgung in Deutschland, mit der Trinkwasser aus einem Flußeinzugsgebiet in ein anderes Flußeinzugsgebiet mit Wassermangel übergepumpt wurde. Nach mehreren Erweiterungen liegt die Jahresabgabe derzeit bei 85 Mio cbm, wobei Tageslieferungen von mehr als 400.000 cbm erforderlich werden können (s.

Flinspach). Nach der BWV ist die LW der zweitgrößte Fernwasserversorger in Baden-Württemberg.

* Wasserraub im Tal der Iller

Bei der Veröffentlichung des „Sonderplans Wasserversorgung“ war Landwirtschaftsminister Weiser 1978 noch davon ausgegangen, daß Baden-Württemberg im Tal der Iller 50 Mio cbm/a zur Verfügung stehen würden. Eine Entnahme bis zu 1.100 l/s war vorgesehen. Neben Naturschützern machten sich auch CDU-Landtagsabgeordnete gegen die geplanten Wasserentnahmen stark. Den CDU-Abgeordneten lag besonders das Interesse der Landwirte am Herzen. Nach der Ausweisung entsprechender Wasserschutzgebiete hätten die Landwirte mit Restriktionen bei der Anwendung von Düngemitteln und Pestiziden rechnen müssen.

In den Folgejahren wurden die Annahmen über die Entnahmemengen im Tal der Iller jedoch relativiert:

Eine verantwortungsbewußte Bewirtschaftung eines Grundwasservorkommens muß von dem Grundsatz ausgehen, daß die Grundwasserentnahme deutlich unter der langfristigen Grundwasserneubildung bleibt. Im Erolzheimer Feld wurde diese mit etwa 50 Mio cbm/a ermittelt. Eine eventuelle Grundwasserentnahme müßte deutlich unter dieser Menge bleiben. (Drs. 9/1242).

Eine Akzeptanz fanden diese Pläne in der Region jedoch nicht. Als 1990 ruchbar wurde, daß im Illertal die Ausweisung eines 3.000 ha großen Wasserschutzgebietes geplant sei, kam sofort neuer Protest auf. In einem Schreiben an den zuständigen Regierungspräsidenten sprach sich der Biberacher Landrat und Landtagsabgeordnete Dr. Wilfried Steuer eindeutig gegen ein derart großes Wasserschutzgebiet aus. Damit würden zugunsten der LV vollendete Tatsachen geschaffen. Dagegen verwahre man sich im Illertal. Und die Memminger Zeitung v. 15.08.90 kommentierte die Schutzgebietspläne:

Auch die bayerischen Schwaben müssen wachsam sein! Immer noch gilt das württembergische Illertal als eine riesige Trinkwasserreserve für Nord-Württemberg, voran für die Landeshauptstadt Stuttgart. (...) Die bayerischen Wasserwirt-

schafts-Fachleute sind aufgerufen, wachsam das Treiben auf der württembergischen Illerseite zu beobachten. Die Politiker müssen rechtzeitig eingreifen können, wenn der Gefahr gewehrt werden muß. Das Illertal darf nicht versteppen.

* Bei Niedrigwasser läuft nichts mehr

Daß sich die Landeswasserversorgung überhaupt Gedanken über eine Grundwasserentnahme im Illertal machte, lag an einem Staatsvertrag zwischen Baden-Württemberg und Bayern. In diesem Staatsvertrag war bestimmt, daß eine Entnahme von Donauwasser zu Niedrigwasserzeiten nur dann zulässig sei, wenn Baden-Württemberg für einen Ausgleich sorgen würde. Das hätte bedeutet, daß Baden-Württemberg im Einzugsbereich der Donau Niedrigwasser-Speicher (Talsperren) mit einem Speichervolumen von 30 Mio cbm hätte errichten müssen, um in Niedrigwasserzeiten Zuschußwasser in die Donau einspeisen zu können. Da Baden-Württemberg dieser Verpflichtung NICHT nachkam, konnte die Landeswasserversorgung bei geringen Donauabflüssen in ihren bayrischen Entnahmegebieten nicht die volle Entnahmemenge entnehmen. Da es durchaus vorkommen kann, daß geringe Abflüsse in der Donau mit einem hohen Wasserverbrauch im Württembergischen zusammentreffen, konnte z. B. in sommerlichen Hitzeperioden für die Landeswasserversorgung ein Engpaß entstehen. Um dem vorzubeugen, sollten die erwähnten Reserven im Illertal erschlossen werden.

* Die Lösung

Inzwischen hat sich eine andere Lösung für diesen potentiellen Versorgungsengpaß ergeben: Im August 1992 trat der „Dritte Staatsvertrag mit dem Freistaat Bayern über Wasserentnahmen aus der Donau“ in Kraft. Der neue Staatsvertrag zwischen Baden-Württemberg und Bayern ermöglicht jetzt der Landeswasserversorgung jederzeit und ohne Einschränkung - also auch bei Niedrigwasser - die volle Entnahme von 2.300 Liter pro Sekunde Donauwasser. Im Gegenzug garantiert Baden-Württemberg eine Mindestwasserführung im Flußbett der Iller, die aus gewässerökologischen Gründen dringend geboten ist. Außerdem ermöglicht Baden-Württemberg durch Ausgleichsleistungen an den Bayerischen Naturschutzfond, daß der Wasser- und Naturhaushalt in dem in Bayern gelegenen schwäbischen Donaumoos verbessert wird. Die im Staatsvertrag fest-

gelegten Gegenleistungen werden nach der unterzeichneten Vereinbarung vom Zweckverband Landeswasserversorgung übernommen (Pressemitt. des Umweltministeriums Nr. 157/92 v. 17.08.92).

* Das Ende der Blau-Lauter-Gruppe

Unter den baden-württembergischen Fernwasserversorgern mußte die „Blau-Lauter-Gruppe“ im Vergleich zur BWV und zur LV geradezu als kleinräumig strukturierter Wasserversorger angesehen werden. „Nur“ 35 Städte und Gemeinden mit rund 330.000 Einwohnern aus den Landkreisen Esslingen, Göppingen und Reutlingen wurden von diesem Wasserversorgungsverband beliefert. Das Wasser stammte vor allem aus Karstquellen bei Blaubeuren. Daneben bestanden aber auch Bezugsrechte bei der LV.

1993 beschloß der „Zweckverband Wasserversorgung Blau-Lauter-Gruppe“, der seinen Sitz in Kirchheim/Teck hatte, sich nach 38 Verbandsjahren aufzulösen, um sich der LV anzuschließen. Für die Verbandsversammlung waren mehrere Gründe für die Fusion mit der LV maßgebend - vor allem die Kosten, die bei der Blau-Lauter-Gruppe 95,4 Pfennige pro Kubikmeter und bei der LV lediglich 66,7 Pfennige betragen. Ungünstig war auch der Anteil der Energiekosten, der beim Kirchheimer Verband auf 1,7 kWh/cbm angewachsen war gegenüber 0,5 kWh/cbm bei der LV (St.Z., 02.09.93, 13.11.93). Mit dem Ende der „Blau-Lauter-Gruppe“ gibt es in Baden-Württemberg somit nur noch vier Fernwasserversorger.

Literatur

Flinspach, D. (1987): „75 Jahre Landeswasserversorgung Stuttgart“. Vortrag anlässlich der „Wasserfachlichen Aussprachetagung Stuttgart 1987“.

Marotz, G. (1987): „75 Jahre Landeswasserversorgung“. In: Wasserwirtschaft 5/87, S. 247

Landtagsdrucksache 9/1242

Zeitung für kommunale Wirtschaft, 12seitiger Sonderteil „Lebensadern über die Alb, 75 Jahre Landeswasserversorgung, Stuttgart“, S. 23 - 34 in der Ausgabe vom Juli 87.

Weitere Auskunft

Zweckverband Landeswasserversorgung, Schützenstr. 4, 770182 Stuttgart, Tel.: 0711/21751, Fax: 2175-202.

- **Wasserversorgung Kurpfalz (ZWK)**

Mit den Stadtgebieten von Mannheim und Heidelberg ist der baden-württembergische Teil des Rhein-Neckar-Raums nach Stuttgart der zweitgrößte Verdichtungsraum des Landes. Auch im Raum Mannheim-Heidelberg ist der Grundwasserhaushalt mengen- und gütemäßig stark beansprucht. Während der Grundwasserspiegel aufgrund des zurückgehenden industriellen Grundwasserbedarfs in den letzten Jahren wieder erfreulich ansteigt (mit niederschlagsbedingten Schwankungen), bleiben die Güteprobleme prekär: Der Nitrat-Eintrag in den umliegenden landwirtschaftlichen Sonderkulturen (Spargel!) und die CKW-Belastung aufgrund von Altlasten und kontaminierten Fabrikgeländen (insbes. bei Heidelberg) sowie die potentielle Kontamination im Bereich der US-Kasernen und -übungsgelände (Käfertalerwald) bedrohen die Trinkwasserversorgung für 500.000 Einwohner des zentralen Rhein-Neckar-Raums.

Deshalb will der Zweckverband „Wasserversorgung Kurpfalz“ (ZWK), dem neben den beiden Großstädten Mannheim und Heidelberg auch Schwetzingen und Ketsch angehören, in den nächsten Jahren mehr und mehr auf die Grundwasservorräte in der Schwetzingener Hardt und dem Hockenheimer Rheinbogen zurückgreifen. Der ZWK wurde bereits 1965 gegründet. Die Verbandssatzung des Zweckverbandes sah und sieht die Möglichkeit vor, weitere Mitglieder mit gleichen Interessen in den Verband aufzunehmen. Zunächst war vorgesehen, ein Gemeinschaftswasserwerk im Bereich Grenzhof der Gemarkung Heidelberg zu errichten. Als sich jedoch zeigte, daß dort infolge der Neckar-Kanalisation eine Förderung von Wasser für die Trinkwassergewinnung nicht mehr möglich war, verlagerten sich die Anstrengungen des ZWK auf den südlichen Randbereich des Ballungsraumes Rhein-Neckar.

- * **Das Kind ist in den Brunnen gefallen**

Seit 1972 betreibt der Zweckverband das Wasserwerk in der Schwetzingener Hardt und hat hierfür die Bewilligung, jährlich bis zu 16 Mio cbm zu fördern. In der ersten Ausbaustufe beträgt die Jahresförderung jedoch nur 4 Mio cbm/a. 1986 wurden 3,5 Mio cbm gefördert. Das ZWK-Wasserwerk Schwetzingener Hardt ist jedoch nach dem Baukastenprinzip konzipiert, so

daß der weitere Ausbau für Wasserlieferungen an die Städte Heidelberg und Mannheim sowie an weitere Gemeinden im Rhein-Neckar-Raum kurzfristig durchführbar ist. Begründet werden diese potentiellen Wasserlieferungen vom ZWK folgendermaßen:

Wasserlieferungen über Fernleitungen sind heute nicht mehr im steigenden Wasserbedarf begründet, denn dieser stagniert nahezu - sondern vielmehr in der Bereitstellung von Mischwasser für die Minderung des Nitratgehaltes im Wasser und auch als mögliche Ersatzlieferung für mit Schadstoffen belastetes Grundwasser (u.a. mit CKW). (...) „Das Gemeinschaftswasserwerk in der Schwetzingen Hardt ist ein erster Schritt zur regionalen Wasserversorgung, wenn weitere Gemeinden vom Verband Wasser beziehen, deren örtliche Reserven erschöpft sind oder deren Wasser durch Grundwasserstörstoffe, wie u.a. Nitrat oder chlorierte Kohlenwasserstoffe (CKW), verunreinigt ist und eine eigene Aufbereitung nicht wirtschaftlich oder nicht durchführbar ist (Weiss & Bächle).

Nach dem Endausbau des Wasserwerkes Schwetzingen Hardt stehen Wasserreserven von guter Qualität nur noch im Hockenheimer Rheinbogen westlich der Stadt Hockenheim zur Verfügung. Ein erster Antrag auf Unterschutzstellung des Hockenheimer Rheinbogens als Wasserschutzgebiet wurde bereits 1973 gestellt. Nach Veröffentlichung des Antrages gingen von den betroffenen Gemeinden und insbesondere von der Landwirtschaft Einsprüche ein. Nach langwierigen Verhandlungen während einer Dauer von mehr als 7 Jahren wurde im Jahr 1978 der Antrag auf Festsetzung der Schutzgebiete erneut veröffentlicht. Die Rechtsverordnung zum Schutze der noch nutzbaren Grundwasserreserven im Hockenheimer Rheinbogen erlangte dann im Dezember 1980 Rechtskraft.

Nach den ursprünglichen Planungen hätte aus drei Brunnengalerien in ca. 1000 m Abstand vom Rhein Trinkwasser gewonnen werden sollen. Dies hätte ein ungefähres Mischungsverhältnis von zwei Drittel Uferfiltrat und einem Drittel echtem Grundwasser aufgewiesen (MM, 06.12.86).

* Stürzt der Dom zu Speyer ein?

Gegen die Ausweisung des teilweise landwirtschaftlich genutzten, teilweise als Gewerbe- und Wohngebiet vorgesehenen Hockenheimer Rheinbo-

gens als Wasserschutzgebiet hatte die Stadt Hockenheim zusammen mit den ebenfalls betroffenen Nachbargemeinden Neulußheim und Reilingen einen Normenkontrollantrag eingereicht. Die weitgehenden Schutzbestimmungen, so argumentierten die drei Gemeinden, griffen übermäßig und damit rechtswidrig in ihre Planungshoheit ein. Gewisse Gewerbezweige könnten nicht angesiedelt werden, es komme hierdurch zu Einschränkungen der Stadtentwicklung und die Landwirtschaft müsse Sonderauflagen bei Düngung und „Schädlings“-Bekämpfung auf sich nehmen.

Außerdem wurde bei der ab etwa 1990 (ursprünglich) vorgesehenen Wasserentnahme von jährlich rund 45 Mio cbm ein Absinken des Grundwasserspiegels mit tiefgreifenden Landschaftsschäden befürchtet. Auch die linksrheinische Stadt Speyer meldete Bedenken an, weil rund ein Viertel ihrer Grundwasserzuflüsse unter dem Rhein hindurch aus dem nordbadischen Untergrund kommt. Zeitweise wurden gar Befürchtungen laut, daß wegen eventueller Grundwasserabsenkungen der Speyerer Dom vom Einsturz bedroht sein könnte.

Der baden-württembergische Verwaltungsgerichtshof in Mannheim wies die Normenkontrollklage ab und stellte sich auf den Standpunkt, daß Hockenheim und seine Nachbargemeinden eventuelle Nachteile hinnehmen müssen, weil auf ihren Gemarkungen nun eben einmal überörtlich bedeutende Grundwasservorräte vorhanden seien. Im Interesse einer gesicherten Wasserversorgung der benachbarten Region müßten sie im Rahmen des Zumutbaren einseitige Lasten auf sich nehmen. Ein Eigentum am Grundwasser stehe niemandem zu (Aktenzeichen: 5 S 1359/81). Damit wurde die im Dezember 1980 vom Landratsamt erlassene Rechtsverordnung zur Unterschützstellung des Hockenheimer Rheinbogens gültig. Eine Revision wurde nicht zugelassen (St.N., 21.03.83).

Besonders erbost waren die Hockenheimer darüber, daß die Stadt Mannheim eigene Wasserreserven im Gebiet „Friesenheimer Insel“ nicht zur Verfügung stellt, weil dort bedeutende Gewerbeansiedlungen vorgesehen sind. „Wir werden uns auf jeden Fall auf die Füße stellen und dafür sorgen“, so erklärte das Hockenheimer Hauptamt auf Anfrage der Stuttgarter Zeitung, „daß aus dem Rheinbogen künftig nicht mehr Wasser entnommen wird, als unbedingt notwendig und vertretbar ist“ (St.Z., 17.03.83).

Zu den Hockenheimer Vorwürfen muß man allerdings einschränkend anmerken, daß das Grundwasser unter der Friesenheimer Insel schon lange nicht mehr zur Trinkwassergewinnung taugt. Aufgrund von Altlasten ist in diesem Gebiet die Ausweisung eines Trinkwasserschutzgebietes auch wenig sinnvoll.

Noch weiter als die Hockenheimer gehen DIE GRÜNEN in der betroffenen Region:

Der Grüne Kreisrat Adolf Härdle forderte, „daß ohne Not kein Uferfiltrat und kein Grundwasser aus dem Rheinbogen entnommen werden dürfe; dies müsse solange gelten, wie nicht durch das Ausschöpfen aller Wassersparmaßnahmen alle anderen realistischen Alternativen ausgeschöpft worden seien.“ (...) „Die Entnahme von Uferfiltrat und Grundwasser aus dem Hockenheimer Rheinbogen muß neu überdacht werden. Grundlagen dafür sollten Gutachten über mögliche ökologische Folgewirkungen der eintretenden Grundwasserabsenkung sowie über mögliche Einsparpotentiale (...) bilden.

* Das Fell des noch nicht erlegten Bären

Allerdings enthält die Reservatssicherung im Hockenheimer Rheinbogen noch nicht die Genehmigung für eine wasserrechtliche Entnahme von Wasser in diesem Gebiet - dies wird durch ein getrenntes, noch nicht beendetes wasserrechtliches Verfahren geregelt. Obwohl der Bär noch nicht erlegt ist, steht bereits fest, wie das Fell verteilt werden soll:

Die im Zweckverband Wasserversorgung Kurpfalz (ZWK) zusammengeschlossenen Verbandsmitglieder wollen das geförderte Wasser nach dem Endausbau wie folgt aufteilen:

- Energie- und Wasserwerke Rhein-Neckar AG, Mannheim, 51 %,
- Stadtwerke Heidelberg AG 28 %,
- Stadt Schwetzingen 16 % und
- Gemeinde Ketsch 5 % (ZfK 3/87).

Die Wasserförderung im Hockenheimer Rheinbogen soll stufenweise durchgeführt werden, um störende Eingriffe in den Naturhaushalt und die Ökologie erkennen bzw. ausschließen zu können. Das bedeutet, daß nicht alle drei Fördergalerien gleichzeitig in Betrieb genommen werden sollen. Vorerst soll nur ein Fassungsbereich in Anspruch genommen werden.

* Verkalkuliert

1985 ergaben neue Grundwassersimulationsberechnungen, daß die im Wasserwerk Schwetzingen Hardt angestrebte Fördermenge von 16 Mio cbm/a nicht realisiert werden kann, da im Einzugsgebiet dieses Wasserwerkes die Grundwasserneubildungsrate überschätzt worden war. Der dadurch bedingte Verzicht auf einen Vollausbau des Wasserwerkes Schwetzingen Hardt könnte nach Ansicht des ZWK einen vorzeitigen Ausbau des Wasserwerkes im Hockenheimer Rheinbogen zur Folge haben (MM, 06.12.85).

Diese Fehlkalkulation in der Schwetzingen Hardt wird sicherlich nicht das Vertrauen der Umweltschützer in die Exaktheit der Expertenaussagen stützen, nach denen bei den geplanten weiteren Grundwasserentnahmen im Rheintal rein gar nichts passieren könne.

Da unter Berücksichtigung mittlerer Niederschlagssummen ein Vollausbau des Wasserwerkes Schwetzingen Hardt derzeit nicht mehr zugelassen wird, soll die Entnahme in diesem Wasserwerk ab Ende 1988 zunächst nur mit 12 Mio cbm/a erlaubt werden. Die zusätzlichen Fördermengen werden dann in Mannheim und Heidelberg zur „Nitratminimierung“ eingespeist (ZWK).

* Mehr Druck für die Reinhaltung des Oberrheins

Im Kapitel über die Bodensee-Wasser-Versorgung wurde erwähnt, daß die Entnahme von Bodenseewasser für die Trinkwasserversorgung einen positiven Effekt auf die Sanierungsbemühungen des Bodensees hatte. Ein ähnlicher Effekt ist eventuell auch durch die Reservatssicherung Hockenheimer Rheinbogen auf die weitere Rheinsanierung zu erwarten. Der Zweckverband erklärte hierzu:

Der ZWK ist in der Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke Bodensee-Rhein (AWBR) tätig, um mitzuhelfen, daß die Rheinwasserqualität im Oberrhein weiter verbessert wird - der Rhein muß auf Dauer wieder zu einem möglichst natürlichen Fließgewässer werden; dazu sind alle Anlieger in der Schweiz, in Frankreich und in der Bundesrepublik aufgerufen (Weiss & Bächle).

Der Verbandsvorsitzende und Oberbürgermeister von Mannheim, Widder wettete denn auch nach der Sandoz-Katastrophe gegen die Rheinverschmutzer und „prangerte scharf“ das Herunterspielen und Verniedlichen der Schadensfälle an: „Man habe durch leichtfertige Aussagen ein Stück Glaubwürdigkeit verloren“ (MM, 06.12.86).

Literatur

Weiss, H. & Bächle, A. (1985): „Reservatssicherung für eine zukünftige Trinkwassergewinnung im Hockenheim Rheinbogen in Baden-Württemberg“. In: GWF-WASSER/ABWASSER 9/85, S. 467-472.

ZWK (Zweckverband Wasserversorgung Kurpfalz) (1987): „Die Grundwassersituation im rechtsrheinischen Rhein-Neckar-Raum, das ZWK-Wasserwerk Schwetzingen Hardt und das ZWK-Reservatsgebiet Hockenheim Rheinbogen - Situationsbericht 1986 (Fortschreibung der jährlichen Berichte seit 1981)“. DIN A4, 18 S. plus umfangreiche Anlagen; Mannheim, Heidelberg, Mai.

Weitere Auskunft

Umweltschutzamt des Rhein-Neckar-Kreises, Kurfürstenanlage 40, 69115 Heidelberg ,
Tel.: 06221/522-338

Dipl.-Ing. Hansjörg Weiss, Zweckverband Wasserversorgung Kurpfalz, Luisenring 49,
68142 Mannheim 1, Tel.: 0621/290 25 20, Fax: 290-2382

Dipl.-Ing. Arthur Bächle, Energie- und Wasserversorgung Rhein-Neckar AG, Postfach
2204, 68000 Mannheim, Tel.: 0621/290 21 53

- **Die Albwasserversorgung**

Wasser war seit jeher ein besonderes Gut auf der Schwäbischen Alb. Auf der karstigen Alb versickerte der Niederschlag sofort. Künstliche Regenauffangteiche - sogenannten Dorfhülben - dienten bis ins 20. Jahrhundert hinein zugleich als Viehtränke, Trinkwasserreservoir und Löschteich.

- * Die erste Gruppenwasserversorgung Europas

In Trockenzeiten mußte das Wasser mit Fuhrwerken von den Karstquellen in den Tälern mühsam auf die Albhochfläche heraufgekarrt werden. Mittels einer genialen Erfindung von Karl Ehmann gelang es 1870 erstmals, Wasser mit eigener Kraft aus den Tälern auf die Albhochfläche zu pumpen. Das 1870 installierte Pumpwerk Teuringshofen war die Wiege der Albwasserversorgung und ebenso epochemachend zugleich die erste Gruppenwasserversorgung Europas. Die jahrhundertelange Wassernot auf der Schwäbischen Alb hatte damit ein Ende.

Durch die Intensivlandwirtschaft zeichnet sich jedoch (ähnlich wie bei der Landeswasserversorgung) eine neue Not ab: Nitrat und Pestizide bedrohen die Wasserressourcen im karstigen Untergrund der Alb. Wasserwirtschaftsamt und Regierungspräsidium Tübingen kündigten deshalb an: Man werde nicht umhinkönnen, die Alb nahezu flächendeckend zum Wasserschutzgebiet zu erklären.

Literatur

Wolf, A.: „Die Wasserversorgung der Schwäbischen und Fränkischen Alb“. Hauptseminar Wasserwirtschaft, Prof. Keller, Universität Freiburg., Hydrologie; maschinengeschriebenes Skript.

- **Zweckverband Fernwasserversorgung Oberschwaben**

Mit der Verabschiedung eines Satzungsentwurfs für einen „Zweckverband Fernwasserversorgung Oberschwaben“ durch den Gemeinderat von Ravensburg wurde im Frühjahr 1987 der erste Schritt zu einem seit vielen Jahren diskutierten Projekt unternommen: Wasser aus der „Leutkircher Haid“, die nach dem Rheintal und dem Illertal als drittgrößtes Grundwasserreservoir in Baden-Württemberg gilt, sollte zur langfristigen Versorgung der Städte Ravensburg und Weingarten ins Schussental übergepumpt werden. Außerdem sollten die in

der Haslach-Gruppe zusammengeschlossenen Städte und Gemeinden (Tettang, Meckenbeuren) mit Grundwasser aus der Leutkircher Haid versorgt werden. Somit sollte aus der Leutkircher Haid ein Versorgungsgebiet mit 100.000 Einwohnern beliefert werden. Im Mai 87 beschloß auch der Gemeinderat von Weingarten seinen Beitritt zum noch zu gründenden Zweckverband.

Die damals geplante Entnahme in der Leutkircher Haid ist bis heute nicht realisiert worden. Die damals um dieses Projekt geführten Auseinandersetzungen sind aber beispielhaft für die Konflikte, die sich ergeben, wenn neue Wassergewinnungsprojekte in Angriff genommen werden sollen.

* Fernwasser aus der Leutkircher Haid?

Zwar bestand in den genannten Gemeinden kein akuter Wassermangel, zunehmende Nitratgehalte ließen das Ravensburger Wasserwirtschaftsamt jedoch auf Abhilfe sinnen. Und das Tübinger Regierungspräsidium betonte, daß die seinerzeit genutzten ortsnahen Grundwasservorkommen „ausgeschöpft und zum Teil durch die ungünstigen örtlichen Gegebenheiten in ihrem Einzugsgebiet ernsthaft bedroht“ seien. So könne beispielsweise die augenblicklich gültige Fördermenge des Weingartener Brunnens „Fohrenösch“, die bereits heute zu hoch sei, in dieser Höhe nicht mehr aufrechterhalten werden (Schwäb. Ztg., 21.5.87). Als Lückenbüßer für die Versäumnisse der Vergangenheit bietet sich da die Leutkircher Haid als „eines der bedeutendsten Grundwasservorkommen im Schwäbischen Oberland“ geradezu an. Dabei sollte eine Grundwasserentnahme allerdings nach Auskunft der Stadt Ravensburg erst ab dem Jahr 2000 akut werden (Schwäb. Ztg., 23.4.87). Trotzdem wurden im Haushaltsplan 1987/88 für den noch zu gründenden Zweckverband Fernwasserversorgung Oberschwaben 6,9 bzw. acht Mio DM eingestellt (Schwäb. Ztg., 21.5.87).

Ursprünglich hatte auch die Landeswasserversorgung (LW) Interesse an einer Förderung in der Leutkircher Haid. Als sich aber zeigte, daß die förderbaren Wassermengen unter einem für die Landeswasserversorgung rentablen Niveau lagen, winkte die Landeswasserversorgung wieder ab. Auch die ursprünglich interessierten Wasserwerke von Wangen und Kißlegg deckten ihre Bedürfnisse andernorts.

* Landwirte in ihrer Existenz bedroht?

Das von der geplanten Wasserentnahme betroffene Einzugsgebiet des Grundwasservorkommens umfaßt rund 1.350 Hektar und damit beinahe ein Zehntel der gesamten Gemarkungsfläche Leutkirchs. Der zuständige Landrat mochte nicht ausschließen, daß sich bei den unausweichlichen Nutzungsbeschränkungen für einige Bauernhöfe sogar Existenzfragen stellen könnten. Die Landwirte, die in der „Herbrachhofen-Einöde“ wirtschaften, befürchteten insbesondere ein Gülleverbot in der Schutzzone II und verdamnten den Landrat, der den „Bauern in der Leutkircher Haid mitsamt der Stadt Leutkirch den Hahn abdrehen will, nur damit die Schussentäler gutes und genügend Wasser bekommen, das sie nicht einmal brauchten“ (Schwäb. Ztg., 26.5.87). Wenn die Schussentäler Wasser benötigen würden, könnten sie dies aus dem Bodensee holen. Die Verantwortlichen im Schussental hielten allerdings von diesem Vorschlag nicht sonderlich viel, weil sie der Ansicht waren, daß das Wasser aus der Leutkircher Haid eine bessere Qualität als das Bodensee-Wasser aufweisen würde.

Da konterten die erzürnten Landwirte: „Für die Stuttgarter ist es ja auch gut!“. Und der Leutkircher Stadtrat Motz ergänzte: „Die Ravensburger sollen ihr Wasser doch im Bodensee holen - aber dorthin läuft über die Schussen ihr eigener Dreck ...“

In einem Leserbrief betonte einer der betroffenen Bauern:

Wir liegen im Einzugsgebiet der Donau und Ravensburg im Bereich des Bodensees. Die Natur hat in wunderbarer Weise für jede Region das eigene Wasser geschaffen und dies sollten die Menschen nicht ändern.

Zudem waren die Landwirte der Ansicht, daß sie bislang ohnehin grundwasserverträglich gewirtschaftet hätten, was u.a. daran abzulesen sei, daß der Nitratgehalt im zu fördernden Grundwasser unter 25 mg/l liege.

Aber die Bauern sahen sich auch durch Schutzgebietsauflagen gefährdet - unabhängig davon, ob der Zweckverband Fernwasserversorgung Oberschwaben gegründet worden wäre oder nicht. Das Wasserwirtschaftsamt wollte die Haid unabhängig von der damals anstehenden Verbandsgrün-

dung als Wasserschutzgebiet ausweisen, um das Grundwasservorkommen vorsorglich schützen zu können.

Für ca. fünf Landwirte hätte dies folgende Konsequenzen gehabt: „Keine Gülle mehr, kein Klärschlamm, Umrüsten des Betriebs auf Fest-Mist, Einschränkung der Wirtschafts- und Nutzungsmöglichkeiten (kein Ackerbau), Wertminderung der Grundstücke“ (Schwäb. Ztg.).

Zusätzlich betroffen waren die Landwirte durch Flächenverluste bei der Trassierung der A 96, deren Verlauf durch das potentielle Wasserschutzgebiet durch eine Folie abgesichert werden sollte (Schwäb. Ztg., 15.5.87). Daß die Autobahn durch die Schutzzone II gebaut werden darf, während die Bauern harte Auflagen auf sich zukommen sehen, verbitterte die Landwirte besonders.

Die Landwirte forderten bezüglich der Schutzgebietsauflagen einen „tragbaren, angemessenen Kompromiß (...), der sicherstellt, daß den betroffenen alteingesessenen Familien auch in Zukunft noch eine sinnvolle lebenswerte Existenz“ garantiert werden kann.

Neben der Autobahn kämen in der weiteren Schutzzone auch noch eine Kläranlage sowie der Landeplatz Leutkirch-Unterzeil zu liegen. Insgesamt sollte das Schutzgebiet in einer Größe von 13 qkm ausgewiesen werden. Mitten durch das geplante Wasserschutzgebiet verlief bereits damals die Bundesstraße B 18. Ferner würde die Schutzzone von einigen weiteren Straßen und einer Eisenbahnlinie tangiert oder durchquert.

* Auch Leutkirch protestiert

Neben den Bauern meldete auch die Stadt Leutkirch Protest gegen die geplanten Grundwasserentnahmen an: Die geplante Schutzzone III reiche bis an den Rand des Gewerbegebietes der Stadt Leutkirch. Wegen der befürchteten Schutzgebietsauflagen würde dort das Bauen „womöglich nicht mehr erschwinglich“. Eine Siedlungsentwicklung der Stadt in nordwestlicher Richtung werde unmöglich gemacht. Da es sich dabei jedoch um die einzigen Erweiterungsmöglichkeiten für die Gewerbegebiete Leutkirchs handle, „würde dadurch eine Einschränkung für die Entwicklung der Stadt

bewirkt, deren Konsequenzen noch nicht abgeschätzt werden könnten“ (Schwäb. Ztg., 15.5.87.).

Im Gemeinderat von Leutkirch herrschte Unbehagen, daß die Entwicklung von Industrie und Gewerbe in Leutkirch durch die geplante Wasserschutzzone blockiert würde, während Ravensburg das Wasser aus der Leutkircher Haid zur Weiterentwicklung seiner Wirtschaft verwenden könnte (Schwäb. Ztg., 27.5.87).

In der Lokalpresse sah man daraufhin schon „die offene Feldschlacht“ zwischen dem „Allgäuer Haufen“ und den Schussentälern nahen (Schwäb. Ztg., 27.5.87).

* Verstept die Leutkircher Haid?

Das Umland der Leutkircher Haid wird jedoch nicht nur landwirtschaftlich - insbesondere durch Mähwiesen - genutzt. Hier finden sich Feuchtgebiete, deren Biotopstrukturen teilweise als einmalig in Baden-Württemberg einzustufen sind. Um die ökologischen Auswirkungen der potentiellen Wasserentnahmen zu prognostizieren, hatte die Landesanstalt für Umwelt (LfU) die Grundwasserverhältnisse in dieser Region untersucht.

Aufgrund einer hydrogeologischen Kartierung ergab sich, daß sich die Grundwassererneuerung im Bereich der Leutkircher Haid im langjährigen Mittel folgendermaßen zusammensetzt:

- Der Niederschlag trägt zur Grundwasserneubildung ca. 1 cbm/s bei.
- Der Zustrom von den Talrändern und aus den Schotterrinnen benachbarter Täler kann ebenfalls auf 1 cbm/s veranschlagt werden.
- Die Versickerung aus den Bächen und Fließchen, die die Region durchfließen, beträgt ca. 0,3 bis 0,4 cbm/s.

Somit ergibt sich eine Grundwasser-Neubildungsrate von ca. 2,3 bis 2,4 cbm/s im langjährigen Mittel. Davon fließen ca. 2 cbm/s über die Wurzachener Ach und die Aitrach wieder oberflächlich ab, wobei in den ökologisch äußerst wertvollen Quellmooren der „Laubener Brunnen“ ca. 0,7 cbm/s zutage treten. Ca. 0,3 cbm/s verbleiben im Grundwasserstrom, der die Region bei Altmannshofen verläßt.

In Grundwassermodellen simulierte die LfU Grundwasserentnahmen bis zu 1.600 l/s, um die Auswirkungen unterschiedlich hoher Entnahmen auf die Feuchtgebiete zu überprüfen. Dabei ergaben die Grundwasser-Simulationen, daß bei einer Entnahme von 400 l/s 93 % der Feuchtflächen nicht betroffen werden. Insbesondere werden die ökologisch wertvollsten Biotope nicht tangiert.

Im direkten Nahbereich des damals geplanten Entnahmebrunnens beträgt der Flurabstand zwischen Grundwasser und Erdoberfläche mehr als zehn Meter. Bei derartigen Flurabständen hat die Vegetation keinen Kontakt mehr zum Grundwasser. Der Absenkungstrichter, der sich um den Entnahmebrunnen bildet, hat somit ebenfalls keine Auswirkungen auf die Vegetation im Bereich der engeren Fassungszone.

Bei den Behörden ging man davon aus, daß zumindest vorläufig der Bedarf nur bei 200 l/s liegen würde, so daß das Gespenst der Versteppung der Leutkircher Haid zunächst einmal gegenstandslos bleiben wird. Auch bei der vom Leiter des Wasserwirtschaftamtes Ravensburg, Wörner, avisierten Entnahme von „maximal 400 s/l“ dürfte die Entnahme für die Ökologie noch erträglich bleiben - selbst dann, wenn man dem ökologischen Gutachten des LfU eine gewisse Fehlerbreite zugesteht.

* Wird das Wasser aus der Haid überhaupt benötigt?

Von den 3,5 Mio cbm, die Mitte der 80er Jahre in Ravensburg gefördert wurden, sickerten ca. 600.000 cbm Wasser durch Leckagen im maroden Versorgungsnetz ungenutzt in den Boden. Würde dieser Mißstand abgestellt und würden in Ravensburg und Weingarten Maßnahmen zur rationellen Wassernutzung getroffen, dann ließe sich das Wasserproblem mengenmäßig noch einigermaßen in Griff bekommen. Die zunehmende qualitative Beeinträchtigung des Grundwassers in den gemeindeeigenen Fördergebieten bleibt jedoch bestehen - so daß der Druck auf eine Förderung in der Leutkircher Heide zunächst noch zunahm.

Literatur

LfU (Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg): „Leutkircher Heide - Gutachten Unterzeil - Zusammenfassender Bericht über die Auswirkungen einer Grundwasserentnahme auf die Grundwasserverhältnisse und auf die Ökologie“. DIN A4, 24 S. plus Anhang

- Regionalegoismus oder Ökologie

Die oben angeführten Beispiele von Fernwasserversorgungsanlagen in Baden-Württemberg zeigen folgendes: Wenn es bislang in den (potentiellen) Fördergebieten der Fern- oder Gruppenwasserversorgung Widerstand gegeben hat, dann war dieser Widerstand in den meisten Fällen weniger ökologisch als vielmehr von Regional-Egoismen bestimmt. Zumindest von Seiten der lokalen oder regionalen Mandatsträger fürchtete man eine Einschränkung von Gewerbe und Industrie, eine Einschränkung der Gemeindeentwicklung sowie höhere Ausgaben für die Abwassersanierung und den Gewässerschutz. Von Seiten der Landwirtschaft wurden restriktive Auflagen beim Einsatz von Dünge- und „Pflanzenschutz“-Mitteln befürchtet. Die von Ökologen und Naturschutzgruppen vertretenen Befürchtungen um den Wasser- und Naturhaushalt waren für die Regional- und Lokalpolitiker bestenfalls schmückendes Beiwerk bei der Durchsetzung von Regionalinteressen:

- * Nicht die Ökologie, sondern das Pokern um Gewerbe- und Industrieentwicklung bestimmte vielerorts den Widerstand gegen die Wasserförderung für Gruppen- oder Fernwasserversorgungen.
- * Nicht die Ökologie, sondern die möglichst wenig behinderte Anwendung von Düngemitteln und Pestiziden war das Interesse der Agrarlobby.

Beide Interessengruppen (Agrar- und Gewerbelobby) haben übrigens über viele Jahre hinweg auch dafür gesorgt, daß der Schutz der lokalen Grund- und Quellwasserförderung sträflich vernachlässigt wurde.

Dies alles soll nun umgekehrt keineswegs heißen, daß die Gruppen- und Fernwasserversorgung einen positiven Beitrag zum Wasser- und Naturhaushalt einer Region beiträgt. Aber man sollte sich die Interessen (vermeintlicher) Bündnis-

partner beim Widerstand gegen den Ausbau von Gruppen- und Fernwasserversorgungen genau anschauen.

Bei den Auseinandersetzungen um die Erschließung von Wassergewinnungsgebieten sollte auch folgendes berücksichtigt werden: In der Vergangenheit war die Trinkwasserversorgung die einzige „pressure group“, die sich wirkungsvoll für eine Sanierung der Gewässer eingesetzt hat. So heißt es beispielsweise in einer Broschüre der Technischen Werke Stuttgart (TWS):

Stuttgart ist allerdings zu einem großen Teil auf Oberflächenwasser angewiesen, das von schädlichen Umwelteinflüssen besonders schnell erreicht wird. Die Bemühungen um die Reinhaltung von Bodensee, Donau und Neckar sind deshalb ein wichtiges Anliegen der TWS. Es muß eine der wichtigsten Zukunftsaufgaben sein, unseren Wasserschatz für uns und für die kommenden Generationen zu erhalten. (TWS)

Auch unter Naturschutzgesichtspunkten können die Wasserschutzgebiete eine positive Bedeutung erlangen: Beispielsweise verweist die Landeswasserversorgung darauf, daß die 55 qkm große engere Schutzzone im Donauried eine wichtige ökologische Bedeutung hat und inzwischen ein Reservat für viele bedrohte Tier- und Pflanzenarten der Feuchtgebiete darstellt. Die LW hat im Laufe der Jahre zahlreiche Moorgrundstücke, Streuwiesen, Ödflächen und Gehölze im Gebiet des Wasserschutzgebietes käuflich erworben und in ihrem Naturzustand erhalten. Mit hohen finanziellen Aufwendungen hat die LW auch umfangreiche Windschutzpflanzungen angelegt, um der Bodenerosion entgegenzuwirken. Außerdem wurden den Naturschutzorganisationen Grundstücke für Feuchtbiotope zur Verfügung gestellt.

Die Gratwanderung einer ökologisch orientierten Politik besteht darin,

- * einerseits eine quantitative Übernutzung der Wasserressourcen durch die Wasserversorgung zu verhindern und
- * andererseits die „qualitativen Angriffe“ von Landwirtschaft und Gewerbe auf diese Wasserressourcen abzuwehren.

Daß man sich dabei zwischen alle Stühle setzen kann, wurde am Beispiel der ehemals geplanten Wasserentnahmen in der Leutkircher Heide dokumentiert.

- **Verunmöglicht die Tarifgestaltung in der Fernwasserversorgung das „Wassersparen?“**

Die Gestaltung der Wasserpreise der Wasserversorgungszweckverbände richtet sich nach Bau und Betrieb der Verbandsanlagen und deren Vorhaltung auf der Grundlage der von den Verbandsmitgliedern erworbenen Bezugsrechte. Der Preis setzt sich dabei in aller Regel aus

- * Festkosten (im wesentlichen Kapitaldienst und Abschreibung) und
- * Betriebskosten (mengenabhängige Kosten wie Förder-, Aufbereitungs- und Verteilungskosten sowie Wasserentnahmeentgelt) zusammen.

Die Kosten sind in der jeweiligen Verbandssatzung bzw. Wasserabgabeordnung festgelegt. Die Mischrechnung aus Fest- und Betriebskosten hat zur Folge, daß sich bei verschiedenen Auslastungsgraden beim Wasserabnehmer unterschiedliche Kosten je Kubikmeter ergeben.

Zur Verdeutlichung wird in der Landtags-Drs. 11/1708 vom 05.04.93 folgendes Beispiel berechnet: Eine Gemeinde hat beim Zweckverband Bodensee-Wasserversorgung (BWV) ein Bezugsrecht von 10 l/s. Dies entspricht einer Jahreswassermenge von 315.360 cbm. Nach dem Wirtschaftsplan 1993 der BWV beträgt die Festkostenumlage je Sekundenliter (l/s) Bezugsrecht 7.080 DM und die Betriebskostenumlage je cbm tatsächlich bezogenen Wassers 0,344 DM. Die Gemeinde hat danach unabhängig von der abgenommenen Wassermenge 70.800 DM pro Jahr an festen Kosten zu bezahlen.

Bei einer nur 20%igen Auslastung (entsprechend 63.072 cbm Jahresbezug) ergeben sich zusätzlich $63.072 \text{ cbm} \times 0,344 \text{ DM/cbm} = 21.696 \text{ DM}$ an Betriebskosten. Der Kubikmeterpreis beträgt somit $((70.800 \text{ DM} + 21.696 \text{ DM}) : 63.072 \text{ cbm}) 1,47 \text{ DM/cbm}$.

Analog vorstehender Berechnung beträgt der Kubikmeterpreis bei einer

- * 50%igen Auslastung (157.680 cbm) 0,79 DM/cbm und bei einer
- * 80%igen Auslastung (252.288 cbm) 0,62 DM/cbm.

Daraus ergibt sich: Je höher die Abnahme, desto niedriger der Kubikmeterpreis.

Die Preisgestaltung zu einem Instrument für eine rationellere Wasserverwendung zu machen, liegt durchaus in der Kompetenz der Wasserversorgungszweckverbände und deren Mitglieder (Kommunen). Die Verbände können im Rahmen ihrer Gestaltungsfreiheit nach dem Gesetz für kommunale Zusammenarbeit (GKZ) und ihrer Verfassung (Satzung) die Tarife auch unter stärkerer Berücksichtigung des tatsächlichen Verbrauchs ausgestalten. Nach 19 Abs. 1 Satz 3 GKZ sollen die Zweckverbände ihre Umlage getrennt für den Verwaltungshaushalt (Betriebskosten) und den Vermögenshaushalt (Investitionskosten/Festkosten) festsetzen.

Die bereits erwähnte Landtags-Drs. 11/1708 hält diesbezüglich folgende Möglichkeiten grundsätzlich für denkbar:

- * Reduzierung und Flexibilisierung der Mindestabnahmeverpflichtung der Mitglieder unter Berücksichtigung von Gesichtspunkten der hygienischen Unbedenklichkeit.
- * Stärkere Verlagerung der Kosten zur Deckung des Gesamtaufwandes auf die mengenabhängigen Betriebskosten bis hin zur ausschließlich mengenabhängigen Abrechnung (linearer Wasserpreis).

Entsprechende Änderungen der Verbandssatzung bedürfen jeweils einer qualifizierten Mehrheit der Verbandsmitglieder.

In der Drucksache gibt das Umweltministerium seinem Willen Ausdruck, „sich im Rahmen seiner Möglichkeiten für die ökologische Gestaltung der Wasserpreise ein(zu)setzen“. In diesem Zusammenhang wird auf die geplante Novelle des LWG hingewiesen (43 c) (vgl. Anhang 6).

Anhang 2

Auswirkungen eines forcierten Wassereinsparkurses auf den Kanal- und Kläranlagenbetrieb

- **Kläranlagenbetrieb**

Ein verringerter Wasserverbrauch macht sich abwasserseitig positiv und kostensparend überall dort bemerkbar, wo Pumpkosten reduziert werden können. Bei Neuinvestitionen in die Kläranlage kann dort Geld gespart werden, wo die Dimensionierung in hydraulischer Hinsicht verringert werden kann. Bei bestehenden Anlagen ergibt sich im Trockenwetterfall bei einem geringeren Abwasseranfall eine längere Aufenthaltszeit, was in der Regel den Wirkungsgrad der Abwasserreinigung erhöht. Ein Zuwachs von Bevölkerung und/oder Industrie und Gewerbe kann u. U. in bestimmten Grenzen aufgefangen werden, wenn der spezifische Abwasseranfall zurückgeht. Inwiefern dies in welchem Umfang tatsächlich der Fall ist, muß im jeweiligen Einzelfall gesondert beurteilt werden.

In einem Aufsatz, in dem er vor der Überdimensionierung von Kläranlagenneubauten in den Neuen Bundesländern warnt, drückt Schulze (1994) folgende Erwartung aus:

Die Minimierung der Entsorgungskapazitäten senkt die Kosten und eröffnet Möglichkeiten, zusätzlichen Abwasseranfall aus Neuan siedlungen von Gewerbe bzw. Bevölkerungswachstum durch eine Senkung des Abwasseranfalles pro Einwohner bzw. die Einführung wassersparender Produktionsverfahren in den vorhandenen Industrie- und Gewerbebetrieben zu kompensieren. Dadurch bleiben bei sinkendem spezifischen Abwasseranfall (cbm/Betrieb bzw. cbm/Einwohner) die Preise konstant und die finanzielle Belastung sinkt.

Ob diese Rechnung tatsächlich aufgeht, hängt aber auch von der „Elastizität“ zwischen hydraulischer Dimensionierung einerseits und Schmutzfracht-Dimensionierung (BSB, gfs. N) andererseits im jeweiligen Einzelfall ab! Für den industriell-gewerblichen Bereich kann davon ausgegangen werden, daß Wassereinsparmaßnahmen in vielen Fällen mit Frachtreduktionen einhergehen (Zumeist ist

die (Ab-)Wassereinsparung ja ein Nebeneffekt von optimierten Produktionsverfahren mit geringerem Ressourceneinsatz und höherem Wirkungsgrad). Demgegenüber führen Wassereinsparbemühungen im Bereich der Privathaushalte und der öffentlichen Einrichtungen nur in Ausnahmefällen zu Frachtreduktionen. Beispielsweise resultiert die Ammonium- und Phosphatfracht aus den Privathaushaltungen zum allergrößten Teil aus den menschlichen Abgängen (relevante Reduzierungen wären bei diesen Nährstoff-Parametern diesbezüglich nur durch eine Umstellung der Ernährung möglich). Wassereinsparmaßnahmen im Privathaushalt führen somit in der Regel zu Konzentrationserhöhungen.

Möglich ist somit auch folgender Effekt in Kläranlagen: Durch Wassereinsparmaßnahmen, die nicht gleichzeitig mit Schmutzfrachtreduzierungen verbunden sind, kommt es tendenziell zu einem Ansteigen der Konzentrationswerte im Kläranlagenabfluß. Die aus einem geringeren Abwasserzuzfluß resultierende verlängerte Aufenthaltszeit wird nämlich nicht bei jedem Parameter in der Lage sein, die Konzentrationserhöhung im Zufluß voll zu kompensieren. Da aber die Überwachungswerte in der wasserrechtlichen Einleiterlaubnis konzentrationsbezogen (und nicht frachtorientiert) sind, muß zwecks Einhaltung der Überwachungswerte der Wirkungsgrad der Kläranlage gesteigert werden. Die Optimierung des Wirkungsgrades der Kläranlage bedeutet für den Vorfluter wiederum eine Entlastung.

Wassereinsparmaßnahmen ohne korrespondierende Schmutzfrachtreduzierungen bei den Kanalbenutzern führen über die dann erforderlichen Ausbaumaßnahmen letztlich doch zu Frachtverminderungen im Kläranlagenablauf. Da aber die Steigerung des Wirkungsgrades der Kläranlage mit beträchtlichem Finanzaufwand verbunden ist, kommt es beim Kläranlagenbetrieb aufgrund von Wassereinsparmaßnahmen nicht zu Kosteneinsparungen - sondern ganz im Gegenteil zu einem zusätzlichen Finanzbedarf. (Ob die finanziellen Aufwendungen für die Wirkungsgrad-Verbesserung unter gesamtökologischen und volkswirtschaftlichen Gesichtspunkten aber in jedem Fall sinnvoll sind, dürfte in vielen Fällen strittig sein.)

- **Regenwasserbehandlung**

Für die Regenwasserbehandlung ergeben sich durch ein verringertes Abwasseranfallkommen kaum Einsparmöglichkeiten. Das anfallende Niederschlagswasser liegt um eine bis zwei Zehnerpotenzen über den reinen Schmutzwasservolumina.

Für die Dimensionierung von Mischwasserkanalisationen, Regenüberlaufbecken usw. sind also die zu behandelnden Niederschlagsvolumina, die von versiegelten Flächen abfließen, maßgeblich und nicht die Schmutzwasservolumina. (Das probate Gegenmittel sind hier Entsiegelungsprogramme und Maßnahmen zur (dezentralen) Niederschlagswasser-Versickerung.)

- **Kanalbiologie**

Ob ein verringertes Abwasseraufkommen tatsächlich einen monetären Einsparereffekt zeitigt, muß im Einzelfall untersucht werden. Verfügt z. B. eine Kläranlage über ein Einzugsgebiet mit langen Hauptsammlern, wäre folgender Effekt denkbar:

Sollten sich Wasserverbrauchsreduktionen auf breiter Front einstellen, so würde dies in den Hauptsammlern nicht nur zu geringeren Abflüssen, sondern auch zu geringeren Fließgeschwindigkeiten beim Trockenwetterabfluß führen. Der „Kanalbiologie“ würde dann noch mehr Zeit zur Verfügung stehen, um leicht abbaubare Substrate zu verstoffwechseln. Das Fehlen leicht abbaubarer Substrate würde aber die biologische Denitrifikation erschweren. Möglicherweise könnte dies die (ohnehin vielerorts bereits in Erwägung gezogene) Zugabe externer Kohlenstoffquellen erzwingen. Dies würde sich wiederum in einem höheren Klärschlamm-Anfall bemerkbar machen.

- **Betriebswirtschaftliche Aspekte von Wassersparmaßnahmen auf der Abwasserseite**

Entscheidend für die Erfolgsaussichten eines LCP-Managements in der Abwasserreinigung ist (unter rein betriebswirtschaftlichen Gesichtspunkten) die Klärung folgender Fragen:

- * Wie groß sind die Bemessungsreserven der Kläranlage im Hinblick auf Hydraulik und Schmutzfracht?
- * Wie gering ist das Gefälle im Einzugsgebiet und der damit verbundene Pumpaufwand?
- * Wie groß ist der industriell-gewerbliche Schmutzfrachtanteil? (im Gegensatz zum rein häuslichen Abwasser sind im industriell-gewerblichen Bereich Wassereinsparmaßnahmen oft mit Schmutzfrachtreduktionen verbunden.)

Im nachstehenden Wahrscheinlichkeitsraster werden diese Faktoren „verbal-qualitativ“ mit folgenden Wahrscheinlichkeitsaussagen bewertet:

- * sehr gering
- * gering
- * vielleicht möglich
- * möglich
- * gut möglich
- * wahrscheinlich
- * sehr wahrscheinlich

Aus der Beantwortung der obigen Fragen ergibt sich folgendes Wahrscheinlichkeitsraster:

Wahrscheinlichkeitsraster über die Anwendbarkeit von LCP in der Abwassertsorgung bei nicht vorhandener Reservekapazität (in Klammer: Bei hoher Reservekapazität) in der Kläranlage:

	hohes Gefälle niedriges Gefälle im Einzugsgebiet der Kläranlage	
niedriger Industrieanteil	gering (sehr gering)	möglich (vielleicht möglich)
hoher Industrieanteil	möglich (vielleicht möglich)	gut möglich (wahrscheinlich)

Dieses Wahrscheinlichkeitsraster berücksichtigt nur die betriebswirtschaftliche Seite des Kanal- und Kläranlagenbetriebs. Zusätzlich müssten volkswirtschaftliche Aspekte der Abwassereinsparung berücksichtigt werden.

Anhang 3

Prognosedaten zur Wasserversorgung für die Stadt Zell im Wiesental für die nächsten 30 Jahre

Um Planungsgrundlagen für die Sicherstellung der Wasserversorgung zu erhalten, hat die Stadt Zell im Wiesental bei dem Müllheimer Ingenieurbüro Ertel und Partner einen Bericht „Sicherstellung der Wasserversorgung“ in Auftrag gegeben. Das Gutachten mit Stand von 1993 prognostiziert den Wasserverbrauch für die nächsten 30 Jahre. Für die Vorausschätzung der Entwicklung der Einwohner und Einwohnerwerte wurden 2 Berechnungsmethoden angewendet:

- a) Hochrechnung anhand der tatsächlichen prozentualen Zuwachsrate anhand der Entwicklungsdaten der Jahre 1983 bis 1992
- b) Hochrechnung anhand der amtlichen Zuwachsraten mit 0,5 % pro Jahr für den Einwohnerzuwachs und 0,1 % pro Jahr für den Zuwachs der Einwohnergleichwerte.

Ferner wurden die minimalen Quellwasserschüttungen in den von Quellwasserfassungen abhängigen Stadtteilen von Zell abgeschätzt. Aufgrund der Prognosen zum Wachstum von Einwohnern und Einwohnergleichwerten kommt das Gutachten zum Fazit:

Das Quellwasservorkommen reicht jedoch für die Gesamtversorgung nicht völlig aus und führt in trockenen Jahreszeiten zu Versorgungsengpässen. (...) Zur langfristigen Sicherstellung der Trinkwasserversorgung in der Stadt Zell mit sämtlichen angeschlossenen Stadtteilen ist es erforderlich, das vorhandene Quellwasservorkommen optimal zu nutzen und durch den Bau von weiteren Verbindungsleitungen eine gegenseitige Versorgung zu ermöglichen. Neben dem Bau von Leitungen ist in der Gesamtgemarkung zusätzlicher Hochbehälterraum zu schaffen. (...) Neben der wirtschaftlichen Nutzung der verfügbaren Quellwasservorkommen wird auch das zur Verfügung gestellte Trinkwasser den Grundsätzen der verbindlichen Trinkwasserverordnung entsprechen.

Um Versorgungssicherheit herzustellen sollen die genutzten Quellen im Versorgungsgebiet somit miteinander vernetzt werden. Zusätzlich sollen die quellwasserabhängigen

Stadtteile im Umland von Zell mit dem Tiefbrunnen der Kernstadt von Zell vernetzt werden. Die Investitionskosten für diese Maßnahmen belaufen sich auf 28 Mio DM. Für die Durchführung der gesamten Maßnahmen wurde ein Bau- und Finanzierungszeitraum von bis zu 10 Jahren veranschlagt.

Das Beispiel Zell wurde erwähnt, weil derartige Vernetzungsmaßnahmen auch in anderen Gemeinden im Amtsbezirk des Amtes für Wasserwirtschaft und Bodenschutz Waldshut sowie in vielen anderen Gemeinden des Landes anstehen (vgl. Anhang 7).

Anhang 4

Notizen vom Gespräch bei den Stadtwerken Pforzheim am 06.07.94

TeilnehmerInnen:

- von seiten des Wasserwirtschaftsamtes Freudenstadt:
Hartranftstr. 19
72250 Freudenstadt
 - * Herr Koch, Amtsleiter
 - * Herr Herr, Referatsleiter Wasserversorgung
Tel.: 07441/56-2835
 - * Herr Teufel, Sachbearbeiter Wasserversorgung
Tel.: 07441/56-2839

- von seiten der Stadtwerke
 - * Herr Fruierer, Techn. Werkleiter
 - * Frau Herb, Energieberaterin
 - * Herr Löffler, Statistik und Betriebswirtschaft

Situationsbeschreibung der Wasserversorgung in Pforzheim

Kubikmeterpreise:

- Abwassergebühr: DM 4,89
- Trinkwassergebühr: DM 3,10
- zzgl. 5.- DM Zählergebühr im Monat

120.000 Einwohner

Herkunft der Wässer:

- ca. 40 % aus einer Brunnengalerie in der Enzaue
- ca. 40 % aus der Bodenseefernwasserversorgung
- ca. 20 % aus sonstigen Quellen

Betriebswirtschaftlich sind die Kosten für die Fernwasserversorgung und für die Eigenversorgung bei der derzeitigen Verteilungsquote in etwa gleich. (Vorschlag der Stadtwerke: Im Rahmen einer LCP-Strategie könnte untersucht werden, inwieweit sich diese Kosten bei signifikanten Einsparungen verschieben.) Die drei unterschiedlichen Wässer werden nicht gemischt, sondern kommen spezifisch in unterschiedlichen Stadtteilen zur Verteilung. Seit 10 Jahren stagniert der Wasserverbrauch oder geht teilweise zurück. (Die Verbrauchsreduktionen dürften wohl im wesentlichen durch einen Rückgang im industriellen Wasserverbrauch verursacht sein.)

(Bis 1964 erfolgte die Pforzheimer Trinkwasserversorgung ausschließlich über die ortsnahen Gewinnungsanlagen. Dies führte aber teilweise zu einer Übernutzung der Grundwasserleiter.)

Stadtentwicklung vor Wasserschutz?

Vor Jahren sei im Gemeinderat die Entscheidung gefällt worden „Stadtentwicklung geht vor Wasserschutz“. Obwohl dieser Beschluß zwischenzeitlich relativiert worden sei, gelte er de facto fort. Beispielsweise sei im Wasserschutzgebiet II b ein Bebauungsgebiet ausgewiesen worden. Auf einem der Brunnen sei ein Sportstadion errichtet worden. Eine neue Straße, die die Schutzzonen II a und II b durchqueren würde, sei in Planung. Die BAB, die ebenfalls die Schutzzonen tangiert, sei damals noch nicht entsprechend der RiStWaG gebaut worden usw. usf. Mehrere Brunnen mußten vorsorglich bereits geschlossen werden. Wegen Kontaminationen mit Tri und Per mußte außerdem eine Aufbereitungsanlage gebaut werden. Als Wasserwerk stehe man somit mit dem Rücken an der Wand. Ein Ausfall der Eigenversorgung in der Enzaue kann aktuell nicht kompensiert werden. Trotzdem werden neue „Störfaktoren“ auch von Seiten des RP in Karlsruhe toleriert und genehmigt!

Substitution der Eigengewinnung in der Enzaue durch einen Trinkwasserspeicher im Eyachtal?

Das Wasserwirtschaftsamt ist der Ansicht, daß das WSG in der Enzaue wegen der Vielzahl von Gefährdungsfaktoren infolge der Ostausdehnung der Stadt nicht zu halten ist. Von Seiten des Wasserwirtschaftsamtes wurde deshalb der Bau einer Trinkwassertalsperre im Eyachtal favorisiert. Das entsprechende Wasserschutzgebiet wurde inzwischen ausgewiesen. Die Trinkwassertalsperre war auf 25 Mio m³ dimensioniert worden. Der Jahresverbrauch in Pforzheim beträgt 8 Mio m³ oder 200 l/sec. Nach erfolgtem Bau der Trinkwassertalsperre würden sich voraussichtlich einige weitere Kommunen an die dort geschaffene Trinkwasserressource anschließen.

Inzwischen wird diese Trinkwassertalsperre zum Mehrzweckspeicher umgeplant, der zugleich der Niedrigwasseraufhöhung und dem Hochwasserschutz dienen soll. Die Kosten für diesen Mehrzweckspeicher werden überschlägig auf ca. 150 Mio DM beziffert. Welche Kostenanteile davon auf die Funktionen Hochwasserschutz und die Niedrigwasseraufhöhung entfallen, konnte nicht beziffert werden. Während beim Mehrzweckspeicher „Kleine Kinzig“ das Land die Baukosten mit 75 % bezuschußte, stehen heutzutage Zuschüsse in dieser Höhe nicht mehr zur Verfügung. Wegen der hohen Kosten schrecken die Stadtwerke vor dem Bau der Talsperre zurück - zumal es offenbar im Hinblick auf die Überflutung des Eyachtales auch Akzeptanzprobleme gibt.

Für eine LCP-Variantenberechnung wäre es erforderlich, u.a. folgende Daten zu eruieren:

- Eine einigermaßen gesicherte Kostenabschätzung für den Bau des Mehrzweckspeichers
- Kostenanteil für die Trinkwasserversorgung
- Wieviel davon entfällt auf Pforzheim, wieviel auf andere Abnehmer-Kommunen
- Monetarisierung eventueller ökologischer Schäden durch den Talsperrenbau

„Zweites Standbein“ im Rheintal?

Eine Aufstockung der Lieferungen aus der Bodenseefernwasserversorgung ist nicht möglich, da die „Pforzheimer Leitung“ mittlerweile kapazitätsmäßig voll ausgelastet ist. (Wegen Problemen mit Quantität und/oder Qualität haben sich seit der Inbetriebnahme der „Pforzheimer Leitung“ mehrere kleinere Abnehmer Bezugsrechte gesichert.). Der Oberbürgermeister von Pforzheim favorisiert deshalb ein „zweites Standbein“ der Bodensee-

fernwasserversorgung im Rheintal, um gfs. die ungesicherte Eigengewinnung in Pforzheim durch eine Beileitung von Rheinuferfiltrat ersetzen zu können.

Wird „Wassersparen“ für den Grundwasserschutz kontraproduktiv?

Ein forciertes Wassereinsparprogramm könnte von denjenigen politischen Kräften mißbraucht werden, die die Linie „Stadtentwicklung geht vor Grundwasserschutz“ verfolgen. Je größer die Erfolge bei der rationellen Wassernutzung werden, desto eher wird es u.U. möglich, weitere ortsnahe Brunnen abzustellen.

Anhang 5

Gesetzliche Vorgaben zum „Wassersparen“

Bestimmungen im Wasserhaushaltsgesetz und in der Europäischen Wassercharta

Die haushälterische Nutzung der Wasserressourcen ist gesetzlich vorgeschrieben. Im Wasserhaushaltsgesetz findet sich das entsprechende Gebot in § 1 a (2):

Jedermann ist verpflichtet, bei Maßnahmen, mit denen Einwirkungen auf ein Gewässer verbunden sein können, die nach den Umständen erforderliche Sorgfalt anzuwenden, um eine Verunreinigung seiner Eigenschaften zu verhüten und eine mit Rück sicht auf den Wasserhaushalt gebotene sparsame Verwendung des Wassers zu erzielen.

Und in der Europäischen Wassercharta von 1968 heißt es - zwar ohne gesetzliche Relevanz - aber immerhin als ethisches Gebot: „Jeder Mensch hat die Pflicht, zum Wohl der Allgemeinheit Wasser sparsam und mit Sorgfalt zu verwenden. (zit. n. Möhle (1989 a)).

Bestimmungen in den Landeswassergesetzen

In den Landeswassergesetzen wird die zuvor genannte Vorgabe aus dem Wasserhaushaltsgesetz präzisiert. Beispielsweise heißt es im Hessischen Wassergesetz vom 6. Juli 1990 (GVBl. S. 69) in § 55 „Sparsamer Umgang mit Wasser“:

Die Träger der öffentlichen Wasserversorgung sollen im Rahmen bestehender technischer und wirtschaftlicher Möglichkeiten auf eine rationelle Verwendung des Wassers insbesondere durch folgende Maßnahmen hinwirken:

1. *Begrenzung der Wasserverluste in den Einrichtungen der öffentlichen Wasserversorgung auf das unvermeidbare Maß,*
2. *Einbau von Verbrauchsmessgeräten bei den Endverbrauchern des Wassers bei Neu- und Umbaumaßnahmen,*
3. *Verwertung von Betriebswasser und Niederschlagswasser,*

4. *Verweisung von Gewerbebetrieben mit hohem Wasserbedarf auf Brauch- und Oberflächenwasser,*
5. *Förderung des rationellen Umgangs mit Wasser durch die Gestaltung der Benutzungsbedingungen und -entgelte und*
6. *Beratung von Wasserverbrauchern bei Maßnahmen zur Einsparung von Wasser.*

Soweit die Neuen Bundesländer ihre Landeswassergesetze bereits verabschiedet haben, wurden dort ähnliche „Wasserspar-Paragrafen“ erlassen wie im Hessischen Wassergesetz. Beispielsweise ist der § 148 („Sparsamer Umgang mit Wasser“) im Landeswassergesetz für das Land Sachsen-Anhalt vom 31.08.93 identisch mit dem oben zitierten Hessischen „Wasserspar-Paragrafen“. Außerdem bestimmt das Landeswassergesetz von Sachsen-Anhalt in dem Kapitel „Bewirtschaftung des Grundwassers“ in § 135 („Grundsätze“):

(1) Das Grundwasser ist so zu bewirtschaften, daß - mit Ausnahme bei Grundwasserabsenkungen - nur das langfristig nutzbare und sich erneuernde Dargebot entnommen wird. (...)

Außerdem wird in § 136 ein „Sparsamkeitsgebot“ formuliert:

Zum Schutz der Grundwasservorräte ist generell eine sparsame Nutzung anzustreben. Maßnahmen zur sparsamen Nutzung des Grundwasserdargebots sind zu fördern.

Im nordrhein-westfälischen Landeswassergesetz wird in §7 bestimmt:

Die Erlaubnis oder Bewilligung steht unter dem Vorbehalt, daß nachträglich Maßnahmen für eine mit Rücksicht auf den Wasserhaushalt gebotene sparsame Verwendung des Wassers angeordnet werden können. (zit. n. Möhle (1989a)).

In der geplanten Neufassung zum Landeswassergesetz Baden-Württemberg (LWG Ba.-Wü.) soll als Präzisierung des allgemeinen Wasserspargebotes in § 3a (7) ein § 43c („Haushälterischer Umgang mit Wasser“) eingefügt werden:

Die Unternehmen der öffentlichen Wasserversorgung sind verpflichtet, im Rahmen des Zumutbaren auf einen haushälterischen Umgang mit Wasser hinzuwirken. Sie sind insbesondere verpflichtet,

1. *die Wasserverluste in ihren Einrichtungen gering zu halten,*
2. *die Wasserverbraucher über Maßnahmen zur rationellen Verwendung von Wasser zu informieren,*
3. *die Benutzungsbedingungen und -entgelte so auszugestalten, daß sich nachhaltige Anreize zur rationellen Verwendung von Wasser ergeben; soweit auf Trinkwasserqualität verzichtet werden kann, ist die Verwendung von Niederschlagswasser zu ermöglichen.*

Bestimmungen in der Rahmen-Abwasserwaltungsvorschrift

Das Gebot zur rationellen Wassernutzung findet zunehmend auch seinen Niederschlag in den branchenspezifischen Anhängen zur Rahmen-Abwasserwaltungsvorschrift. Beispielsweise ist unter der Ziffer 2.1 „Allgemeine Anforderungen“ in dem für die Chemiebranche maßgeblichen Anhang 22 folgende Bestimmung zu lesen:

Das Abwasser darf nur eingeleitet werden, wenn die Schadstofffracht nach Prüfung der Möglichkeiten im Einzelfall durch folgende Maßnahmen verringert wird:

- *Einsatz wassersparender Verfahren bei Wasch- und Reinigungsvorgängen wie Gegenstromwäsche, Kreislaufführung,*
- *Mehrfachnutzung von Prozeßwasser,*
- *Indirektkühlung und Kondensation von Brüden und flüssigen organischen Stoffen statt Einspritzkühlung mit Wasser,*
- *Einsatz abwasserfreier Verfahren zur Vakuumerzeugung und bei der Abluftreinigung, wenn Stoffe der Nummer 2.3 („Gefährliche Stoffe“; Anm. NG) ins Abwasser gelangen können (...)*

Basierend oder im Vorweggriff auf diese Bestimmung haben einige Betriebe der Großchemie bereits „Wassersparkataster“ in Auftrag gegeben, die in Einzelfällen - dem Vernehmen nach - ergeben haben sollen, daß nochmals weitergehende Reduzierungen der Abwasservolumina in der Größenordnung von 30 Prozent möglich sind.

Da diese „Wassersparauflagen“ als integraler Bestandteil der „Mindestanforderungen“ nach § 7 a WHG gelten, kommen nur die Abwasseremittenten in den Genuß der Minimierung der Abwasserabgabe, die die Wasserspargebote in den branchenspezifischen Anhängen zur Rahmen-Abwasserwaltungsvorschrift einhalten.

Die gilt auch für den Bereich der Metallbe- und -verarbeitung. Diese Branchen werden durch den „Anhang 40“ reglementiert. Der 1990 in Kraft getretene Anhang 40 enthält unter der Ziffer 2.1.1 folgende (indirekte) Wasserspar-Vorschriften:

Abwasser darf nur eingeleitet werden, wenn seine Schadstofffracht durch folgende Maßnahmen gering gehalten wird:

- *Behandlung von Prozeßbädern mittels geeigneter Verfahren wie Membranfiltration, Ionenaustauscher, Elektrolyse, thermische Verfahren, um eine möglichst lange Standzeit der Prozeßbäder zu erreichen*
- *Rückhalten von Badinhaltsstoffen mittels geeigneter Verfahren wie verschleppungsarmer Waretransport, Spritzschutz, optimierte Badzusammensetzung*
- *Mehrfachnutzung von Spülwasser mittels geeigneter Verfahren wie Kaskadenspülung, Kreislaufspültechnik mittels Ionenaustauscher*
- *Rückgewinnen oder Rückführen von dafür geeigneten Badinhaltsstoffen aus Spülbädern in die Prozeßbäder.*

Anhang 6

Probleme der Wasserversorgung im Main-Tauber-Kreis

Notizen vom Informationsgespräch am 16.08.94 im Amt für Wasserwirtschaft und Bodenschutz mit dortigen Mitarbeitern:

- Herrn Harald Nagel (Stellvertretender Amtsleiter)
- Herrn Beez (zuständig für die Trinkwasserversorgung)
- Herrn Rottler (zuständig für die kommunale Abwasserentsorgung)
- **Sanierung des Einzugsgebietes**

Um die landwirtschaftlichen Nährstoffeinträge zu reduzieren, sei die Region um Großrinderfeld in ein Modellvorhaben des Landes einbezogen worden. Dabei werden Sanierungsmaßnahmen unterstützt, die deutlich über die Standards der SchALVO hinausgehen. Trotzdem sei im Grundwasser noch keine Trendumkehr zu beobachten, allenfalls eine Stagnation bei den Nitratwerten. Daten über die Entwicklung der Bodenwerte hatten die Gesprächspartner allerdings nicht parat. Diesbezüglich müßte man sich an Herrn Kreide vom zuständigen Landwirtschaftsamt wenden.

Die vielfach angegebene Grundwassererneuerungsrate von 6 bis 11 Jahren sei nicht gesichert. Dies sei auf den schlecht zu quantifizierenden Karstgrundwasserzufluß zurückzuführen. Ein Zeitraum von 10 Jahren sei jedoch relativ gesichert.

Über die Zulässigkeit von Ausnahmeregelungen und deren zeitlichen Ausdehnung entscheidet nicht das Wasserwirtschaftsamt, sondern die Kreisverwaltung (als Untere Gesundheitsbehörde) nach Rückversicherung mit Stuttgart. (Sicher sei es verkehrt, die Nitratproblematik nur am Trinkwasser „aufzuhängen“ - aber die EG-Trinkwasser-Richtlinie gibt den Trinkwasserkonsumenten einen Rechtsanspruch auf die Belieferung mit Trinkwasser mit einer Nitratkonzentration von unter 50 mg/l.)

- **Zur Carix-Anlage**

Aufgrund vorliegender Erfahrungen sind im Verbandsgebiet viele private Ionenaustauscher installiert. Ökonomisch gesehen würde der Betrieb dieser Privatanlagen zu Kubikmeter-Preisen führen, die weit über den Kubikmeterkosten der Carix-Anlage liegen. Ökologisch betrachtet würden diese Privatanlagen (im Gegensatz zur Carixanlage) zu einer Aufsalzung des Abwassers führen. Und unter gesundheitlichen Aspekten müßte erwähnt werden, daß diese privaten Ionenaustauscher-Anlagen zu einer gesundheitlich unerwünschten Natriumbelastung des Trinkwassers führen. Energetisch gesehen sei der Betrieb einer Vielzahl von privaten „Enthärtungsanlagen“ sicher ungünstiger als der Betrieb einer zentralen Enthärtungsanlage. In einer ökologischen Gesamtbewertung müsse noch der geringere Waschmittelverbrauch und die geringere Verkalkung von Heißwassergeräten als Pluspunkte für die Carix-Anlage veranschlagt werden.

- **Zur Mengenproblematik**

Eine Verbundlösung in der Trinkwasserversorgung müsse auf alle Fälle mit hoher Priorität realisiert werden. Der Brunnen in Großrinderfeld wird derzeit mit 120 % Überlast betrieben und läßt in seiner Ergiebigkeit nach. Durch den Überlastbetrieb kann Luft in den Brunnen eindringen. Die Folge ist eine Verockerung des Brunnen, der dadurch in seiner Ergiebigkeit nachläßt. Zudem sei bei den bisherigen Insellösungen im Havariefall keinerlei Versorgungssicherheit gegeben.

Aus diesen beiden Gründen (Mengenproblem, Havariefall) müsse ein Verbund mit einer zentralen Einspeisung über einen Hochbehälter geschaffen werden. (Eine Rohrnetz-mischung sei nicht zulässig.) Nur der Verbund sichere das Fortbestehen der Teilortversorgung gegenüber der Konkurrenz von Fernwasserversorgungen. Die Argumentation der BI, daß mit dem Verbund bzw. der Carix-Anlage der Fernwasserversorgung die Tür geöffnet werden solle, sei nicht gerechtfertigt. Genau das Gegenteil habe man im Wasserwirtschaftsamt mit der Verbundlösung erreichen wollen.

- **Zu den Kosten der Verbundlösung**

Die ursprünglich angestrebte Gesamtlösung (Verbund mit Carixanlage) hätte ca. 34 Mio DM gekostet. 10 Mio DM davon wären auf die Carix-Anlage entfallen. Davon wiederum hätten 6 Mio der „reinen Technik“ zugerechnet werden müssen; etwa 4 Mio DM wären auf Gebäude und Peripherie entfallen.

Die anteiligen Kosten für den Verbund hätten sich über 10 Jahre strecken lassen, da nicht alle Schritte mit gleicher Priorität hätten realisiert werden müssen.

- **Zur Abwasserentsorgung**

Im Hinblick auf die Abwasserentsorgung sei die völlig unzureichende Reinigungsleistung der Kläranlage in Großrinderfeld und die fehlende Nährstoffelimination in Grünsfeld der kritische Punkt. Die Mindestanforderungen aus Anhang 1 zur Rahmenabwasserverwaltungsvorschrift würden vor allem in Großrinderfeld hoffnungslos überschritten. Während man sich bei Gerchsheim und Ilmspan mit Übergangslösungen über die Runden retten könne, sei eine weitere Duldung der völlig unzureichenden Abwasserreinigung in Großrinderfeld nur noch eng befristet auf Grundlage einer Sanierungskonzeption möglich. Die Nachrüstung der SKA Grünsfeld ist nach der abwassertechnischen Zielplanung bis Ende 1998 erforderlich.

Das Versickernlassen der unzureichend geklärten Abwässer in Trockengräben führe nicht nur zu Nitrateinträgen ins Grundwasser, sondern stelle auch ein hygienisches Problem dar, das nicht länger toleriert werden könne. Insofern sei 1991 von den Gemeinden ein Abwasserkonzept aufgestellt und 1993 vom Abwasserzweckverband beschlossen worden, von dem damals auch von der Bevölkerung kaum Kritik geübt worden sei. Erst mit dem Aufkommen der „Carix-Debatte“ sei dieses Abwasserkonzept wieder in Frage gestellt worden. Das Gesamtkonzept sah vor, die Gemeinden Gerchsheim Ilmspan/Schönfeld und Großrinderfeld an die ohnehin erweiterungsbedürftige SKA Grünsfeld anzuschließen.

Noch zweckdienlicher (ökologischer und preiswerter) wäre nach Ansicht des Amtes ein Anschluß an die knapp 4 km entfernte Kläranlage in Gerlachsheim. Ökologischer deshalb, weil die Tauber ein sehr viel besseres Verdünnungsverhältnis und eine geringere Schwankungsbreite im Abfluß als der Grünbach in Grünsfeld aufweisen würde; ökonomischer deshalb, weil die Betriebskosten, die sonstigen Zusatzkosten und der Personalbedarf für die Klärung der Abwässer der anzuschließenden Gemeinden geringer seien im Vergleich zum Ausbau der Kläranlage in Grünsfeld. (Die mit 4,2 Mio DM veranschlagten Kosten für den Hauptsammler zwischen der Kläranlage unterhalb von Grünsfeld und der Kläranlage Gerlachsheim sind nach Meinung des Amtes zu üppig kalkuliert.)

Die vorhandenen Kläranlagen hätten bei der Schaffung einer der beiden Gruppenlösungen in Regenüberlaufbecken umfunktioniert werden können, um die Entlastungshäufigkeit für die Mischabwässer zu reduzieren. Ein Problem, daß ebenfalls angegangen werden müsse, sei der überproportional hohe Fremdwasseranteil (auch im Hinblick auf dessen Relevanz für die Abwasserabgabe).

- **Zur Form der Auseinandersetzung**

Vom Amt hätte man sich eine weitergehende gegenseitige Information mit Austausch der Sachargumente im Vorfeld der öffentlichen Auseinandersetzung, was sicherlich zur Versachlichung der Diskussion und zu einem größeren Verständnis der gegensätzlichen Standpunkte und ggf. zu tragbaren Kompromissen beigetragen hätte, gewünscht.

Prof. Dr. Helmut Kobus • Ltd. Baudirektor a.D. Fritz Bürkle

Institut für Wasserbau, Universität Stuttgart

Konkurrierende Ansprüche an ein Fließgewässer - das Beispiel Neckar

1. Einführung

1.1 Der Neckar und sein Einzugsgebiet

Entscheidend für Entstehung und Entwicklung des heutigen Landschaftsbilds im Einzugsgebiet des Neckars war die in der Kreidezeit einsetzende Hebung der Erdrinde und insbesondere der tertiäre Einbruch des Oberrheingrabens. Dies löste eine Verschiebung der Einzugsgebiete zwischen dem seitherigen Vorfluter Donau und dem jungen Rhein aus, die zugunsten des Rheins mit seiner derzeit etwa 300 m tieferen Erosionsbasis ausfiel. Dieser Vorgang setzt sich auch heute noch fort.

So bildete sich das Einzugsgebiet und die Neckarlandschaft in den vergangenen 60 Millionen Jahren zwischen dem Schwarzwald und der Schwäbischen Alb, dem Strom-/Heuchelberg und den schwäbisch-fränkischen Waldbergen, dem Lein-Elsenz-Hügelland und dem Bauland/Sandstein-Odenwald, generell nach Nord-Nord-Ost gerichtet, um schließlich mit dem Durchbruch des Neckars durch den Odenwald, nach Westen umbiegend, bei Mannheim am Rhein zu enden.

Eine Folge des noch erdgeschichtlich jungen Einzugsgebiets des Neckars sind die verhältnismäßig großen Gefälle der Nebenflüsse mit ihren Seitenbächen. Denudation und Erosion sorgten und sorgen trotz eines Waldanteils von 30% für einen beachtlichen Abtrag und somit bis heute für eine überdurchschnittliche Fest- und Schwebstoffführung (Geröll, Sand, Schluff, Tone).

Wegen der überwiegend günstigen Klima- und Bodenverhältnisse, der bereits im Mittelalter entstehenden Erschließung durch Fernverkehrswege und der laufenden Verbesserung der infrastrukturellen Verhältnisse im 19./20. Jahrhundert (z. B. Straßen, Neckarschifffahrt, Eisenbahn, Flughafen) wohnen/arbeiten heute im nahezu 14000 km² großen Neckareinzugsgebiet etwa 5 Millionen Menschen, somit rund die Hälfte der Bürger Baden-Württembergs [12]. Einen wirtschaftlichen Schwerpunkt bildet dabei der mittlere Neckarraum mit der Landeshauptstadt Stuttgart und den Landkreisen Böblingen, Esslingen, Göppingen, Ludwigsburg und Rems-Murrkreis. Die damit umrissene Region Stuttgart weist bei einer Fläche von 3654 km² und 2,563 Millionen Einwohnern somit eine Siedlungsdichte von 701,4 E/km² auf gegenüber einem Landesdurchschnitt von 286 E/km² (Stand 1.1.1994) [30].

1.2 Hydrologie und Abflußregime

Der Neckar weist von der Quelle bei Schwenningen bis zur Mündung in den Rhein bei Mannheim eine Länge von 371 km auf. Zwischen der Höhenlage des Ursprungs von 706 m + NN und der Mündung bei 85 m + NN ergibt sich ein Höhenunterschied von 621 m oder ein Durchschnittsgefälle, auf die gesamte Länge bezogen, von cirka 1.67 ‰.

Für eine Wasserbilanz des Neckar-Einzugsgebiets ist zunächst als Eingangsgröße der Gebietsniederschlag abzüglich der Verdunstung (Evapotranspiration) maßgebend. Beide Größen sind stark wetterabhängig und zeigen sowohl saisonale als auch kurzfristige Schwankungen. Die Jahresniederschläge im Neckareinzugsgebiet liegen überwiegend im Bereich von 600 bis 800 mm, nur in Höhenlagen des Schwarzwalds findet man höhere Werte.

Von der Gesamtniederschlagsmenge im Einzugsgebiet von rund 10 km³/a geht ein erheblicher Teil durch Evapotranspiration direkt zurück in die Atmosphäre, der andere Teil führt zu Grundwasserneubildung und Oberflächenabfluß. Hieraus resultiert folgende Bandbreite von Abflüssen am Pegel Plochingen (Teileinzugsgebietsgröße = 3995 km²) bzw. am Pegel Rockenau bei Heidelberg (Teileinzugsgebietsgröße 12676 km²) [17, (Stand Juli 1990)]:

	Niedrigwasserabfluß NNQ	Mittelwasserabfluß MQ	Hochwasser- abfluß HHQ
Plochingen	3,7 m ³ /s	46,0 m ³ /s	1.150 m ³ /s
Rockenau	18,4 m ³ /s	134 m ³ /s	2.150 m ³ /s

Hieraus ist ersichtlich, daß der Abfluß eines Fließgewässers in Abhängigkeit von den Wetterbedingungen starken Schwankungen unterworfen ist. Dies führt einerseits zu Abflußspitzen und zur Hochwasserproblematik, andererseits zu Niedrigwasserabflüssen in Trockenperioden mit Beeinträchtigungen der Gewässergüte. Die Bedeutung unterschiedlicher Gewässernutzungen muß deshalb nicht nur für mittlere Abflußverhältnisse beurteilt werden, sondern wird vor allem durch die Auswirkungen bei extremen Hoch- bzw. Niedrigwasserabflüssen bestimmt.

Das Abflußgeschehen ergibt sich aus dem Zusammenwirken von Versickerung im Untergrund (Bodenwasserhaushalt, Grundwasserneubildung) und oberflächlichem Abfluß. Hierbei kommt dem Bodenspeicher eine steuernde Funktion zu. Vereinfacht ausgedrückt entsteht ein Oberflächenabfluß und eine Grundwasserneubildung erst dann, wenn der Bodenspeicher aufgefüllt ist. Der Oberflächenabfluß führt zu einer unmittelbaren Reaktion der Bäche und Flüsse (er bestimmt die Hochwassersituation), während die Grundwasserneubildung das sehr viel träger reagierende Grundwassersystem speist und mit großen Zeitverzögerungen sich in den entsprechenden Quellschüttungen bemerkbar macht. In Trockenzeiten resultiert der Gewässerabfluß ausschließlich aus den Quellschüttungen, d.h., die Niedrigwasserabflüsse werden vom Grundwassersystem gesteuert.

Dies verdeutlicht, daß ein Fließgewässer sozusagen als Überlauf des Systems fungiert und damit großen und raschen zeitlichen Schwankungen unterworfen ist. Der Zusammenhang zwischen Niederschlag und oberflächlichem Abfluß ist stark variabel (je nachdem, ob der Bodenspeicher leer oder voll ist), und eine Gebietswasserbilanz muß zwangsläufig das Gesamtsystem von Oberflächengewässern und Grundwasservorkommen erfassen.

Die Funktion des Bodenspeichers kommt dann nicht zum Tragen, wenn der Boden im Winter gefroren ist oder auch überall dort, wo in Siedlungsgebieten Versiegelungen der Oberfläche ein Versickern von Niederschlagswasser verhindern.

1.3 Historische Entwicklung

Zwischen 1871 und 1994 wuchs in Baden-Württemberg die Bevölkerung von ursprünglich 3.35 Millionen auf 10.234 Millionen Einwohner. Bei einer Gesamtfläche von 35750 km² entspricht dies einer Zunahme der Bevölkerungsdichte von 94 E/km² auf 283 E/km², also einer Zunahme um den Faktor 3.

Im mittleren Neckarraum (Region Stuttgart) wuchs die Bevölkerung in derselben Zeit von 0,5 auf 2,563 Millionen Einwohner. Bei einer Fläche des mittleren Neckarraums von 3654 km² ergibt sich damit eine Bevölkerungsdichte im Jahr 1871 von 140 E/km², im Jahr 1994 von 700 E/km². Hier stieg also die Bevölkerungsdichte um das 5-fache.

Bei den Gewässernutzungen ist hervorzuheben, daß 1871 keinerlei Hochwasserschutz, keine Wasserversorgung aus dem Fluß, (fast) keine Abwasserbelastung und kein Kühlwasserbedarf bestand. Die Neckarschiffahrt war durch den Güterverkehr der Eisenbahn zusammengebrochen. Energie wurde durchweg von Mühlen mit Wasserrädern gewonnen. An Naherholung oder Wassersport dachte niemand.

Der wirtschaftliche Aufschwung vor dem ersten Weltkrieg und nach dem 2. Weltkrieg bildeten den Schlüssel für die Bevölkerungsverdichtung und damit die Ursache für die Entwicklung und Intensivierung der Gewässernutzung. So setzten in der 2. Hälfte des 19. Jahrhunderts der Bau zentraler Wasserversorgungen ein. Die Landeswasserversorgung entstand mit Zuleitung von Wasser aus dem Donauried bei Langenau in den Ballungsraum Stuttgart im 2. Jahrzehnt dieses Jahrhunderts [8, 14]. Der Wasserverbrauch in Haushalt und Industrie zeigte einen steilen Anstieg z. B. für Stuttgart [10, 23] von 27 l/E u. Tag im Jahr 1880 über 88 l/E. u. Tag im Jahr 1900 bis zu 140 l/E. u. Tag im Jahr 1990.

Entsprechend schnellten die Abwassermengen nach oben, besonders stark nach der Bevölkerungsverdichtung und dem schnellen Wirtschaftswachstum in den 50er und 60er Jahren. Kanalnetze entstanden, der Neckar verschmutzte mehr und mehr, ja verödete biologisch Ende der 60er, Anfang der 70er Jahre.

Die abwassertechnische Zielplanung, 1975 vom Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft, Umwelt und Forsten veröffentlicht, gab der nach dem zweiten Weltkrieg nur zögernd anlaufenden Abwasserbeseitigung durch die Bereitstellung namhafter Landeszuschüsse für den Gewässerschutz einen gewaltigen Impuls [23]. Der Bau von Kläranla-

gen, als vordringlich erklärt, gehörte nun für die Städte und Gemeinden zum wichtigsten Instrument, die Siedlungsausdehnung und die Entwicklung von Industrie, Handel und Gewerbe zu fördern. Die Klärwerke, nach dem neuesten Stand der Technik erstellt, verbesserten ihre Reinigungsleistung zwischen 1975 und 1990 ständig, so daß die Gewässergüte im Neckar ab Stuttgart von der Güteklasse III - IV (sehr stark verschmutzt) sich auf II - III (kritisch belastet) bis II (mäßig belastet) verbesserte [23].

Zusätzliche Anstrengungen gelten der Regenwasserreinigung und der weitergehenden Abwasserbehandlung (Phosphorelimination, Nitrifikation, Denitrifikation) [23]. Politisches Ziel des Landes ist es, in allen Fließgewässern, also auch im Neckar, durchweg die Güteklasse II (mäßig belastet) zu erreichen. Dazu gehört aber auch, daß die Belastung des Neckars durch Abwärme von Wärmekraftwerken begrenzt bleibt [6]. Dann könnte sich durch die gute Sauerstoffversorgung eine große Artenvielfalt und Individuendichte von Algen, Schnecken, Kleinkrebsen, Insektenlarven und entsprechenden Wasserpflanzenbeständen entwickeln. Ein ertragreiches Fischgewässer wäre die Folge, wie dies bereits jetzt schon in besonders günstigen Abschnitten des Neckars der Fall ist [12].

Mit dem Ausbau des Neckars zur Großschiffahrtsstraße ab Plochingen zwischen 1921 und 1968 verlor der Neckar seine Gestalt als naturnaher Fluß. Aber schon im späten Mittelalter und in der frühen Neuzeit bemühten sich die Grafen und Herzöge von Württemberg, den Neckar zwischen Cannstatt und Landesgrenze schiffbar zu machen [16]. Es ging ihnen einfach darum, die Wirtschaftskraft im Territorium zu stärken, denn der Frachtverkehr über die damaligen schlechten Straßen gestaltete sich schwerfälliger und blieb obendrein unsicher. Aus Mangel an finanziellen Mitteln für einen Ausbau und wegen der Hemmnisse territorialer Grenzen konnte sich jedoch kein leistungsfähiger Schiffsverkehr entwickeln.

Erst die vom Wiener Kongreß 1814/15 verfaßte Konvention, daß die Schifffahrt auf allen deutschen Flüssen dieselbe Freiheit genieße wie dies für den Rhein festgelegt sei, gab einen neuen und nun erfolgreichen Anstoß für den Ausbau des Neckars ab Cannstatt bis zur württembergischen Landesgrenze und darüber hinaus im Einvernehmen mit den Ländern des Deutschen Bundes, Hessen und Baden, bis Mannheim zum Rhein. Durch Beseitigung von Untiefen, Verbesserung der Passagen durch Wehre und die Herstellung von kurzen Kanalstücken und Schleusen baute sich bis 1850 für die damalige Zeit ein beachtlicher Schiffsverkehr auf [26]. Doch die Inbetriebnahme der Eisenbahnlinie Stuttgart - Heilbronn (1848) und der Anschluß der Bahnverbindung Bietigheim - Mühlacker (1853) mit billigerer und schnellerer Frachtbeförderung bereitete dem Schiffsverkehr auf dem Neckar bis zu den 70er Jahren des 19. Jahrhunderts ein schnelles Ende.

Der Aufschwung der Wirtschaft im letzten Viertel des 19. Jahrhunderts und die Hochkonjunkturphase vor dem ersten Weltkrieg ließ den Bedarf an Massengütern wie Sand, Kies, Zement, Kalk, Holz und Eisen zum Aufbau von Arbeitsstätten und zur Produktion ständig wachsen. Andererseits sollte der Versand von Fertiggütern der heimischen Industrie möglichst kostengünstig sein, um bei dem zunehmenden Wettbewerb mit anderen Ländern bestehen zu können [16]. Wichtige Bezugs- und Absatzmärkte (Saargebiet, Ruhrgebiet, Seehäfen) konnten aber per Schiff gut erreicht werden.

So lag es auf der Hand, daß die Vertreter der Wirtschaft den Ausbau des Neckars zu einer leistungsfähigen Schifffahrtsstraße forderten. 1910 brach das Ministerium des Innern mit einer Denkschrift für die „Kanalisation des Neckars Mannheim - Heilbronn“ und den Verkehr von 1000 t-Schiffen eine Lanze. 1910/12 folgten Plan und Kostenanschlag der Strecke Heilbronn - Plochingen, aufgestellt vom Vorstand des staatlichen Hydrographischen Büros, Otto Konz [4]. Auch im ersten Weltkrieg ließ die Werbung für die „Großschifffahrtsstraße Neckar“ nicht nach. Baden, Hessen und Württemberg einigten sich, den Neckar gleich nach Beendigung des Krieges für 1200 t-Schiffe zur Wasserstraße auszubauen. Nach der Weimarer Reichsverfassung von 1919 ging u.a. die Zuständigkeit für Wasserstraßen auf das Reich über. 1920 beschloß die Deutsche Nationalversammlung, den Neckar zwischen Mannheim und Plochingen als Großschifffahrtsstraße auszubauen, was zwischen 1921 und 1968 geschah.

Das Verkehrsaufkommen lag im Jahr 1970 bei 11.6 Millionen Tonnen für die Bergfahrt, welche die Talfahrt mit 2.3 Millionen Tonnen um ein Vielfaches übertraf. Allerdings nahm die Güterbeförderung nach ihrer Spitze im Jahre 1970 ständig ab. Die Gründe liegen bei der Konkurrenz des Bahn - und besonders des Straßenverkehrs. Ausgerechnet das umweltfreundlichste Verkehrsmittel, vom Energiebedarf, der Luft - und Lärmbelastung aus gesehen, kommt mehr und mehr ins Hintertreffen in einer Zeit, in welcher dringend nach Wegen gesucht werden muß, die Umwelt vor langfristig wirkenden Schäden zu entlasten.

Andererseits ist der Neckar durch die Kanalisation, die Streckung seiner Trasse und den Aufstau in 24 Stufen seiner Natürlichkeit in Bezug auf den Abfluß und seines ursprünglichen Flußbetts beraubt worden. Die Staustufen sind aber durchweg mit Laufkraftwerken ausgestattet, die immerhin bei einer Leistung von rund 90 MW eine Jahresarbeit von 486 Mio KWh erzielen. Mit dem Erlös aus dieser Stromerzeugung wurde und wird der Ausbau der Wasserstraße finanziert [16]. Dabei handelt es sich hier um eine unter Umweltsichtspunkten sehr erwünschte regenerative Energiegewinnung.

Es erhebt sich freilich die berechtigte Frage, wie der Neckar und sein kanalisiertes Bett naturnäher umgestaltet werden könnte. Erste Versuche, die Ufer unregelmäßig zu gestalten und der Vegetation sowie der Fauna eine Entwicklungschance zu geben, sind im Cannstatter Flußabschnitt von der Stadt Stuttgart 1992/1994 unternommen worden [9, 27]. Da in Zukunft die Naherholung in Verdichtungslandschaften noch wichtiger sein wird, gilt es, die naturnähere Umgestaltung des Neckars als vordringliche Aufgabe politisch anzuerkennen und durch entsprechende Beschlüsse in die Tat umzusetzen.

1.4 Die verschiedenen Nutzungen und Ansprüche an das Gewässer

Der Neckar und seine Zuflüsse unterliegen einer Vielzahl unterschiedlicher Nutzungen und Ansprüche. Fließgewässer sind landschaftsprägende Naturelemente und zählen zu den wichtigsten Biotopen sowohl in den siedlungsfernen Gebieten als auch in den Ballungsräumen. Die Quellgebiete und Bachläufe im gesamten Neckareinzugsgebiet mit seinen vielfältigen Landschaften von der Schwäbischen Alb bis zum Odenwald bieten nicht nur eine landschaftlich reizvolle Umgebung, sondern stellen auch hochwertige Fischereigewässer dar und werden für vielerlei Freizeitaktivitäten in Anspruch genommen. Die einstige Sand- und Kiesgewinnung aus den quartären Ablagerungen des Neckartals führte zur Anlage vieler Baggerseen. Diese werden heute zu einem beträchtlichen Teil für Baden und Wassersport von der Bevölkerung genutzt. Das Grundwasser in den Talauen wird vielerorts für die Trinkwassergewinnung erschlossen. Die Gewässer dienen auch als Transportmittel und Vorfluter für den Auslauf von Kläranlagen, in denen industrielles und häusliches Abwasser gereinigt wird.

Zum Schutz gegen Hochwasserschäden wurden in der Vergangenheit zahlreiche Hochwasserrückhaltebecken sowie Schutzdämme an den Gewässern angelegt.

Der Neckar und seine Zuflüsse werden in vielfältiger Form als Brauchwasserressource, als Wasserstraße und zur Wasserkraftgewinnung genutzt, wobei die damit verbundene Stauregelung des Gewässers erhebliche Eingriffe in die Gewässerökologie mit sich bringt. Schließlich ist die Energiewirtschaft auf Neckarwasser zur Abdeckung des Kühlwasserbedarf angewiesen. Die damit verbundene Aufwärmung des Flusses und die nicht unerheblichen Verdunstungsverluste führen vor allen Dingen in den Niedrigwasserzeiten

und im Hochsommer zu Engpaßsituationen im Hinblick auf die Gewässerqualität, was entsprechende Einschränkungen der Nutzung notwendig macht.

Eine Darstellung der unterschiedlichen Nutzungen und Ansprüche an das Gewässer ist in systematisierter Form in Abb. 1 gegeben. Daß hieraus eine ganze Reihe von Zielkonflikten resultiert, liegt auf der Hand. Die konkurrierenden Ansprüche werden im nachfolgenden Kapitel 2 thematisiert.

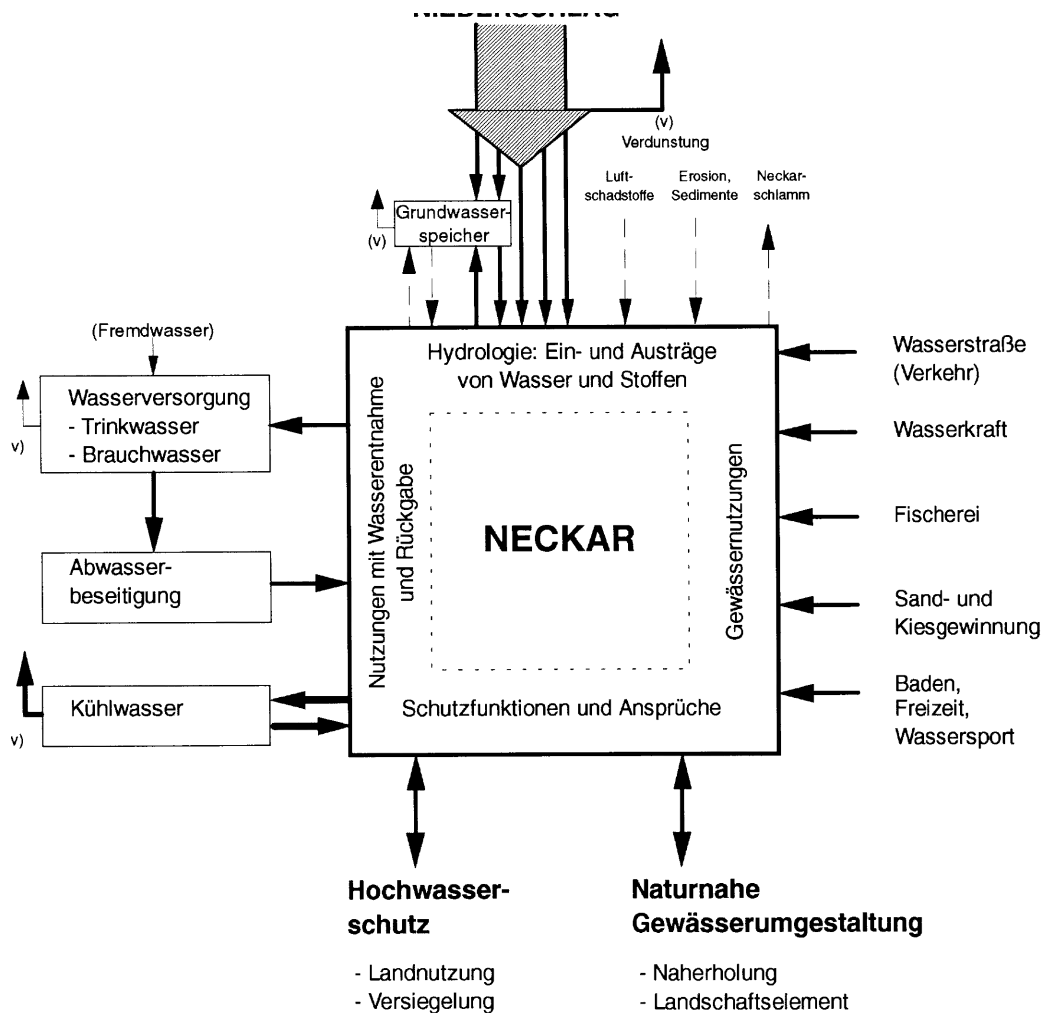


Abb. 1: Nutzungen und Ansprüche an den Neckar

Die Situation für das Einzugsgebiet des Neckar läßt sich mit anderen Flüssen nicht ohne weiteres vergleichen. Eine Besonderheit liegt in der enormen Bevölkerungsdichte im Mittleren Neckarraum, aus der auch für die Wasserversorgung und Wasserwirtschaft ungewöhnliche Ansprüche resultieren. Es wäre zweifellos interessant, einmal eine vergleichende Studie anzustellen, in der ähnlich große Flüsse anderswo in bezug auf Hydrologie, Einzugsgebietsgröße sowie vor allem hinsichtlich Bevölkerungsdichte, Besiedlung und Nutzung charakterisiert und mit dem Neckar verglichen werden. Es sei deshalb hiermit angeregt, in einer solchen Studie beispielsweise jeweils ein Gewässer in Mitteleuropa, im mittleren Osten, in Afrika, in Japan und in Amerika zu untersuchen und hieraus interessante Parallelen, Gegensätze und Tendenzen abzuleiten und sichtbar zu machen.

2. Konkurrierende Ansprüche

2.1 Hochwasserschutz, naturnaher Gewässerausbau und Flächennutzung

Aufgrund des ungeheueren Siedlungsdrucks insbesondere seit dem 2. Weltkrieg ist dem Neckar fast durchweg der natürliche Spielraum genommen worden. Der weitgehende Wegfall von Überflutungsflächen für Hochwässer als Retentionsräume durch die Ausdehnung der Siedlungen und des Straßenbaus führte zwangsläufig zu einer Kanalisierung und zu einer Verschärfung der Hochwasserspitzen. Zunehmende Versiegelungseffekte tragen ebenfalls zum rascheren Abfluß bei.

Ein natürlicher Fluß kann im Hochwasserfall die gesamte Talauflage als Ausuferungsspielraum in Anspruch nehmen, bildet oft Mäander, Flußverzweigungen und Inseln (siehe historische Karten) und besitzt insgesamt ein Speichervermögen, das die Hochwasserspitzen und den Abfluß dämpft und die Hochwasserwellen verlangsamt. Am mittleren Neckar sind etwa 80 % der Retentionsflächen inzwischen in hochwasserfreie Siedlungsgebiete umgewandelt worden. Dadurch wird der Hochwasserabfluß im Neckar deutlich beschleunigt und führt zu verschärften Situationen am Unterlauf bis zur Mündung in den Rhein. Da auch für den Rhein gilt, daß durch die Tulla'sche Rheinkorrektur im 19. Jahrhundert und durch den Oberrheinausbau von Basel bis Iffezheim heute Hochwasserereignisse wesentlich rascher und mit größeren Abflußspitzen ablaufen, kann es im Raum Mannheim dadurch zu wesentlich ausgeprägteren Hochwasserspitzen kommen.

Die Hochwasserwellen in Rhein und Neckar treffen nicht einige Tage nacheinander, sondern weitgehend zeitgleich ein [15].

Eine schematische Gegenüberstellung zum Zusammenhang zwischen Hochwasserschutz und Gewässerausbau ist in Abb. 2 mit Stichworten charakterisiert.

	Naturferner Gewässerausbau	Naturnaher Gewässerausbau
Beschleunigung von Hochwasserabläufen	groß	klein
Hochwasserspitzen	verschärft	gedämpft
Überschwemmungsgebiete	keine	ausgewiesen
Versiegelung durch Siedlungsaktivitäten	stark	mäßig
Grundwasserneubildung	reduziert	natürlich
Flußlandschaft	naturfern	naturnah
Naherholungswert	gering	hoch
Ökologische Funktion	vermindert	wertvoll
Gewässergüte	Klasse III-IV (stark verschmutzt)	Klasse II (mäßig belastet)
Fischerei	unbedeutend	bedeutend

Abb. 2: Hochwasserschutz und Gewässerausbau

Die naturnahe Gestaltung und Umgestaltung von Fließgewässern [18, 22, 24, 25, 28], wie sie heute mit Recht gefordert wird, benötigt für dieselbe Abflußleistung wesentlich größere Querschnitte als ein bewuchsfreier Kanal mit prismatischem Querschnitt (ein Mehrfaches!). Wenn keine zusätzlichen Flächen zur Verfügung gestellt werden, bedeutet somit ein naturnaher Ausbau zwangsläufig auch ein häufigeres Ausuferndes des Gewässers. Dies wäre aus hydrologischen und ökologischen Gründen durchaus erwünscht, ist aber in vielen Flußabschnitten wegen der dichten Bebauung und Flächennutzung nicht hinnehmbar.

Der Hochwasserschutz durch Hochwasserrückhaltebecken (in Baden-Württemberg mit rund 300 Becken besonders ausgeprägt) hat sich zwar für lokale Schutzmaßnahmen bewährt, genügt aber im Maßstab des Gesamteinzugsgebiets nicht. Außerdem wirft die Frage der Sicherheit der Staubbauwerke neue Probleme auf. Bauliche Maßnahmen zum Schutz einzelner Gebäude oder Objekte sind stets aufwendig und somit nur in besonderen Fällen angebracht, jedoch weder allgemein einsetzbar noch ausreichend als generelle Problemlösung.

Die Entwicklung der letzten Jahrzehnte im Hinblick auf den Hochwasserschutz am Neckar ist dadurch gekennzeichnet, daß die natürlichen Retentionsflächen zufolge der Siedlungsaktivitäten drastisch reduziert worden sind, was die Hochwassergefahr talabwärts verlagerte und zudem verschärfte. Bei der Diskussion um die Reduzierung von Retentionsflächen durch Ausweisung hochwasserfreier Siedlungs- oder Industrieflächen mit Dämmen wirkt sich äußerst nachteilig aus, daß der Effekt der Einzelmaßnahme auf den Hochwasserablauf sehr gering und auch nie gerichtsfest meßtechnisch nachweisbar ist, wohingegen der kumulative Effekt gravierende Folgen hat. Entsprechende Hochwasser- auswirkungen und -schäden sind die Folge. Nach [12] sind die Hochwasserschäden in Baden-Württemberg von jährlich rund 40 bis 50 Millionen DM Ende der 60er Jahre inzwischen auf mehrere 100 Millionen DM pro Jahr angestiegen. Diese Entwicklung, die von mancher Seite der Wasserwirtschaft angelastet wird, hat sich stets gegen die Zielvorstellungen und fachlichen Äußerungen der Wasserwirtschaft so ergeben, weil anderweitige Landnutzungsinteressen im Entscheidungsprozeß höher bewertet wurden.

Dieses Beispiel mag veranschaulichen, daß es hier nicht an fundierten Zielvorstellungen fehlt, sondern an deren Stellenwert in der Politik. Die Belange der Wasserwirtschaft, des Gewässerschutzes und des Grundwasserschutzes sind in Relation mit anderweitigen Interessen der Landesplanung und Raumordnung in der Vergangenheit immer hintangestellt worden.

Die Erfahrungen und die Berichterstattung in den Medien zu dem im Januar 1995 (damit auch im Rückblick auf das Ereignis im Dezember 93) abgelaufenen Hochwasser verdeutlichen die Situation und die Tatsache, daß sich zwischenzeitlich, als die Wasserstände wieder gefallen waren, de facto im politischen Raum nichts bewegte. Das öffentliche Interesse, die Berichterstattung in den Medien und die politische Bedeutung der Problematik des Hochwasserschutzes scheint linear proportional mit den Wasserständen zu steigen und zu fallen.

Abschließend sei hier angemerkt, daß Hochwässer Naturereignisse sind, die primär vom Wetter und den Niederschlagsereignissen verursacht, geprägt und gesteuert werden. Die vorstehend angesprochenen anthropogenen Veränderungen sind hierbei stets nachgeordnet. Hieraus wird ersichtlich, daß selbst die größte Vorsorge nicht in der Lage sein wird, uns vor folgenschweren Naturereignissen zu schützen. Da allem Anschein nach zufolge der sich abzeichnenden Klimaveränderungen auch die Häufigkeit von Extremereignissen zunehmen wird, erscheint es ratsam, nicht nur die bewährten Maßnahmen für den Hochwasserschutz gezielt weiter zu verfolgen, sondern auch weiterführende Neuüberlegungen zum Umgang mit dem Hochwasser in Ballungsräumen anzustellen (differenzierte Flächennutzung, Ausweitung von Überschwemmungsgebieten, differenzierte Versicherungsregelungen, etc.).

2.2 Wasserversorgung und Gewässer- und Bodenbelastungen

Der mittlere Neckarraum lebt im wesentlichen von Trinkwasserimporten durch die beiden überregionalen Wasserversorgungsverbände Bodenseewasserversorgung (BWV) und Landeswasserversorgung (LW). Neckarwasser wird für die Trinkwasserversorgung nicht mehr genutzt. Im Neckartal gibt es jedoch zahlreiche örtliche Wasserversorgungsanlagen mit Brunnen, z.T. auch mit Grundwasseranreicherungsanlagen (z. B. Filterwasserversorgung). Diese örtlichen Wasserversorgungen decken zwar nur einen Teil des Bedarfs, sind jedoch aus Gründen der Versorgungssicherheit ein wichtiger Bestandteil der Wasserversorgung insgesamt.

Grundwasserschäden zufolge industrieller Schadensfälle, Altlasten an Industriestandorten und Altablagerungen sowie Belastungen durch die Landwirtschaft und durch Luftschadstoffe mit dem Niederschlag bzw. über trockene Deposition führen dazu, daß örtliche Wasserversorgungsanlagen zunehmend außer Betrieb genommen werden müssen. Diesem Trend, der unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten zwar verständlich ist, muß jedoch im Interesse des Umweltschutzes und der Versorgungssicherheit mit geeigneten Schutzmaßnahmen entschieden gegengesteuert werden.

Soll man auf dem tradierten Denkpfad bleiben: „Grundwasser für die Trinkwasserversorgung, Oberflächengewässer als Vorfluter für das Abwasser“, oder müssen hier nicht auch ganz andere Vorstellungen mitberücksichtigt werden? Zum Beispiel könnte die Wassergewinnung aus Uferfiltrat oder Grundwasseranreicherungsanlagen völlig neue

Perspektiven in die Diskussion bei Landkreisen mit Wassermangel bringen, auch wenn dies aus heutiger Sicht nicht als vordringliche Frage zu sehen ist.

Bei allem berechtigten Bemühen um den Grundwasserschutz und dem Appell zur Erhaltung örtlicher Wasserversorgungen darf allerdings nicht ein falscher Eindruck erweckt werden. Orientiert an der Zielvorstellung, wegen der Versorgungssicherheit flächendeckend im Lande stets zwei Möglichkeiten der Wasserversorgung kurzfristig verfügbar zu haben, muß dafür gesorgt werden, daß beide Standbeine dieses Konzepts, die örtliche Wasserversorgung und die Fernwasserversorgung, erhalten und/oder ausgebaut werden.

2.3 Gewässergüte: Abwasserbeseitigung und Gewässerökologie

Durch die Einleitung gereinigter Abwässer aus Kläranlagen und Industriebetrieben ist der Neckar erheblich belastet. Hinzu kommen diffuse Stoffeinträge mit dem Niederschlagswasser, dem Oberflächenabfluß und dem Regenwasserabfluß aus der Kanalisation.

Niederschlagswasser ist mit Luftschadstoffen belastet. Außerdem wird die trockene Deposition an der Erdoberfläche vom Regen erfaßt und zum Teil versickert, zum Teil abgewaschen und mit dem Oberflächenabfluß in die Gewässer transportiert.

Diffuse Stoffeinträge verursachen heute in unseren Flüssen rund die Hälfte der Gewässerbelastung. Eine weitere Steigerung der Reinigungsleistung von Kläranlagen kann deshalb nur beschränkte Auswirkungen auf die Gewässergüte haben.

Aufwärmung durch Kühlwassereinleitungen verschärft die Gewässergüteproblematik deutlich. Mit höherer Temperatur erniedrigt sich die Sättigungskonzentration für Sauerstoff. Damit wird der Sauerstoffeintrag abgemindert, während gleichzeitig die Sauerstoffzehrung verstärkt wird.

Stauhaltungen bewirken zudem eine Verminderung von Fließgeschwindigkeiten. Dies führt zu einem verminderten Sauerstoffeintrag durch die Oberfläche im Vergleich zu freifließenden Gewässern.

Der jeweilige Gütezustand des Gewässers resultiert aus dem Zusammenwirken der vor genannten Hauptfaktoren (Abwassereinleitungen, diffuse Stoffeinträge, Kühlwassernutzungen, Stauhaltungen) und ist naturgemäß direkt mit dem Abfluß gekoppelt. Wegen der vergleichsweise geringen Verdünnung sind die Niedrigwasserführungen maßgebend. Kritische Situationen entstehen deshalb hauptsächlich im Sommer (bei Niedrigwasserführungen und hohen Temperaturen).

Ein Problem besonderer Art stellt die Schwermetallbelastung des Neckarschlammes durch Industrieabwässer dar. In den Stauhaltungen des Neckars kommt es zu Ablagerungen der vom Fluß mitgeführten Feststoffe und damit zu Auflandungen, die zur Erhaltung der erforderlichen Fahrwassertiefe für die Schifffahrt in regelmässigen Zeitabständen ausgebaggert werden müssen. Der an organischen Substanzen reiche Neckarschlamm wurde traditionell auf landwirtschaftlich genutzten Flächen ausgebracht. Dies ist jedoch heute wegen der Schwermetallbelastung des Baggerguts nicht mehr akzeptabel. Die Frage der Entsorgung des Neckarschlammes sowie auch die Frage der Freisetzung der Schwermetalle bei Hochwasserereignissen bereitet Probleme. Hingegen war die frühere Praxis der Ausbringung von Neckarschlamm auf landwirtschaftlich genutzten Flächen quasi ein Rücktransport des durch den Niederschlag erodierten Materials - also ein in sich geschlossener „dauerhafter und umweltgerechter“ Kreislauf.

Die Maßgabe, die Belastung der als Vorfluter genutzten Fließgewässer an ihrer Selbstreinigungskraft zu orientieren, ist ökologisch zwingend. Ein traditioneller Aspekt der Raumordnung bei Überlegungen zur künftigen Wirtschaftsstruktur ist deshalb, die zukünftige Entwicklung an den gegebenen Randbedingungen zu orientieren. Bei wasserwirtschaftlichen Gesichtspunkten in landesplanerischen Entscheidungsprozessen muß aber auch die rapide Entwicklung in der Industrie berücksichtigt werden, die zu geschlossenen Kreisläufen, wassersparenden Technologien und vor Ort-Aufbereitung hinzielt und damit viele Wirtschaftsbetriebe weitgehend unabhängig von der Lage an einem Fließgewässer macht. Der einzige Bereich, für den dies sicher nicht zutreffen wird, ist die Energiewirtschaft mit ihrem Kühlwasserbedarf. Hier bestehen im Mittleren Neckarraum seit vielen Jahren bereits erhebliche Engpässe bei Niedrigwasserführungen, die zu vielerlei (erfolglosen) Vorschlägen mit Wasserüberleitungen etc. Anlaß gegeben haben.

2.4 Kühlwasserbedarf der Energiewirtschaft

Der Kühlwasserbedarf der Energiewirtschaft ist extrem groß und beträgt ein Vielfaches des anderweitigen Wasserbedarfs für Trinkwasser und Industrie. Für ein 1000 MW Wärmekraftwerk werden etwa $40 \text{ m}^3/\text{s}$ Kühlwasser gebraucht, dessen Temperatur um 10 K erhöht wird. Das Wärmeabfuhrvermögen des Neckars (limitiert durch eine ökologisch begründete maximale Aufwärmspanne des Flußwassers von 5 K insgesamt durch alle Nutzungen) ist insbesondere bei niedrigen Wasserführungen bei weitem nicht ausreichend. Deshalb wird zu Niedrigwasserzeiten die Abwärme über Kühltürme direkt an die Atmosphäre abgegeben. Damit wird die Wärmebelastung des Gewässers zwar verringert, aber der Kühlturbetrieb ist mit Verdunstungsverlusten verbunden, die je nach Wetterlage in der Größenordnung von bis zu 5 % des Kühlwasserumsatzes ausmachen. Zur Verdeutlichung der Größenordnungen: der Kühlturm-Verdunstungsverlust eines 1000 MW Kraftwerks von etwa $2 \text{ m}^3/\text{s}$ entspricht dem Wasserbedarf (bei 140 l/E d) von rund 1,25 Millionen Einwohnern!

Erhöhte Verdunstungsverluste führen zu Engpässen bei Niedrigwasserführung, die insbesondere aus Wasserqualitätsgründen nicht akzeptabel sind. Deshalb gibt es vielfältige Bemühungen, für einen Ausgleich zu sorgen und die Engpaßsituation durch Wasserüberleitungen aus anderen Einzugsgebieten zu beheben: vom Bodensee, aus dem Schwarzwald, vom Rhein usw.. Diese Ansätze sind bisher alle im politischen Raum gescheitert.

2.5 Wasserstraße und Landschaftselement

Die Wasserstraßennutzung des Neckars ist seit Flößerzeiten (ab dem 14. Jahrhundert) gegeben. Für Massengüter stellt die Binnenschifffahrt die mit Abstand kostengünstigste und energiesparendste Transportform dar, die obendrein nur eine geringe Luftverschmutzung und Lärmbelästigung verursacht. Sie ist deshalb als umweltfreundlich zu bezeichnen.

Der Ausbau zu einer Wasserstraße bis Plochingen (1921 bis 1968) führte zu drastischen Eingriffen in das Gewässer durch Wehre und Schleusen und verwandelte den Fluß in ein staugeregeltes Gewässer. Die Anforderungen der Schifffahrt (Mindestfahrwassertiefe, Regelquerschnitt, Mindestbreite, Mindestradien) führen zwangsläufig zu einem technisch geprägten „Schiffahrtskanal“ und lassen wenig Raum für eine mehr ursprüngliche, landschaftsnahe Gestaltung. Erste Versuche zu einer naturnäheren Ufergestaltung sind

von der Stadt Stuttgart im Einvernehmen mit dem Wasser- und Schifffahrtsamt in den Jahren 1992/1994 mit Erfolg durchgeführt worden [9]. Es wäre im Interesse einer ökologischen Aufwertung des Neckars und der Naherholung dringend erwünscht, solche Umgestaltungen fortzusetzen.

Die wenigen verbliebenen Altarme des Neckars sind Gewässer, die leider zusehends verschwinden. Sie sollten als die letzten Zeugen des einst natürlichen Flußlaufs und wegen ihrer Eigenschaft als Refugium für Gewässerflora und -fauna möglichst erhalten und unter Schutz gestellt werden. Ein Blick auf heutige und frühere Landkarten macht die Entwicklung deutlich. Erst in jüngster Zeit gibt es Ansätze, dem entgegenzusteuern.

Die vorgeschriebene Fahrwassertiefe ist durch Baggerungen zu gewährleisten. Der dabei gewonnene Neckarschlamm muß entsprechend entsorgt werden (siehe Kap. 2.3 zur Gewässergüte). Die mit einer Wasserstraße bzw. Nutzung der Wasserkraft verbundenen Stauhaltungen sind zusammen mit dem Schiffsverkehr gewässerökologisch gesehen und für den Fischbestand schädlich. Mit dem Verlust des ursprünglichen Flußcharakters können die ehemals autochthonen Fischpopulationen (Barben-Region) nicht mehr dauerhaft angesiedelt werden.

2.6 Wasserkraftnutzung und Stauregelung

Zwischen Rottenburg und der Mündung erzeugen 30 größere Laufkraftwasserwerke (mit Nutzleistungen von jeweils mehr als 1 MW) insgesamt eine Nutzleistung von 95.5 MW [19]. Die Wasserkraftnutzung am Neckar nimmt sich im Vergleich zu der Produktion von Wärmekraftwerken recht bescheiden aus. Zur Verdeutlichung der Größenordnungen: wenn der 1300 MW-Block des Kernkraftwerks Philippsburg vom Durchlaufbetrieb auf Kühlturbetrieb umschaltet, dann ist damit eine Verschlechterung des Wirkungsgrades und eine Einbuße an erzeugter elektrischer Nutzleistung von circa 110 MW verbunden - also mehr als sämtliche Wasserkraftanlagen entlang des Neckars an Strom produzieren.

Wasserkraftanlagen sind jeweils zwangsläufig mit einem Gewässeraufstau und einer Wehranlage, in manchen Fällen auch mit einem Triebwasserkanal verbunden. Durch die Stauanlagen wird die Durchgängigkeit des Gewässers unterbrochen, mit negativen Auswirkungen auf die Gewässerorganismen. Insbesondere werden dadurch die Migrationsmöglichkeiten für Fische eingeschränkt. Technische Maßnahmen wie Fisch-Scheuch-

anlagen an Einlaufbauwerken oder Fischtreppe dienen hier als Ersatzmaßnahmen, die allerdings nur mit begrenztem Erfolg Abhilfe schaffen.

Der Fischbestand des Neckars hat sich im Lauf der Zeit stark verändert. Bereits um 1700 wurde bei Heilbronn ein Wehr erbaut, das den Aufstieg für Wanderfische verhindert hat [12]. Dennoch besaß der Neckar einen reichen Bestand an Fischarten und galt bis nach dem 2. Weltkrieg als artenreich. In der Nachkriegszeit wurde mit der zunehmenden Gewässerbelastung die inzwischen im Nebenerwerb ausgeübte Berufsfischerei eingestellt. Mit der Verbesserung der Gewässergüte auf die Güteklasse II bis Plochingen ist für Sportfischer der naturnähere Oberlauf des Neckars besonders attraktiv. Aber auch im kanalisierten Teil ab Plochingen ermöglichten die gemeinsamen Bemühungen von Land, Kommunen und Industrie (siehe Kap. 1.3) seit 1975 die Gewässergüte so zu verbessern (1990 Güteklasse II/III bis II), daß Fischereivereine durch Besatz geeigneter Fischarten (Rotaugen, Döbel, Karpfen, Schleien, Zander, Hechte u.a.) einen beachtlichen Fischbestand aufbauen und hegen konnten. Der Neckar kann also heute wieder auf seiner gesamten Länge fischereilich genutzt werden [13].

2.7 Naherholung und Wassersport

Noch bis in die 50er Jahre war das Baden und Schwimmen im Neckar ein beliebter Volkssport. Die mit dem Wirtschaftswunder einhergehende starke Gewässerbelastung bereitete dem ein Ende. Heute ist aus hygienischen Gründen das Baden im Neckar am gesamten Fluß nach wie vor verboten, obwohl die Gewässergüte in jüngerer Zeit wieder deutlich besser geworden ist.

Hand in Hand mit der Gewässerbelastung ging auch eine stetige Erwärmung des Flusses durch Brauchwasser- und Kühlwassereinleitungen. Dies hat zur Folge, daß der Neckar im Winter keine geschlossene Eisdecke mehr bildet. Das winterliche Schlittschuhlaufen auf dem gefrorenen Fluß ist damit zwangsläufig verschwunden, aber gleichzeitig ist auch das technische Bewirtschaftungsproblem der Eisabfuhr im Frühjahr entfallen.

Kanu und Kajakfahren, Rudersport und Motorbootsport werden am Neckar und seinen größeren Nebenflüssen in regional unterschiedlicher Intensität ausgeübt. Flußbauwerke wie Wehranlagen und Stauhaltungen für Brauchwasserentnahmen oder Wasserkraftanlagen erweisen sich hierbei stets als ungeliebte Hindernisse. Wo immer an den kleineren

Gewässern heute Wehranlagen umgestaltet werden, findet deshalb nicht nur die Durchgängigkeit und Aufstiegsmöglichkeit für Fische Beachtung, sondern es wird auch die gefahrlose Passierbarkeit für Kanuten mit berücksichtigt. Sogenannte Kanugassen ersparen bei der Talfahrt das Umtragen der Boote und reduzieren die Unfallgefahr. Durch die verschiedenen technischen Nutzungen der Gewässer und durch die Erfordernisse der gewerblichen Schifffahrt auf dem Neckar ab Plochingen werden die Freizeitaktivitäten der Wassersportler jedoch deutlich beschränkt.

Ausflugsschiffe auf dem Neckar verkehren im Sommer regelmäßig ab Cannstatt flußabwärts, gelegentlich auch flußaufwärts bis nach Plochingen.

Zur Naherholung gehört auch das Wandern und Radwandern entlang des Flusses. Dies ist aufgrund der Gegebenheiten der Siedlungsentwicklung [27] oft nur bedingt möglich. Im Zuge der Bemühungen um eine naturnähere Gestaltung der Uferbereiche gibt es jedoch Ansätze zu einer Verbesserung der Situation.

Die Sand- und Kiesgewinnung hat zur Schaffung von Baggerseen geführt, die teilweise heute als Badegewässer und Naherholungszonen intensiv genutzt werden [27]. Andererseits stehen solche Nutzungen in Konflikt mit der Gewinnung von Trinkwasser aus dem angeschnittenen Grundwasserleiter.

3. Administrative Zuständigkeiten und Organisationsformen

Für den Betrieb und die Unterhaltung der „Schifffahrtstraße Neckar“ bis Plochingen ist die Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes zuständig. Wenn auch zukünftig den Belangen der Schifffahrt bezüglich der Unterhaltung und der Gestaltung der Ufer weiterhin die entscheidende Bedeutung zukommen muß, so zeigt sich in der jüngsten Vergangenheit bei den zuständigen Behörden durchaus die Bereitschaft, Ufer naturnäher umzugestalten und Betonbefestigungen im Rahmen des Möglichen zu entfernen [27].

Für den Flußbau (z. B. Hochwasserschutz, Instandsetzung und Unterhaltung aller nicht schiffbaren Gewässer), den gewässerkundlichen Dienst und den Gewässerschutz ist die Wasserwirtschaftsverwaltung des Landes Baden-Württemberg zuständig. So groß die Anstrengungen der Kommunen auf dem Gebiet der Abwasserreinigung und der Regen-

wasserbehandlung waren, so gering war oftmals ihre Bereitschaft, bei der Ausweisung von Überschwemmungsgebieten ihren Beitrag zum Hochwasserschutz zu leisten. Es muß nun, angesichts der katastrophalen Ausmaße der Hochwasserereignisse vom Dezember 1993 und Januar 1995, Gebot der Stunde sein, dem berechtigten Anliegen der Wasserwirtschaftsverwaltung zur umgehenden Ausweisung von Überschwemmungsgebieten Rechnung zu tragen. Wer heute noch in Überschwemmungsgebieten baut, handelt unverantwortlich gegen unsere Nachkommen und ist letztendlich auch mit verantwortlich, daß die Schäden bei Überschwemmungen immer größer werden. Hier muß den Entwicklungen der letzten Jahrzehnte gegengesteuert werden.

In diesem Zusammenhang erscheint es unverständlich, daß im Zuge der baden-württembergischen Verwaltungsreform die unabhängigen und fachlich gebündelten Wasserwirtschaftsämter, oftmals als Mahner aufgetreten, aufgelöst worden sind. Die Wasserwirtschaft hat damit eine kaum mehr gutzumachende Schwächung erfahren, ohne daß es hierzu einen fundierten, fachlich orientierten Sachzwang gegeben hätte. Gerade diese Verwaltung hat sich stets neuen Aufgaben -wie zuletzt der „Ökologisierung“ der Gewässer - gestellt und diese in hervorragender Weise gelöst. Nicht die Fachverwaltung ist es, die Ziele nicht mit der notwendigen Eile verfolgt hat. Oftmals fehlt der politische Mut, konsequent Ziele umzusetzen - wie z. B. die nunmehr seit Jahren anhängige Wassergesetz-Novelle oder die Ausweisung von Überschwemmungsgebieten.

Es bleibt abzuwarten, welche Konsequenzen die Aufteilung der Wasserwirtschaftsämter in drei Teile - Zuständigkeit bei Stadt- und Landkreisen, bei Gewerbeaufsichtsämtern und bei „Gewässerdirektionen“ - mit sich bringen wird. Jedenfalls ist eine Steigerung der Effizienz der fachlichen Verwaltungsarbeit oder gar größere Bürgernähe und Überschaubarkeit hierbei nicht erkennbar. Eine zentrale Rolle kommt zukünftig den Gewässerdirektionen zu, bei deren Zuständigkeiten ein wichtiger Ansatz auf keinen Fall auf der Strecke bleiben darf, nämlich die wasserwirtschaftliche Gesamtbeurteilung auf regionaler Ebene und die Gesamtschau der Gewässer bezüglich Menge, Morphologie und Güte. Hierzu muß selbstverständlich auch die großräumige Bewirtschaftung des Grundwassers zählen, weil Fließgewässer und Grundwasser unteilbar miteinander in Wechselwirkung stehen. Voraussetzung für die Erfüllung dieser Aufgaben muß auch sein, daß von den Gewässerdirektionen entsprechende Meßnetze für Oberflächen- und Grundwasser bezüglich Menge und Güte konsequent weiter ausgebaut und unterhalten sowie auch die Meßergebnisse ausgewertet werden.

4. Konflikte, Fragestellungen und Tendenzen

4.1 Betrachtungsbereiche (Gewässerabschnitte)

Bei den Überlegungen zu Nutzungsinteressen, Interessenkonflikten und Lösungsmöglichkeiten sollten regional bezogene Betrachtungen angestellt werden. Hierbei wäre zweckmäßigerweise zu unterscheiden:

- der Oberlauf des Neckars bis Plochingen als ein zwar vielseitig genutztes, aber in weiten Bereichen noch freifließendes Gewässer,
- der Neckar von Plochingen bis Heilbronn als kanalisiertes und staugeregeltes Gewässer und Wasserstraße mit einer Abfolge von Staustufen (mittlerer Neckarraum),
- der Unterlauf von Heilbronn bis zur Mündung mit derselben, künstlich geschaffenen Gewässerart.

Charakteristisch ist die hohe Siedlungsdichte im gesamten Einzugsgebiet und besonders im mittleren Neckarraum. Dies hat zwangsläufig zur Folge, daß auch bei größter Bemühung hier bestenfalls eine mäßig belastete Gewässersituation erreicht werden kann, die also der Gewässergütestufe II entspricht.

4.2 Interessenkonflikte

Konkurrierende Nutzungsinteressen bestehen nach den vorstehenden Ausführungen in folgenden Bereichen:

- (1) Hochwasserschutz contra Flächennutzungen

Die geringen, noch verbliebenen Retentionsflächen müssen erhalten bleiben. Wo möglich, sollten flächige Hochwasserfreilegungen rückgängig gemacht werden und ggf. durch Objektschutzmaßnahmen ersetzt werden. Überschwemmungsflächen sind wasserrechtlich auszuweisen, immer wieder nach den neuesten Er-

fordernissen fortzuschreiben sowie zusätzliche Polderungen zu schaffen. Oberflächenversiegelungen müssen reduziert und wo möglich rückgängig gemacht werden.

(2) Wasserversorgung contra Flächennutzungen

Örtliche Wasserversorgungsanlagen mit Wasserfassungen müssen erhalten und durch Wasserschutzgebiete abgesichert werden. Der präventive Schutz vorhandener Grundwasservorräte stellt eine zentrale Vorsorgemaßnahme dar, und Boden- und Grundwasseraltlasten (Altablagerungen, Altstandorte) sind zu sanieren. Dies beschränkt die Möglichkeiten der Siedlungsentwicklung.

(3) Lokale contra Fernwasserversorgung

Das natürliche örtliche Wasserdargebot reicht für die Wasserversorgung im mittleren Neckarraum bei der gegebenen Siedlungsdichte seit langem nicht mehr aus. Deshalb bezieht dieser Raum sein Trinkwasser überwiegend über Fernwasserversorgungen aus dem Donaauraum (LW) bzw. dem Bodensee (BWV).

Eine verbrauchernähere Wassergewinnung im mittleren Neckarraum wäre zwar prinzipiell vorstellbar und technisch realisierbar unter Nutzung des Neckars (Uferfiltratgewinnung oder Grundwasseranreicherungsanlagen). Dies wäre jedoch extrem aufwendig und bezüglich der Gewässergüte nicht unproblematisch. Aus der Landesperspektive erscheint es daher wenig sinnvoll, die öffentliche Wasserversorgung auf der Ebene der Landkreise zu regionalisieren. Statt dessen sollte die bewährte und leistungsfähige Versorgung mit Fernwasser aufrecht erhalten bleiben.

(4) Versorgungssicherheit

Die Absicherung gegen Störfälle erfordert an jedem Ort stets zwei kurzfristig verfügbare alternative Möglichkeiten der Wasserversorgung. Dies ist durch die gleichzeitige Erhaltung der örtlichen Wasserversorgung (entgegen dem derzeitigen Trend, kleinere oder belastete Wassergewinnungsanlagen aufzugeben) und flächendeckenden Anschluß an ein Fernwasserversorgungssystem möglich.

(5) Gewässergüte contra Abwasserreinigung

Die weitergehende Abwasserreinigung hat zu einer stetigen Verminderung der Gewässerbelastung durch Einleitung der Kläranlagenwässer geführt. Diese

Entwicklung geht gezielt weiter, wobei heute vor allem Maßnahmen zur Abwasser-Vermeidung in der industriellen Produktion (Umstellung auf abwasserarme Techniken) sowie die gezielte und effiziente Vor-Ort Reinigung industrieller Abwässer von Interesse sind. Als wichtigste Aufgabe für die Abwassertechnologie stellt sich hier die Entfernung persistenter (nicht abbaubarer) Stoffe (z. B. Schwermetalle) vor Einleitung in die Gewässer dar.

Trotz allergrößter Bemühungen um die Abwasserreinigung sind hieraus für die Gewässerqualität keine wesentlichen Verbesserungen mehr zu erwarten. Diffuse Stoffeinträge machen heute bereits rund die Hälfte der Gewässerbelastung aus, und diese bleiben von der Abwasserbehandlung unberührt. Die vorgenannten technischen Maßnahmen können deshalb nur partielle Wirkung auf die Gewässergüte zeigen, und Bemühungen zur Verbesserung der Gewässergüte müssen von neuen Ansätzen (Maßnahmen am Gewässer selbst) ausgehen.

(6) Schiffahrt contra naturnaher Gewässerausbau

Wenn man die Wasserstraße als umweltfreundlichen Verkehrsweg akzeptiert, sind naturnahe Gewässerausbaumaßnahmen für den Bereich ab Plochingen zwar erwünscht, aber nur begrenzt möglich.

(7) Baggerungen der Schiffahrtsrinne contra Gewässerbelastung

Durch Verbesserung der Gewässergüte ist anzustreben, Neckarschlamm wieder frei von Schwermetallen und anderen persistenten (nicht abbaubaren) Schadstoffen zu halten, um diesen wieder unbedenklich auf landwirtschaftliche Flächen ausbringen zu können und so dem Ziel eines Stoffkreislaufs näher zu kommen.

(8) Wasserkraft contra Gewässerökologie

Wenn man die Nutzung der Wasserkraft als eine umweltfreundliche Form der Energieerzeugung für vordringlich hält, dann müssen auch die damit verbundenen Eingriffe in die Gewässerökologie hingenommen werden, wenngleich minimiert durch naturnahe Ausgleichsmaßnahmen.

(9) Niedrigwasseraufhöhung durch Wasserüberleitung

Die Möglichkeit einer Niedrigwasseraufhöhung wäre aus Gewässergütegründen für Engpaßsituationen wünschenswert. Dies gilt auch hinsichtlich des Betriebs von Wärmekraftwerken (z. B. Neckarwestheim). Überleitungen aus der Trink-

wassertalsperre Kleine Kinzig, aus dem Bodensee, aus der Nagoldtalsperre oder aus dem Oberrheintal wären Maßnahmen innerhalb desselben Einzugsgebiets (Rhein) und insofern wasserwirtschaftlich wohl vertretbar, politisch jedoch bisher nicht durchsetzbar.

(10) Freizeitnutzungen contra technische Nutzungen

Gewässernutzungen für Freizeitaktivitäten wie zum Beispiel Baden, Kanu- und Rudersport, Sportfischerei, Wandern und Radwandern, etc. stehen begrenzt im Widerspruch mit den Gewässernutzungen für Wasserkraft und Energiewirtschaft und als Wasserstraßen, die direkt verbunden sind mit Stauhaltungen, Kanalisierung und Bewirtschaftung. Technische Wasserstraßen und Freizeitsport (Kanu, Schwimmen) sind in der Regel ebensowenig kompatibel wie beispielsweise Autobahnen und Fahrradsport.

4.3 Langfristige Tendenzen zufolge von Klimaänderungen

Die weltweiten Untersuchungen zur Klimaentwicklung lassen den vieldiskutierten Trend eines globalen Temperaturanstiegs im nächsten Jahrhundert als mit großer Wahrscheinlichkeit zutreffend erscheinen. Unbeschadet zahlreicher noch offener Detailfragen zeigen alle globalen Klimamodelle denselben Trend.

Obwohl der Wasserhaushalt für das Klima eine wesentliche Rolle spielt, ist über die wechselseitige Beeinflussung noch wenig Konkretes bekannt: derzeit ein hochaktuelles Anliegen der Wasserforschung. Durch eine globale Erwärmung können sich die vor allem durch Temperaturunterschiede verursachten globalen Meeresströmungen (z. B. Golfstrom) verändern und mit der veränderten Struktur des Kreislaufs in den Weltmeeren auch die weltweite Klimastruktur beeinflussen. Dadurch werden manche Regionen mehr, andere weniger Niederschläge erhalten als bisher.

Die Wasservorräte der Erde sind insgesamt in etwa konstant. Die globale Erwärmung bewirkt deshalb primär eine heute noch nicht abzusehende regionale Umverteilung der Süßwasservorkommen, und hierbei auch eine Reduzierung der Polareisregionen. Hieraus resultiert die vielzitierte Gefahr durch das Ansteigen des Meeresspiegels und die Überschwemmung der niedriggelegenen Küstengebiete in aller Welt. Da ein Drittel der Menschheit weniger als 60 km von der Küste entfernt lebt, kann dies weltweit eine Um-

weltflüchtlingsswelle von noch nie dagewesenen Dimensionen in Bewegung setzen. Während diese Entwicklungen Baden-Württemberg dank seiner geographischen Lage nur mittelbar betreffen, wird sich auch der regionale Wasserhaushalt direkt verändern. Die zu erwartenden Veränderungen der Erdatmosphäre werden auch den hydrologischen Wasserkreislauf mit dem Transfer des Wassers von den Ozeanen über die Atmosphäre aufs Festland und wieder zurück beeinflussen. Wärmere Temperaturen fördern Verdunstung sowie auch Niederschläge, beschleunigen also den gesamten Wasserkreislauf. Außerdem vermehrt sich durch die Erwärmung auch der Wasserdampf in der Atmosphäre, was wiederum den Treibhauseffekt verstärkt.

In welcher Richtung sich die Jahresbilanzen des Wasserhaushalts in Baden-Württemberg möglicherweise verändern, - mehr Niederschläge oder weniger Niederschläge pro Jahr - kann derzeit noch nicht gesagt werden. Da Baden-Württemberg jedoch heute insgesamt ein wasserreiches Land ist, sind erhebliche Reserven gegenüber langfristigen Veränderungen des Wasserhaushalts in der einen wie in der anderen Richtung gegeben.

Es ist nicht auszuschließen, daß eine globale Temperaturerhöhung auch dazu beiträgt, daß extreme hydrologische Zustände häufiger und verschärft auftreten. Dies kann sowohl häufigere und intensivere Niederschlagsereignisse und daraus resultierend Hochwasserkatastrophen bedeuten, als auch länger anhaltende Trockenperioden mit entsprechenden Niedrigwasserproblemen. Die Verdichtung in der Abfolge besonders großer Hochwassereignisse im Februar 1990, Dezember 1993 und Januar 1995 sowie außergewöhnlich lange Niedrigwasserperioden in den letzten Jahren könnten erste, wenngleich keineswegs schlüssige Anzeichen in dieser Richtung sein. Derartige Entwicklungen sind durch eine vorausschauende Wasserwirtschaftspolitik im Prinzip beherrschbar, sofern die jeweils erforderlichen Konsequenzen rechtzeitig aufgezeigt und in der Landesplanung entsprechend berücksichtigt und umgesetzt werden. Dies betrifft sowohl die grundsätzliche Bedeutung von Hochwasserschutzmaßnahmen als auch eventuell eine scheuklappenfreie Behandlung von Fragen zur Wasserüberleitung aus benachbarten Einzugsgebieten zur Niedrigwasseraufhöhung und nicht zuletzt auch die langfristige Sicherstellung der Trinkwasserversorgung. In der langfristigen Planung müssen auch die Zusammenhänge zwischen Landnutzung und Wasserhaushalt und die Auswirkung von Landnutzungsänderungen wie beispielsweise Versiegelungseffekte berücksichtigt werden, wobei der ausgleichenden Funktion des Waldes für den regionalen Wasserhaushalt eine maßgebliche Rolle zukommt. Ebenso muß eine dauerhafte und umweltgerechte Bewirtschaftung der Grundwasservorräte sich an dem verfügbaren Dargebot orientieren. Ob sich das verfügbare Grundwasserdargebot in unseren Regionen langfristig zufolge einer Temperaturerhöhung abmindert, weil die Verdunstung entsprechend höher wird, oder aber zunimmt, weil die

Niederschlagsintensität sich insgesamt erhöht, ist heute noch nicht absehbar. Hier muß die Langzeitentwicklung sorgfältig beobachtet werden. Angesichts der offenen Fragen zur langfristigen Entwicklung ist auch die Erarbeitung flexibler Bewirtschaftungskonzepte für die erneuerbare Ressource Wasser notwendig, welche die Verfügbarkeit und Nutzungsmöglichkeiten von Oberflächengewässern und Grundwasservorkommen gleichermaßen berücksichtigen.

5. **Schlußbemerkungen**

„Über den Neckar schwimmen“ zu können war in meiner Kindheit das „Freischwimmer“-Kriterium in Esslingen. Neben Neckar-Schwimmbad und Ruderbootsverleih säumten außer Kleingärten vor allem Sport- und Spielplätze mit auf Pfählen aufgeständerten Vereinsheimen die Flußufer, welche nach Ablauf des jährlichen Frühjahrshochwassers der Jugend vielfältige Möglichkeiten boten. Daß diese Anlagen am Neckar sozusagen gelegentlich auch vom Fluß in Anspruch genommen wurden, wurde als Naturgegebenheit akzeptiert.

Im Zuge der in den 50er Jahren einsetzenden intensiven Entwicklungen im mittleren Neckarraum wurde der Neckar zur Wasserstraße, gesäumt von Bundesstraße und Bahnlinie, und die Talauen wurden in weiten Bereichen hochwasserfreigelegt und bebaut. Der Freibadbesucher genießt vom ufernahen Schwimmbecken aus den Blick über den durch eine Ufermauer mit Geländer begrenzten Fluß („Baden verboten“), auf den jenseits auf der B 10 fließenden Straßenverkehr mit rasch wechselndem Lärmpegel und gelegentlich auf ein vorbeituckerndes Frachtschiff.

Naturnahe Flußlandschaft, intensive Flächennutzung in Ballungsräumen und großtechnische Gewässernutzungen sind nicht konfliktfrei miteinander vereinbar. Für die einzelnen Flußabschnitte müssen Prioritäten gesetzt und damit verbundene Konsequenzen hingenommen werden. Hierzu sind langfristige und dauerhafte Zielvorstellungen zu entwickeln, die dann konsequent bei allen raumplanerischen Entscheidungen und Entwicklungen berücksichtigt werden müssen. Nur eine langfristig konzipierte und konsequent eingehaltene Politik verspricht hier Erfolg.

Literatur

1. Königliches Ministerium, Abteilung für den Straßen- und Wasserbau: Verwaltungsbericht für die Rechnungsjahre 1893/94 und 1894/95, II. Abt., (Neckar S. 13 - 78 mit Beilagen), 115 Seiten, Stuttgart 1896
2. Eckoldt, M.: Zur Gewässerkunde des kanalisierten Neckars, Bundesanstalt für Gewässerkunde, Mitteilung Nr. 62 , 16 Seiten, 15 Anlagen, Koblenz 1955
3. Meynen, E.; Schmithüsen, J.: Naturräumliche Gliederung Deutschlands, (Gesamtkarte 1 : 1 Million, Einzelblätter 1 : 200 000 ; Blatt Sigmaringen, 1959; Blatt Stuttgart, 1967; Blatt Göppingen, 1961; Blatt Karlsruhe, 1952; Blatt Rothenburg o.T., 1962), 1955-1970
4. Konz, O.: Geschichte der Schifffahrt auf dem Neckar zwischen Mannheim und Cannstatt, Eröffnung des Neckarhafens in Stuttgart, Neckar AG, 1958
5. Wagner, G.: Einführung in die Erd - und Landschaftsgeschichte, 694 Seiten, Verlag Hohenloe'sche Buchhandlung, F. Rau, Öhringen 1960
6. Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Umwelt Baden-Württemberg: Wärmelastplan Neckar, Plochingen bis Mannheim, Heft 3, Stuttgart 1973
7. Staatl. Archivverwaltung Baden - Württemberg: Das Land Baden - Württemberg, amtliche Beschreibung nach Kreisen und Gemeinden, Band I, 1975
8. Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft, Umwelt und Forsten Baden-Württemberg: Sonderplan Wasserversorgung , 256 Seiten, Stuttgart 1979
9. Landeshauptstadt Stuttgart, Stadtplanungsamt: Der Neckar, 18 Seiten, Stuttgart 1979
10. Meyer - König, W.: Stuttgart und das Wasser, Technische Werke Stuttgart, 128 Seiten, Stuttgart 1979
11. Mangelsdorf, J.; Scheurmann, K.: Flußmorphologie, R. Oldenbourg Verlag, 262 Seiten, München, Wien 1980

12. Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft, Umwelt und Forsten Baden-Württemberg: Neckar, 62 Seiten, Stuttgart 1986
13. Regierungspräsidium Stuttgart: Neckar-Fische, 47 Seiten, Stuttgart 1986
14. Zweckverband Landeswasserversorgung: 75 Jahre Landeswasserversorgung 1912-1987, Eigenverlag, 228 Seiten, Stuttgart 1987
15. Ministerium für Umwelt Baden-Württemberg: Hochwasserschutz und Ökologie, Ein „Integriertes Rheinprogramm“ schützt vor Hochwasser und erhält naturnahe Flußauen, Stuttgart 1988
16. Bürkle, F.: Der Neckar und Freiberg im Wandel der Zeit, Eigenverlag der Stadt Freiberg am Neckar, 335 Seiten, Freiberg 1989
17. Ministerium für Umwelt Baden-Württemberg: Handbuch Hydrologie Baden-Württemberg, Gewässerkundliche Beschreibung ausgewählter Abflußjahre, Abflußjahr 1989, Karlsruhe 1990
18. Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau (DWVK): Ökologische Aspekte bei Ausbau und Unterhaltung von Fließgewässern, Heft 204, 188 Seiten, Bonn 1991
19. Ministerium für Wirtschaft, Mittelstand und Technologie Baden-Württemberg: Wasserkraft in Baden-Württemberg, Stuttgart 1991
20. Gore, A.: Earth in the Balance - Ecology and Human Spirit, Houghton Mifflin Company, Boston, New York, London 1992
21. Ministerium für Umwelt Baden-Württemberg: Umweltdaten 1991/1992, Stuttgart 1992
22. Ministerium für Umwelt Baden-Württemberg: Naturnahe Umgestaltung von Fließgewässern, Handbuch Wasserbau Heft 2 (Teil I Leitfaden, Teil II Dokumentation ausgeführter Projekte), 228 Seiten, Stuttgart 1992

23. Schaal, H.; Bürkle, F.: Von Wasser - und Kulturbau zur Wasserwirtschaftsverwaltung, 200 Jahre Wasserwirtschaft im Südwesten Deutschlands, Ministerium für Umwelt Baden-Württemberg, 347 Seiten, Stuttgart 1993
24. Ministerium für Umwelt Baden-Württemberg: Naturgemäße Bauweisen, Handbuch Wasserbau, Heft 5, 101 Seiten, Stuttgart 1993
25. Ministerium für Umwelt Baden-Württemberg: Gehölze an Fließgewässern, Handbuch Wasserbau, Heft 6, 95 Seiten, Stuttgart 1993
26. Zimmermann, W.: Die Schifffahrt auf dem oberen Neckar, 56 Seiten, Heilbronner Museumsheft Nr. 16, im Auftrag der Stadt Heilbronn am Neckar, Herausgeber A. Pfeiffer, Heilbronn 1993
27. Bürkle, F.: Vom Mombach - Quellbach zum Neckar und Max - Eyth See; Exkursionsbeschreibung, 10 Seiten, (unveröffentlicht) 1994
28. Kern, K.: Grundlagen naturnaher Gewässergestaltung, 256 Seiten, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg 1994
29. Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg: Handbuch Wasser 2, Übersichtskartierung des morphologischen Zustands der Fließgewässer in Baden-Württemberg 1992/93, Karlsruhe 1994
30. Statistisches Landesamt Baden-Württemberg: Statistik von Baden-Württemberg, Amtliches Gemeindeverzeichnis Baden-Württemberg 1994, Gemeindestatistik 1994, Band 480, Heft 1, Stuttgart 1994

Dipl. Met. Jörg Rapp • Prof. Dr. Christian-Dietrich Schönwiese

Institut für Meteorologie und Geophysik, Universität Frankfurt/M.

Niederschlags- und Temperaturtrends in Baden-Württemberg 1955-1994 und 1895-1994

Vorwort

Schon seit einigen Jahren werden am Institut für Meteorologie und Geophysik der Frankfurter Universität systematisch Klimatrends untersucht, deren Analyse sich zunächst auf die Entwicklung der wichtigsten Klimatelemente in Europa konzentrierte, sich inzwischen aber - räumlich wesentlich besser aufgelöst - auf das Untersuchungsgebiet Deutschland verlagerte, somit eine „Regionalisierung“ erfahren hat. Fast auf den Tag genau mit den ersten provisorischen Arbeitsergebnissen dieser Analyse, trat im Januar 1995 ein in den Medien viel beachtetes Hochwasserereignis auf. Nachdem erst im Dezember 1993 ein „Jahrhunderthochwasser“ beklagt werden mußte, wurde nun intensiv danach gefragt, was denn die Ursachen dafür seien. Vom klimatologischen Standpunkt aus konnte aufgrund eben dieser Arbeiten vermutet werden, daß für das häufigere Auftreten von Hochwasser neben wasserbaulichen Maßnahmen auch Klimatrends verantwortlich sein könnten.

Der *Akademie für Technikfolgenabschätzung in Baden-Württemberg* ist zu danken, daß sie den Mut (und die finanziellen Mittel) aufbrachte, uns den Auftrag zu geben, für diese offenen Fragen Antworten zu finden, und zwar in einer Bearbeitungszeit, die in der wissenschaftlichen Praxis unkonventionell kurz ist, nämlich noch nicht einmal zwei Monate betrug. Daher ist der vorläufige Charakter dieses „Pilotprojektes“ unvermeidbar gewesen; genauere und erheblich zeitaufwendigere Datenanalysen müssen folgen, um diese ersten Abschätzungen weiter abzusichern und zu präzisieren.

Für die rasche und trotzdem gewissenhafte Datenerfassung ist den studentischen Mitarbeitern Andreas Walter und Martin Weyres zu danken. Für die Bereitstellung der Daten sei dem Deutschen Wetterdienst, insbesondere seinen vielen ehrenamtlichen Mitarbeitern an den Niederschlags- und Klimastationen, gedankt. Und schließlich gilt unsere Aner-

kennung den hier ungenannt bleibenden Mitarbeitern unseres Instituts, die uns mit gutem Rat oder technischer Hilfestellung unterstützt haben. Bei so viel Licht gibt es leider auch Schatten: Die Projektarbeiten wurden seitens der Universität durch zeitweilig unerträgliche Lärmbelästigung in Form von mehrmonatigen Bauarbeiten behindert.

Die Durchführung dieses Projektes kann auch aus diesem Grunde (Arbeiten unter erschwerten Bedingungen) als „Generalprobe“ für den in Kürze erscheinenden „Atlas der Niederschlags- und Temperaturtrends in Deutschland“ gesehen werden.

Wir hoffen, daß wir diese zur Zufriedenheit der Auftraggeber bestanden haben.

Jörg Rapp
Christian-Dietrich Schönwiese

Frankfurt/M., im April 1995

Zusammenfassung

Auf der Grundlage von maximal 78 Zeitreihen monatlicher Niederschlagssummen und 18 Zeitreihen monatlicher Mitteltemperaturen ist eine systematische Analyse der Niederschlags- und Temperaturtrends in Baden-Württemberg für die beiden Zeitintervalle 1955-1994 und 1895-1994 durchgeführt worden.

Nach der Datenerfassung und -ergänzung, verschiedenen Qualitätskontrollen und Fehlerkorrekturen konnte durch eine Repräsentanzanalyse nachgewiesen werden, daß genügend große Korrelationen der Zeitreihen untereinander vorliegen, so daß eine notwendige Voraussetzung für die Anwendung der relativen Homogenitätstests und des Interpolationsverfahrens, also des Zeichnens von Trendkarten, erfüllt ist.

Die Homogenitätsanalyse als zweite vorbereitende Datenanalyse hatte die Elimination von etwa einem Drittel der Niederschlagszeitreihen für 1955-1994 bzw. rund der Hälfte der Zeitreihen für 1895-1994 zur Folge, für die trendverfälschende Inhomogenitäten anzunehmen sind.

Für die Isolinienanalyse der berechneten linearen und relativen Trends sowie ihrer Signifikanz (Mann-Kendall-Test) wurde das Kriging-Interpolationsverfahren zusammen mit einem $0,2^\circ \times 0,2^\circ$ -Gitternetz benutzt, was eine genügend große räumliche Auflösung ermöglicht.

Die Ergebnisse der Trendanalysen lassen sich nun wie folgt zusammenfassen:

In den letzten 40 Jahren hat offensichtlich eine bemerkenswerte jahreszeitliche Umverteilung des Niederschlages stattgefunden. Während im Frühling, im Herbst und im Winter der Niederschlag um etwa 10 bis 40 % seines Mittelwertes zugenommen hat, ist im Sommer eine Verringerung der Regemengen um bis zu 35 % zu beobachten. Demzufolge stieg der Anteil des Niederschlages im Winterhalbjahr am Gesamtjahresniederschlag um 5 bis 8 Prozentpunkte an. Ähnliche Entwicklungen hat es auch bei Betrachtung der letzten 100 Jahre gegeben: Einer deutlichen Niederschlagszunahme, die sich vor allem in den drei Wintermonaten bemerkbar macht, steht ein annähernd konstant gebliebenes Niederschlagsniveau im Sommerhalbjahr gegenüber.

Die Signifikanz dieser Trends ist zwar meist gering, dafür weisen aber in den meisten Fällen sämtliche untersuchten Stationsreihen gleichgerichtete (also entweder zu- oder ab-

nehmende) Trends auf, was gegen ein reines Zufallsverhalten spricht. So hat der Jahresniederschlag verbreitet um 5 bis 15 % des Mittelwertes zugenommen, sowohl in den letzten 100 als auch in den letzten 40 Jahren. Die Lufttemperatur ist in dieser Zeit um rund 1 K gestiegen, ohne daß sich ausgeprägte regionale Besonderheiten ergeben haben.

Die Niederschlagstrends in Baden-Württemberg fügen sich gut in die entsprechenden großräumigeren Entwicklungen in Europa und der mittleren nördlichen Breiten ein, wie Vergleiche mit entsprechenden, bereits vorliegenden Publikationen (einschließlich unserem „Klimatrend-Atlas Europa 1891-1990“) zeigen.

Wie sich der Niederschlag in Baden-Württemberg jedoch in Zukunft entwickeln wird, bleibt ungewiß. Folgt man den insbesondere regional noch relativ unsicheren Prognosen des Hamburger Max-Planck-Institutes für Meteorologie über die klimatischen Konsequenzen des anthropogenen Treibhauseffektes (Zirkulationsmodellrechnungen), ist eine Tendenz zu größeren winterlichen Niederschlagssummen wahrscheinlicher als ein Niederschlagsrückgang. Dadurch würde das Hochwasserrisiko eher anwachsen.

1. Einführung

Zu den Ursachen von Hochwasserereignissen im Binnenland zählen nicht nur wasserbauliche Gründe (wie die Erhöhung bzw. Beschleunigung des Abflusses durch fehlende Zwischenspeicher, Flächenversiegelung, Kanalisation oder die Bach- und Flußbegradigungen), sondern auch meteorologische Ursachen. Langanhaltender, ergiebiger und verbreiteter Regen stellt die wesentliche Voraussetzung für Hochwasser dar, welches durch die Beschleunigung des Abflusses des Regenwassers auf gefrorenem oder wassergesättigtem Boden, also durch eine entsprechend ungünstige „Vorwitterung“, noch verstärkt werden kann. Eine plötzlich eintretende, umfassende Schneeschmelze durch Regenfälle, hohe Temperaturen und starken Wind kann die Gefahrensituation zusätzlich erhöhen (Abb. 1.1).

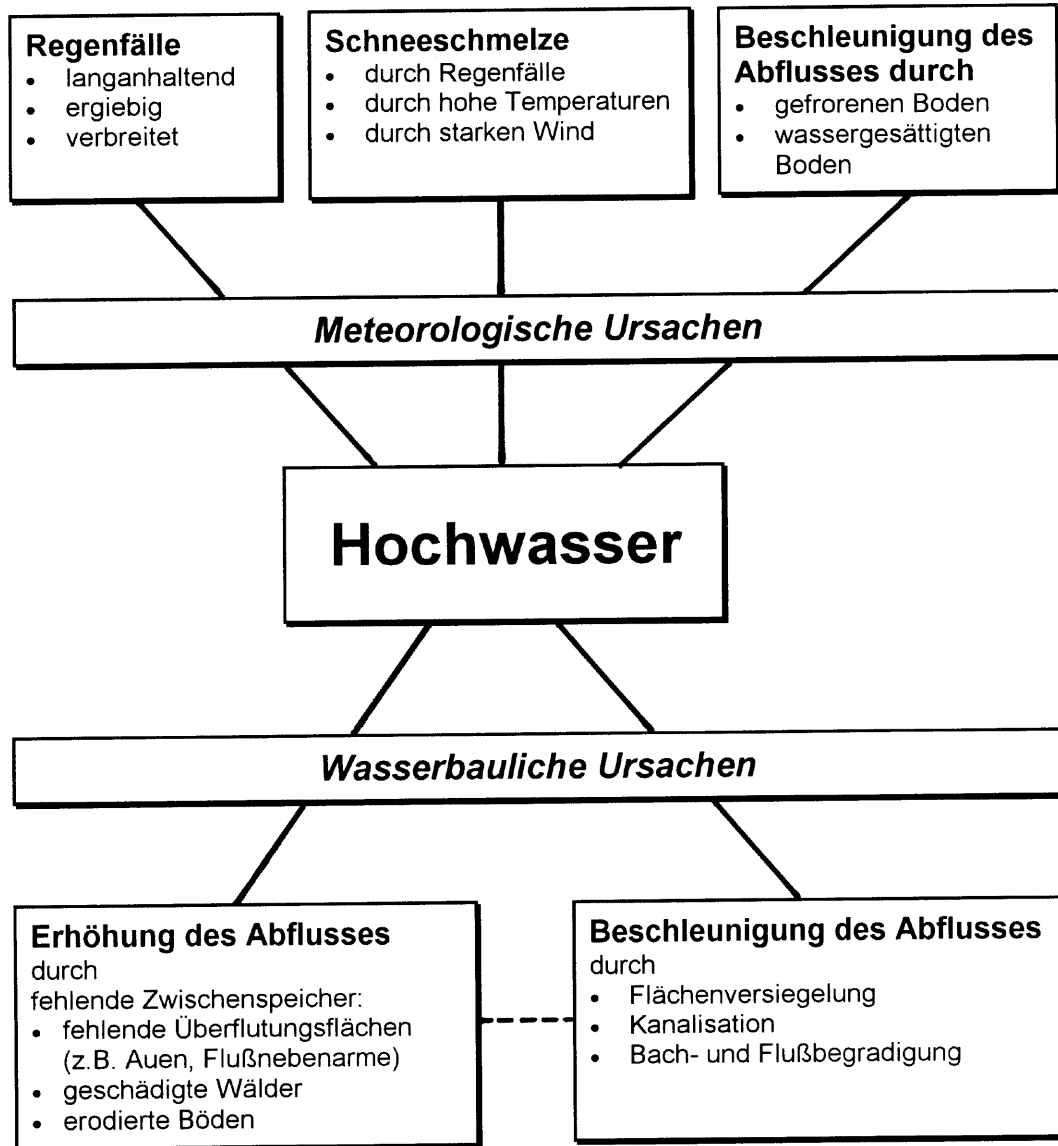


Abb. 1.1 Schema der Ursachen für Hochwasserereignisse im Binnenland. Die wasserbaulichen, also direkt anthropogenen Ursachen „Erhöhung“ bzw. „Beschleunigung“ des Abflusses sind nicht immer klar voneinander unterscheidbar. Die meteorologischen Ursachen können aufgrund einer indirekt wirkenden anthropogenen Beeinflussung (zum Beispiel durch mögliche Zirkulationsvariationen in folge des Zusatz-„Treibhauseffektes“) zu Veränderungen im Hochwassergeschehen führen.

Es ist daher unumgänglich, die meteorologischen Aspekte für das Entstehen von Hochwasserereignissen näher zu untersuchen. Dabei spielt naturgemäß der Niederschlag, genauer gesagt, das Auftreten sogenannter Starkniederschlagsereignisse, die ausschlaggebende Rolle. Unter der berechtigten Annahme, daß solche Extremniederschläge bei allgemein ansteigenden Niederschlagsmengen häufiger auftreten müssen, lohnt eine detaillierte Betrachtung der Entwicklung der monatlichen bzw. jahreszeitlichen Niederschlagssummen. Da die Lufttemperatur indirekt Einfluß auf den Niederschlagstrend nehmen (siehe Kapitel 4) und ganz allgemein Hinweise auf eine Klimaveränderung geben kann, ist deren Analyse ebenfalls von Relevanz.

Mit dem Einfluß des Niederschlags auf das Abfluß- und Hochwasserverhalten in Deutschland haben sich schon eine Reihe von Autoren beschäftigt, die hier nur auszugsweise zitiert sind, falls sie für Baden-Württemberg von Interesse sind: Wildenhahn (1986) stellt fest, daß für einzelne Teileinzugsgebiete des Rheins zwischen 1892 und 1980 die Jahresniederschläge, vor allem aber die Winterniederschläge, zugenommen haben, während einzelne Monate, zum Beispiel August und September, negative Tendenzen aufweisen. Caspary & Bárdossy (1995) brachten steigende Abflüsse mit den in den letzten 20 Jahren im Winter vermehrt auftretenden zyklonalen Westwetterlagen und somit mit erhöhter Niederschlagstätigkeit in Verbindung. Engel (1993) macht auf eine jahreszeitliche Umverteilung der Niederschläge im Einzugsgebiet des Rheins aufmerksam, mit Abnahmen in den Monaten Juni bis Oktober und entsprechend überproportionalen Zunahmen in den Monaten Februar bis Mai, nachdem er die mittleren Monatsniederschläge der beiden letzten Klimanormal-Perioden (1931-1960, 1961-1990) gegenüberstellte.

Flächendeckende Regionalanalysen von Klimatrends in Deutschland sind dagegen selten durchgeführt worden (zum Beispiel in RAPP, 1994). Meist basieren Aussagen über das zeitliche Verhalten von Klimaelementen, worunter die Lufttemperatur und der Niederschlag als die beiden wichtigsten Größen zu zählen sind, auf die nähere Untersuchung von Einzelzeitreihen. Dabei besteht die Gefahr, daß von diesen punktuell vorliegenden Daten auf zu große Gebiete geschlossen wird, was nicht notwendigerweise richtig sein muß. Erst das Vorliegen eines Datensatzes, der aus einer genügend großen Zahl von Stationszeitreihen besteht, berechtigt zu Aussagen über Klimatrends in bestimmten Regionen oder Landschaftsräumen, also zu Trendkarten.

Gegenstand und Untersuchungsgebiet des Projektes ist Baden-Württemberg. Abb. 1.2 gibt die wichtigsten Flüsse und Landschaften dieses Bundeslandes wieder, natürlich ohne Anspruch auf Vollständigkeit (der Fluß „Kocher“ fehlt der Übersichtlichkeit halber, obwohl er seinem Nachbarfluß „Jagst“ bestimmt in nichts nachsteht). Umriss und Fluß-

verläufe (die einem digitalisierten Datensatz entnommen wurden) werden in dieser Form auch in den Trendkarten, die sich im Anhang befinden, erscheinen, so daß es lohnt, sich diese einzuprägen.

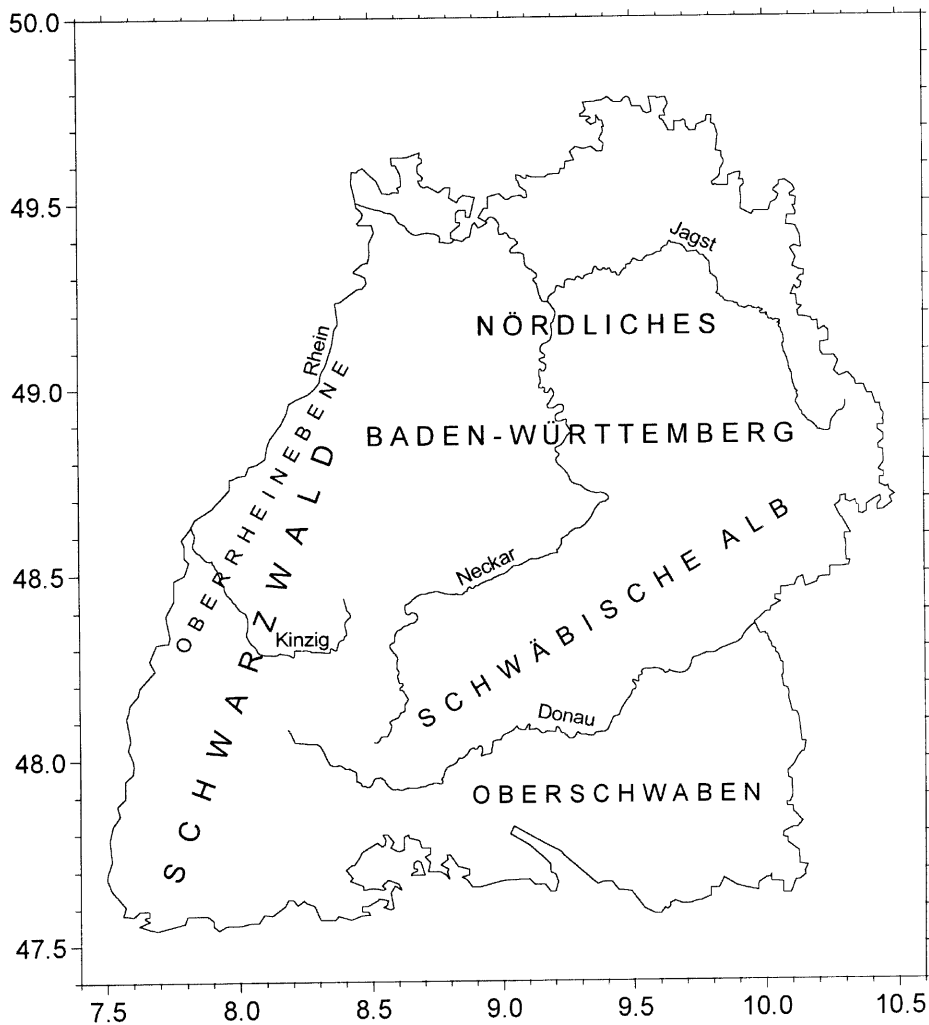


Abb. 1.2: Die wichtigsten Flüsse und Landschaften Baden-Württembergs.

Ausführlicher geht der schon im Vorwort angekündigte „Atlas der Niederschlags- und Temperaturtrends in Deutschland“ (Rapp & Schönwiese, 1995) auf die methodischen Aspekte der Trendanalyse im weitesten Sinne, so auch auf deren statistischen Grundlagen, ein. Die Gesamtsystematik der statistischen Analyse von Klimatrends zeigt dagegen Abb. 1.3. Praktisch sämtliche Analysenschritte, die in den folgenden Kapiteln jeweils in aller Kürze vorgestellt werden, konnten für die vorliegende Ausarbeitung realisiert werden.

SYSTEMATIK DER STATISTISCHEN ANALYSE VON KLIMATRENDS

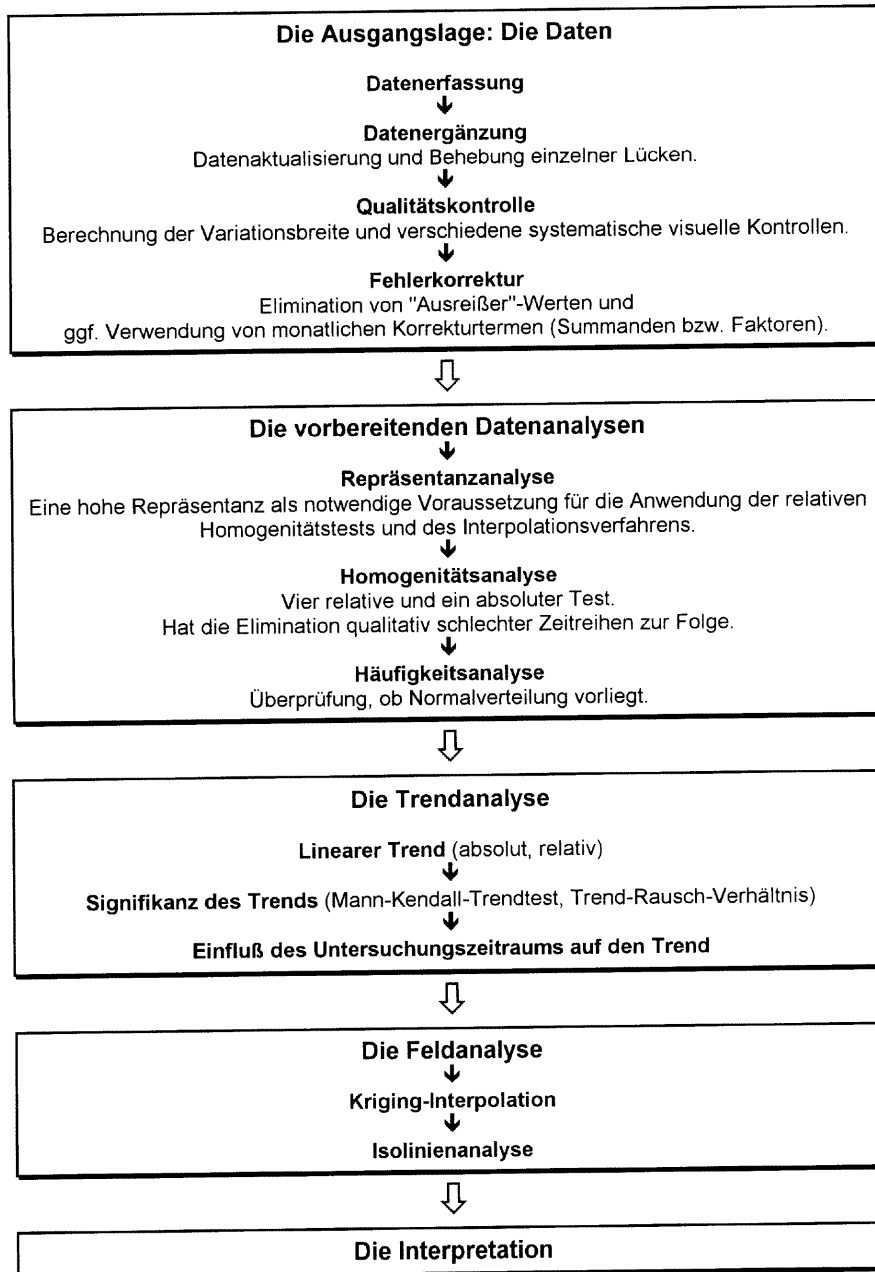


Abb. 1.3: Systematik der statistischen Analyse von Klimatrends. Praktisch sämtliche Analyseschritte konnten für die vorliegende Ausarbeitung realisiert werden.

2. Die Daten

Datengrundlage der Analyse sind insgesamt 78 Stationszeitreihen des Niederschlages (davon 54 innerhalb Baden-Württembergs) und 18 Stationszeitreihen der Lufttemperatur (davon 9 innerhalb Baden-Württembergs), die als monatliche Summen bzw. als monatliche Mittelwerte vorliegen. Von den Niederschlagsreihen umfassen 48, von den Temperaturreihen nur 11 das säkulare Zeitintervall 1895-1994. Für das Projekt wurden eigens 32 Niederschlagsreihen neu erfaßt (darunter auch zwei Reihen für den hundertjährigen Zeitraum), um eine befriedigende Stationsdichte zu erreichen. Außerdem wurden alle Zeitreihen bis 1994 aktualisiert. Schließlich mußten einzelne Lücken aufgefüllt und fehlerhafte Werte („Ausreißer“) mittels verschiedener systematischer visueller Kontrollen korrigiert werden, da sie andernfalls einen stark verfälschenden Einfluß auf den Trend ausgeübt hätten.

Einen räumlichen Überblick über diese Datengrundlage, mithin einen Eindruck von der Stationsdichte, verschafft Abb. 2.1, die zwischen Stationen mit einer Höhenlage von weniger und mehr als 600 m NN unterscheidet. Für das Klimaelement Niederschlag konnte eine Stationsverdichtung um fast alle Orte, die mit einem unausgefüllten Kreis oder Quadrat markiert sind, erreicht werden.

Während eine Korrektur der Daten auf offensichtliche EDV-Fehler hin möglich und geboten ist, ist die Messung des Niederschlages mit teils unüberwindlichen Schwierigkeiten und Fehlern verbunden. Experimentelle Untersuchungen mit wechselnder Orientierung und Höhenanordnung des Meßgerätes haben ergeben, daß die verbreiteten Standardauf-fanggeräte nur 5 bis 50 % des „wahren“ Niederschlages messen (Sevruk, 1989). Die gebräuchlichen Messungen liefern also zu niedrige Ergebnisse, wobei der Fehlbetrag mit wachsender Windexposition zunimmt. Legates (1993) stellte fest, daß bei starkem Wind durchschnittlich 20 % des tatsächlichen Niederschlages von einer in Deutschland gebräuchlichen Hellmannschen Apparatur nicht aufgenommen wird (Abb. 2.2). Bei Schneefall betragen die Verluste zum Teil sogar weit mehr als 50 %, was den Sinn der Angabe eines Absolutwertes zunächst vollständig in Frage stellt. Speziell konstruierte, vor Windeinfluß geschützte Geräte verbessern zwar die Niederschlagsmessungen deutlich, jedoch werden auch bei ausgefeilter Konstruktion immer noch erhebliche Differenzen zum wahren Niederschlag festgestellt.

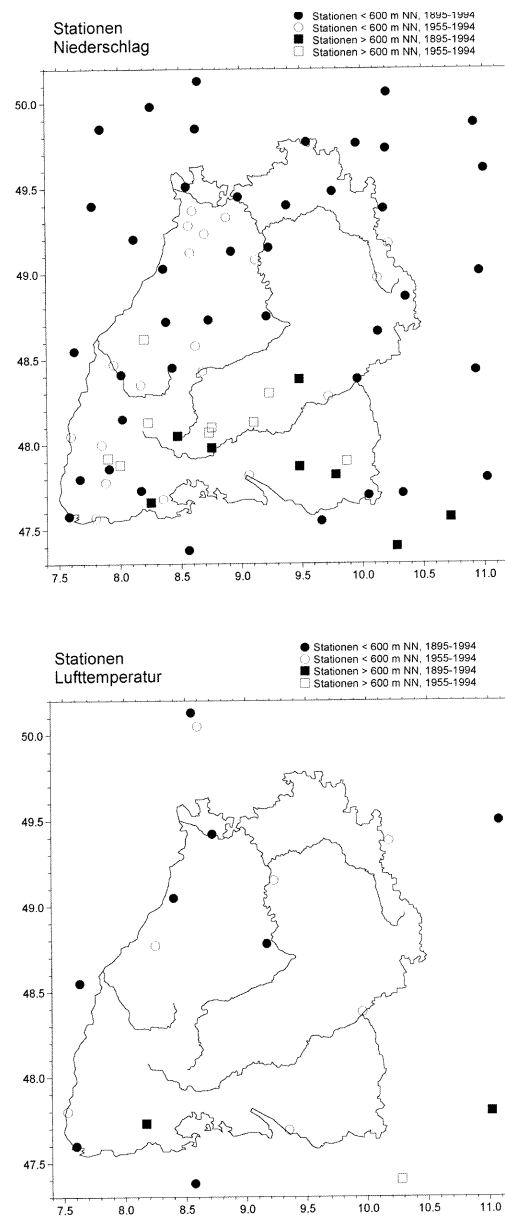


Abb. 2.1: Stationskarten für Baden-Württemberg. Regionale Verteilung der untersuchten Stationszeitreihen für den Niederschlag (oben) und die Lufttemperatur (unten). Neben der generellen Aktualisierung der Niederschlagsreihen (1991-1994) wurden die für die Zeit von 1955-1994 vorliegenden Niederschlagsreihen (Symbole: o, °) fast vollständig neu erfaßt.

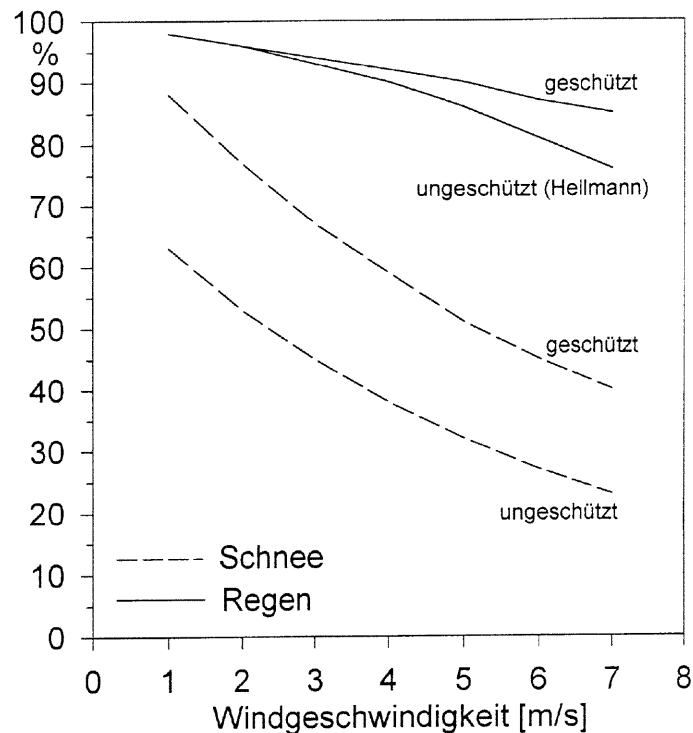


Abb. 2.2: Gemessener Niederschlag in Prozent des „wahren“ Niederschlages in Abhängigkeit von der Windgeschwindigkeit für windungeschützte (Hellmann'sche) und windgeschützte Auffanggefäße (nach Legates, 1993).

Neben dem Einfluß des Windes, der zu Turbulenzen, zu Wirbeln und Spritzwasser an der Meßvorrichtung führt, spielen auch der Aufbau und die Eigenschaften des Meßinstrumentes (Maße, Installationshöhe, Form, usw.) sowie eventuell auftretende Gerätefehler (Verdunstung, Benetzung, Neigung, usw.) eine wichtige Rolle (Abb. 2.3). Außerdem können bestimmte meteorologische Größen, wie Strahlung, Lufttemperatur und Luftfeuchte, die Güte und damit die Vergleichbarkeit der Niederschlagsmessung beeinflussen (Sevruk, 1989).

Da diese Probleme bei fast allen Niederschlagsmeßstationen auftreten und sich die Fehler durch die Aufsummierung der einzelnen Meßergebnisse zu monatlichen Summen wenigstens teilweise ausgleichen, andererseits zu Beginn und am Ende eines Untersuchungsintervalls in gleicher Weise auftreten, sind Relativaussagen (wie die Berechnung von Trends), ggf. mit möglichen Korrekturen (vergleiche Kapitel 4), durchaus brauchbar.

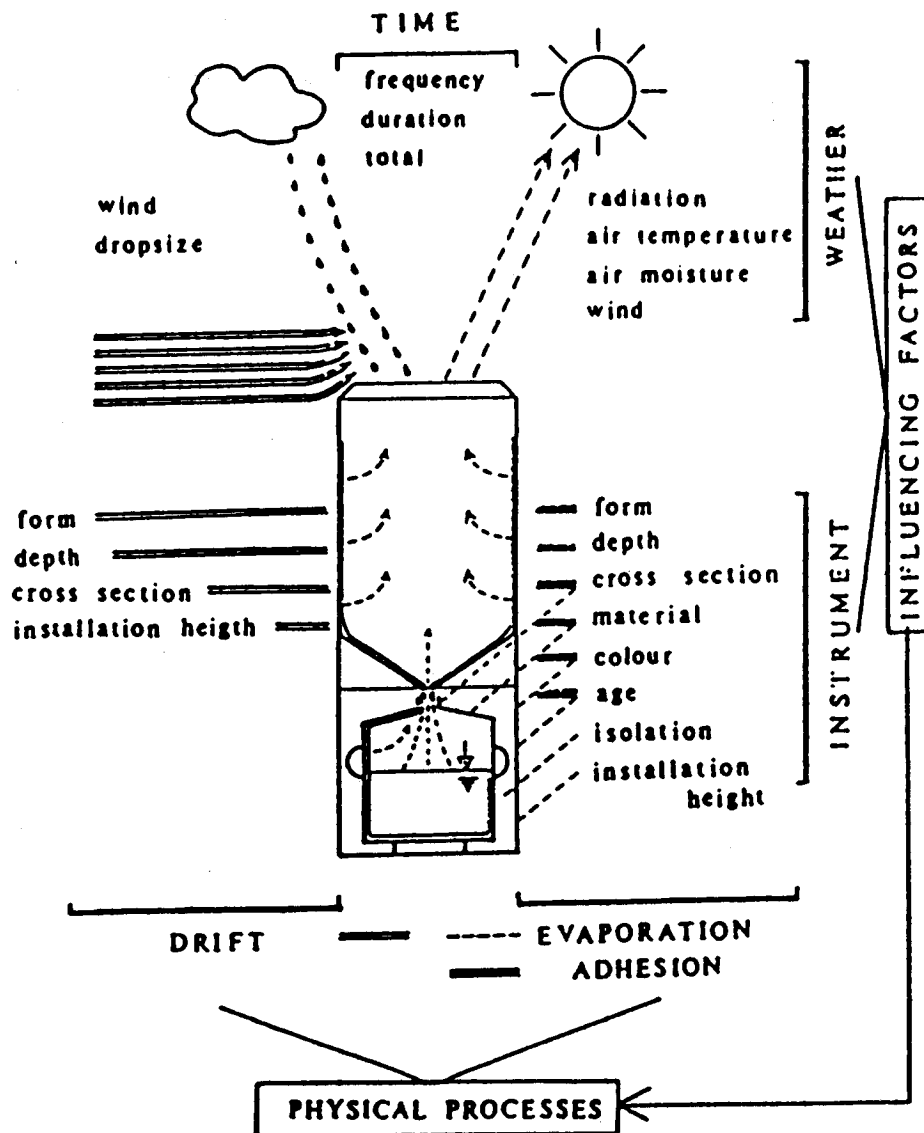


Abb. 2.3: Schema der wichtigsten physikalischen Prozesse, die systematische Fehler bei der Niederschlagsmessung hervorrufen können (aus Sevruk, 1989).

3. Die vorbereitenden Datenanalysen

3.1. Die Repräsentanzanalyse

Die Repräsentanz eines Klimaelementes gibt Auskunft, inwieweit seine zeitliche Schwankungsstruktur (zum Beispiel sein Trend), stellvertretend für ein bestimmtes Gebiet stehen kann. Zur Erfassung der Repräsentanz dient der räumliche Korrelationskoeffizient nach Pearson, der die Ähnlichkeit zweier Zeitreihen angibt. Erst dann, wenn diese Übereinstimmung groß genug ist, macht eine Isolinienanalyse, also die Interpolation der klimatologischen Größe zwischen zwei benachbarten Datenpunkten, und damit die Aussage für ein größeres Gebiet, strenggenommen Sinn. Auch die Anwendung relativer Homogenitätstests (Kapitel 3.2), bei der die zu analysierende Reihe nur mit gut korrelierten Nachbarzeitreihen verglichen werden darf, benötigt eine vorausgehende Repräsentanzanalyse.

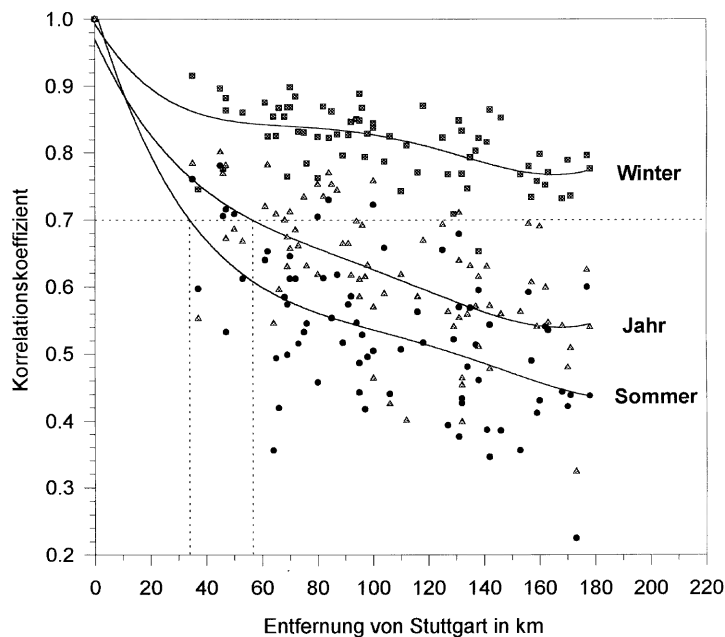


Abb. 3.1.1: Repräsentanz der Niederschlagszeitreihe von Stuttgart in Abhängigkeit von der Entfernung zu den untersuchten Niederschlagsstationen. Dargestellt ist der Pearson-Korrelationskoeffizient für die meteorologischen Jahreszeiten Sommer (Kreise) und Winter (Quadrate) sowie das Jahr (Dreiecke) mit entsprechenden Näherungskurven.

Abb. 3.1.1 zeigt nun die Abnahme der Repräsentanz des Niederschlages mit der Entfernung bezüglich der zentral gelegenen Referenzstation Stuttgart. Als Mindestvoraussetzung für eine ausreichend hohe Repräsentanz sollte gelten, daß zwei Zeitreihen die halbe gemeinsame Varianz aufweisen. Dies entspricht einem Korrelationskoeffizienten von ca. 0.7 (gestrichelte horizontale Linie). Es ist deutlich zu erkennen, daß im Sommer die Repräsentanz aufgrund der in dieser Jahreszeit häufiger auftretenden konvektiven Niederschläge (Schauer und Gewitter) wesentlich geringer ist als im Winter (siehe auch Abb. 3.1.3), wenn der Niederschlag überwiegend als flächenhafter Frontalregen auftritt.

Die Repräsentanz der Lufttemperatur ist wesentlich größer als die des Niederschlages, was Abb. 3.1.2 illustriert. Der Korrelationskoeffizient sinkt auch in größerer Entfernung nicht unter 0.9.

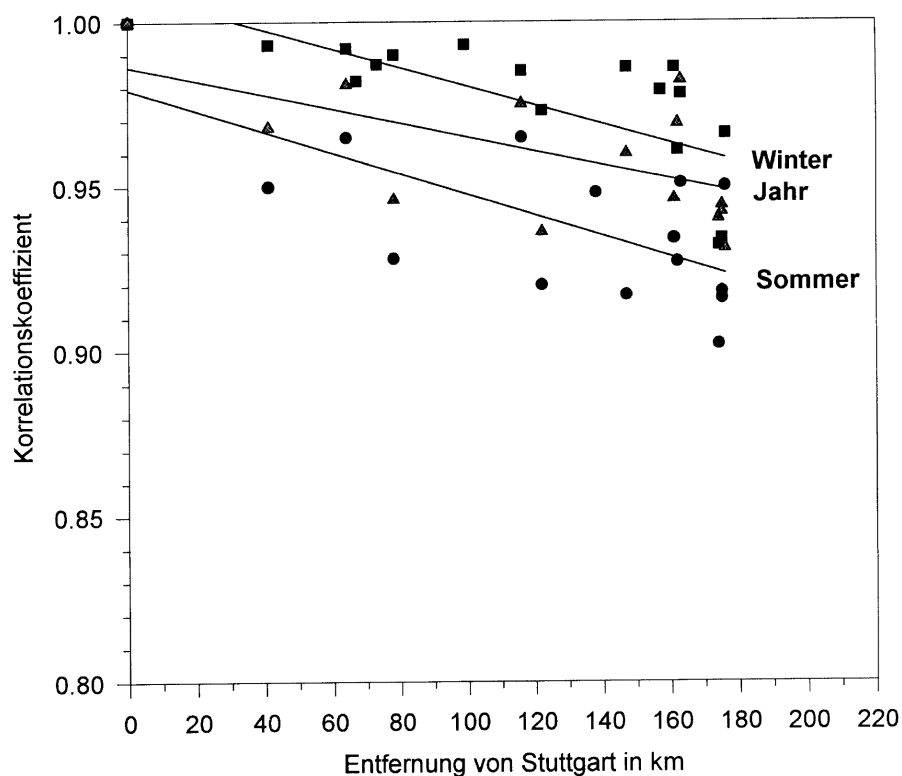


Abb. 3.1.2: Regionale Repräsentanz der Lufttemperaturzeitreihen in Relation zu Stuttgart in Abhängigkeit von der Entfernung zu den untersuchten Niederschlagsstationen. Dargestellt ist der Pearson-Korrelationskoeffizient für die meteorologischen Jahreszeiten Sommer (Kreise) und Winter (Quadrate) sowie das Jahr (Dreiecke) mit Ausgleichsgeraden, die exakt in der linken, oberen Ecke der Grafik enden müssten (da der Korrelationskoeffizient für die Entfernung 0 km ja 1 sein muß).

Für beide Klimaelemente existiert damit eine genügend große Zahl von Stationen mit einem Korrelationskoeffizienten von 0.7 oder mehr, so daß die beiden Datensätze die gestellten Bedingungen erfüllen.

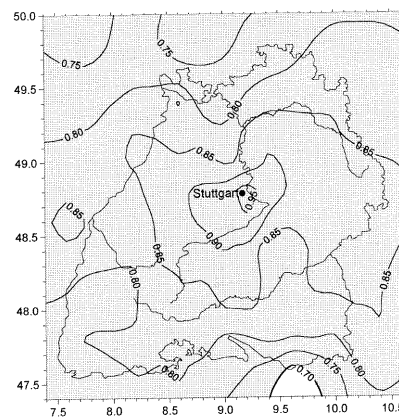
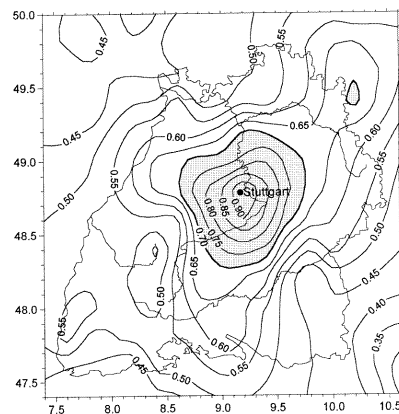


Abb. 3.1.3: Regionale Repräsentanz der Niederschlagszeitreihen in Relation zu Stuttgart. Dargestellt ist der Pearson-Korrelationskoeffizient für die meteorologischen Jahreszeiten Sommer (oben) und Winter (unten). Schraffiert ist der Bereich mit Korrelationskoeffizienten > 0.7 , für den also die Niederschlagszeitreihen mindestens die halbe gemeinsame Varianz mit der Stuttgarter Reihe aufweist.

3.2 Die Homogenitätsanalyse

Als zweite wichtige vorbereitende Datenanalyse ist die Überprüfung der Homogenität der Zeitreihen von besonderer Bedeutung. Denn rein künstliche Klimaänderungen (Inhomogenitäten), die besonders bei äußeren Einflüssen, zum Beispiel bei Stationsverlegungen oder zunehmendem Bewuchs, auftreten, haben nichts mit einer tatsächlichen natürlichen Klimavariation zu tun. Eine Inhomogenität kann somit den Trend verfälschen und zu unplausiblen Trendkarten führen. Daher sind vermutliche Inhomogenitäten aus der weiteren Datenanalyse möglichst vollständig zu eliminieren. Dies hat zwingend eine Reduktion des Datensatzes zur Folge, was aber in Kauf genommen werden muß.

Zur Anwendung kamen ein absoluter und vier relative Homogenitätstests, die zweifach berechnet wurden, da in einem 1. Schritt die näherungsweise homogenen Referenzreihen festzustellen waren, die in einem 2. Schritt als „gute“ Vergleichsreihen für die eigentlichen relativen Tests fungieren mußten. Für nähere methodische Einzelheiten muß an dieser Stelle erneut auf den „Atlas der Niederschlagstrends in Deutschland“ (Rapp & Schönwiese, 1995) verwiesen werden.

Die Einzelergebnisse wurden schließlich in Homogenitätsklassen zusammengefaßt: Mit 1 wurden sehr wahrscheinlich homogene, mit 2 wahrscheinlich homogene, mit 3 unsichere, mit 4 wahrscheinlich inhomogene und mit 5 sehr wahrscheinlich inhomogene Zeitreihen beurteilt; die Ergebnisse sind in Abb. 3.2 zu sehen. Für die Trendanalysen bleiben alle Zeitreihen der Homogenitätsklassen 4 und 5 unberücksichtigt.

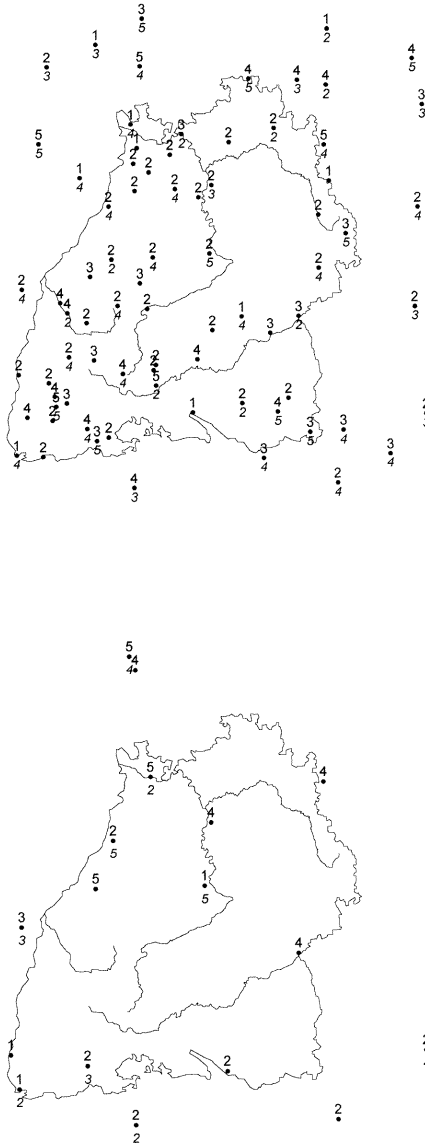


Abb. 3.2: Homogenitätsklassen (1=sehr wahrscheinlich homogen, 2=wahrscheinlich homogen, 3=unsicheres Ergebnis, 4=wahrscheinlich inhomogen, 5=sehr wahrscheinlich inhomogen) als Ergebnis der Homogenitätstests für den Niederschlag (oben) und die Lufttemperatur (unten). Oberhalb des Stationspunktes ist das Ergebnis für 1955-1994, darunter dasjenige für 1895-1994 (kursiv) vermerkt.

4. Die Trendanalyse

Es existieren verschiedene Möglichkeiten, zeitliche Trends einer Klimagröße anzugeben. In der Klimatologie ist die Berechnung des linearen Trends weit verbreitet, stellt sie doch eine einfache, gleichwohl effiziente Methode dar, sich einen Einblick in das zeitliche Verhalten einer klimatologischen Größe zu verschaffen. Der lineare Trend ergibt sich aus der Produkt-Moment-Korrelation mit der Zeit in Form von Regressionsgleichungen (Schönwiese, 1992) nach der Methode der kleinsten Quadrate. Im engeren Sinn bedeutet „Trend“ die Differenz des Ordinatenwertes am Ende des untersuchten Zeitintervalls gegenüber dem Anfang (vergleiche Abb.4.1).

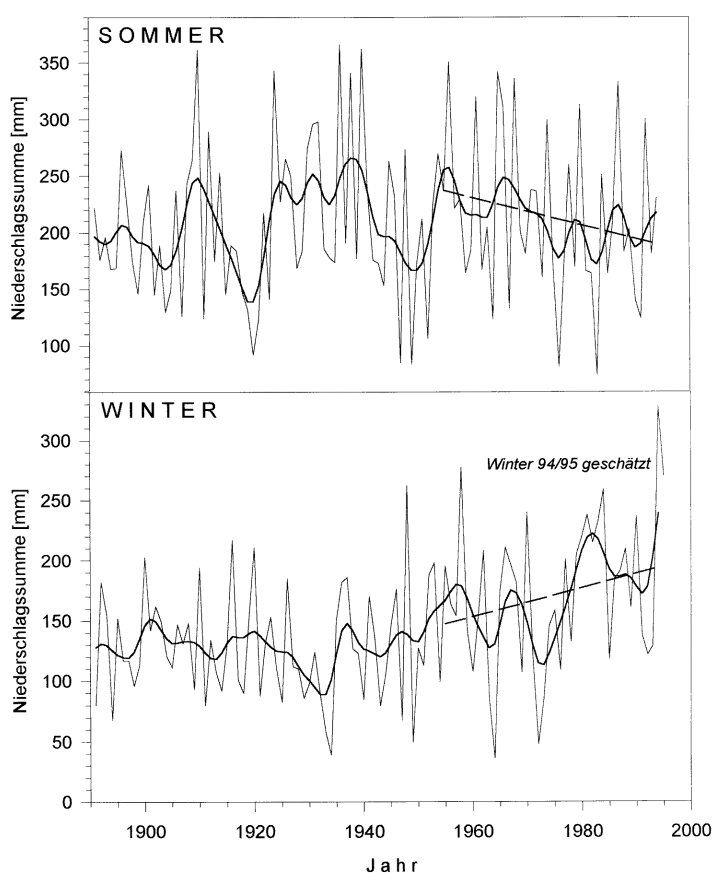


Abb. 4.1: Zeitreihe der Niederschlagssummen in Bad Mergentheim 1891-1994 für den Sommer (Juni, Juli, August; oben) und den Winter (Dezember, Januar, Februar; unten). Fett liniierte Kurve: zehnjährig geglättete (tiefpaßgefilterte) Werte. Gestrichelte Gerade: Trendgerade für 1955-1994.

Der Trend alleine kann jedoch ohne Angabe seiner Signifikanz nicht richtig interpretiert werden. Vielmehr muß eine zusätzliche Aussage darüber getroffen werden, wie deutlich der Trend gegenüber der gesamten Zeitreihenvariabilität heraustritt, also wie „sicher“ oder „streng“ er ist. Der Mann-Kendall-Test bietet dafür ein geeignetes Verfahren, da er keine Voraussetzungen bezüglich der Häufigkeitsverteilung verlangt, also parameterfrei funktioniert. Die Ergebnisse dieses Tests sind Zahlenwerte, die mit den Signifikanzniveaus bzw. den Irrtumswahrscheinlichkeiten in folgendem Zusammenhang stehen:

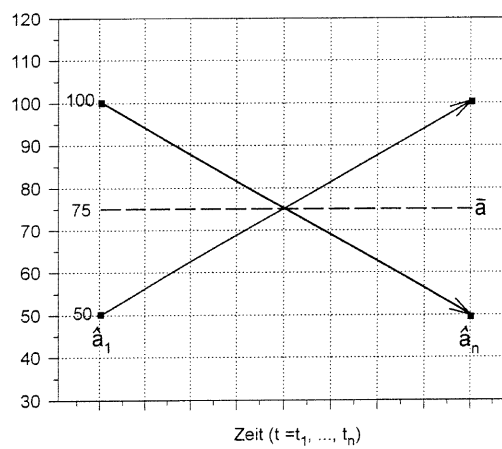
Mann-Kendall-Trendtestwert	Signifikanz in %	Irrtumswahrscheinlichkeit
1	68	0.32
2	95	0.05
3	99	0.01

Für nähere Einzelheiten muß auf die Literatur verwiesen werden (Sneyers, 1990; Denhard & Schönwiese, 1992).

Für die Angabe von Niederschlagstrends erweist es sich als zweckmäßig, relative Trends einzuführen, da die (absoluten) linearen Trends stark höhenabhängig sind und somit einen direkten Vergleich verschiedener Regionen erschweren können. Es gibt eine Reihe von Möglichkeiten, relative Trends zu definieren, und man muß sich bei der Interpretation dieser Trends immer vor Augen halten, was eigentlich gemeint ist. Abb. 4.2 zeigt drei Möglichkeiten, einen relativen Trend anzugeben, die zu stark unterschiedlichen Ergebnissen bei gleicher Ausgangslage führen. In dieser Bearbeitung wurde die 1. Möglichkeit gewählt; das heißt, der zuvor ermittelte lineare Trend wird durch den Mittelwert der jeweiligen untersuchten Zeitreihe dividiert.

Von großer Wichtigkeit für Trenduntersuchungen ist es auch, festzustellen, wie empfindlich ein Trend gegenüber einer Veränderung des Untersuchungsintervall reagiert. Ausgehend vom konstanten Endjahr (1994) wurde in Abb. 4.3 das Anfangsjahr der untersuchten Zeitreihe, beginnend mit 1891, um jeweils ein Jahr heraufgesetzt und jeweils der Trend (der Vergleichbarkeit wegen normiert auf ein Jahr) berechnet. Im Falle des Niederschlages in Bad Mergentheim, und zwar für den Sommer-, den Winter- und den Jahresniederschlag, ist zu erkennen, daß die Wahl des Untersuchungszeitraumes den Trend bei genügend großen Zeitintervallen kaum verändert. Je kürzer das Zeitintervall, das für eine

Untersuchung gewählt wurde, umso zufälliger wird jedoch der berechnete Trend. Abb. 4.3 verdeutlicht weiterhin, daß die Fluktuationen des Trends für Bearbeitungsintervalle kleiner als 30 Jahre so groß werden, daß die Angabe eines Trendwertes für solche Zeiträume nicht mehr sinnvoll ist. Deshalb wurden die Analysen auf das Zeitintervall 1955-1994 (also auf 40 Jahre) bezogen, da die Feststellungen für Bad Mergentheim für ganz Baden-Württemberg gelten. Für die Temperatur ergeben sich analog sinnvolle Untersuchungszeiträume schon ab 20 Jahren.



Möglichkeit 1:
Veränderung gegenüber der Situation am Anfang des Untersuchungszeitraumes
(angegeben in Prozent des Mittelwertes für den gesamten Untersuchungszeitraum)

$$\frac{\hat{a}_n - \hat{a}_1}{\bar{a}}$$

Beispiel: $\pm \frac{50}{75} \rightarrow \pm 67\%$

Möglichkeit 2:
Veränderung gegenüber den mittleren Verhältnissen
(angegeben in Prozent des Mittelwertes für den gesamten Untersuchungszeitraum)

$$\frac{1}{2} \frac{(\hat{a}_n - \hat{a}_1)}{\bar{a}}$$

Beispiel: $\pm \frac{25}{75} \rightarrow \pm 33\%$

Möglichkeit 3:
Veränderung gegenüber der Situation am Anfang des Untersuchungszeitraumes
(angegeben in Prozent des Anfangswertes des Untersuchungszeitraumes)

$$\frac{\hat{a}_n - \hat{a}_1}{\hat{a}_1}$$

Beispiel: $+\frac{50}{50} \rightarrow +100\%$; $-\frac{50}{100} \rightarrow -50\%$

Abb. 4.2: „Der relative Trend ist relativ“: Bei der Interpretation des relativen Trends ist zu bedenken, was damit genau gemeint ist. Die Abb. zeigt drei verschiedene Möglichkeiten zur Berechnung eines relativen Trends; die diesem Bericht zugrunde liegende Alternative ist die Möglichkeit 1.

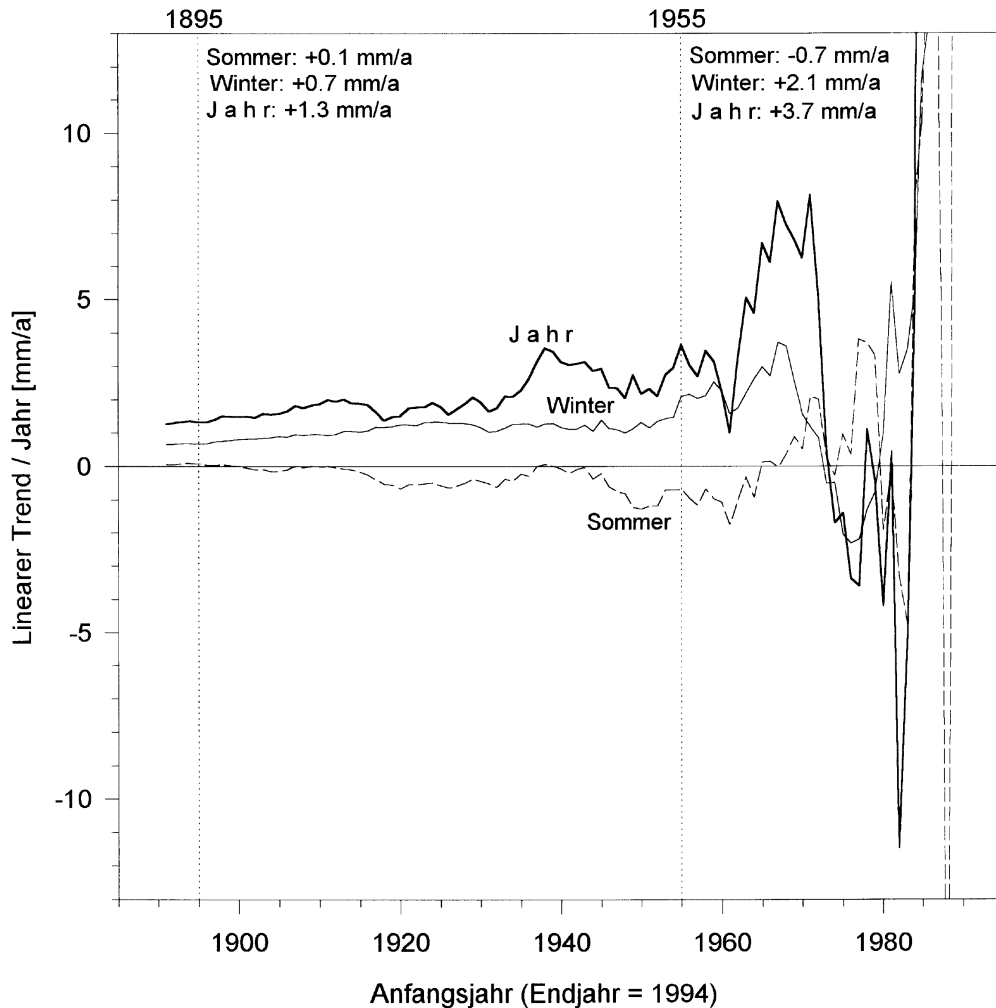


Abb. 4.3: Abhängigkeit des linearen Trends der Niederschlagssummen (in mm/Jahr) vom gewählten Zeitintervall in Bad Mergentheim; für Sommer (gestrichelt), Winter (dünn liniert) und Jahr (fett liniert). Zusätzlich sind die Trendwerte (ebenfalls in mm/Jahr) für die beiden Untersuchungszeitintervalle 1955-1994 und 1895-1994 angegeben.

Die Abb. 4.1 und 4.3 zeigen zudem erste substantielle Ergebnisse der Trendanalysen für die ausgewählte Station Bad Mergentheim (nördliches Baden-Württemberg). Demnach ist, unabhängig vom Untersuchungsintervall, ein Anstieg des Winterniederschlages, wie auch der Jahresniederschlagssumme, zu sehen. Der Sommer weist dagegen nur für kürzere Zeiträume (so auch für 1955-1994, nicht aber für 1895-1994) einen merklichen Niederschlagsrückgang auf. Erst die Trendkarten, die im Anhang zu finden sind, werden jedoch zeigen, ob dieses Trendmuster eine prinzipielle Erscheinung in Baden-Württemberg ist oder lediglich einen Einzelfall darstellt.

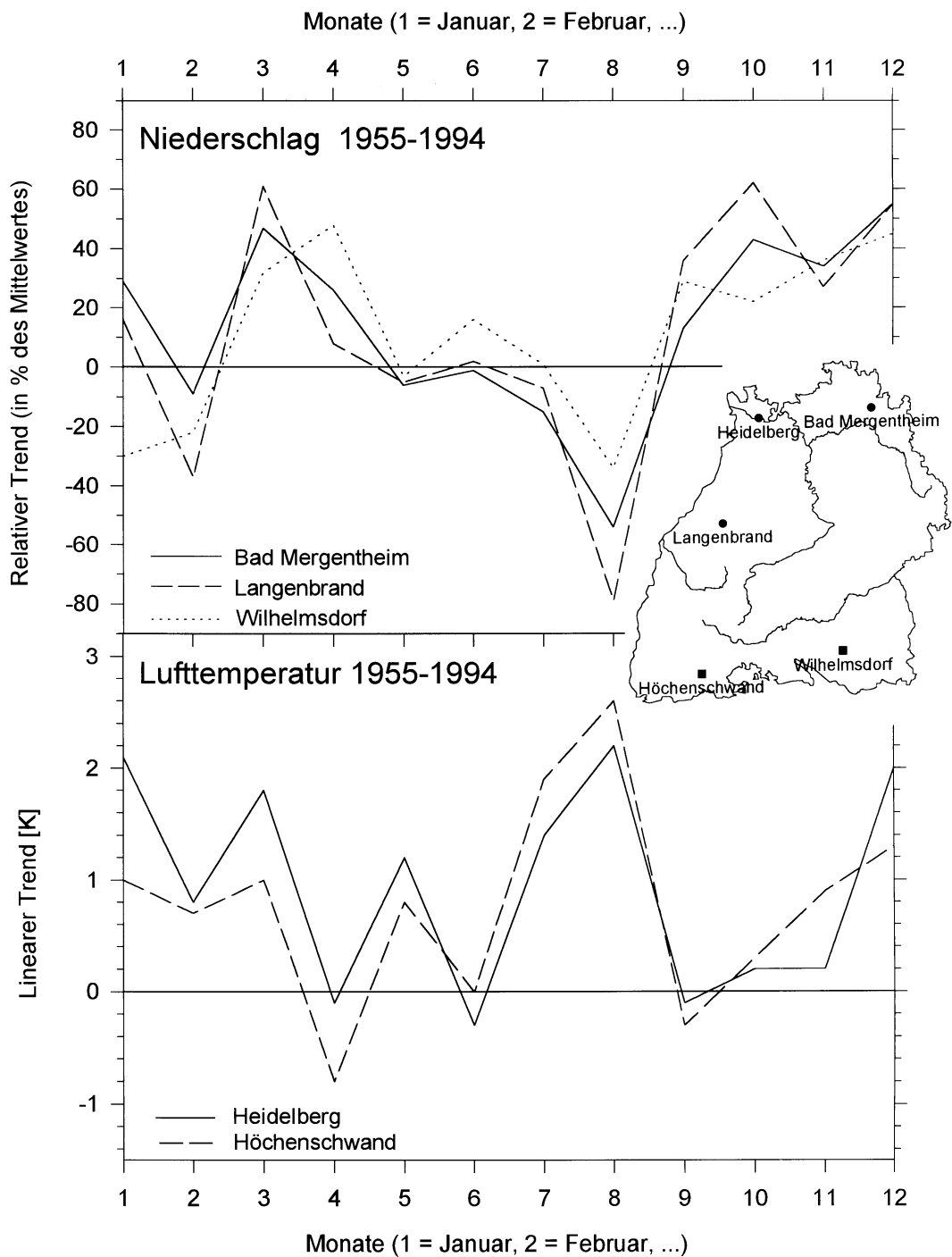


Abb. 4.4: Lineare Trends 1955-1994 für alle Monate an ausgewählten Orten in Baden-Württemberg. Oben: Relativer Trend des Niederschlages (in % des Mittelwertes), unten: Trend der Lufttemperatur (in K = °C). Im Sommerhalbjahr treten Niederschlags- und Temperaturtrends gegensinnig auf, im Winterhalbjahr dagegen gleichsinnig. Vergleiche auch mit den Trendkarten für ausgewählte Monate im Anhang.

Der zurückgehende Sommerniederschlag rührt im wesentlichen von einer ausgeprägten 40jährigen Niederschlagsabnahme im August her, die auch in anderen Landesteilen zu beobachten ist, während die beiden anderen Sommermonate (Juni und Juli) keine signifikanten Trends zeigen, vergl. Abb. 4.4. Niederschlagszunahmen verzeichnen in den letzten 40 Jahren insbesondere der März und die Monate September bis Dezember. Eine Erhöhung der Lufttemperatur, die unterschiedlich groß ausfiel, gab es in fast allen Monaten (bis auf April, Juni und September). Dabei treten offensichtlich die Niederschlags- und Temperaturtrends im Sommerhalbjahr gegensinnig, im Winterhalbjahr dagegen gleichsinnig auf.

Für die letzten 100 Jahre (1895-1994) ist eine winterliche Niederschlagszunahme für die drei ausgewählten (im übrigen wahrscheinlich homogenen) Stationszeitreihen (Abb. 4.5) ebenfalls zu erkennen, und zwar vor allem in den Monaten Januar, Februar, Oktober, November und Dezember. Dagegen hat sich die Niederschlagsmenge im Sommerhalbjahr weniger stark verändert. Die Erwärmung der Lufttemperatur betrifft dagegen in den letzten 100 Jahren alle Monate, am deutlichsten die Sommer- und Herbstmonate.

Der Anstieg der Lufttemperatur im Winterhalbjahr um ca. 1 K hat zur Folge, daß der Niederschlag häufiger in flüssiger als in fester Form fällt und damit besser aufgefangen und vollständig gemessen werden kann (vergl. Kapitel 2, sowie Abb.en 2.2 und 2.3). Die Lufttemperatur beeinflusst damit indirekt den Niederschlagstrend. Eine grobe Abschätzung für die mittleren Niederschlags- und Windverhältnisse in Karlsruhe (die Klimawerte wurden einer Publikation von Hörschele & Kalb, 1988, entnommen) liefert bei einer Temperaturerhöhung von 1 K einen „künstlichen“ Zusatztrend von ca. 6 mm für den Winter (Dezember, Januar, Februar), was 3,5 % des Mittelwertes beträgt. Auf diese Unsicherheit muß bei der Verwendung und Interpretation einzelner Trendangaben geachtet werden.

Ausführlichere methodische Erläuterungen enthält der Klimatrendatlas für Deutschland (Rapp & Schönwiese, 1995).

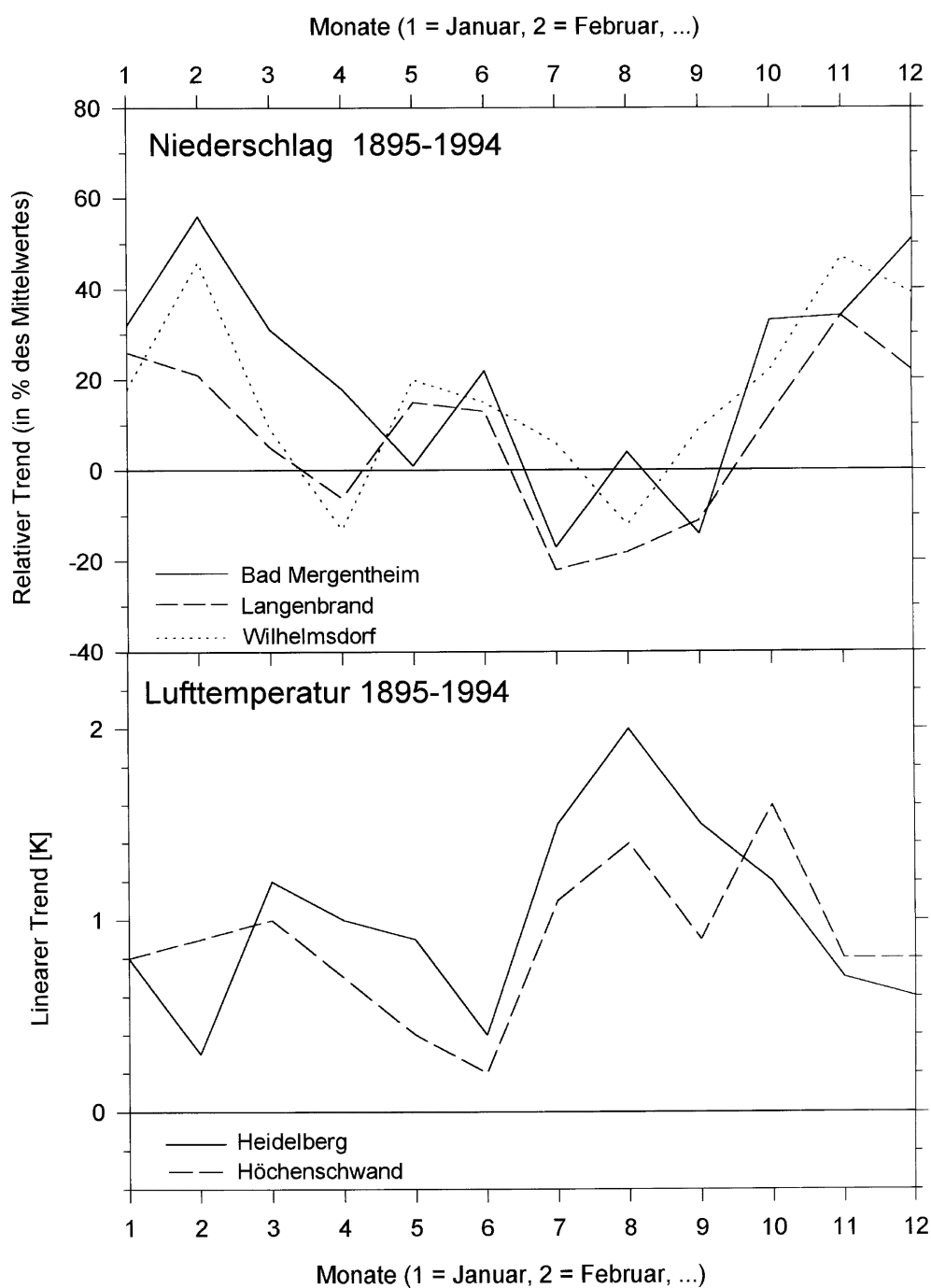


Abb. 4.5: Lineare Trends 1895-1994 für alle Monate an ausgewählten Orten in Baden-Württemberg. Oben: Relativer Trend des Niederschlages (in % des Mittelwertes), unten: Trend der Lufttemperatur (in K = °C). Vergleiche auch mit den Trendkarten für ausgewählte Monate im Anhang.

5. Die Feldanalyse

Die Repräsentanzanalyse (Kapitel 3.1) hat gezeigt, daß für den Bearbeitungszeitraum und die vorliegende Zahl der Stationszeitreihen, sowohl für den Niederschlag, als auch für die Lufttemperatur, ohne Bedenken Isolinien analysiert werden können.

Bei der Feldanalyse wurde nun das in den Geowissenschaften verbreitete Kriging-Interpolationsverfahren benutzt. Es ist hinsichtlich der Annäherung an die Stationswerte trotz guter Glättungseigenschaften anderen Verfahren (z. B. dem „Inverse-Distance-Verfahren“) überlegen und liefert insgesamt ein harmonischeres Isolinienbild, in dem keine „Abstands-Sprünge“ auftauchen. Für die Interpolation der Gitterpunktswerte aus den Stationsdaten, auf denen die Isolinienanalyse beruht, wurde ein $0,2^\circ \times 0,2^\circ$ -Gitternetz gewählt, ein Kompromiß aus regional befriedigender Auflösung und vorliegendem Datenmaterial. Für nähere Einzelheiten, auch zur Theorie der Kriging-Interpolation, muß an dieser Stelle wieder auf die Literatur verwiesen werden (Rapp & Schönwiese, 1995; Schönwiese et al., 1993; Isaaks & SrivaStava, 1989).

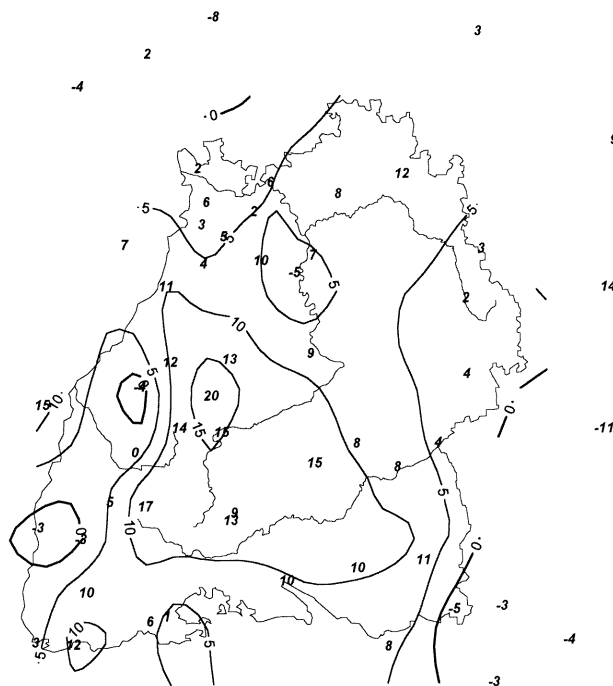


Abb. 5.1: Beispiel für die Umsetzung einzelner Stationswerte (kursive Zahlen) in eine Feld- (Isolinien-) Darstellung unter Heranziehung der Kriging-Interpolation (hier: Relativer Trend des Niederschlages in Prozent des Mittelwertes, Jahr, 1955-1994; s. auch Anhang).

Abb. 5.1 vergleicht am Beispiel des relativen Trends der Jahresniederschlagssumme 1955-1994 die Trendwerte, wie sie für die einzelnen Stationszeitreihen ermittelt wurden, mit den daraus interpolierten Isolinien. Es ist zu sehen, daß einzelne „Ausreißer“, die sich nicht in das Niveau ihrer Umgebung einfügen, kaum Berücksichtigung finden. Die dargestellten Isolinien sind also angesichts der räumlichen Variabilität der Trends geglättet, was aufgrund der Meß- und Datenunsicherheit, insbesondere beim Niederschlag, nur wünschenswert sein kann.

Bei der Mittelwertkarte der Jahresniederschlagssumme für die letzten 40 Jahre spielen solche Unsicherheiten jedoch keine wesentliche Rolle. Abb. 5.2 zeigt strukturell erstaunliche Übereinstimmungen mit den aus Klimaatlanten bekannten Übersichtskarten, obwohl doch die Zahl der zugrunde liegenden Zeitreihen immer noch relativ gering ist und topographische Daten in den Analysen nicht berücksichtigt werden konnten. Der Schwarzwald hebt sich prägnant als Niederschlagsmaximum heraus, die absolut höchsten Niederschlagsmengen in Baden-Württemberg werden tatsächlich in seinem nördlichen Teil im Raum Freudenstadt gemessen. Dagegen bildet sich die Schwäbische Alb im Isolinienverlauf nur andeutungsweise ab. Der Einfluß des Odenwaldes im Norden und der Allgäuer Alpen im äußersten Südosten ist jedoch wieder besser auszumachen.

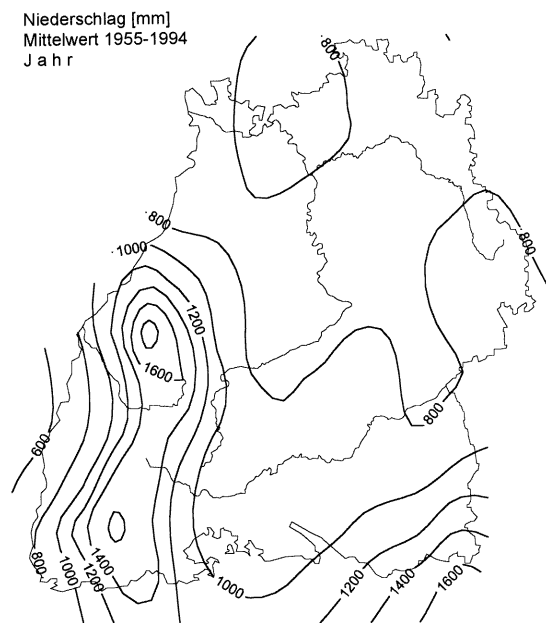


Abb. 5.2: Karte des Mittelwertes der Jahresniederschlagssumme in mm 1955-1994.

Aus praktischen Gründen werden alle Trendkarten im Anhang dokumentiert, da sie dort als vollständiges, systematisches Nachschlagewerk sicher bessere Dienste leisten, als verstreut im Text. An dieser Stelle kann nicht auf alle Einzelheiten der Ergebnisse eingegangen werden. Auch sollten allzu lokale oder gar punktuelle Interpretationen vermieden werden. Doch lassen sich einige bemerkenswerte grundsätzliche Resultate festhalten:

5.1 Die Niederschlagstrends

In den letzten 40 Jahren (1955-1994) verzeichneten bis auf den Sommer (Juni, Juli, August) alle Jahreszeiten in Baden-Württemberg eine deutliche Niederschlagszunahme, die im Frühling (März, April, Mai) meist zwischen 10 und 25 %, im Herbst (September, Oktober, November) 20 bis 40 % und im Winter (Dezember, Januar, Februar) bis zu 20 % des Mittelwertes betrug. Allerdings beschränkt sich im Winter der ansteigende Trend auf die zentralen Bereiche des Bundeslandes, während im äußersten Westen, Süden und Osten auch leicht abnehmende Niederschlagsmengen beobachtet werden konnten. Zur Erhöhung des Winterniederschlags trägt interessanterweise der Dezember am meisten bei (mit +30 bis +70 % des Mittelwertes), während der Januar regional unterschiedlich gerichtete Trends erkennen läßt (vergl. auch Abb. 4.4), die ohne weitere Analysen im einzelnen nicht erklärt werden können (was für andere Trendkarten gleichfalls gilt).

Im Sommer zeigt sich im ganzen Bundesland eine auffällige Tendenz zu Niederschlagsrückgang, der im Südwesten mit Werten bis zu -35 % maximal ist, im Südosten und Osten des Landes sich jedoch kaum noch bemerkbar macht. Diese Abnahme wird zum allergrößten Teil durch das Niederschlagsdefizit im Monat August (-30 bis -80 % des Mittelwertes gegenüber den Werten zu Beginn des Untersuchungszeitraumes) hervorgerufen. Der Niederschlagstrend für das gesamte Jahr, der aus der Überlagerung der einzelnen Trends in den Jahreszeiten bzw. in den Monaten resultiert, ist mit einzelnen Ausnahmen im äußersten Westen und Osten ansteigend, und zwar meist um 5 bis 15 %.

Naturgemäß sind die linearen Trends (in mm) dort am größten, wo auch der meiste Niederschlag fällt, nämlich im Mittelgebirge, vor allem aber im Schwarzwald (vergl. Abb. 5.2). Die Karten der relativen Trends haben also den Vorteil, daß die Abhängigkeit des Niederschlags und des (absoluten) linearen Trends von der Höhe hier keine Rolle spielt (vergl. Abb. 4.2) und somit die Topographie nicht mit abgebildet wird. Die Niederschlagszunahme beträgt im Frühling meist 20 bis 60 mm, im Herbst 40 bis 120 mm und

im Winter bis zu 80 mm. In den Sommermonaten allerdings nimmt der Niederschlag um 20 bis über 150 mm ab, so daß für das Gesamtjahr eine verbreitete Steigerung des Wasserangebotes um 50 bis 200 mm feststellbar ist.

Im strengen statistischen Sinn sind nur solche Trends signifikant, deren Mann-Kendall-Testergebnisse Beträge von mehr als 2 liefern (Kapitel 4). Jedoch ist zu beachten, daß für fast alle Niederschlagsstationen - voneinander unabhängig - gleichgerichtete Trends errechnet werden konnten, die die Aussagen trotz der formal geringen Signifikanz für die Einzelzeitreihen, die in den entsprechenden Trendkarten meist Werte von 2 nicht überschreitet, zusätzlich absichern. Dabei besitzen die größten Trends, da sie aus dem „Hintergrundrauschen“ einer Niederschlagszeitreihe am augenscheinlichsten hervortreten, auch die größte Signifikanz (so tritt zum Beispiel die ausgeprägte herbstliche Niederschlagszunahme zwischen Karlsruhe und dem oberen Neckar mit einer maximalen Signifikanz auf, die Mann-Kendall-Trendtestwerte von immerhin mehr als 2.5 erreicht).

Somit läßt sich für die letzten 40 Jahre eine jahreszeitliche Niederschlagsumverteilung in Baden-Württemberg vom Sommer zum Winter hin feststellen. Der Vergleich des Anteils des Niederschlages im Winterhalbjahr (Monate Oktober bis März) am Gesamtjahresniederschlag (in %) zu Beginn und am Ende des Untersuchungszeitraumes 1955-1994 soll diese Aussage noch einmal in veränderter grafischer Form veranschaulichen. Die im Anhang gezeigten Karten der Situation in den Jahren 1955 und 1994 wurden aus der linearen Regression, und nicht aus den Werten der Jahre selbst, abgeleitet. Der Anteil des Niederschlages im Winterhalbjahr hat in diesen 40 Jahren meist um 5 bis 8 Prozentpunkte zugenommen, in den Gebirgen (Odenwald und Schwarzwald) erreicht er in jüngster Zeit sogar mehr als 50 %. In der Analyse für das Zeitintervall 1895-1994, also für die letzten 100 Jahre, ist diese Zunahme zwar auch vielerorts erkennbar, jedoch weniger markant (durchschnittlich rund +4 %). Zu beachten ist dabei das eher fragwürdige Ergebnis für den Winterniederschlag des Jahres 1895 im südlichen Schwarzwald.

Die Betrachtung der Karten des Anteils des Winterniederschlages am Gesamtjahresniederschlag läßt erkennen: Während des Zeitintervalls 1895-1994 hat es ganz offensichtlich ähnliche Entwicklungen wie in den letzten 40 Jahren gegeben. Das illustrieren die im Anhang dokumentierten Trendkarten. Frühling, Herbst und Winter zeigen wiederum fast durchgängig ansteigende Niederschlagstrends, die im Winter am stärksten ausfallen (meist 10 bis über 35 %, was 25 bis 70 mm entspricht). Die Monate Januar und Dezember tragen dabei etwa in gleichem Maße zur Steigerung des Niederschlagsangebotes bei (siehe auch Abb. 4.5).

Im Herbst und Frühling liegen diese Steigerungsraten lediglich bei meist +5 bis +20 % (oder +10 bis +40 mm). Die Signifikanz der Trends in diesen beiden Jahreszeiten ist wiederum gering, während für den Winter verbreitet Trendtestwerte um oder über 2.5 erreicht werden. Im Sommer haben sich keine eindeutigen Trends ausgebildet, die Signifikanz liegt nahe bei Null, so daß sich in dieser Jahreszeit - betrachtet man die letzten 100 Jahre - nichts wesentliches verändert hat.

Daraus resultiert dann auch die Zunahme des Jahresniederschlages in den letzten 100 Jahren um 5 bis etwas über 15 % des Mittelwertes, oder in absoluten Werten ausgedrückt, um 40 bis 120 mm, bei Mann-Kendall-Trendtestwerten von verbreitet 1.0 bis 2.5, das heißt, bei vergleichsweise hohen Signifikanzbeträgen.

5.2 Die Temperaturtrends

Aufgrund der hohen Repräsentanz der Lufttemperatur läßt sich die Beschreibung der Temperaturtrends viel stärker generalisieren als für den Niederschlag. Da jedoch für den Zeitraum 1895-1994 sehr wenige Stationen zur Verfügung standen, die überdies teilweise inhomogen sein dürften (was zum Beispiel für Stuttgart zutrifft), wurde auf eine Isolinienanalyse verzichtet und die Trendwerte lediglich in die Karte eingedruckt.

Die Lufttemperatur ist in allen Jahreszeiten angestiegen, sowohl in den letzten 40, wie auch in den letzten 100 Jahren, was im übrigen im Einklang mit den Ergebnissen des „Klimatrendatlas Europa 1891-1990“ (Schönwiese, Rapp et al., 1993) steht. Erstaunlicherweise ist diese Erwärmung im Sommer (1.0 bis 1.6 K [= °C]) und im Winter (1.0 bis 1.4 K) größenordnungsmäßig ohne Unterschied aufgetreten. Die Temperaturzunahme für das gesamte Jahr der Zeitspanne zwischen 1955 und 1994 betrug rund 1 K. Allerdings erscheint es zweifelhaft, ob diese Zunahme tatsächlich regional so abgestuft, wie es die Karten suggerieren, stattgefunden hat. Immerhin sind in diese Isolinienanalyse auch die Ergebnisse wahrscheinlich inhomogener (Homogenitätsklasse 4) bzw. zumindest fragwürdiger Stationen (Homogenitätsklasse 3) eingegangen (vergl. Abb. 3.2). Die Erwärmung in den letzten 100 Jahren dürfte etwas über der in den letzten vier Jahrzehnten gelegen haben.

6. Fazit

Niederschlag ist ein zeitlich und regional stark variierendes Klimaelement. Diese grundlegende Tatsache wird durch Trendkarten des Niederschlages anschaulich illustriert. Zwar treten sehr unterschiedliche jahreszeitliche und monatliche Entwicklungen auf, doch in der Mehrzahl der Fälle weisen alle Stationszeitreihen aus Baden-Württemberg ein wenn auch quantitativ unterschiedliches, so doch qualitativ gleichsinniges Trendverhalten auf. Betrachtet man dagegen Niederschlagstrends für ein viel größeres Untersuchungsgebiet, zum Beispiel Europa, variieren die Trends räumlich viel stärker. So zeigt die entsprechende Trendkarte für die Jahresniederschlagssumme 1891-1990 Gebiete mit zunehmendem Niederschlag (vor allem im Norden) und solche mit zurückgehenden Niederschlagsmengen (Britische Inseln, Teile Osteuropas, Mittelmeerregion; Abb. 6.1). Das sommerliche Regendefizit in West- und Mitteleuropa und die winterliche Niederschlagszunahme im zentralen europäischen Raum sind die wichtigsten Veränderungen in den letzten Jahrzehnten (Abb. 6.2). Damit fügen sich die analysierten Trends für Baden-Württemberg gut in die entsprechenden großräumigeren Entwicklungen in Europa ein (Schönwiese, Rapp et al., 1993).

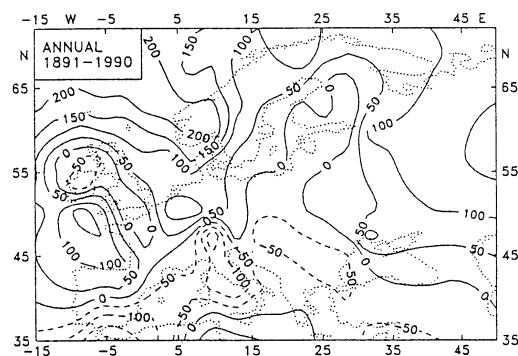


Abb. 6.1: Beobachteter linearer Trend der Jahresniederschlagssumme in Europa (in mm) für 1891-1990 (nach Schönwiese et al., 1994).

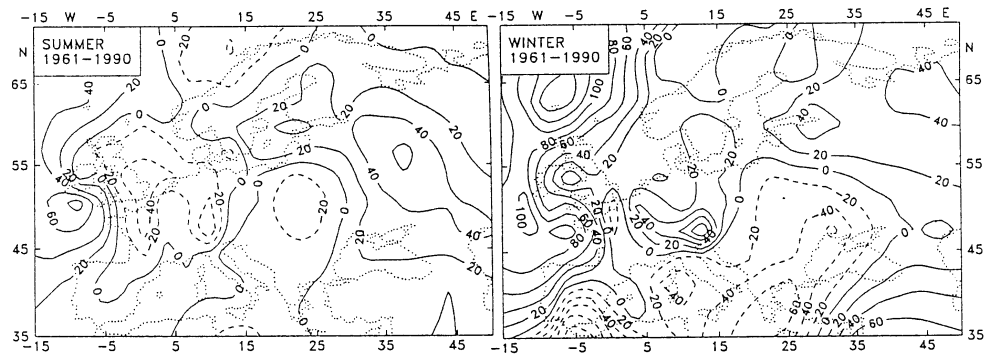


Abb. 6.2: Beobachteter linearer Trend des Niederschlages in Europa (in mm) für Sommer (links) und Winter (rechts), 1961-1990 (nach Schönwiese et al., 1994).

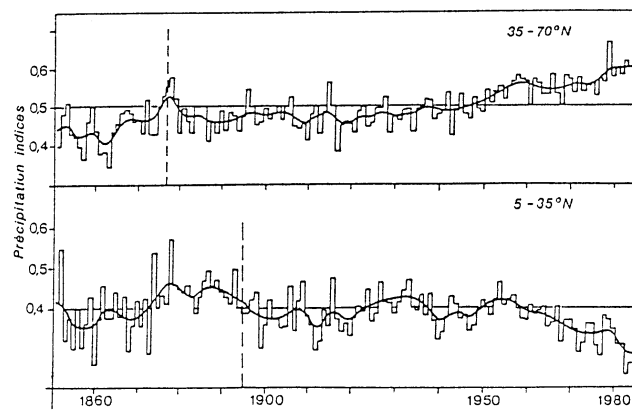


Abb. 6.3: Beobachtete Veränderungen des für zwei Breitenkreiszonen ($35-70^{\circ}N$ und $5-35^{\circ}N$) gemittelten Niederschlages der Nordhemisphäre (nach Bradley et al., 1987).

Die langfristige Zunahme der Jahresniederschlagssumme, wie sie für Baden-Württemberg und Europa feststellbar ist, paßt sich wiederum gut in die Entwicklung des Niederschlages ein, wie sie für die Breitenkreiszone von 35 - 70°N seit 1850 beobachtet werden konnte (Bradley et al, 1987). Im Gegensatz zur tropischen bzw. subtropischen Breitenkreiszone der Nordhemisphäre ist in den gemäßigten Breiten seit etwa 1920 eine kontinuierliche Zunahme des Niederschlages auszumachen (Abb. 6.3)

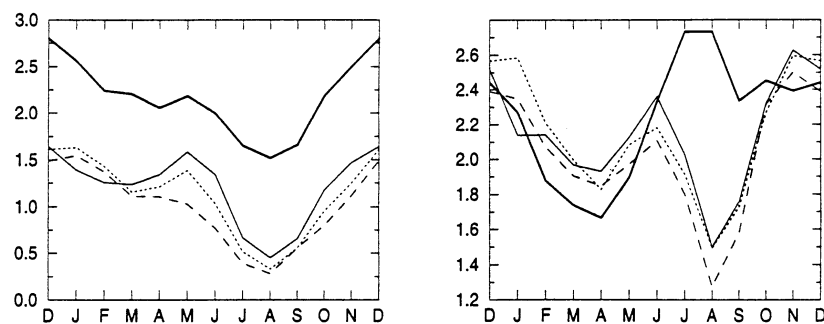


Abb. 6.4: Jahreszyklus des Niederschlages (in mm/Tag) in Südeuropa (35-50°N, 10°W-45°E; links) und Mittel- und Nordeuropa (50-70°N, 10°W-40°E; rechts), wie er zur Zeit beobachtet (fett liniert) und vom Max-Planck-Institut für Meteorologie (Cubasch et al., 1995) für eine Verdoppelung (gepunktet) bzw. Verdreifachung des CO₂ (gestrichelt) angegeben wird. Die Diskrepanz zwischen der momentan beobachteten und der für die Gegenwart modellierten Niederschlagsverteilung (dünn liniert) ist bemerkenswert groß, insbesondere für den Sommer.

Ob sich der beobachtete Trend in Baden-Württemberg fortsetzt, sich umkehrt oder ob der Niederschlag auf dem momentanen Niveau verbleibt, ist nur sehr schwer vorhersagbar. Es ist wahrscheinlich, daß sich der anthropogene Zusatz-Treibhauseffekt nicht nur in einer Temperaturerhöhung äußert, sondern auch über die globale Zirkulation der Einfluß auf das Niederschlagsverhalten nimmt. Berechnungen des Max-Planck-Institutes für Meteorologie in Hamburg (Cubasch et al., 1995; gekoppeltes atmosphärisch-ozeanisches Zirkulationsmodell „ECHAM3“) zufolge soll der Niederschlag bei einer Verdoppelung des CO₂-Gehaltes der Atmosphäre in Südeuropa in fast allen Monaten (bis auf Januar und Februar) abnehmen (vergl. Abb. 6.4). Auch für Zentral- und Nordeuropa wird es demnach in den Frühlings- und Sommermonaten zu einem Niederschlagsrückgang kommen, während für den Winter eher zunehmende Niederschlagsmengen erwartet wer-

den. Allerdings sind diese Simulationen trotz hohem rechnerischem Aufwand relativ unsicher (vor allem für die Sommermonate), was ein Vergleich der in den einzelnen Monaten gegenwärtig gemessenen Niederschlagssummen mit den vom Hamburger Klimamodell entsprechend berechneten veranschaulicht (vergl. wiederum Abb. 6.4).

Es bleibt abschließend festzustellen, daß trotz solcher Unwägbarkeiten die jahreszeitlichen Muster der Niederschlagstrends, wie sie aufgrund eines verstärkten Treibhauseffektes von „ECHAM3“ modelliert werden, in den Beobachtungsdaten der letzten 40 bzw. 100 Jahre in überraschend ähnlicher Struktur schon vorzufinden sind (vergl. Abb.en 4.4 und 4.5). Aus diesem Grund ist es wahrscheinlicher, daß die Tendenz zu größeren winterlichen Niederschlagsmengen anhält, als daß - langfristig gesehen - eine durchgreifende Verringerung des Winterniederschlags erwartet werden könnte.

Literatur

- Bradley, R.S., Diaz, H.F., Eischeid, J.K., Jones, P.D., Kelly, P.M., and Goodess, C.M., 1987: Precipitation fluctuations over Northern Hemisphere land areas since mid 19th century. *Science*, 237, 171-175.
- Caspary, H.J. und Bárdossy, A., 1995: Markieren die Winterhochwasser 1990 und 1993 das Ende der Stationarität in der Hochwasserhydrologie infolge von Klimaänderungen? *Wasser & Boden* 47, 3, 18-24.
- Cubasch, U., Waszkewitz, J., Hegerl, G.C., and Perlwitz, J., 1995: Regional climate changes as simulated in time-slice experiments. MPI report No. 153, Hamburg, 40 pp.
- Denhard, M., and Schönwiese, C.-D., 1992: Non-parametric trend statistics and rank correlations of long European sea level pressure time series. In: *Environment Canada* (ed.), 5th Internat. Meeting Statist. Climatol., 575-578.
- Engel, H., 1993: Derzeit erkennbare Abflußentwicklungen im Rhein und seinen Nebenflüssen und Änderung des Niederschlagsverhaltens in den zugehörigen Einzugsgebieten. Manuskript zum DVWK-Vortrag, Ludwigshafen, 29.11.1993.

- Höschele, K., und Kalb, M., 1988: Das Klima ausgewählter Orte der Bundesrepublik Deutschland Karlsruhe. Bericht des Deutschen Wetterdienstes Nr. 174, Offenbach am Main.
- Isaaks, E.H., and Srivastava, R.M., 1989: An Introduction to Applied Geostatistics. Oxford Univ. Press, New York, 561 pp.
- Legates, D.R., 1993: Biases in Precipitation Gage Measurement. In: Global Observations, Analyses and Simulation of Precipitation. World Climate Programme Research, WMO/Td-No. 544, 31-34.
- Rapp, J., 1994: Langfristige Niederschlagstrends in Norddeutschland. In: Materialsammlung des Vereins für Umweltschutz e.V. und des Landesverbandes Bürgerinitiativen Umweltschutz Niedersachsen e.V., Hannover.
- Rapp, J., und Schönwiese, C.-D., 1995: Atlas der Niederschlags- und Temperaturtrends in Deutschland 1891-1990. Frankfurter Geowissenschaftliche Arbeiten, Serie B, Band 5, 255 S.
- Schönwiese, C.-D., 1992: Praktische Statistik für Meteorologen und Geowissenschaftler. Borntraeger, Stuttgart, 2. Auflage.
- Schönwiese, C.-D., Rapp, J., Fuchs, T. und Denhard, M., 1993: Klimatrend-Atlas Europa 1891-1990. Berichte des Zentrums für Umweltforschung der Univ. Frankfurt/M., Nr. 20, Frankfurt/M, 4. Auflage, 218 S.
- Schönwiese, C.-D., Rapp, J., Fuchs, T., and Denhard, M., 1994: Observed climate trends in Europe 1891-1990. Meteorol. Zeitschrift, N.F. 3, 22-28.
- Sevruk, B., 1989: Reliability of Precipitation Measurement. In: Sevruk, B. (ed.), Precipitation measurement, Workshop on Precipitation Measurement, WMO/IAHS/ETH, Zurich, 13-19.
- Sneyers, R., 1990: On the Statistical Analysis of Series of Observations. WMO Publ. No. 415, Geneva.

Wildenhahn, E., 1986: Der Einfluß langfristiger Änderungen im Niederschlagsgeschehen auf die Abflußverhältnisse des Rheins. In: Mitteilungen 1 der Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz, 119-129.

Anhang

Katalog der Trendkarten (vorläufige Ergebnisse)

A 1.1 Niederschlagstrends 1955-1994

A 1.2 Niederschlagstrends 1895-1994

A 2.1 Temperaturtrends 1955-1994

A 2.2 Temperaturtrends 1895-1994

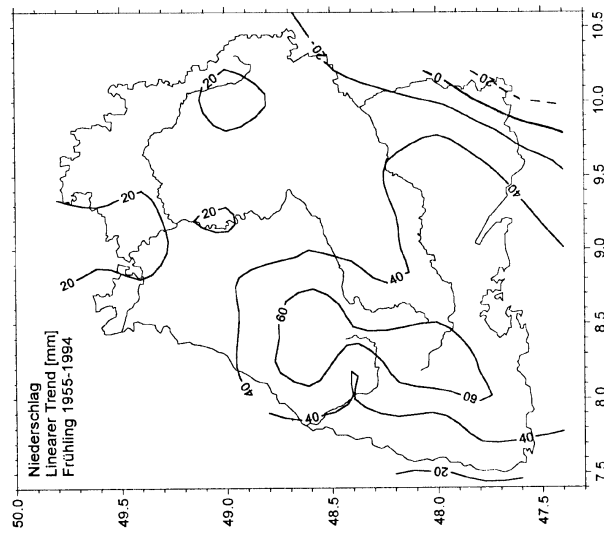
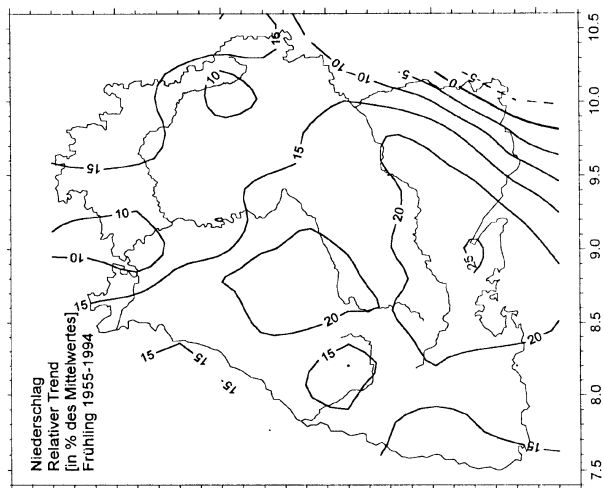
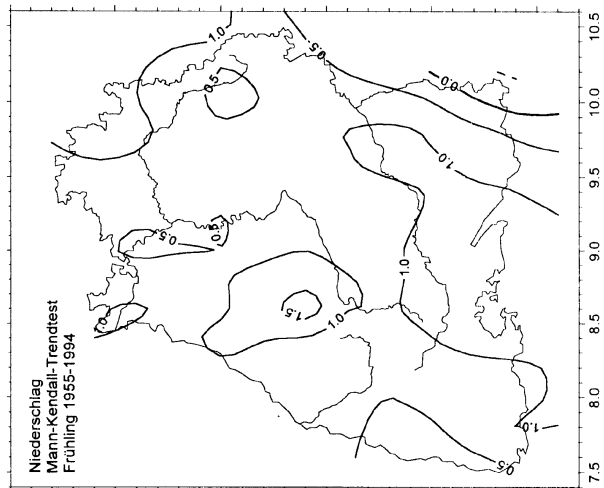
A 1.1 Niederschlagstrends 1955-1994

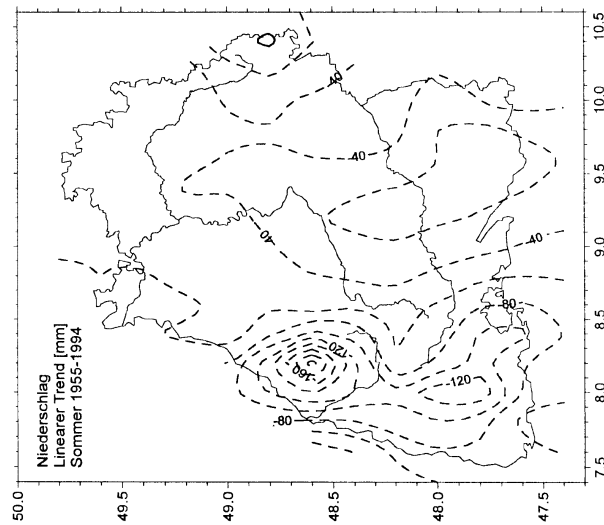
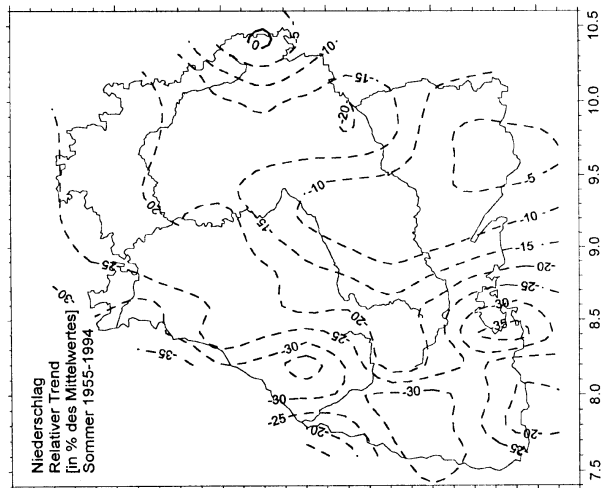
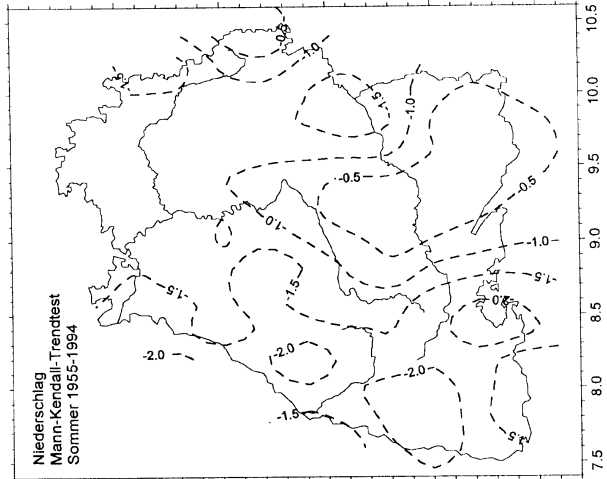
Linearer Trend (in mm), relativer Trend (in % des Mittelwertes) und Mann-Kendall-Trendtestwerte (Signifikanz) für alle Jahreszeiten, das Jahr und einzelne Monate.

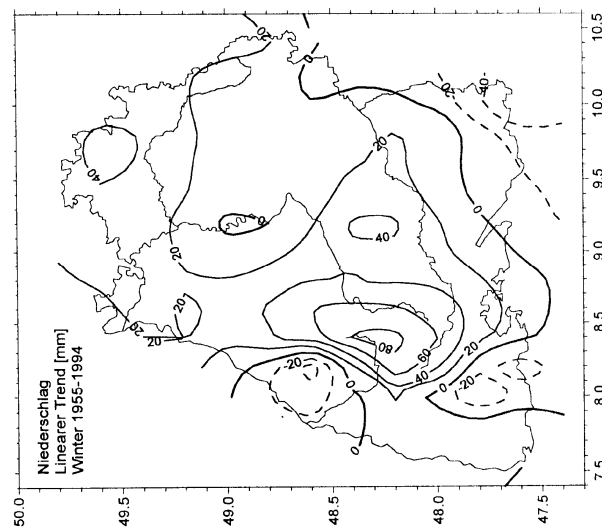
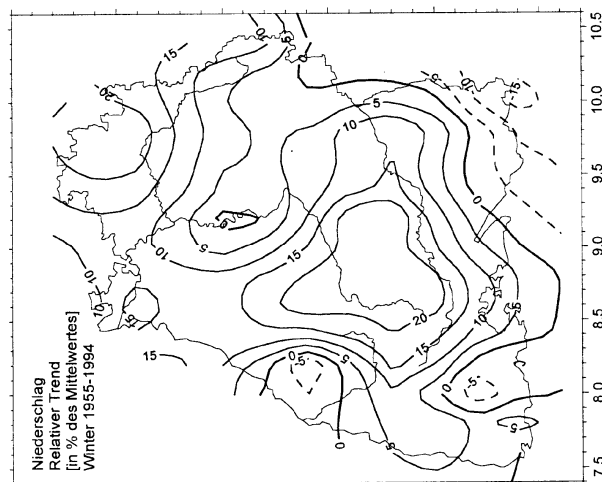
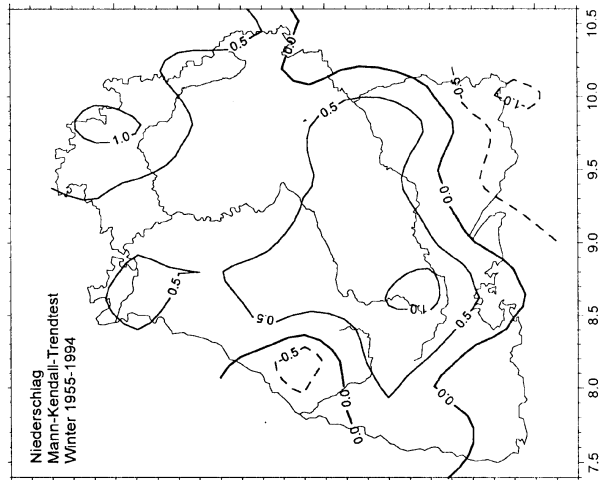
Gestrichelte Isolinien: Niederschlagsrückgang, durchgezogene Isolinien: Niederschlagszunahme, fett durchgezogene Isolinien: keine Veränderung (Null-Isolinie).

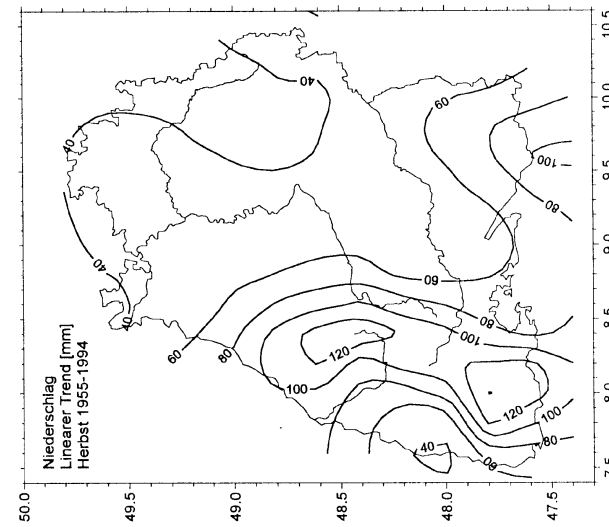
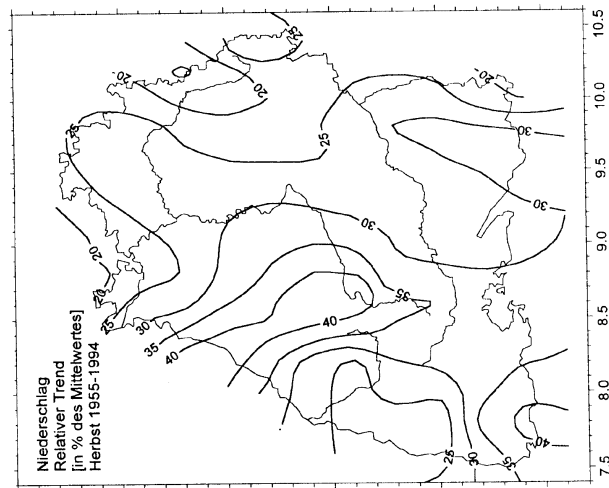
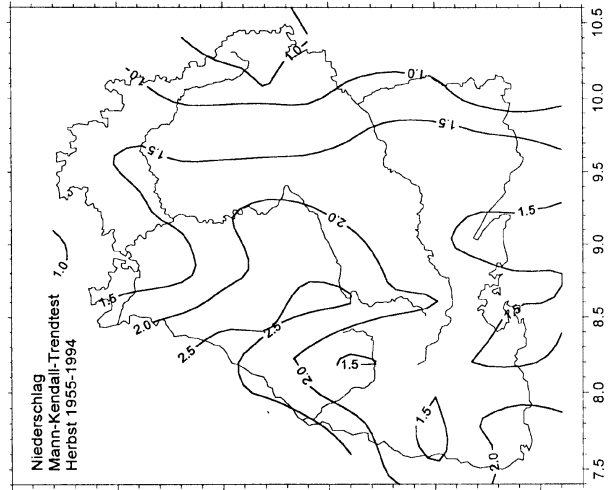
Anteil des Niederschlages im Winterhalbjahr am Gesamtjahresniederschlag (in %).

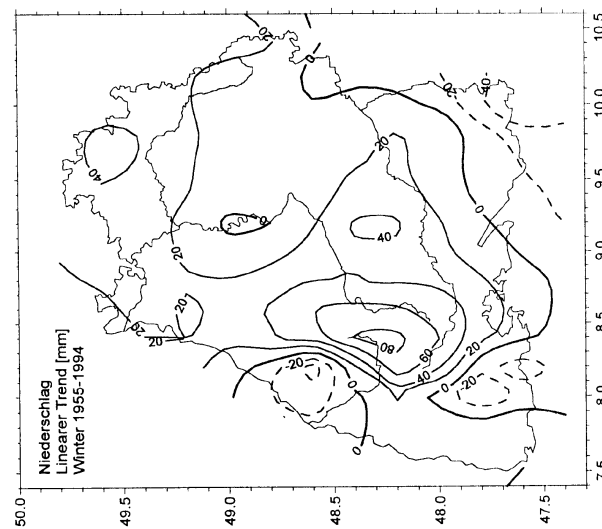
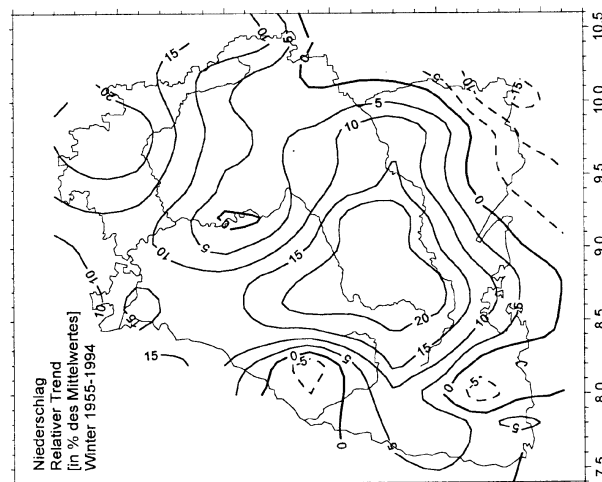
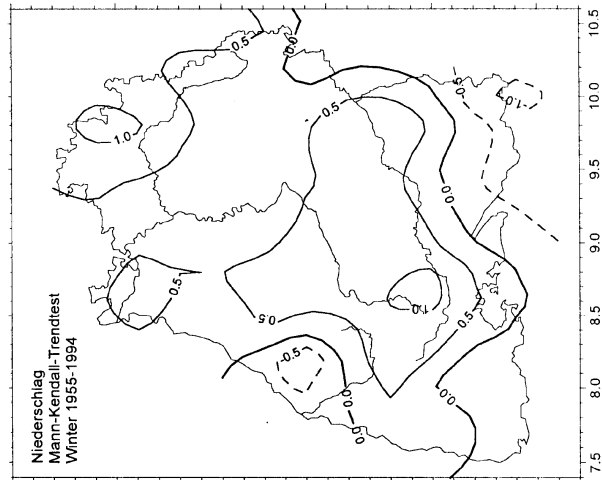
Schraffierte Bereiche: Anteil <44 %, fett durchgezogene Isolinie: Anteil =50 %.

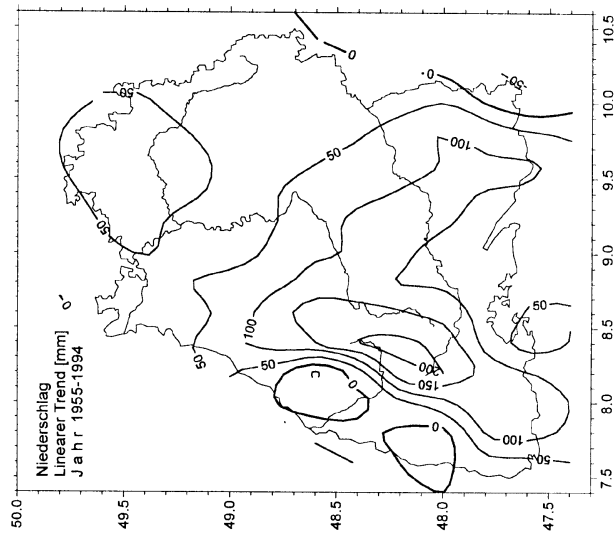
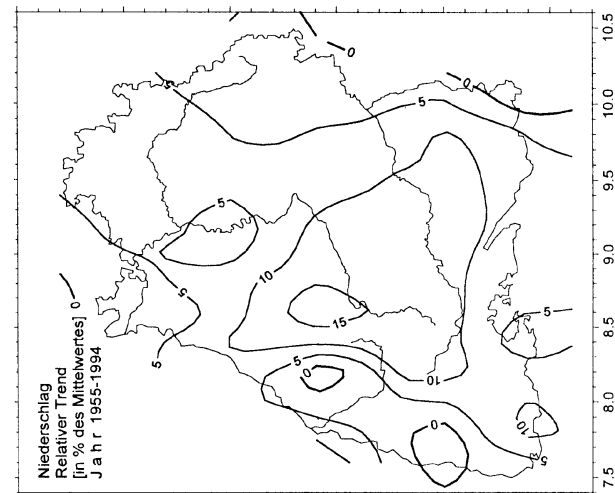
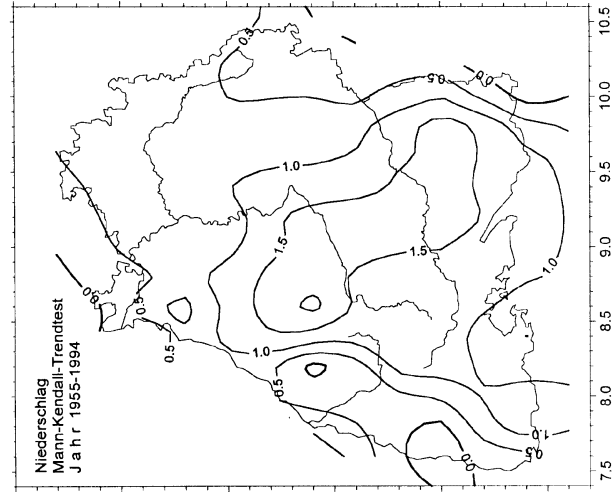


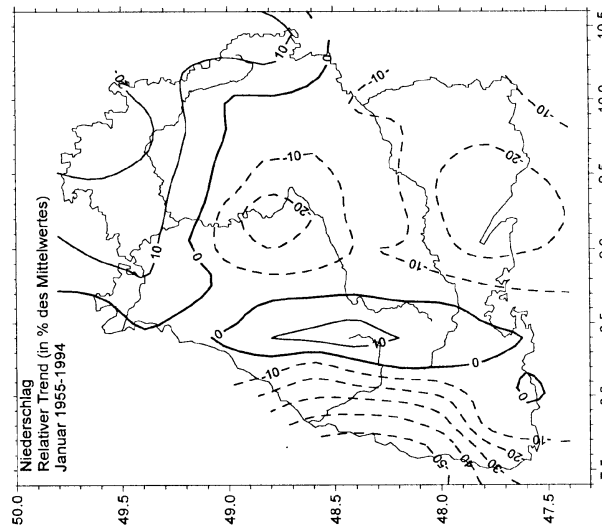
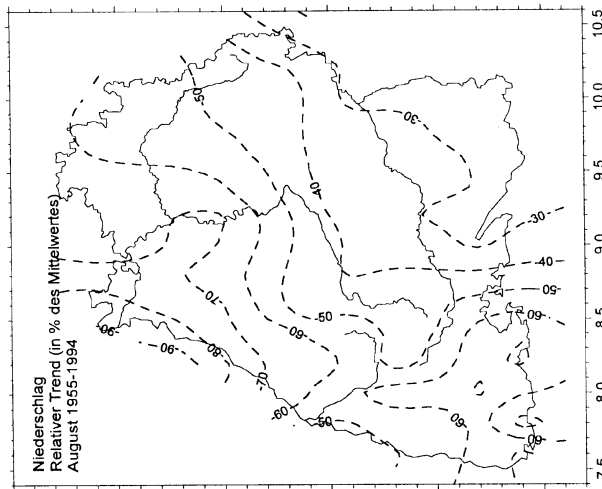
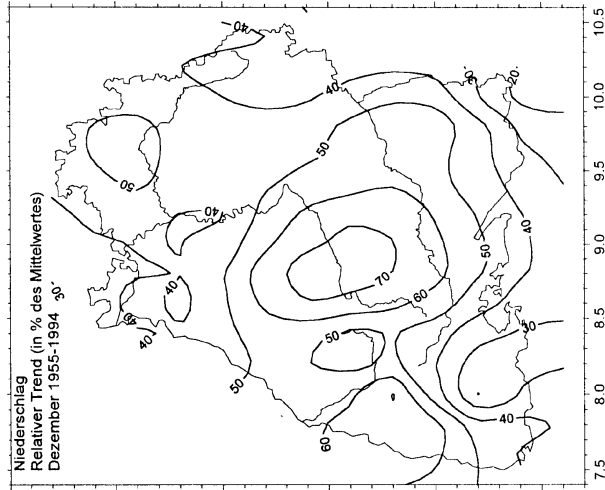




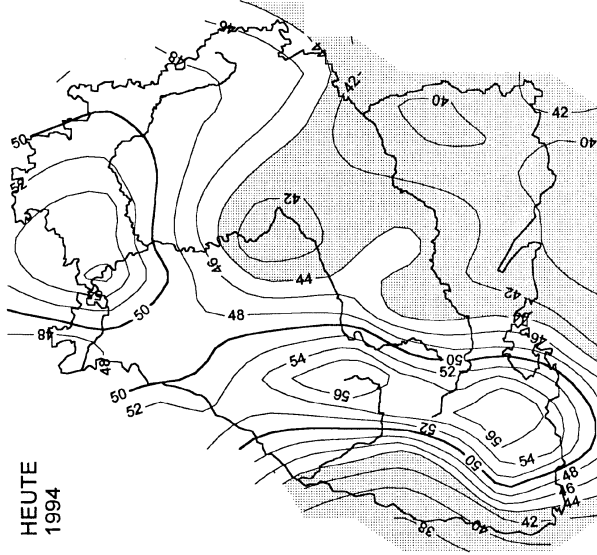




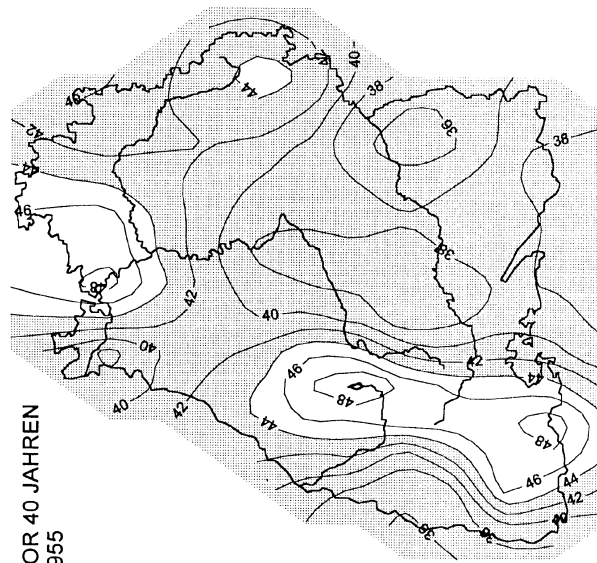




Anteil des Niederschlages im Winterhalbjahr (Oktober - März)
am Gesamtniederschlag [%]
(aus lin. Regression 1955-1994)



Anteil des Niederschlages im Winterhalbjahr (Oktober - März)
am Gesamtniederschlag [%]
(aus lin. Regression 1955-1994)



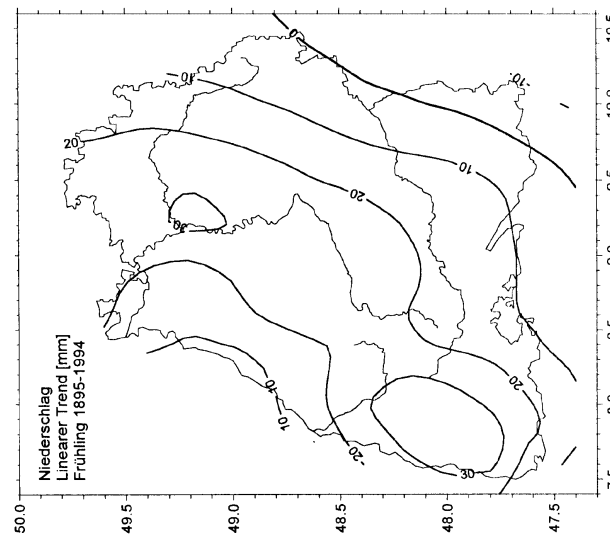
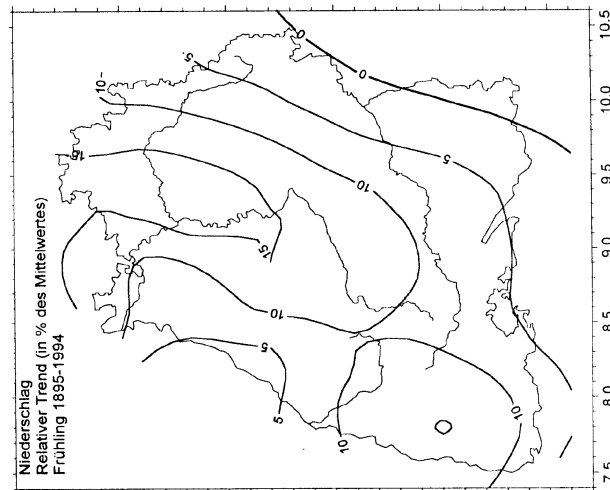
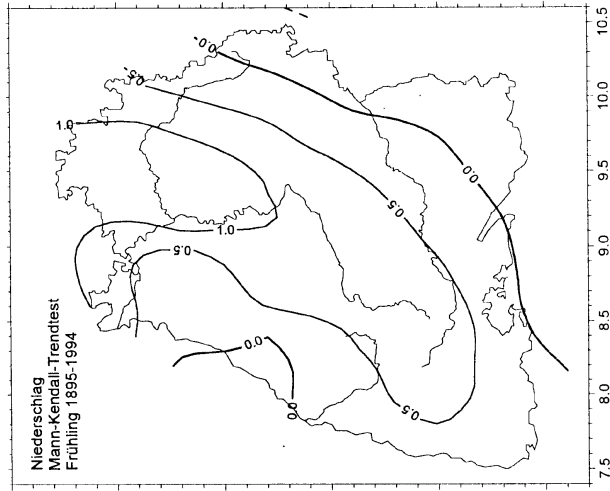
A 1.2 Niederschlagstrends 1895-1994

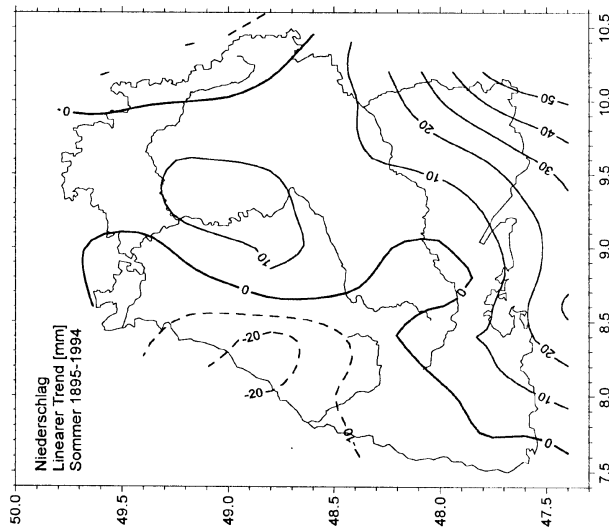
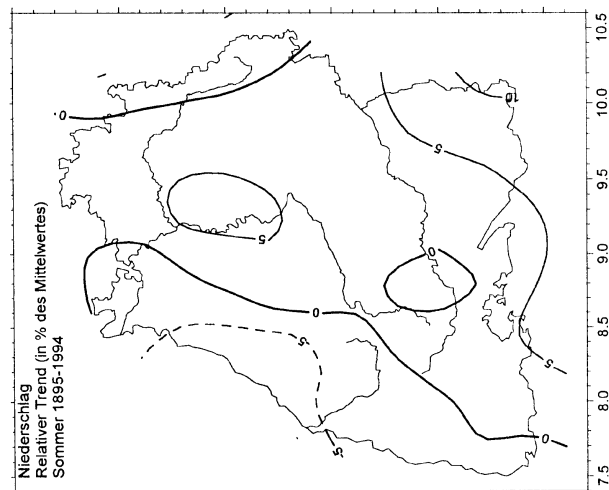
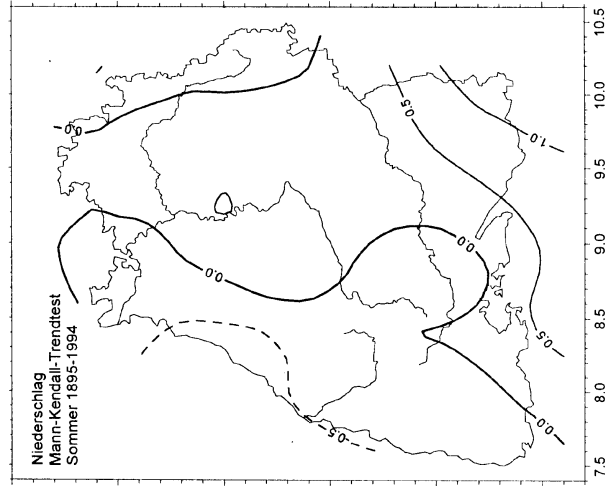
Linearer Trend (in mm), relativer Trend (in % des Mittelwertes) und Mann-Kendall-Trendtestwerte (Signifikanz) für alle Jahreszeiten, das Jahr und einzelne Monate.

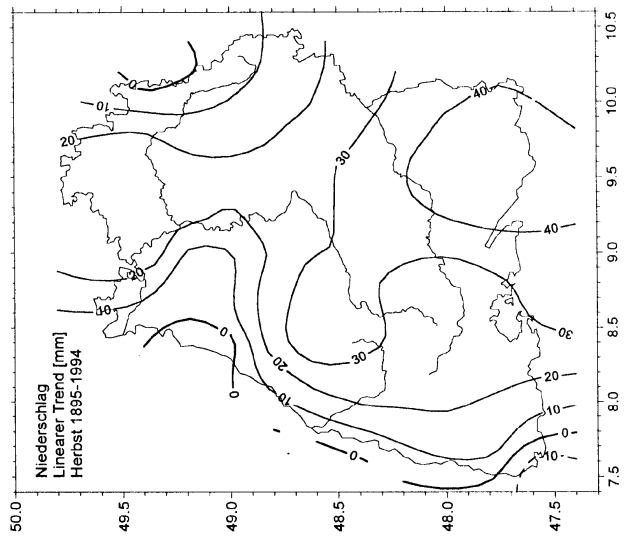
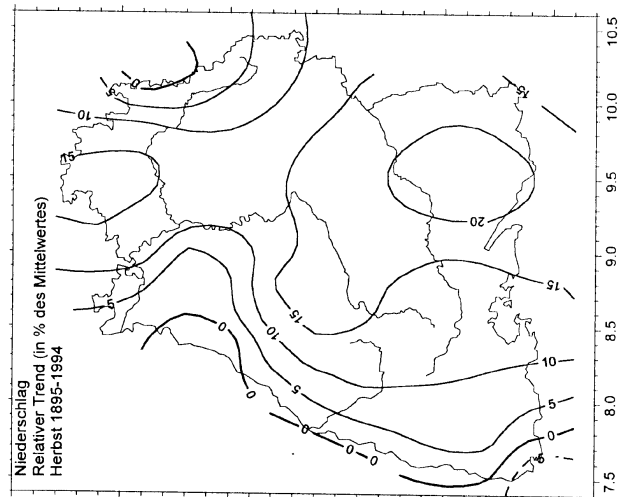
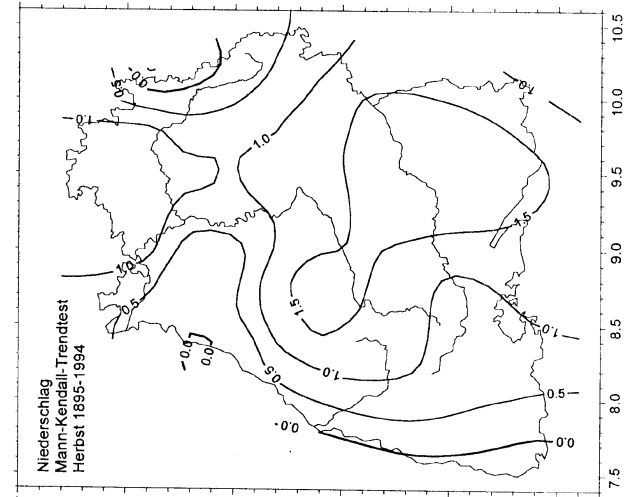
Gestrichelte Isolinien: Niederschlagsrückgang, durchgezogene Isolinien: Niederschlagszunahme, fett durchgezogene Isolinien: keine Veränderung (Null-Isolinie).

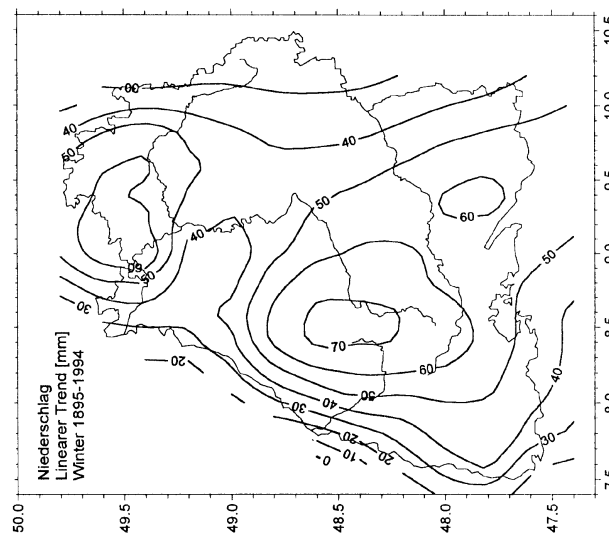
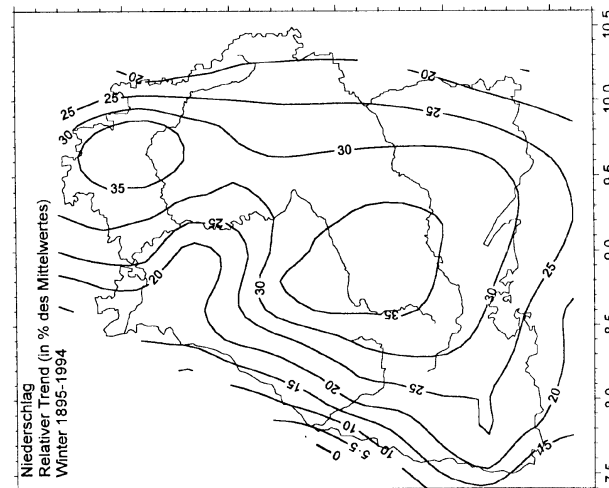
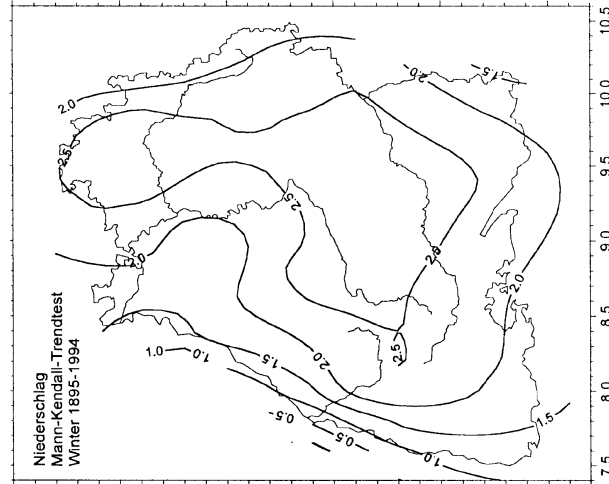
Anteil des Niederschlages im Winterhalbjahr am Gesamtjahresniederschlag (in %).

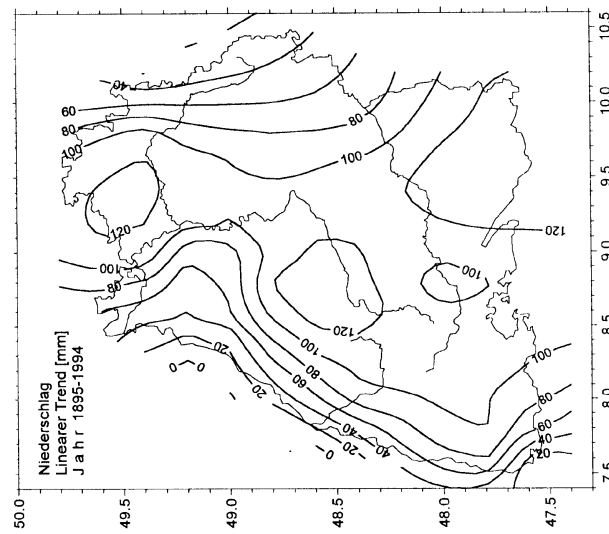
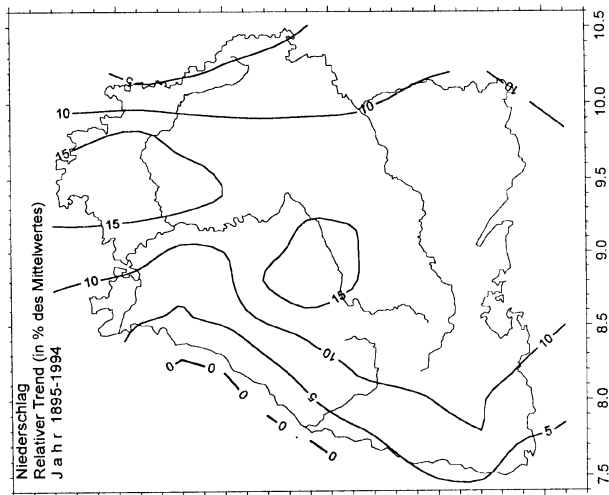
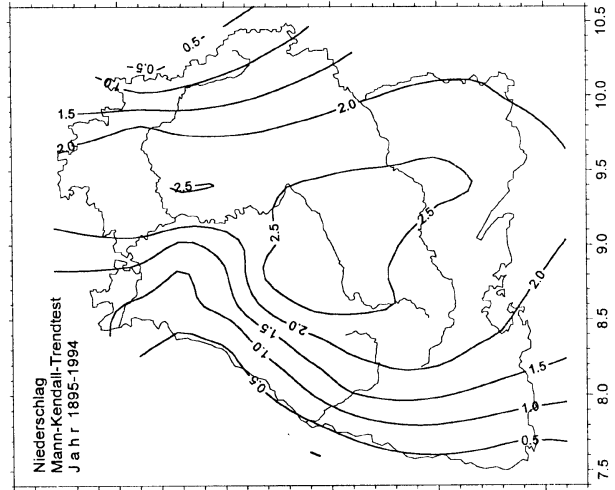
Schraffierte Bereiche: Anteil <44 %, fett durchgezogene Isolinie: Anteil =50 %.

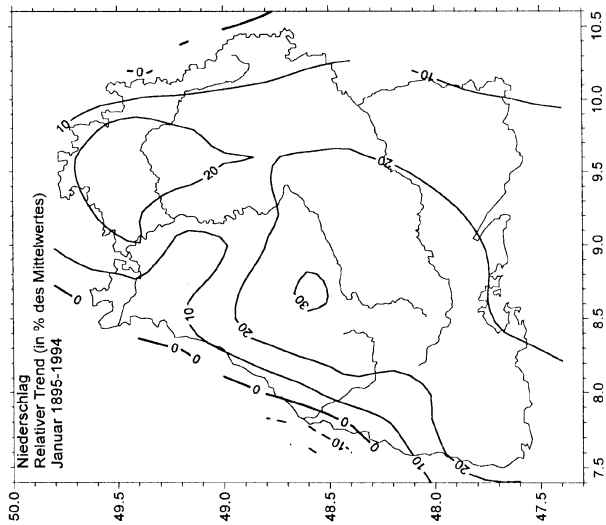
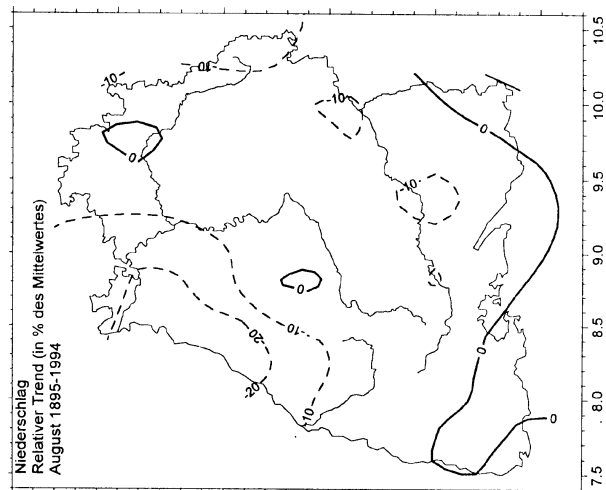
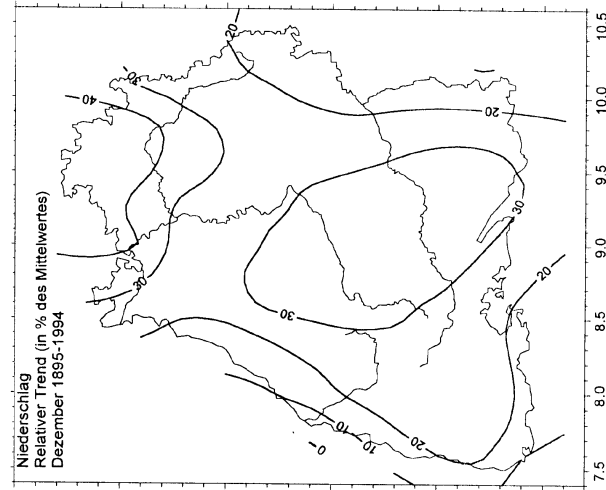




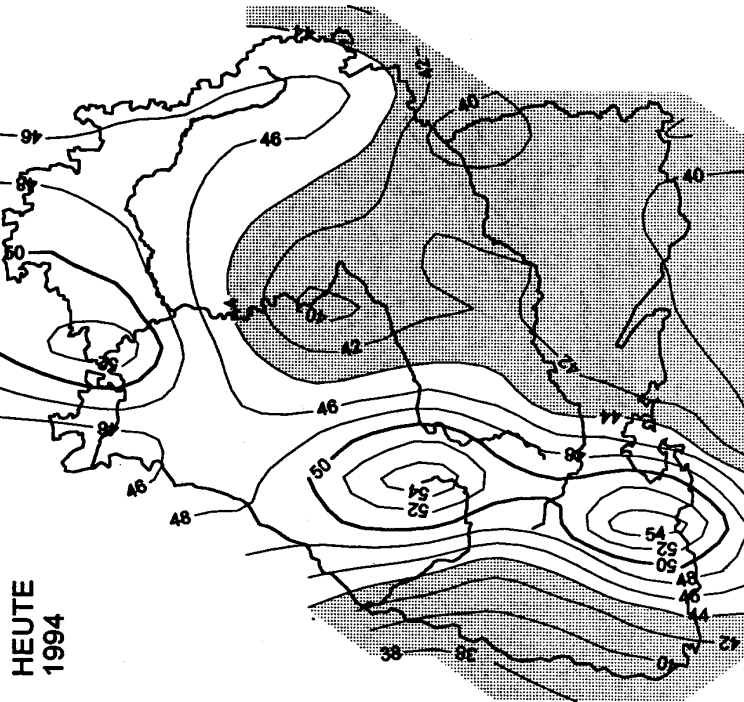






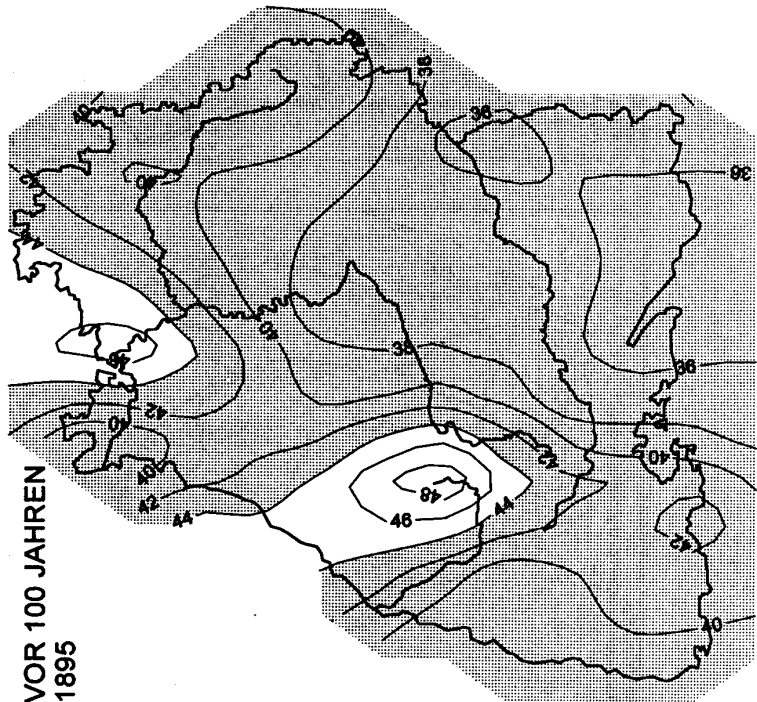


Anteil des Niederschlages im Winterhalbjahr (Oktober - März)
am Gesamthresniederschlag [%]
(aus lin. Regression 1895-1994)



HEUTE
1994

Anteil des Niederschlages im Winterhalbjahr (Oktober - März)
am Gesamthresniederschlag [%]
(aus lin. Regression 1895-1994)

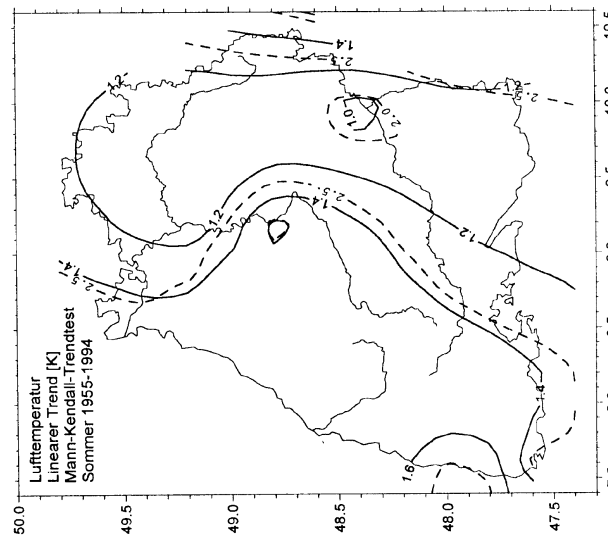
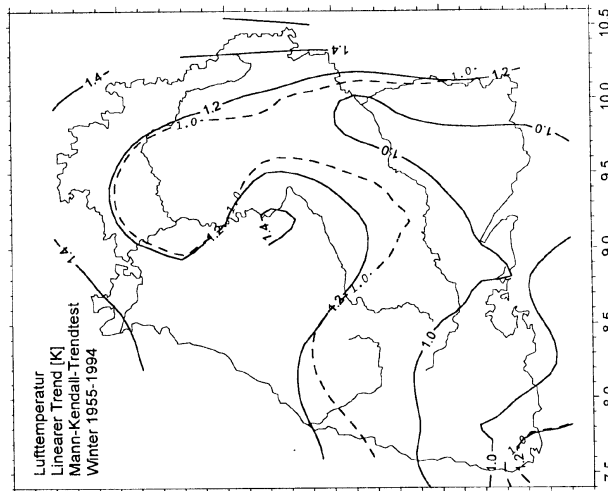
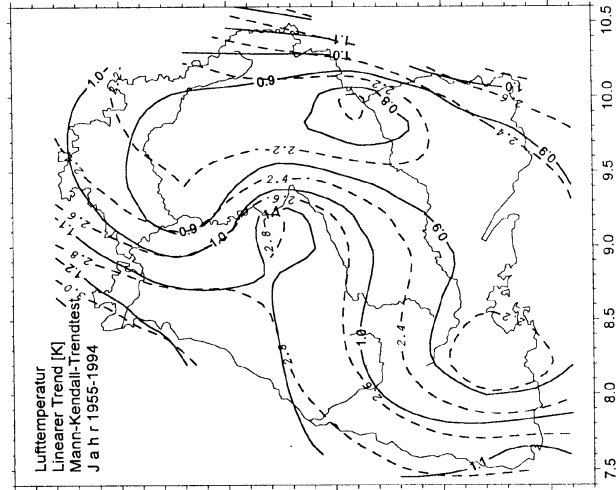


VOR 100 JAHREN
1895

A 2.1 Temperaturtrends 1955-1994

Linearer Trend (in K = °C) und Mann-Kendall-Trendtestwerte (Signifikanz) für Sommer, Winter und das Jahr.

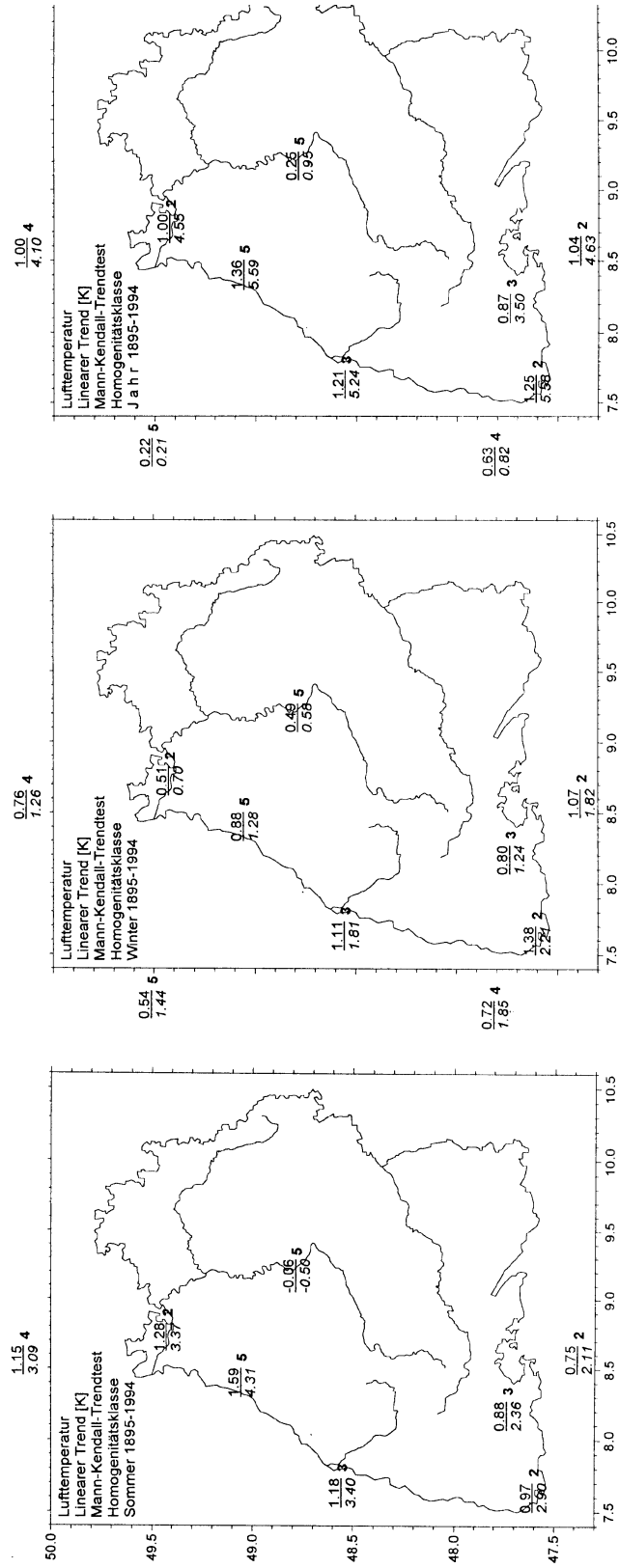
Durchgezogene Isolinien: Lineare Trends in K, gestrichelte Isolinien: Mann-Kendall-Trendtestwerte.



A 2.2 Temperaturtrends 1895-1994

Linearer Trend (in K = °C) und Mann-Kendall-Trendtestwerte (Signifikanz) für Sommer, Winter und das Jahr.

Obere Zahl: Linearer Trend in K, untere Zahl: Mann-Kendall-Trendtestwert, fett gedruckte Zahl = Homogenitätsklasse.



Dr. Helmut Büringer

Statistisches Landesamt Baden-Württemberg

Prognose des Wasserbedarfs der baden-württembergischen Industrie bis zum Jahr 2005

Aufgabenstellung

Im Rahmen von Untersuchungen über „Das Potential erneuerbarer Ressourcen in Baden-Württemberg - Wasser“ hat das Statistische Landesamt im Auftrag der Akademie für Technikfolgenabschätzung ein Gutachten unter dem Titel „Prognose des Wasserbedarfs der baden-württembergischen Industrie bis 2005“ erstellt.

Das Gutachten dient in erster Linie der Ermittlung des voraussichtlichen Wasserbedarfs der baden-württembergischen Industrie bis zum Jahr 2005 auf Landesebene sowie nach Stadt- und Landkreisen. Als Basis dafür sind die bisherigen Entwicklungstendenzen des Wasserbedarfs der Industrie differenziert nach Branchen sowie in regionaler Gliederung zu analysieren und darzustellen.

Datengrundlagen der Untersuchungen sind die Statistik über die Wasserversorgung im Bergbau und Verarbeitenden Gewerbe bzw. bei öffentlichen Wärmekraftwerken, die bis 1983 alle 2 Jahre, seither alle 4 Jahre durchgeführt werden, sowie die einschlägigen Statistiken über Produktion und Energieverbrauch im Bergbau und Verarbeitenden Gewerbe. Zu Energieverbrauch und Produktion liegen jährliche Daten bis einschließlich 1993 vor. Basisjahr für die Prognose ist das Jahr 1991, für das zuletzt die Statistik über die industrielle Wasserwirtschaft durchgeführt wurde. Die Arbeiten knüpfen an eine entsprechende Arbeit des Statistischen Landesamtes in Zusammenarbeit mit dem Battelle-Institut im Auftrag des Umweltministeriums Baden-Württemberg im Jahr 1984 an.¹

¹ Analyse und Prognose des Wasserbedarfs der Industrie in Baden-Württemberg, Abschlußbericht an das Umweltministerium, Stuttgart 1984.

1. Bedeutung der Industrie im Rahmen der Wasserwirtschaft in Baden-Württemberg

Im Jahr 1991 wurden in Baden-Württemberg annähernd 7 Milliarden Kubikmeter Grund- und Oberflächenwasser zur Nutzung als Trink- und Betriebswasser dem natürlichen Wasserkreislauf entnommen und zum weitaus überwiegenden Teil als Abwasser wieder zugeführt. In der Wasserbilanz von Baden-Württemberg (Teil I) werden bisher die Wassergewinnung und Wasserverwendung differenziert nach 3 Verbrauchergruppen (Öffentliche Wasserversorgung, Verarbeitendes Gewerbe und Energiewirtschaft) einander gegenübergestellt und die Querverbindungen zwischen öffentlicher und industrieller Wasserversorgung aufgezeigt.² Im Teil II der Wasserbilanz wird die Situation nach der Nutzung, d.h. das Abwasseraufkommen, dessen Behandlung und Verbleib, dargestellt.

Wie Teil I der Wasserbilanz im Überblick verdeutlicht, wird der weitaus überwiegende Teil der Wasserentnahmemenge als Kühlwasser bei der Stromerzeugung benötigt. Auf 5,4 Milliarden Kubikmeter, also rund 4 Fünftel des gesamten Wasseraufkommens, beläuft sich der Wasserbedarf der öffentlichen Wärmekraftwerke. Rund 1 Zehntel des Gesamtaufkommens (758,8 Millionen Kubikmeter) wird im Rahmen der öffentlichen Wasserversorgung dem natürlichen Wasserkreislauf entnommen. Damit deckt die öffentliche Wasserversorgung neben dem Bedarf der privaten Haushalte, des Kleingewerbes und des tertiären Sektors (öffentliche und private Dienstleistungen) auch einen Teil des Bedarfs der Landwirtschaft, der Industrie und des Energiesektors ab. Der Bereich der Eigenversorgung in der Landwirtschaft wird statistisch bislang nicht erfaßt, so daß die Wasserbilanz diesbezüglich eine Lücke aufweist.³

Der Wasserbedarf der Industrie lag im Jahr 1991 bei 767,4 Millionen Kubikmeter (Tabelle 1). Nur ein kleiner Teil davon (rund 10 %) wurde durch die öffentliche Wasserversorgung bezogen. Über 90 % ihres Wasserbedarfs deckt die Industrie aus betriebseigenen Wassergewinnungsanlagen, in denen 1991 rund 695,5 Millionen Kubikmeter gewonnen werden. Damit hat die Industrie fast ebensoviel Wasser selbst gewonnen, wie die öffentlichen Wasserversorgungsunternehmen.

² Rommel, Karin: Die wasserwirtschaftliche Bilanz für Baden-Württemberg 1991, Baden-Württemberg in Wort und Zahl, Heft 10/1994.

³ Das neue UStatG vom 21. September 1994 sieht zukünftig, ab 1998 eine wasserwirtschaftliche Erhebung im Bereich der Landwirtschaft vor.

Während die hydrologischen Standortverhältnisse für die Industrie oft als begrenzende Faktoren wirken, ist die öffentliche Wasserversorgung in der Lage, Standortnachteile durch die Gruppen- und Fernwasserversorgungsverbände auszugleichen. Trotzdem können dort, wo Industrie und öffentliche Wasserversorgung auf die gleichen Wasservorkommen zurückgreifen, Interessenkonflikte nicht generell ausgeschlossen werden. Deshalb dient die vorliegende Untersuchung auch dem Ziel, Entwicklung des industriellen Wasserbedarfs in den einzelnen Kreisen des Landes aufzuzeigen.

Unabhängig von den möglichen Nutzungskonflikten, stellt jede Beanspruchung des natürlichen Wasserkreislaufs eine Umweltbelastung dar, die so gering wie möglich zu halten ist. Aussagen über den zukünftigen industriellen Wasserbedarf sind ohne eine Analyse der bisherigen Entwicklung und der Bestimmungsfaktoren nicht denkbar. Dabei ist grundsätzlich zu beachten, daß es die industrielle Wasserwirtschaft in der Homogenität dieser begrifflichen Kurzfassung nicht gibt. Entsprechend der Heterogenität der Produktionsaktivitäten in den Industriebranchen unterliegen auch die wasserwirtschaftlichen Maßnahmen in der Industrie sehr unterschiedlichen Rahmenbedingungen. Deshalb muß die Untersuchung der industriellen Wasserwirtschaft auf der Ebene der Branchen, teilweise sogar noch darunter, ansetzen. Bevor auf Struktur und Entwicklung von Wasseraufkommen und Wassernutzung in den einzelnen Branchen eingegangen wird, sind vorab einige begriffliche und methodische Erläuterungen eingefügt.

2. Methodische Grundlagen

Der Begriff „Wasserbedarf der Industrie“ wird in der amtlichen Statistik nicht verwendet. Er läßt sich je nach dem Ausgangspunkt der Betrachtung vom Wasseraufkommen oder der Wasserverwendung her erschließen:

- Das „Aufkommen“ kennzeichnet die Beschaffungsseite
Eigenförderung und Fremdbezug. Es wird häufig weiter unterteilt nach der Herkunft des Wassers, also nach Grundwasser, Quellwasser, Uferfiltrat und Oberflächenwasser.
- Kategorien der „Verwendung“ sind die Nutzung innerhalb des Betriebes (Kühlwasser für Stromerzeugungsanlagen bzw. für Produktionsanlagen, Beleg-

schaftswasser, Wasser zur Kesselspeisung, für produktionsspezifische Zwecke sowie Zusatzwasser für Mehrfachnutzung und Kreislaufsysteme), die Abgabe an Dritte und das unbenutzt abgeleitete Wasser.

Quantitativ sind Wasseraufkommen und Wasserverwendung identisch. Auf der Verwendungsseite werden in erster Linie ökonomische und technologische Einflußfaktoren auf Höhe und Qualität des Wasserbedarfs wirksam. Standortfaktoren wie Herkunft, Qualität, Verteilung des Wassers, Dargebotsengpässe usw. spezifizieren die Wasseraufkommenseite.

Für die wasserwirtschaftliche Planung ergeben sich die wichtigsten Entscheidungskriterien aus der Aufkommenseite, denn in Höhe des Aufkommens wird das Dargebot in Anspruch genommen. Aus diesem Grund werden die regionalen Aspekte des industriellen Wasserbedarfs anhand des Wasseraufkommens und seiner Untergliederungen dargestellt. Dagegen läßt sich die Abhängigkeit des Wasserbedarfs von der Entwicklung anderer, hauptsächlich wirtschaftlicher Einflußfaktoren besser anhand der Wasserverwendung und seiner Kategorien aufzeigen. Die Analyse geht deshalb von der im Betrieb eingesetzten Wassermenge aus. Diese Größe unterscheidet sich vom Wasseraufkommen im wesentlichen durch die ungenutzt abgeleitete Menge, die von der Größenordnung her aber nur in wenigen Branchen eine Rolle spielt. Daher wird im folgenden vereinfachend sowohl das Wasseraufkommen als auch die im Betrieb eingesetzte Wassermenge als Wasserbedarf bezeichnet.

Auch der Begriff „Industrie“ wird seit der Reform der Industriestatistiken im Sprachgebrauch der amtlichen Statistik nicht mehr verwendet. Die Erhebungen beziehen sich seitdem ausdrücklich auf den Bergbau und das Verarbeitende Gewerbe, da außer den Industriebetrieben auch das Produzierende Handwerk mit einbezogen ist. Der Wasserbedarf der Handwerksbetriebe ist jedoch vergleichsweise gering, so daß bei wasserwirtschaftlichen Analysen die begriffliche Vereinfachung „Industrie“ weiterhin möglich ist. Der in der Untersuchung verwendete Begriff „Branche“ wird synonym mit „Wirtschaftsgruppe, Sypro- oder Syum-2steller“ gebraucht.

Bei der Interpretation der Zahlen ist zu berücksichtigen, daß nicht alle Betriebe der Wirtschaftsbereiche Bergbau und Verarbeitendes Gewerbe, sondern nur eine im Gesetz für das Bundesgebiet bestimmte Anzahl von Betrieben, einbezogen sind. Nach der aus diesem Eckwert abgeleiteten Abschneidegrenze werden in der Regel Betriebe von Unternehmen mit 20 und mehr Beschäftigten befragt. Dies hat sich auch im Zeitablauf nicht

geändert. Wasserwirtschaftlich ist der Bereich der Unternehmen mit weniger als 20 Beschäftigten von eher untergeordneter Bedeutung.

Beim Vergleich der Zeitreihen ist zu beachten, daß die Zuordnung der Betriebe zu einer Branche nach dem jeweiligen Schwerpunkt der Tätigkeit des Betriebs vorgenommen wird, die sich nach der Zusammensetzung des Produktionswertes aus einzelnen Warengruppen von Erhebung zu Erhebung ändern kann.

Die meisten der in die Analyse einbezogenen Merkmale wurden über den gesamten Berichtszeitraum nach einer einheitlichen Definition und nach derselben Befragungsmethode erfaßt. Änderungen gab es hinsichtlich der Zuordnung des Merkmals Uferfiltrat, das zunächst als Unterposition des Grundwassers, später als Unterposition des Oberflächenwassers erfragt wurde. Bei der Erhebung für das Berichtsjahr 1979 wurde das Kesselspeisewasser nicht explizit ausgewiesen. Deshalb wird es beim Vergleich zwischen 1979 und 1991 einheitlich dem Wasser für produktionsspezifische Zwecke (Produktionswasser) zugeschlagen.

3. Struktur der industriellen Wasserwirtschaft 1991

Das wasserwirtschaftliche Gewicht der Branchen ist außerordentlich verschieden. Der Produktionsfaktor Wasser hat vor allem in den Branchen des Grundstoff- und Produktionsgütergewerbes hohe Bedeutung (vgl. Tabelle 1a). Fast 80 % des industriellen Wasseraufkommens konzentrieren sich auf diesen Wirtschaftsbereich, dessen Anteil am jährlichen Umsatz bzw. an den Beschäftigten im Verarbeitenden Gewerbe dagegen gerade 16 % bzw. 11 % beträgt. Der in Baden-Württemberg wirtschaftlich besonders gewichtige Bereich des Investitionsgüter produzierenden Gewerbes mit 62 % des Gesamtumsatzes und 66 % der Beschäftigten, benötigt dagegen gerade gut 8 % des jährlichen Wasseraufkommens. In den beiden übrigen Wirtschaftshauptgruppen, dem Verbrauchsgüter produzierenden Gewerbe und dem Nahrungs- und Genußmittelgewerbe sind die Anteilsunterschiede zwischen Wasserwirtschaft und ökonomischen Größen nicht so kraß, da im Verbrauchsgüter produzierenden Gewerbe insbesondere das Textilgewerbe und auch Teile des Nahrungs- und Genußmittelgewerbes durch vergleichsweise hohen Wasserbedarf gekennzeichnet sind (Tabelle 2).

Auf der Ebene der Branchen dominieren eindeutig die Betriebe der Holzschliff-, Zellstoff-, Papier- und Papperzeugung (im folgenden kurz „Papierindustrie“ genannt) und der Chemischen Industrie, die zusammen allein über 57 % des industriellen Wasserbedarfs ausmachen. Die Branche mit dem dritthöchsten Bedarf, die Industrie der Steine und Erden, folgt bereits mit erheblichem Abstand. Vergleichenbare absolute Bedarfsmengen entfallen auf das Ernährungsgewerbe, die Mineralölverarbeitung und das Textilgewerbe (35 Mio. m³). Die wirtschaftlich besonders bedeutsamen Branchen, Maschinenbau, Fahrzeugbau und Elektrotechnik folgen erst auf den Rängen 7,9 und 10. Dazwischen auf Rang 8, gemessen am absoluten Wasseraufkommen, ist noch die in Baden-Württemberg weniger stark vertretene Eisenschaffende Industrie plaziert.

Im Hinblick auf die beabsichtigte Prognose der zukünftigen Entwicklung, insbesondere auch unter regionalen Gesichtspunkten, ist die stark ausgeprägte Konzentration des Wasseraufkommens innerhalb der Branchen von hoher Bedeutung (Tabelle 3). In fast allen Branchen haben 90 % der Betriebe ein Wasseraufkommen, das kleiner oder nur geringfügig höher ist als der Branchendurchschnitt. Andererseits vereinigen die 5 Betriebe mit den höchsten Wasseraufkommen in der Branche meist mehr als die Hälfte des gesamten Wasseraufkommens der Branche auf sich. In der Chemischen Industrie beispielsweise machen die 5 größten Wasserverbraucher 61,4 %, in der Papierindustrie 69,7 %, im Maschinenbau und im Fahrzeugbau 57,6 bzw. 51,5 % des gesamten Wasseraufkommens der betreffenden Branche aus.

Zusammensetzung des Wasseraufkommens nach Wasserarten

Das Wasseraufkommen der Industrie in Baden-Württemberg besteht zu 8 % aus Trinkwasser aus der öffentlichen Wasserversorgung (Tabelle 2). Das in betriebseigenen Anlagen gewonnene Wasseraufkommen von 695,5 Millionen Kubikmeter bestand 1991 zu 64 % (443,8 Millionen Kubikmeter) aus Oberflächenwasser. Rund 10 % (70,6 Millionen Kubikmeter) waren Uferfiltrat und die übrigen 26 % (181 Millionen Kubikmeter) stammten aus Grundwasser- bzw. Quellwasserfassungen.

Gemessen am Aufkommen an Grund- und Quellwasser ist die wasserwirtschaftliche Bedeutung der Branchen weniger unterschiedlich. Zwar ragt die Chemische Industrie auch bezogen auf diese Teilmenge des Wasseraufkommens deutlich heraus - auf sie entfällt mit 54 Millionen Kubikmeter allein ein Drittel des selbst gewonnenen Grundwassers - aber im übrigen sind die Unterschiede zwischen den Branchen deutlich geringer als beim Wasseraufkommen insgesamt. Etwa gleich hoch mit jeweils rund 15 Millionen Kubikmeter liegt die gewonnene Menge an Grund- und Quellwasser bei den Branchen,

Gewinnung von Steinen und Erden, Papierindustrie, Textil- und Ernährungsgewerbe. Auch der Maschinenbau gehört mit über 12 Millionen Kubikmeter zu den bedeutenden Branchen bezogen auf die Grund- und Quellwassergewinnung. Eine Reihe weiterer Branchen, verteilt über alle Wirtschaftshauptgruppen, darunter auch der Fahrzeugbau und die Elektrotechnik, haben 1991 zwischen 3 und 7 Millionen Kubikmeter Grundwasser gewonnen.

Der Bezug von Wasser aus dem Versorgungsnetz der öffentlichen Wasserversorgung liegt beim Ernährungsgewerbe mit Abstand am höchsten. 13,8 Millionen Kubikmeter und damit immerhin 30 % des Wasseraufkommens dieser Branche stammen aus der öffentlichen Trinkwasserversorgung. Höher liegt dieser Anteil des fremdbezogenen Wassers bei den meisten Branchen des Investitionsgüter produzierenden Gewerbes, wobei vor allem der Fahrzeugbau, Maschinenbau und die Elektrotechnik mit 5,7 Millionen, 7,6 Millionen und 8,1 Millionen Kubikmeter auch absolut betrachtet bemerkenswerte Wassermengen aus dem öffentlichen Netz beziehen.

Wasserverwendung in den Branchen

Die Industrie hat im Jahr 1991 knapp 750 Mill. m³ in den Betrieben eingesetzt. 628 Mill. m³, also fast 85 % davon wurden einfach genutzt und danach wieder abgeleitet. Als Zusatzwasser für Kreislaufanlagen wurden gut 54 Mill. m³ eingesetzt und 65,5 Mill. m³ wurden mehrfach für verschiedene Zwecke nacheinander verwendet (Tabellen 4, 6).

Das einfach genutzte Wasser (Tabelle 5) wurde zu 64 % (399,8 Mill. m³) für die Kühlung von Produktionsanlagen (267,6 Mill. m³) bzw. von Stromerzeugungsanlagen (132,2 Mill. m³) eingesetzt. Als Produktionswasser einschließlich Kesselspeisewasser wurden 202,5 Mill. m³ benötigt. Belegschaftswasser machte 1991 rund 25,8 Mill. m³ aus, das sind rund 70 l pro Beschäftigten und Tag, bei angenommenen 240 Arbeitstagen pro Jahr.

In den meisten Branchen weicht die Verwendungsstruktur erheblich von dieser Durchschnittsaufteilung ab. Kühlwasserintensiv arbeiten vor allem die Mineralölverarbeitung, die Chemische Industrie und die Papierindustrie; aber auch bei der Eisenschaffenden Industrie und im Maschinenbau werden erhebliche Mengen an Kühlwasser benötigt. Bei allen genannten Branchen macht das Kühlwasser den weitaus überwiegenden Teil der genutzten Wassermenge aus. In der Regel dominiert dabei die Kühlung von Produktionsanlagen. Die Kühlung von Stromerzeugungsanlagen hat bei der Mineralölverarbeitung, beim Maschinenbau und vor allem bei der Papierindustrie sowohl absolut als auch relativ erhebliche Bedeutung.

Die Papierindustrie und die chemische Industrie sind auch bei der für Produktionszwecke eingesetzten Wassermenge besonders hervorzuheben. Außerdem zu nennen ist die Industrie der Steine und Erden, dort insbesondere die Kieswerke, die das Wasser zum Waschen der Kiese und Sande einsetzen, sowie das Textil- und Ernährungsgewerbe, bei denen der Einsatz des Wassers für produktionspezifische Zwecke eindeutig dominiert.

Im allgemeinen von eher untergeordneter Bedeutung ist die Menge des Belegschaftswassers. Nur bei den beschäftigtenintensiven Branchen des Investitionsgüter- und Verbrauchsgüter produzierenden Gewerbes ist der Anteil des Belegschaftswassers relativ hoch. Beim Maschinen-, Fahrzeugbau und bei der Elektrotechnik fällt das Belegschaftswasser auch absolut ins Gewicht.

Die wasserwirtschaftlich besonders relevanten Branchen werden in den Schaubildern 1 bis 20 differenzierter betrachtet.

4. Entwicklung des industriellen Wasserbedarfs bis 1991

Der Wasserbedarf der Industrie in Baden-Württemberg ist seit 1979 weiter zurückgegangen (Tabelle 7, 8). Der gegenüber 1987 geringfügig höhere Wasserbedarf im Jahr 1991, bei weniger als 1 % Zuwachs widerspricht dieser Gesamtaussage nicht, da die Grundtendenz durch wenige Branchen bzw. sogar einzelne Großverbraucher überdeckt wurde und zum anderen im Jahr 1991 eine außergewöhnliche Produktionssteigerung stattfand. Für eine Beurteilung der Entwicklung ist deshalb eine nach Branchen differenzierte Betrachtung sowie die Gegenüberstellung des Wasseraufkommens mit der Entwicklung der Nettoproduktion in den Branchen erforderlich.

In der weitaus überwiegenden Zahl der Branchen ist der Wasserbedarf gegenüber 1979 spürbar zurückgegangen. Allerdings ist auffallend, daß fast durchweg die Rückgänge hauptsächlich in den Jahren bis 1983 eintraten und danach der absolute Wasserbedarf weitgehend auf dem Niveau von 1983 stagnierte. Die Gründe dafür liegen im wesentlichen in der Produktions- sowie Energiebedarfsentwicklung (vgl. weiter unten). Wesentliche Ausnahmen von dieser allgemeinen Entwicklung bilden die Gewinnung von Sand und Kies (Kieswerke), die NE-Metallerzeugung, der Straßenfahrzeugbau und das Textilgewerbe. In diesen Branchen ist auch in der zweiten Hälfte der 80er Jahre ein sehr deutlicher Rückgang des Wasserbedarfs festzustellen. Umgekehrt sind bei der Eisenschaffen-

den Industrie, bei der Papierindustrie, bei der Herstellung von Kunststoffwaren und im Ernährungsgewerbe bemerkenswerte Anstiege in der zweiten Hälfte der 80er Jahre bis 1991 zu konstatieren.

Die wasserwirtschaftliche Relevanz der Entwicklung zu insgesamt geringeren Wasseraufkommensmengen wird deutlich bei der Differenzierung nach der Art des gewonnenen bzw. eingesetzten Wassers (Tabelle 9). Es zeigt sich nämlich für das Verarbeitende Gewerbe zusammen, daß sowohl die Menge des selbstgewonnenen Oberflächenwassers einschließlich Uferfiltrat als auch die Menge des Grund- und Quellwasser von 1979 bis 1991 um jeweils rund 60 Mill. m³ abgenommen hat, wobei hervorzuheben ist, daß die Grundwassergewinnung gerade Ende der 80er Jahre spürbar zurückgegangen ist, während die Oberflächenwassergewinnung nach den niedrigen Mengen von 1983 und 1987 im Jahr 1991 wieder deutlich höher lag. Verantwortlich dafür sind in erster Linie Sonderentwicklungen in der Papierindustrie bzw. bei Kieswerken (vgl. unten). Grundwasser wurde in einer Reihe von Branchen eingespart, wobei die Chemische Industrie, die NE-Metallindustrie und auch die Papierindustrie mit den höchsten absoluten Einsparungen hervorzuheben sind.

Regionale Entwicklung der industriellen Wasserwirtschaft

Das industrielle Wasseraufkommen in den Stadt- und Landkreisen ist in Abhängigkeit von der regionalen Branchenstruktur außerordentlich verschieden. Dabei ragen gemessen am Umfang des Wasseraufkommens eine Reihe von Kreisen entlang des Rheines besonders heraus (Tabelle 10, 11, 12).

Bei der folgenden Betrachtung der regionalen Struktur und Entwicklung des industriellen Wasserbedarfs wird von vornherein nach Oberflächenwasser einschließlich Uferfiltrat bzw. Grund- und Quellwasser unterschieden.

Regionale Schwerpunkte der industriellen Oberflächen- wie auch Grundwassergewinnung sind vor allem eine Reihe von Kreisen im Rheingebiet. Beim Oberflächenwasser und Uferfiltrat ragen der Stadtkreis Karlsruhe und der Landkreis Lörrach mit 86,4 bzw. 89,5 Mill. m³ heraus. Es folgen der Landkreis Rastatt, die Stadt Mannheim und der Ortenaukreis mit jeweils um 50 Mill. m³ Oberflächenwasser. Abseits des Rheines sind neben der Stadt Heilbronn mit 29,1 Mill. m³ bei allerdings nochmals deutlichem Abstand auch der Alb-Donau-Kreis sowie der Kreis Ravensburg zu nennen.

Die industrielle Gewinnung von Grund- und Quellwasser hat herausragende Bedeutung vor allem im Landkreis Lörrach mit 30,4 Mill. m³; es folgen die Stadt Mannheim (16,6 Mill. m³), der Kreis Waldshut (13,3 Mill. m³) sowie der Ortenaukreis (12,7 Mill. m³). Auch in der Stadt Karlsruhe wurden noch über 10 Mill. m³ Grundwasser von der Industrie gewonnen. Bemerkenswert ist neben den genannten Kreisen entlang des Rheines, daß im Landkreis Heidenheim im Jahr 1991 immerhin 12,1 Mill. m³ Grund- und Quellwasser von Industriebetrieben selbst gewonnen wurde.

Die größten Mengen an fremdbezogenem Wasser aus dem öffentlichen Netz benötigte die Industrie in der Landeshauptstadt Stuttgart (6,0 Mill. m³) und im Landkreis Böblingen (4,0 Mill. m³). 3 Mill. m³ und mehr haben 1991 die Industriebetriebe im Landkreis Esslingen, in der Stadt Mannheim und im Rhein-Neckar-Kreis von der öffentlichen Wasserversorgung bezogen.

In der Mehrzahl der Stadt- und Landkreise hat das Wasseraufkommen von 1979 bis 1991 entsprechend der Gesamtentwicklung auf Landesebene abgenommen. In einem Viertel der Kreise allerdings sind mehr oder weniger deutliche Abweichungen von dieser Gesamtentwicklung, d.h. Zunahmen des Wasseraufkommens festzustellen. Dabei wirken sich sowohl die unterschiedliche Branchenstruktur in den Kreisen als auch Entwicklungen bei einzelnen wasserwirtschaftlich besonders bedeutsamen Betrieben aus. Die elf Kreise, in denen das Wasseraufkommen anstieg, (vgl. Tabelle 13), werden bei der zweiten Phase der Prognoserechnung in regionaler Gliederung besonders betrachtet.

5. Zusammenhang von Wasserbedarf, Produktion und Energiebedarf

In den meisten Branchen steht einer relativ deutlichen Produktionssteigerung im Betrachtungszeitraum von 1979 bis 1991 eine Abnahme des Wasserbedarfs sowie des Energiebedarfs gegenüber (Schaubilder 1-8). Unter den wasserwirtschaftlich besonders relevanten Branchen sind teilweise abweichende Entwicklungen bei der Papierindustrie, beim Textil- und Ernährungsgewerbe zu beobachten. Bei der Papierindustrie ist der Wasserbedarf zurückgegangen, während der Energiebedarf bei einer zugleich sehr starken Produktionssteigerung angestiegen ist. Beim Textilgewerbe ist auch der Nettoproduktionsindex von 1979 bis 1991 deutlich zurückgegangen, wobei allerdings die Verringerung

beim Wasser- und Energiebedarf noch deutlicher ausgeprägt ist. Im Ernährungsgewerbe ist der Wasserbedarf bei stark angestiegener Produktion praktisch konstant geblieben, während der Energiebedarf leicht rückläufig war.

Zusammenfassend ist im Verarbeitenden Gewerbe eine deutliche Entkoppelung des Wasser- und Energiebedarfs von der Produktion festzustellen. Diese Tatsache wurde quantifiziert durch die Berechnung der Verhältnisgrößen: Index des Wasserbedarfs/Nettoproduktionsindex bzw. Index des Energieverbrauchs/Nettoproduktionsindex, also durch die Normierung der Indexreihen für den Wasserbedarf und Energieverbrauch mit Hilfe des Nettoproduktionsindex. Anhand der so normierten Zeitreihen für den Index des Wasserbedarfs bzw. den Index des Energieverbrauchs zeigt sich, daß Wasser- und Energiesparmaßnahmen die bislang und sicher auch weiterhin gültige positive Abhängigkeit zwischen Produktion und Wasserbedarf deutlich überlagern (Schaubilder 34-38).

Andererseits zeigt die stärkere Abnahme des Wasserbedarfs im Vergleich zur Entwicklung des Energiebedarfs, daß der Zusammenhang zwischen Energie- und Wassersparmaßnahmen, wie er in den 70er Jahren deutlich zu erkennen war, nur teilweise als Erklärung für die jüngste und zukünftige Entwicklung herangezogen werden kann. Offenbar sind insbesondere im Bereich der Nutzung von Wasser für Produktionszwecke Ende der 80er und Anfang der 90er Jahre auch Einsparungsmaßnahmen wirksam geworden, die nicht zugleich den Energieverbrauch verminderten sondern teilweise sogar einen höheren Energiebedarf verursachten. Die Umkehrung der Abhängigkeit zwischen Wasser- und Energiebedarf dürfte zumindest in Teilbereichen auch in Zukunft zu beobachten sein. Auf diesen im Zeitablauf veränderten Zusammenhang soll bezogen auf einzelne wichtige Branchen weiter unten nochmals eingegangen werden (Schaubilder 21-29).

6. Prognose des Wasserbedarfs bis zum Jahr 2005

Aus den festgestellten Zusammenhängen zwischen Produktion, Energie- und Wasserbedarf ergibt sich für die Analyse und Prognose der Entwicklung des Wasserbedarfs folgende Vorgehensweise:

1. Differenzierung der Entwicklung von Kühlwasser- und Produktionswasserbedarf (Schaubilder 13-20).
2. Formulierung des Wasserbedarfs in Abhängigkeit von den Variablen

- a) Produktion (Nettoproduktionsindex)
- b) Wassersparfaktoren, wobei zwischen Maßnahmen bezogen auf den Kühlwasserbedarf und solchen bezogen auf den Produktionswasserbedarf zu differenzieren ist.

Die Entwicklung des Energiebedarfs wird implizit bei der Ableitung der beiden Sparfaktoren für den Kühlwasser- bzw. Produktionswasserbedarf berücksichtigt.

Ausgehend von diesen Überlegungen wird für die Prognose folgende Rechenvorschrift verwendet:

WB^i_{2005}	$:=$	$WB^i_{Kühl91} \cdot w_i \cdot s^i_{Kühl}$
	$+$	$WB^i_{Prod91} \cdot w_i \cdot s^i_{Prod}$
mit:		
WB^i_{2005}	$:=$	Wasserbedarf der Branche i im Jahr 2005
$WB^i_{Kühl91}$	$:=$	Wasserbedarf für Kühlzwecke der Branche i im Jahr 1991
WB^i_{Prod91}	$:=$	Wasserbedarf für Produktionszwecke der Branche i im Jahr 1991
w_i	$:=$	Faktor für die Entwicklung der Produktion in der Branche i
$s^i_{Kühl}$	$:=$	Sparfaktor bezogen auf den Kühlwasserbedarf der Branche i
s^i_{Prod}	$:=$	Sparfaktor bezogen auf den Produktionswasserbedarf der Branche i

Die Faktoren w_i für die Entwicklung der Produktion in den Branchen wurden unter Berücksichtigung einer Untersuchung von BAK Konjunkturforschung Basel AG⁴, in der die voraussichtliche Produktionsentwicklung bis zum Jahr 2000 prognostiziert ist, in erster Linie ausgehend von der tatsächlich realisierten Entwicklung der Produktion bis ein-

⁴ Dr. Christoph Koellreuter, Kürzer- und mittelfristige Wirtschaftsperspektiven Baden-Württembergs, Prognose der BAK Konjunkturforschung AG, BAK-Tagung am 2. September 1993 in Stuttgart

schließlich 1993 festgelegt. Die danach jährlich im Durchschnitt erwarteten Veränderungsrate der Produktion sind in Tabelle 17 angegeben.

Die Sparfaktoren für den Kühl- und Produktionswasserbedarf beruhen im wesentlichen auf der Analyse der normierten Zeitreihen für den Index des Wasserbedarfs differenziert nach Kühl- und Produktionswasser. Dabei wurde sowohl die langfristige Entwicklung seit 1979 als auch die kurzfristige Entwicklung im Zeitraum von 1987 bis 1991 analysiert und je nach branchenspezifischen Besonderheiten in Form jährlicher Minderungsrate festgelegt. Ergänzend gingen Informationen von Branchenexperten bei Verbänden und ausgewählten Großbetrieben verschiedener Branchen in die Ableitung der Sparfaktoren ein (vgl. Tabelle 17). Die Vorausrechnung des Wasserbedarfs erfolgt unter den gegebenen Rahmenbedingungen, d.h. weder bei den Energie- noch den Wasserkosten werden sprunghafte Steigerungen im Betrachtungszeitraum unterstellt.

Voraussichtlicher industrieller Wasserbedarf im Jahr 2005

Unter Anwendung der oben dargestellten Rechenvorschrift und den in Tabelle 17 dargestellten jährlichen Veränderungsrate für Produktion und Wasserbedarf beträgt der voraussichtliche industrielle Wasserbedarf im Jahr 2005 rund 673 Mill. m³. Dies bedeutet im Vergleich zum Basisjahr 1991 einen Rückgang des industriellen Wasserbedarfs um rund 10 %. Die Vorausrechnung stützt sich auf die tatsächlich in den Betrieben eingesetzte Wassermenge. Die ungenutzt abgeleiteten oder an Dritte weitergeleiteten Mengen, die in der Größe „Wasseraufkommen“ enthalten sind, werden bei der Prognose nicht berücksichtigt (vgl. Tabelle 15 und Schaubild 39).

In den Branchen zeigen sich in Abhängigkeit von den branchenspezifischen Voraussetzungen zum Teil deutliche Abweichungen von der Gesamtentwicklung im Verarbeitenden Gewerbe.

Regional, in den Stadt- und Landkreisen, errechnen sich durch abweichende Industriestrukturen sowie z.T. spezifische Entwicklungen weniger Großverbraucher auch unterschiedliche Veränderungsrate für den industriellen Wasserbedarf bis zum Jahr 2005 (vgl. Tabelle 16). Eine kombinierte Gliederung nach Kreisen und Branchen ist aus Geheimhaltungsgründen im Grundsatz nicht möglich, da regional häufig einzelne Betriebe in den Branchen dominieren.

7. Wasserbedarf ausgewählter Branchen

Im folgenden werden für ausgewählte Branchen die Entwicklung des Wasserbedarfs in vertiefter Form analysiert und die Annahmen für die Prognoserechnung sowie deren Ergebnis dargestellt.

Der Wasserbedarf in der Holzschliff-, Zellstoff-, Papier- und Pappeerzeugung

Mit fast 226 Millionen m³ ist die Holzschliff-, Zellstoff-, Papier- und Pappeerzeugung (kurz Papierindustrie) die Branche mit dem höchsten Wasserbedarf in Baden-Württemberg. Das Wasser wurde 1991 bis auf 1 Mill. m³ durchweg in betriebseigenen Anlagen gewonnen. Dabei handelte es sich zu 199 Mill. m³ um Oberflächenwasser, 10,5 Mill. m³ Uferfiltrat und 14,8 Mill. m³ Grundwasser.

Das Wasser wurde überwiegend einfach genutzt (169,6 Mill. m³). Rund 80,8 Mill. m³ davon dienten der Kühlung von Stromerzeugungsanlagen, 45,5 Mill. m³ der Kühlung von Produktionsanlagen und 42,5 Mill. m³ wurden als Produktionswasser, insbesondere als Transportmedium und Auflösungsmittel, eingesetzt.

Etwa 42,9 Mill. m³ fanden nacheinander für verschiedene Zwecke im Bereich der Kühlung und Produktion Verwendung. Noch größere Bedeutung als die Mehrfachnutzung hat in der Papierindustrie die Nutzung von Wasser im Kreislauf, wobei der Schwerpunkt im Produktionsbereich liegt. Insgesamt belief sich die erzielte Kreislaufnutzung 1991 auf 462,5 Mill. m³, also rund das doppelte Volumen der insgesamt gewonnenen Wassermenge. Aus produktionstechnischen Gründen mußten allerdings vereinzelt in Teilbereichen bereits geschlossene Kreisläufe wieder geöffnet werden.

Die Entwicklung des Wasserbedarfs in der Papierindustrie Baden-Württemberg verlief nicht einheitlich. In der Summe ist im Zeitraum von 1979 bis 1987 ein deutlicher Rückgang um über 60 Mill. m³ oder rund 23 % festzustellen. Danach (1991) ist dagegen wieder ein um knapp 9 % höherer Wasserbedarf als 1987 zu registrieren. Im gleichen Zeitraum von 1987 bis 1991 ist jedoch die Nettoproduktion deutlich angestiegen, so daß der spezifische Wasserbedarf weiter, wenn auch verlangsamt, zurückgegangen ist.

Gründe für die in Teilen der Papierindustrie gegenläufigen Entwicklungen bis 1987 und nach 1987 liegen vor allem in den sehr heterogenen Produktionsverhältnissen dieser Branche, wobei insbesondere auch die außerordentlich starke Konzentration des Wasserbedarfs auf wenige Großverbraucher zu beachten ist. Immerhin entfallen auf die fünf größten Wasserverbraucher der Papierindustrie fast 70 % des Wasserbedarfs der gesamten Branche. Unter diesen fünf Betrieben befinden sich insbesondere die Zellstoffhersteller. Spezifische Veränderungen in der Produktion, z. B. Änderungen der Produktionspalette, Umstellung von Bleichverfahren sowie die Installation neuer Papiermaschinen, haben beispielsweise bei drei Großbetrieben seit 1987 eine erhebliche Erhöhung der Wasserbedarfs bewirkt, nachdem zuvor deutliche Einsparungen erzielt worden waren. Ein Teil des Rückgangs (10 Mill. m³) im Jahr 1987 ist methodisch begründet, da ein Branchenwechsel von der Papierindustrie hin zur Chemischen Industrie erfolgte. Bei den betroffenen Betrieben war eine Zunahme des Wasserbedarfs bis 1987 festzustellen, während seither Einsparungen zu erkennen sind. Solche Branchenwechsel aus statistikinternen Gründen können auch zukünftig die Entwicklung beeinflussen.

Bei der Mehrzahl der Betriebe in der Papierindustrie ist über den gesamten Betrachtungszeitraum, also von 1979 bis 1991, ein Rückgang des Wasserbedarfs erzielt worden. Bei nur sechs Betrieben mit einem Wasserbedarf von 1 Mill. m³ und mehr ist eine Zunahme des Wasserbedarfs im betrachteten Gesamtzeitraum eingetreten, wobei die Zunahme bei nur zwei dieser sechs Betriebe kontinuierlich über den gesamten Betrachtungszeitraum erfolgte. In den übrigen Fällen hatte der Wasserbedarf zunächst deutlich abgenommen und erst 1987 bzw. 1991 das Niveau von 1979 wieder überschritten.

Sicher erscheint, daß die Abnahme des Wasserbedarfs Anfang der 80er Jahre insbesondere auch im Zusammenhang mit umfangreichen Energiesparmaßnahmen zu sehen ist. Nach 1983 ist dagegen eine Stagnation und ab 1987 ein Anstieg des Energieverbrauchs zu konstatieren.

Wegen des hohen Wasserbedarfs liegen die Standorte der Papierindustrie in Kreisen mit reichem Wasserdargebot. Hervorzuheben sind insbesondere die Stadtkreise Mannheim und Karlsruhe sowie die Landkreise Rastatt, Waldshut, Ravensburg und der Alb-Donaukreis. Bei der Entwicklung des (Wasserbedarfs) waren auch regional Unterschiede festzustellen. Vor allem in Mannheim, Karlsruhe, im Landkreis Rastatt und im Alb-Donaukreis waren von 1987-1991 Zunahmen des Wasserbedarfs durch die Papierindustrie zu verzeichnen. Bei den anderen Kreisen mit hohem Wasserbedarf in der Papierindustrie dagegen erfolgten Rückgänge.

Die deutlichen Zuwächse in den genannten Kreisen gehen auf betriebspezifische Erweiterungen und Produktionsumstellungen in einzelnen Großbetrieben zurück, die zwischenzeitlich zumindest teilweise wieder infolge von Optimierungsmaßnahmen bis 1994 ausgeglichen werden konnten. Von diesen Sonderentwicklungen einzelner Großbetriebe abgesehen, werden für die Zukunft keine sprunghaften Veränderungen des Wasserbedarfs, sondern eher eine an der Produktionsentwicklung orientierte, weiter fortgesetzte stetige Optimierung der Wassernutzung erwartet.

Ein wesentlicher Bestimmungsfaktor für den Wasserbedarf der Papierindustrie ist auch der Umfang der eingesetzten Altpapiermengen als Ausgangsrohstoff für die Papierproduktion. Offensichtlich liegt der spezifische Wasserbedarf beim Einsatz von Altpapier niedriger als in Produktionsbereichen mit herkömmlichen Ausgangsstoffen. Durch die zunehmende Altpapierverwendung sind deshalb weitere Reduzierungen beim produktionspezifischen Wasserbedarf zu erwarten. Andererseits zeichnet sich beim Altpapier Einsatz ein erhöhter technischer Aufwand in den Aufbereitungstechnologien ab, um die Qualitätsansprüche an die aus Altpapier gefertigten Papierprodukte zu gewährleisten. Vor diesem Hintergrund ist im Teilbereich der Papierindustrie mit erhöhtem Energieaufwand, insbesondere elektrischer Energie zu rechnen. Soweit Altpapier als Substitut von Holzstoff und nicht von Zellstoff eingesetzt wird, steht dem eine Energieeinsparung gegenüber. Dabei bleibt allerdings die Energienutzung bei der Zellstoffherstellung weitgehend unberücksichtigt bei überwiegendem Zellstoffimport. Möglicherweise ist in diesem Zusammenhang zwischen Altpapierverwendung und Energiebedarf bzw. Wasserbedarf auch begründet, daß der Energieverbrauch in der Papierindustrie bis 1993 absolut betrachtet angestiegen ist und bezogen auf die Produktion beim Wasserbedarf deutlich höhere Einsparungen festzustellen sind als beim Energieverbrauch. Branchenkenner prognostizieren unter den derzeit gegebenen Rahmenbedingungen für die nächsten Jahre eher eine Stagnation oder sogar leichte Zunahme beim Energiebedarf während beim Wasserbedarf eine wenn auch verlangsamte Verminderung der benötigten Mengen erwartet wird.

In den Jahren 1992 und 1993 stagnierte die Produktion in der Papierindustrie, ab 1994 ist ein sehr deutlicher Produktionsanstieg festzustellen. Deshalb wird ausgehend vom Basisjahr 1991 eine zunächst verminderte Wachstumsrate für die Produktion in der Papierindustrie bis zum Jahr 2000 unterstellt und zwar durchschnittlich 2 % pro Jahr; danach wird eine jährliche Steigerungsrate von 3 % angesetzt. Die jüngste Entwicklung beim Wasserbedarf zeigt bei einigen Großverbrauchern einen spürbaren, teilweise sprunghaften Rückgang der genutzten Kühlwassermengen, so daß hier für den Prognosezeitraum eine erhöhte jährliche Minderungsrate angesetzt wird, während allgemein im weiteren Verlauf für Kühlung und Produktion von einer Verlangsamung bei den Wassereinsparungen ausgegangen wird.

Die einzelbetrieblichen Maßnahmen bewirken, daß regional mit deutlichem Rückgang des Wasserbedarfs im Vergleich zum Jahr 1991 gerechnet werden kann. Insgesamt auf Landesebene dürften die erwarteten Produktionssteigerungen die verlangsamten Wassersparfolge zu einem großen Teil kompensieren. Insgesamt wird ein Rückgang des Wasserbedarfs in der Papierindustrie um knappe 7 % auf 208,5 Mill. m³ im Jahr 2005 erwartet. Bei einem umweltpolitisch gewollten zukünftigen Ausbau der Eigenenergieerzeugung (mit Kraft-Wärmekopplung) statt Stromfremdbezug wäre allerdings mit einem höheren Kühlwasserbedarf zu rechnen.

Der Wasserbedarf in der Chemischen Industrie

Die Chemische Industrie hat mit 216 Mill. m³ den zweitgrößten Wasserbedarf der Branchen des Verarbeitenden Gewerbes in Baden-Württemberg. Rund 6,5 Mill. m³ bezogen die Betriebe der Chemischen Industrie aus dem öffentlichen Netz; die übrigen fast 205 Mill. m³ wurden in betriebseigenen Anlagen gewonnen. Dabei handelte es sich 1991 um 145,2 Mill. m³ Oberflächenwasser, 5,3 Mill. m³ Uferfiltrat und 54,4 Mill. m³ Grundwasser (einschließlich 0,9 Mill. m³ Quellwasser).

Das Wasser wird zu über 90 % einfach genutzt (192,8 Mill. m³), wobei die Kühlung von Produktionsanlagen dominiert (138,4 Mill. m³). Zur Kühlung von Stromerzeugungsanlagen wurden im Jahr 1991 20,1 Mill. m³ eingesetzt, als Produktionswasser fanden 32,1 Mill. m³ einmalige Verwendung. Die Mehrfachnutzung von Wasser ist in der Chemischen Industrie eher von untergeordneter Bedeutung, während die Kreislaufnutzung 1991 eine Gesamtnutzung von 245,2 Mill. m³ erbrachte. Vier Fünftel dieser im Kreislauf erreichten Nutzung entfielen 1991 auf Kühlzwecke (rund 190 Mill. m³), ein Fünftel auf Produktionszwecke (53,7 Mill. m³). Gegenüber 1979 wurde die Kreislaufnutzung in der Chemischen Industrie um immerhin 35,5 % bei der Kühlwassernutzung bzw. 50,4 % bei Produktionszwecken gesteigert. Dadurch wurden erhebliche Einsparungen erzielt bzw. Bedarfssteigerungen auf Grund von Produktionszuwächsen vermieden.

Insgesamt ist die Entwicklung des Wasserbedarfs in der Chemischen Industrie seit 1979 rückläufig. Allerdings war nach den deutlichen Rückgängen Anfang der 80er Jahre das absolute Niveau im Jahr 1983 bereits einmal niedriger als zuletzt im Jahr 1991. Die bis 1983 erzielten Einsparungserfolge sind in enger Verbindung mit Energiesparmaßnahmen zu sehen. Nach 1983 dominierte die enorme Produktionssteigerung, so daß es bis 1987

zu Bedarfssteigerungen kam; erneute Wassersparmaßnahmen, die wohl auch im Zusammenhang mit der Einführung der Abwasserabgabe bzw. des Wasserpfennigs zu sehen sind, haben bis 1991 wieder zu einer Reduzierung des Wasserbedarfs geführt. Ein Teil der Entwicklung im Jahr 1987 ist auf methodische Veränderungen zurückzuführen, da ein Betrieb mit erheblichem Wasserbedarf ab 1987 der Chemischen Industrie statt der Papiererzeugung zugeordnet ist. Der absolute Rückgang des Wasseraufkommens 1991 beträgt in der Summe zwar nur 6 Mill. m³; dies bedeutet vor dem Hintergrund der starken Produktionszunahme um 20 % aber eine deutliche Tendenz zu vermindertem spezifischem Wasserbedarf. Dabei verlief die Entwicklung in den einzelnen Teilbereichen (Wirtschaftszweigen) der Chemischen Industrie weitgehend analog. Einzige Ausnahme ist die Pharmazeutische Industrie, wo die Stilllegung eines bedarfsintensiven Produktionszweiges bereits im Jahr 1987 einen deutlichen Rückgang der Kühlwassermenge bewirkte.

Der mit Abstand größte Wasserbedarf innerhalb der Chemischen Industrie besteht bei den Betrieben der Erzeugung chemischer Grundstoffe, auf die 63 % des Wasserbedarfs der Gesamtbranche konzentriert sind. Mit erheblichem Abstand folgt die Pharmazeutische Industrie mit einem Anteil von 16,5 %. Die Anteile der Herstellung chemischer Erzeugnisse für den privaten Verbrauch bzw. der Herstellung von Chemiefasern folgen mit 9 bzw. 6,5 %. In allen genannten Wirtschaftszweigen dominieren wenige oder sogar einzelne Großbetriebe den Wasserbedarf. Über die Gesamtbranche verteilt haben 1991 lediglich 7 Betriebe mit einem Wasseraufkommen von jeweils über 10 Mill. m³ zusammen fast drei Viertel (74 %) des gesamten Wasserverbrauchs der Chemischen Industrie auf sich vereinigt. Vier dieser Großverbraucher gehören der Erzeugung chemischer Grundstoffe an. Dort ist der Wasserbedarf zuletzt, d.h. von 1987 bis 1991, leicht zurückgegangen (Ausnahme: bei einem Betrieb erhöhte sich der Bedarf an Kühlwasser für Stromerzeugungsanlagen). Dieser trotz erheblicher Produktionssteigerungen bis 1991 zu beobachtende Rückgang des Wasserbedarfs im Bereich der Herstellung chemischer Grundstoffe beruht vor allem auf den grundlegenden Veränderungen von Produktionsstrukturen sowie der Einstellung der PVC-Produktion. Auch in den letzten Jahren nach 1991 haben Produktionsumstellungen bei großen Betrieben zu spürbaren Einsparungen von Wasser geführt.

Dieselben Entwicklungen wie in der Herstellung chemischer Grundstoffe sind auch bei der Pharmazeutischen Industrie, der Herstellung von chemischen Produkten für den privaten Verbrauch sowie bei der Chemiefaserproduktion zu erkennen. Allgemein werden die jüngsten Einsparungen beim Wasseraufkommen im Bereich der Chemischen Industrie in erster Linie auf Produktionsumstellungen zurückgeführt. Wasserspartechnologien spielen nach Angaben von Branchenkennern eher eine untergeordnete Rolle zumal solche Maß-

nahmen mit tiefgreifenden Veränderungen der Technologien und damit hohen Investitionen verbunden wären, die zum gegenwärtigen Zeitpunkt kaum als wirtschaftlich angesehen werden.

Für die Prognose des Wasserbedarfs in der Chemischen Industrie wird deshalb die zuletzt festgestellte spezifische Verringerung des Wasserbedarfs fortgeschrieben und zwar übereinstimmend für alle Wirtschaftszweige der Chemischen Industrie. Bezüglich der Gesamtentwicklung der Produktion bei der Vorausschätzung des zukünftigen Wasserbedarfs wird von einer Steigerung entsprechend dem langjährigen Durchschnitt im Zeitraum 1979 bis 1991 ausgegangen. Dies bedeutet Zuwächse von zunächst 2 %, ab dem Jahr 2000 um 2,5 %.

Zusammengenommen errechnet sich auf der Basis des Jahres 1991 trotz der erwarteten deutlichen Produktionssteigerung ein Rückgang des Gesamtwasserbedarfs der Chemischen Industrie in Baden-Württemberg um 9 % auf 190 Mill. m³ im Jahr 2005. Die Einsparungen werden fast ausschließlich im Kühlwasserbereich liegen. Zu einem wesentlichen Teil wird diese Gesamtentwicklung im Land von der Entwicklung im Landkreis Lörrach bestimmt, auf den allein sich die Hälfte des Wasserbedarfs der Chemischen Industrie konzentriert.

Der Wasserbedarf im Ernährungsgewerbe

Der Wasserbedarf des Ernährungsgewerbes lag 1991 bei 45,9 Mill. m³. Davon stammten knapp 70 % aus eigenen Gewinnungsanlagen, die übrigen 30 %, immerhin 13,8 Mill. m³, wurden von der öffentlichen Wasserversorgung bezogen. Das selbst gewonnene Wasser stammte 1991 zu 60 % aus Grund- bzw. Quellwasserfassungen und zu 40 % aus Oberflächengewässern einschließlich Uferfiltrat.

Die Entwicklung des Wasserbedarfs im Ernährungsgewerbe zeigt zunächst bis 1983 einen deutlichen Rückgang, der in erster Linie mit Energiesparmaßnahmen zu erklären ist. Von 1983 bis 1987 ging der Wasserbedarf bei steigender Produktion leicht zurück, während der Energiebedarf konstant blieb. Danach stieg bis 1991 der Wasserbedarf im wesentlichen durch eine Sonderentwicklung in einem Spezialbetrieb der Obst- und Gemüseverarbeitung spürbar an, wobei die Produktion abermals stärker anstieg als der Wasserbedarf. Auch der Energiebedarf hat zuletzt spürbar zugenommen.

In den meisten Produktionsbereichen (Wirtschaftszweigen) des Ernährungsgewerbes - insbesondere bei den Brauereien - ging der Wasserbedarf nach 1991 weiter zurück. Die Wassersparerefolge wurden insbesondere durch die weitere Schließung von Kreisläufen erreicht. Die erzielte Gesamtnutzung in Kreisläufen hatte sich im Betrachtungszeitraum von 1979 bis 1991 bereits nahezu verdoppelt. Auch die Mehrfachnutzung von Wasser hat an Bedeutung gewonnen. Insbesondere bei Brauereien, die 1991 ca. 25 % des Wasseraufkommens im Ernährungsgewerbe ausmachten, liegen nach Expertenaussagen noch Einsparungspotentiale, während in anderen Wirtschaftszweigen der Branche kaum größere Einsparungsreserven gesehen werden. Auch bei einzelnen wenigen verbrauchsintensiven Spezialbetrieben sind in den kommenden Jahren keine einschneidenden Verbrauchsreduzierungen zu erwarten. Insgesamt wird deshalb für das Ernährungsgewerbe nicht von einer beschleunigten Einsparung beim Wasseraufkommen ausgegangen, so daß die Verringerung des spezifischen Wasserbedarfs durch die in der Größenordnung der zuletzt festgestellten Entwicklung erwartete Produktionssteigerung ausgeglichen werden dürfte. Zwischen den Wirtschaftszweigen sind auf Grund der oben skizzierten Unterschiede leichte Verschiebungen zu erwarten.

Wasserbedarf in der Industrie Steine und Erden

Der Wasserbedarf von gut 71 Mill. m³ in der Industrie der Gewinnung und Verarbeitung von Steinen und Erden konzentriert sich weitgehend auf die Gewinnung von Sand und Kies. Die Betriebe mit entsprechendem Produktionsschwerpunkt machten 1991 immerhin 50,7 Mill. m³ aus. Werden die Betriebe mit Herstellung von Beton bzw. Fertigbetonerzeugnissen, die teilweise auch eigene Kies- und Sandgewinnung betreiben, hinzuge-rechnet, so entfallen nahezu 85 % des Wasserbedarfs der Gesamtbranche auf die Produktion von Kies und Sand. Das Wasser wird dort fast vollständig zum Waschen der gewonnenen Sande und Kiese verwendet und in die Entnahmebereiche, das angrenzende Oberflächengewässer bzw. das anstehende Grundwasser, wieder zurückgeleitet.

Unter den übrigen Wirtschaftszweigen der Branche Steine und Erden sind die Zementhersteller hervorzuheben, deren Wasserbedarf 1991 gut 6 Mill. m³ betrug und die das Wasser vor allem für Kühlzwecke verwenden. Bei der Gewinnung und Verarbeitung von Natursteinen wurden rund 3 Mill. m³ Wasser gewonnen, die nur zu rund zwei Drittel für Produktionszwecke genutzt wurden. Die übrige Menge wurde ungenutzt abgeleitet.

Auch bei den Kieswerken werden teilweise geförderte Wassermengen ungenutzt wieder abgeleitet.

Der Wasserbedarf der Zementhersteller ist seit 1979 kontinuierlich von 7,2 Mill. auf 6,0 Mill. m³ zurückgegangen. Für diesen Teilbereich wird von einer Fortsetzung der kontinuierlichen Einsparung von Wasser ausgegangen. Die Entwicklung des Wasserbedarfs in den übrigen Bereichen, insbesondere bei der Gewinnung von Sand und Kies, ist von einem erheblichen Rückgang im Jahr 1987 und dem anschließenden Wiederanstieg fast auf das Niveau von 1983 gekennzeichnet. Diese auffällige Entwicklung im Jahr 1987 ist durch breite Verbrauchsrückgänge in verschiedenen Regionen des Landes gekennzeichnet. Generell ist der Wasserbedarf im Bereich der Gewinnung von Sand und Kies zumindest regional erheblichen Schwankungen unterworfen, die von der Inbetriebnahme bzw. Stilllegung einzelner Kieswerke bzw. Gewinnungsstätten abhängig sind. Bedarfssteigernd wirkt sich dabei vor allem die sogenannte Naßbaggerung aus. Vor diesem Hintergrund ist die Vorausschätzung des zukünftigen Wasserbedarfs für den Bereich Sand und Kies mit beträchtlichen Unsicherheiten verbunden. Einzelne Betreiber großer Gewinnungsanlagen mit umfangreicher Gewinnung von Grundwasser gehen von einer Stilllegung im Prognosezeitraum aus. Für die Gesamtentwicklung bis 2005 wird deshalb eine Produktionsentwicklung analog zum Durchschnitt im Betrachtungszeitraum von 1979 bis 1991 unterstellt und auch beim Wasserbedarf eine Fortsetzung des Gesamttrends über den Zeitraum 1979 bis 1991 angenommen. Unter diesen Annahmen ist für 2005 ein Wasserbedarf von 63,3 Mill. m³ in der Gesamtbranche zu erwarten. Gegenüber 1991 liegt diese Menge um knapp 5 Prozent niedriger. Die Differenz zum insgesamt gewonnenen Wasser 1991 liegt höher, da rund 5 Mio. m³ ungenutzt abgeleitet wurden, die Vorausschätzung sich aber nur auf die tatsächlich eingesetzte Wassermenge bezieht.

Wasserverbrauch in der Kunststoffverarbeitung

Der Wasserbedarf der Kunststoffverarbeitung betrug im Jahr 1991 9,3 Mill. m³. Davon wurden 2,1 Mill. m³ aus dem öffentlichen Netz bezogen und 7,2 Mill. m³ in eigenen Gewinnungsanlagen der Betriebe gewonnen. Beim selbstgewonnenen Wasser handelt es sich überwiegend (5,6 Mill. m³) um Grundwasser.

7,6 Mio. m³ des Wasseraufkommens wurden einfach genutzt und zwar überwiegend zur Kühlung von Produktionsanlagen (5,8 Mio. m³). Die in Kreisläufen erzielte Nutzung betrug 1991 immerhin 89,4 Mio. m³ mit deutlichem Schwerpunkt bei der Kühlung von Produktionsanlagen. Gegenüber 1979 bedeutet dies fast eine Verdoppelung der Kreislaufnutzung.

Die Entwicklung des Wasserbedarfs in der Kunststoffverarbeitung ist durch einen deutlichen Anstieg seit 1983 gekennzeichnet, nachdem zuvor zwischen 1979 und 1983 ein ebenso deutlicher Rückgang eingetreten war. Die Erklärung für diese Bedarfsentwicklung liegt in erster Linie in der Produktionsentwicklung, die Anfang der 80er Jahre durch Stagnation und danach ab 1984 durch starke Zuwächse bestimmt wurde. Erst im Jahr 1993 war gegenüber dem Vorjahr wieder ein leichter Rückgang der Nettoproduktion zu verzeichnen. Über den Zeitraum von 1983 bis 1991 stieg die Nettoproduktion der Kunststoffverarbeitung um immerhin 60 %. Analog dazu stieg auch der Energiebedarf im Zeitraum zwischen 1983 und 1991 um über 70 %, wobei der Stromverbrauch sogar mit 81 % überdurchschnittlich anstieg. Im Jahr 1993 trat ein leichter Rückgang beim Primärenergieverbrauch ein, der Stromverbrauch blieb dagegen nahezu konstant.

Der Zuwachs beim Wasserbedarf (+ 36 % von 1983 - 1991) relativiert sich vor diesem Hintergrund deutlich; der spezifische Wasserbedarf in der Kunststoffverarbeitung ist im Betrachtungszeitraum sogar spürbar geringer geworden. Dabei kam sicher der verstärkten Kreislaufnutzung besondere Bedeutung zu.

Für die Vorausrechnung des Wasserbedarfs bis zum Jahr 2005 wird eine Produktionsentwicklung analog der Chemischen Industrie angenommen. Verglichen mit der Entwicklung von 1983 - 1991 bedeutet dies eine Verlangsamung der Produktionssteigerung. Bezüglich der Entwicklung des spezifischen Wasserbedarfs für Kühl- und Produktionszwecke wird analog zur beobachteten Entwicklung zwischen 1979 und 1991 eine Reduzierung um jährlich 3,0 bzw. 2,3 % angenommen. Unter diesen Annahmen für Produktions- und Wasserbedarfsentwicklung errechnet sich für das Jahr 2005 ein voraussichtlicher Wasserbedarf von gut 8,3 Mio. m³ in der Kunststoffverarbeitung. Im Vergleich zum Basisjahr 1991 bedeutet dies einen Rückgang um gut 10 %, wobei die Einsparungen in erster Linie den Kühlwasserbedarf betreffen.

Wasserbedarf des Textilgewerbes

Das Wasseraufkommen im Textilgewerbe Baden-Württembergs belief sich 1991 auf 35,2 Mio. m³. Damit zählt die Textilindustrie zu den sechs wasserbedarfsintensivsten Branchen. 16,4 Mio. m³ des gewonnenen Wassers waren Oberflächenwasser einschließlich Uferfiltrat, 14,8 Mio. m³ Grund- und Quellwasser und 3,5 Mio. m³ wurden aus dem öffentlichen Netz bezogen.

Die Nutzung des Wassers erfolgt zu über 90 % einfach, wobei Produktionszwecke deutlich überwiegen (20,7 Mio. m³). Für die Kühlung von Stromerzeugungsanlagen wurden 4,0 Mio. m³ und zur Kühlung von Produktionsanlagen 6,9 Mio. m³ eingesetzt. Der Schwerpunkt des Wasserbedarfs liegt bei den Betrieben mit Textilveredlung. Die Mehrfach- und Kreislaufnutzung haben im Textilgewerbe relativ geringe Bedeutung und haben sich im Umfang seit 1979 auch kaum nennenswert verändert.

Die Entwicklung des Wasserbedarfs ist von einem Rückgang seit 1979 geprägt, der sich zuletzt leicht abgeschwächt hat. Hauptursache für die Gesamtentwicklung war die zurückgehende Produktion, aber auch Energie- und Wassersparmaßnahmen haben sich ausgewirkt. Der Stromverbrauch als Teil des Gesamtenergieverbrauchs stagnierte im Betrachtungszeitraum.

Branchenkenner gehen davon aus, daß sich auch in den nächsten Jahren sowohl Produktionseinbußen als auch Wassereinsparungen, wenn auch verlangsamt, fortsetzen werden. Durch diese gleichgerichtete Entwicklung von Produktion und Wasserbedarf dürfte der Rückgang des Wasserbedarfs bis zum Jahr 2005 im Textilgewerbe vergleichsweise deutlich ausfallen. Unter den getroffenen Annahmen werden im Jahr 2005 noch 21,7 Mio. m³ Wasser im Textilgewerbe benötigt, 38 % weniger als im Jahr 1991.

Tabelle 1. Wasseraufkommen im Bergbau und Verarbeitenden Gewerbe in Baden-Württemberg 1971 bis 1991

Jahr	Wasseraufkommen ¹⁾				
	insgesamt	zusammen	Eigengewinnung		Fremdbezug ³⁾
			davon		
			Oberflächen- wasser	Grund- ²⁾ und Quellwasser	
1 000 m ³					
1971	995 726	896 197	537 223	358 974	99 529
1973	986 150	888 767	532 740	356 027	97 386
1975	834 009	745 786	431 811	313 975	88 222
1977	861 628	781 390	469 220	312 170	80 238
1979	900 142	822 103	504 953	317 149	78 039
1981	805 187	730 551	422 780	307 772	74 636
1983	769 783	700 578	401 818	298 760	69 205
1987	762 177	695 573	402 840	292 733	66 604
1991	767 391	695 503	443 784	251 719	71 887

1) Überhöht um den Fremdbezug von anderen Betrieben. - 2) Einschließlich Uferfiltrat. - 3) Aus dem öffentlichen Netz und von anderen Betrieben.

Tabelle 1a. Wasseraufkommen, Umsatz und Beschäftigte im Bergbau und Verarbeitenden Gewerbe in Baden-Württemberg 1991 nach Wirtschaftsbereichen (-hauptgruppen)

Wirtschaftsbereich (-hauptgruppe)	Zugehörige Branchen, SYUM-2-Steller	Wasseraufkommen		Umsatzanteil ¹⁾	Beschäftigtenanteil ¹⁾
		absolut	Anteil		
		Mill. m ³	%		
Bergbau	21	4,4	0,6	X	X
Grundstoff- und Produktionsgüter produzierendes Gewerbe	22-301, 303, 40, 53, 55, 59	596,1	77,7	16,1	11,1
Investitionsgüter produzierendes Gewerbe	302, 31-38, 50	63,5	8,3	61,6	66,0
Verbrauchsgüter produzierendes Gewerbe	39, 51-65 (ohne 53, 55, 59)	57,4	7,5	15,8	18,7
Nahrungs- und Genußmittelgewerbe	68, 69	46,0	6,0	6,5	4,2
Bergbau und Verarbeitendes Gewerbe insgesamt	-	767,4	100,0	100,0	100,0

1) Umsatz- und Beschäftigtenanteile beziehen sich auf das Verarbeitende Gewerbe. Die Anteile des Bergbaus am Bergbau und Verarbeitenden Gewerbe insgesamt sind von untergeordneter Bedeutung.

Tabelle 2. Zusammensetzung des Wasseraufkommens im Bergbau und Verarbeitenden Gewerbe in Baden-Württemberg 1991 nach Wirtschaftsgruppen

SYM-Nr.	Wirtschaftsgruppe	Wasser- aufkommen ¹⁾ insgesamt	Davon					
			Eigengewinnung				Fremdbezug	
			Oberflächen- wasser	Ufer- filtrat	Grund- wasser	Quell- wasser	aus dem öffentlichen Netz	von anderen Betrieben
1 000 m ³								
21	Bergbau	4 424	389	25	3 908	57	44	0
22	Mineralölverarbeitung	38 785	1 314	30 577	6 653	0	241	0
25./2516	Gewinnung und Verarbeitung von Steinen und Erden	20 637	10 544	367	6 851	594	1 967	312
2516	Gewinnung von Sand und Kies	50 777	34 133	1 487	15 120	0	35	3
27	Eisenschaffende Industrie	18 714	0	18 622	0	0	91	0
28	NE-Metallerzeugung, NE-Metallhalbzeugwerke	9 485	6 702	0	2 421	7	350	4
29	Gießerei	3 533	2 130	0	625	46	692	41
30	Ziehereien, Kaltwalzwerke, Stahlverformung usw.	6 267	1 190	1 496	1 964	96	1 439	81
31	Stahl- und Leichtmetallbau, Schienenfahrzeugbau	418	0	0	69	1	348	0
32	Maschinenbau	20 003	1 844	0	5 972	6 450	5 687	51
33	Straßenfahrzeugbau usw.	15 306	2 817	0	4 476	253	7 592	169
34/35	Schiff-, Luft- und Raum- fahrzeugbau	625	271	0	294	0	60	0
36	Elektrotechnik	12 289	289	0	3 701	56	8 073	171
37	Feinmechanik, Optik, Herstellung von Uhren	2 018	46	0	193	58	1 721	0
38	Herstellung von Eisen-, Blech- und Metallwaren	6 787	2 711	1	1 886	107	2 081	1
39	Herstellung von Musik- instrumenten, Spielwaren usw.	788	112	0	151	32	493	0
40	Chemische Industrie	216 021	145 161	5 336	53 424	926	6 551	4 623
50	Herstellung von Büromaschinen, Datenverarbeitungsgeräten und -einrichtungen	2 163	0	0	102	0	2 061	0
51	Feinkeramik	183	0	0	32	28	122	0
52	Herstellung und Verarbeitung von Glas	3 245	21	0	2 836	11	365	11
53	Holzbearbeitung	2 109	1 351	0	239	60	459	0
54	Holzverarbeitung	2 189	1 050	44	304	31	687	73
55	Holzschliff-, Zellstoff-, Papier- und Papppeerzeugung	225 972	199 155	10 461	14 753	597	1 006	0
56	Papier- und Papppe- verarbeitung	1 817	271	0	241	0	1 306	0
57	Druckerei	1 998	0	0	843	0	1 114	41
58	Herstellung von Kunststoff- waren	9 336	921	487	5 599	115	2 104	109
59	Gummiverarbeitung	7 640	2 517	0	4 487	48	562	26
61	Ledererzeugung	2 045	1 190	0	591	12	204	47
62	Lederverarbeitung	84	1	0	0	0	84	0
63	Textilgewerbe	35 245	16 054	369	14 178	664	3 462	518
64	Bekleidungs-gewerbe	507	33	71	76	8	289	31
68	Ernährungsgewerbe	45 878	11 565	1 248	14 882	3 926	13 749	507
69	Tabakverarbeitung	102	0	0	75	0	28	0
21 - 69	Insgesamt	767 391	443 784	70 591	166 945	14 183	65 069	6 819

1) Überhöht um den Fremdbezug von anderen Betrieben.

Tabelle 3. Konzentration des Wasseraufkommens im Bergbau und Verarbeitenden Gewerbe in Baden-Württemberg 1991 nach Wirtschaftsgruppen

SYUM-Nr.	Wirtschaftsgruppe / -bereich	Betriebe	Wasseraufkommen		Das Wasseraufkommen von 90% der Betriebe ist kleiner als	Wasseraufkommen der 5 größten Betriebe	
			insgesamt	je Betrieb		zusammen	Anteil am Wasseraufkommen insgesamt
			Anzahl	1 000 m ³			%
21	Bergbau	12	4 424	369	503	4 278	96,7
22	Mineralölverarbeitung	7	38 785	5 541	.	38 784	100,0
25./2516	Gewinnung und Verarbeitung von Steinen und Erden	464	20 637	44	62	8 420	40,8
2516	Gewinnung von Sand und Kies	102	50 777	498	1 433	14 047	27,7
27	Eisenschaffende Industrie	4	18 714	4 678	.	18 714	100,0
28	NE-Metallerzeugung, NE-Metallhalbzweigwerke	27	9 485	351	910	8 923	94,1
29	Gießerei	106	3 533	33	29	2 733	77,4
30	Ziehereien, Kaltwalzwerke, Stahlverformung usw.	522	6 267	12	12	2 864	45,7
31	Stahl- und Leichtmetallbau, Schienenfahrzeugbau	235	418	2	3	181	43,3
32	Maschinenbau	1 663	20 003	12	7	11 518	57,6
33	Straßenfahrzeugbau usw.	544	15 306	28	21	7 885	51,5
34/35	Schiff-, Luft- und Raumfahrzeugbau	19	625	33	271	608	97,3
36	Elektrotechnik	995	12 289	12	15	3 482	28,3
37	Feinmechanik, Optik, Herstellung von Uhren	387	2 018	5	7	935	46,3
38	Herstellung von Eisen-, Blech- und Metallwaren	513	6 787	13	13	3 692	54,4
39	Herstellung von Musikinstrumenten, Spielwaren usw.	225	788	4	7	320	40,6
40	Chemische Industrie	286	216 021	755	524	132 705	61,4
50	Herstellung von Büromaschinen, Datenverarbeitungsgeräten und -einrichtungen	60	2 163	36	28	2 011	93,0
51	Feinkeramik	16	183	11	49	158	86,3
52	Herstellung und Verarbeitung von Glas	74	3 245	44	29	2 943	90,7
53	Holzbearbeitung	477	2 109	4	1	1 695	80,4
54	Holzverarbeitung	464	2 189	5	4	1 378	63,0
55	Holzschliff-, Zellstoff-, Papier- und Pappeerzeugung	36	225 972	6 277	18 383	157 526	69,7
56	Papier- und Pappeverarbeitung	189	1 817	10	14	1 091	60,0
57	Druckerei	453	1 998	4	6	880	44,0
58	Herstellung von Kunststoffwaren	530	9 336	18	29	3 731	40,0
59	Gummiverarbeitung	48	7 640	159	280	7 244	94,8
61	Ledererzeugung	19	2 045	108	395	1 680	82,2
62	Lederverarbeitung	69	84	1	1	58	69,0
63	Textilgewerbe	517	35 245	68	126	14 180	40,2
64	Bekleidungsindustrie	308	507	2	2	197	38,9
68	Ernährungsgewerbe	667	45 878	69	133	15 542	33,9
69	Tabakverarbeitung	9	102	11	53	101	99,0
21 - 69	Insgesamt	10 049	767 391	76	25	206 510	26,9

Tabelle 4. Wasserverwendung im Bergbau und Verarbeitenden Gewerbe in Baden-Württemberg 1979 und 1991 nach Wirtschaftsgruppen

SYUM-Nr.	Wirtschaftsgruppe	Jahr	Wasser-auf-kommen ¹⁾	Davon				
				im Betrieb eingesetzt			an Dritte abgegeben ²⁾	ungenutzt abgeleitet
				als Zusatzwasser für Kreislauf-anlagen	zur Mehrfach-nutzung	zur Einfach-nutzung		
1 000 m ³								
21	Bergbau	1979	3 833	29	0	757	0	3 047
		1991	4 424	31	11	930	0	3 452
22	Mineralfölverarbeitung	1979	45 030	7 497	299	36 788	0	445
		1991	38 785	4 071	2	33 398	0	1 314
25./2516	Gewinnung und Verarbeitung von Steinen und Erden	1979	18 585	640	412	16 541	22	972
		1991	20 637	1 005	601	14 123	10	4 896
2516	Gewinnung von Sand und Kies	1979	55 155	14	0	55 140	0	0
		1991	50 777	157	1 656	48 452	513	0
27	Eisenschaffende Industrie	1979	17 648	133	0	17 515	0	0
		1991	18 714	18 623	3	87	0	0
28	NE-Metallerzeugung, NE-Metallhalbzeugwerke	1979	19 941	325	252	19 279	0	85
		1991	9 485	839	182	8 434	0	30
29	Gießerei	1979	4 223	329	42	3 834	0	18
		1991	3 533	247	143	3 142	0	0
30	Ziehereien, Kaltwalzwerke, Stahlverformung usw.	1979	7 996	368	450	7 111	18	48
		1991	6 267	316	221	5 578	152	0
31	Stahl- und Leichtmetallbau, Schienenfahrzeugbau	1979	346	10	0	334	1	0
		1991	418	2	1	415	0	0
32	Maschinenbau	1979	28 062	819	566	26 222	347	108
		1991	20 003	874	459	18 233	293	145
33	Straßenfahrzeugbau usw.	1979	26 341	4 224	1 214	20 616	2	285
		1991	15 306	2 761	817	11 495	17	217
34/35	Schiff-, Luft- und Raumfahrzeugbau	1979	621	1	0	620	0	0
		1991	625	0	0	625	0	0
36	Elektrotechnik	1979	16 693	959	1 167	14 466	20	81
		1991	12 289	1 193	602	10 376	59	59
37	Feinmechanik, Optik, Herstellung von Uhren	1979	3 364	111	214	3 004	23	12
		1991	2 018	92	309	1 598	15	4
38	Herstellung von Eisen-, Blech- und Metallwaren	1979	9 215	635	318	8 215	29	19
		1991	6 787	291	275	6 214	1	6
39	Herstellung von Musikinstrumenten, Spielwaren usw.	1979	1 251	43	50	1 123	35	0
		1991	788	29	27	701	26	5
40	Chemische Industrie	1979	228 018	4 549	10 614	209 575	1 061	2 219
		1991	216 021	5 112	11 065	192 773	4 143	2 928

Fußnoten siehe letzte Seite der Tabelle.

Noch: Tabelle 4. Wasserverwendung im Bergbau und Verarbeitenden Gewerbe in Baden-Württemberg 1979 und 1991 nach Wirtschaftsgruppen

SYUM-Nr.	Wirtschaftsgruppe	Jahr	Wasser- auf- kommen ¹⁾	Davon				
				im Betrieb eingesetzt			an Dritte abgegeben ²⁾	ungenutzt abgeleitet
				als Zusatzwasser für Kreislauf- anlagen	zur Mehrfach- nutzung	zur Einfach- nutzung		
1 000 m ³								
50	Herstellung von Büromaschinen, Datenverarbeitungsgeräten und -einrichtungen	1979	1 369	447	0	922	0	0
		1991	2 163	225	87	1 851	0	0
51	Feinkeramik	1979	449	30	32	384	2	1
		1991	183	27	20	136	0	0
52	Herstellung und Verarbeitung von Glas	1979	3 125	657	4	2 439	0	26
		1991	3 245	426	20	2 787	11	0
53	Holzbearbeitung	1979	3 596	1 115	0	2 439	11	31
		1991	2 109	136	0	1 939	4	30
54	Holzverarbeitung	1979	2 579	407	18	2 144	8	3
		1991	2 189	82	28	2 066	7	6
55	Holzschliff-, Zellstoff-, Papier- und Pappeerzeugung	1979	269 761	39 556	45 058	184 410	242	495
		1991	225 972	13 463	42 917	169 565	3	25
56	Papier- und Pappe- verarbeitung	1979	2 876	680	145	1 942	0	108
		1991	1 817	428	250	1 139	0	0
57	Druckerei	1979	2 832	68	23	2 740	0	0
		1991	1 998	144	22	1 832	0	0
58	Herstellung von Kunststoff- waren	1979	7 906	824	22	7 032	24	4
		1991	9 336	1 498	200	7 582	8	48
59	Gummiverarbeitung	1979	10 551	550	0	9 952	49	0
		1991	7 640	508	5	7 048	32	47
61	Ledererzeugung	1979	2 771	118	175	2 317	151	11
		1991	2 045	19	199	1 711	116	0
62	Lederverarbeitung	1979	209	1	0	201	6	2
		1991	84	0	0	84	1	0
63	Textilgewerbe	1979	58 748	1 900	2 486	53 691	233	438
		1991	35 245	188	2 398	32 500	79	79
64	Bekleidungs-gewerbe	1979	1 130	51	18	1 059	3	0
		1991	507	3	57	436	3	8
68	Ernährungsgewerbe	1979	45 683	2 322	2 351	39 994	193	822
		1991	45 878	1 408	2 922	40 810	518	221
69	Tabakverarbeitung	1979	233	54	0	175	3	0
		1991	102	66	0	29	8	0
21 - 69	Insgesamt	1979	900 142	69 466	65 930	752 985	2 482	9 279
		1991	767 391	54 266	65 498	628 091	6 016	13 520

1) Überhöht um den Fremdbezug von anderen Betrieben. - 2) An die öffentliche Wasserversorgung und andere Betriebe.

Tabelle 5. Einfachnutzung im Bergbau und Verarbeitenden Gewerbe in Baden-Württemberg 1979 und 1991 nach Wirtschaftsgruppen

SYUM-Nr.	Wirtschaftsgruppe	Jahr	Einfachnutzung insgesamt	Davon genutzt als			
				Kühlwasser für		Produktionswasser ¹⁾	Belegschaftswasser
				Produktionsanlagen	Stromerzeugungsanlagen		
1 000 m ³							
21	Bergbau	1979	757	0	0	712	45
		1991	930	14	0	895	21
22	Mineralölverarbeitung	1979	36 788	19 933	14 892	1 843	120
		1991	33 398	15 725	14 207	3 251	216
25./2516	Gewinnung und Verarbeitung von Steinen und Erden	1979	16 541	6 641	84	9 156	660
		1991	14 123	5 014	8	8 609	492
2516	Gewinnung von Sand und Kies	1979	55 140	0	0	55 073	67
		1991	48 452	0	0	48 404	48
27	Eisenschaffende Industrie	1979	17 515	17 395	0	110	9
		1991	87	0	0	0	87
28	NE-Metallerzeugung, NE-Metallhalbzeugwerke	1979	19 279	5 017	1 615	12 259	388
		1991	8 434	6 941	374	854	264
29	Gießerei	1979	3 834	2 457	1	541	834
		1991	3 142	2 158	0	529	455
30	Ziehereien, Kaltwalzwerke, Stahlverformung usw.	1979	7 111	4 371	2	1 931	807
		1991	5 578	3 564	0	1 406	608
31	Stahl- und Leichtmetallbau, Schienenfahrzeugbau	1979	334	33	0	117	184
		1991	415	39	0	127	250
32	Maschinenbau	1979	26 222	9 095	8 454	4 002	4 671
		1991	18 233	5 669	6 372	1 712	4 479
33	Straßenfahrzeugbau usw.	1979	20 616	10 131	405	5 732	4 349
		1991	11 495	2 316	8	4 780	4 391
34/35	Schiff-, Luft- und Raumfahrzeugbau	1979	620	269	0	228	123
		1991	625	472	0	15	137
36	Elektrotechnik	1979	14 466	6 019	208	4 614	3 625
		1991	10 376	2 933	12	3 984	3 448
37	Feinmechanik, Optik, Herstellung von Uhren	1979	3 004	664	9	1 300	1 031
		1991	1 598	226	1	637	734
38	Herstellung von Eisen-, Blech- und Metallwaren	1979	8 215	2 408	1 702	3 045	1 059
		1991	6 214	1 707	2 004	1 533	970
39	Herstellung von Musikinstrumenten, Spielwaren usw.	1979	1 123	262	1	519	342
		1991	701	147	5	299	250
40	Chemische Industrie	1979	209 575	169 846	10 714	27 222	1 793
		1991	192 773	138 351	20 147	32 099	2 176

Fußnoten siehe letzte Seite der Tabelle.

Noch: Tabelle 5. Einfachnutzung im Bergbau und Verarbeitenden Gewerbe in Baden-Württemberg 1979 und 1991 nach Wirtschaftsgruppen

SYUM-Nr.	Wirtschaftsgruppe	Jahr	Einfachnutzung insgesamt	Davon genutzt als			
				Kühlwasser für		Produktionswasser ¹⁾	Belegschaftswasser
				Produktionsanlagen	Stromerzeugungsanlagen		
1 000 m ³							
50	Herstellung von Büromaschinen, Datenverarbeitungsgeräten und -einrichtungen	1979	922	25	0	663	234
		1991	1 851	34	0	1 353	463
51	Feinkeramik	1979	384	66	22	204	92
		1991	136	9	0	58	69
52	Herstellung und Verarbeitung von Glas	1979	2 439	1 786	2	531	120
		1991	2 787	2 054	2	553	178
53	Holzbearbeitung	1979	2 439	206	324	1 745	164
		1991	1 939	205	3	1 583	148
54	Holzverarbeitung	1979	2 144	311	787	459	586
		1991	2 066	183	992	457	435
55	Holzschliff-, Zellstoff-, Papier- und Pappeerzeugung	1979	184 410	10 871	124 284	48 726	528
		1991	169 565	45 477	80 799	42 465	824
56	Papier- und Pappeverarbeitung	1979	1 942	746	128	703	364
		1991	1 139	415	2	385	337
57	Druckerei	1979	2 740	840	41	1 189	669
		1991	1 832	649	5	549	630
58	Herstellung von Kunststoffwaren	1979	7 032	5 582	0	833	617
		1991	7 582	5 777	56	829	920
59	Gummiverarbeitung	1979	9 952	2 425	4 242	2 899	386
		1991	7 048	2 680	2 339	1 744	286
61	Ledererzeugung	1979	2 317	46	331	1 877	62
		1991	1 711	30	579	1 061	41
62	Lederverarbeitung	1979	201	13	0	49	139
		1991	84	4	0	11	69
63	Textilgewerbe	1979	53 691	6 274	17 186	28 938	1 293
		1991	32 500	6 888	4 023	20 738	851
64	Bekleidungs-gewerbe	1979	1 059	35	3	748	273
		1991	436	3	0	266	167
68	Ernährungsgewerbe	1979	39 994	18 356	384	20 162	1 092
		1991	40 810	17 909	266	21 339	1 296
69	Tabakverarbeitung	1979	175	6	0	134	36
		1991	29	0	0	20	9
21 - 69	Insgesamt	1979	752 985	302 131	185 823	238 266	26 765
		1991	628 091	267 593	132 204	202 544	25 750

1) Einschließlich Kesselspeisewasser.

Tabelle 6. Mehrfach- und Kreislaufwassernutzung im Bergbau und Verarbeitenden Gewerbe in Baden-Württemberg 1979 und 1991 nach Wirtschaftsgruppen

SYM-Nr.	Wirtschaftsgruppe	Jahr	Mehrfach-nutzung insgesamt	Davon genutzt für		Kreislauf-nutzung insgesamt	Davon genutzt für	
				Kühlzwecke	Produktions-zwecke		Kühlzwecke	Produktions-zwecke ¹⁾
1 000 m ³								
21	Bergbau	1979	0	0	0	1 539	1 539	0
		1991	21	11	11	3 523	2 428	1 095
22	Mineralölverarbeitung	1979	599	299	299	268 450	268 450	0
		1991	4	2	2	271 590	271 590	0
25./2516	Gewinnung und Verarbeitung von Steinen und Erden	1979	834	421	413	35 237	11 813	23 423
		1991	1 372	515	858	48 692	25 498	23 194
2516	Gewinnung von Sand und Kies	1979	0	0	0	0	0	0
		1991	3 467	0	3 467	1 937	12	1 925
27	Eisenschaffende Industrie	1979	0	0	0	20 095	20 045	50
		1991	6	6	0	74 972	74 900	72
28	NE-Metallerzeugung, NE-Metallhalbzeugwerke	1979	505	252	252	25 113	24 546	567
		1991	473	162	311	26 880	23 088	3 792
29	Gießerei	1979	143	42	100	12 323	11 661	662
		1991	287	138	148	18 523	17 746	777
30	Ziehereien, Kaltwalzwerke, Stahlverformung usw.	1979	901	450	450	22 417	20 999	1 419
		1991	441	226	215	15 293	13 098	2 196
31	Stahl- und Leichtmetallbau, Schienenfahrzeugbau	1979	0	0	0	482	1	481
		1991	2	0	2	414	133	282
32	Maschinenbau	1979	1 132	566	566	40 623	31 514	9 109
		1991	973	802	171	69 010	44 790	24 220
33	Straßenfahrzeugbau usw.	1979	3 790	2 937	853	451 905	216 133	235 771
		1991	2 219	1 070	1 149	835 484	309 974	526 510
34/35	Schiff-, Luft- und Raumfahrzeugbau	1979	0	0	0	56	56	0
		1991	0	0	0	0	0	0
36	Elektrotechnik	1979	2 715	1 700	1 016	65 672	54 265	11 407
		1991	1 626	739	888	91 997	73 672	18 326
37	Feinmechanik, Optik, Herstellung von Uhren	1979	428	226	202	3 412	1 746	1 665
		1991	638	355	283	46 491	5 415	41 076
38	Herstellung von Eisen-, Blech- und Metallwaren	1979	637	318	318	11 381	9 442	1 940
		1991	682	229	453	26 865	22 340	4 525
39	Herstellung von Musikinstrumenten, Spielwaren usw.	1979	100	50	50	1 502	1 396	106
		1991	54	25	28	1 093	895	198
40	Chemische Industrie	1979	24 999	14 330	10 669	176 467	140 801	35 666
		1991	23 531	14 910	8 621	245 202	191 544	53 658

Fußnoten siehe letzte Seite der Tabelle.

Noch: **Tabelle 6. Mehrfach- und Kreislaufwassernutzung im Bergbau und Verarbeitenden Gewerbe in Baden-Württemberg 1979 und 1991 nach Wirtschaftsgruppen**

SYUM-Nr.	Wirtschaftsgruppe	Jahr	Mehrfach-nutzung insgesamt	Davon genutzt für		Kreislauf-nutzung insgesamt	Davon genutzt für	
				Kühlzwecke	Produktions-zwecke		Kühlzwecke	Produktions-zwecke ¹⁾
1 000 m ³								
50	Herstellung von Büromaschinen, Datenverarbeitungsgeräten und -einrichtungen	1979	0	0	0	25 087	24 521	566
		1991	174	46	128	4 991	4 972	20
51	Feinkeramik	1979	104	74	30	2 375	2 376	0
		1991	39	39	0	5 324	5 259	66
52	Herstellung und Verarbeitung von Glas	1979	7	4	4	5 587	5 460	127
		1991	41	12	29	26 356	25 711	645
53	Holzbearbeitung	1979	0	0	0	14 870	6 455	8 415
		1991	0	0	0	1 274	1 180	94
54	Holzverarbeitung	1979	36	19	16	6 565	5 451	1 113
		1991	56	33	23	2 157	1 472	685
55	Holzschliff-, Zellstoff-, Papier- und Pappeerzeugung	1979	93 703	47 818	45 885	536 460	18 773	517 686
		1991	96 463	44 525	51 938	462 515	37 913	424 602
56	Papier- und Pappe- verarbeitung	1979	292	151	141	32 282	2 439	29 846
		1991	501	248	253	6 296	1 056	5 240
57	Druckerei	1979	46	23	23	10 066	9 982	84
		1991	44	6	38	17 833	17 729	105
58	Herstellung von Kunststoff- waren	1979	45	22	22	52 410	42 564	9 846
		1991	399	237	162	89 386	74 207	15 179
59	Gummiverarbeitung	1979	0	0	0	46 286	45 956	331
		1991	9	9	0	31 481	30 681	800
61	Ledererzeugung	1979	375	137	237	.	0	.
		1991	402	231	170	189	92	97
62	Lederverarbeitung	1979	0	0	0	.	5	.
		1991	0	0	0	0	0	0
63	Textilgewerbe	1979	4 978	3 134	1 844	5 519	2 443	3 076
		1991	7 025	3 771	3 254	2 839	899	1 941
64	Bekleidungs-gewerbe	1979	35	18	18	888	888	0
		1991	115	31	84	170	2	169
68	Ernährungsgewerbe	1979	4 796	3 036	1 761	85 168	67 689	17 479
		1991	6 102	3 871	2 232	155 513	85 057	70 456
69	Tabakverarbeitung	1979	0	0	0	10 083	10 083	0
		1991	0	0	0	3 124	3 096	29
21 - 69	Insgesamt	1979	141 199	76 028	65 170	1 970 331	1 059 495	910 836
		1991	147 167	72 250	74 917	2 588 420	1 366 449	1 221 971

1) Einschließlich Kesselspeisewasser.

Tabelle 7. Wasseraufkommen im Bergbau und Verarbeitenden Gewerbe in Baden-Württemberg 1979 bis 1991 nach Wirtschaftsgruppe

SYM-Nr.	Wirtschaftsgruppe	Wasseraufkommen ¹⁾			
		1979	1983	1987	1991
		1 000 m ³			
21	Bergbau	3 833	5 127	5 345	4 424
22	Mineralölverarbeitung	45 030	40 313	43 099	38 785
25./2516	Gewinnung und Verarbeitung von Steinen und Erden	18 585	16 772	21 744	20 637
2516	Gewinnung von Sand und Kies	55 155	56 465	40 457	50 777
27	Eisenschaffende Industrie	17 648	15 075	18 837	18 714
28	NE-Metallerzeugung, NE-Metallhalbzeugwerke	19 941	17 399	15 742	9 485
29	Gießerei	4 223	3 590	3 726	3 533
30	Ziehereien, Kaltwalzwerke, Stahlverformung usw.	7 996	7 241	6 462	6 267
31	Stahl- und Leichtmetallbau, Schienenfahrzeugbau	346	317	403	418
32	Maschinenbau	28 062	21 031	21 294	20 003
33	Straßenfahrzeugbau usw.	26 341	20 622	18 599	15 306
34/35	Schiff-, Luft- und Raumfahrzeugbau	621	667	670	625
36	Elektrotechnik	16 693	13 741	13 898	12 289
37	Feinmechanik, Optik, Herstellung von Uhren	3 364	2 632	2 476	2 018
38	Herstellung von Eisen-, Blech- und Metallwaren	9 215	7 620	7 197	6 787
39	Herstellung von Musikinstrumenten, Spielwaren usw.	1 251	1 246	918	788
40	Chemische Industrie	228 018	198 485	223 027	216 021
50	Herstellung von Büromaschinen, Datenverarbeitungsgeräten und -einrichtungen	1 369	1 691	2 050	2 163
51	Feinkeramik	449	274	206	183
52	Herstellung und Verarbeitung von Glas	3 125	2 812	2 833	3 245
53	Holzbearbeitung	3 596	2 608	1 706	2 109
54	Holzverarbeitung	2 579	2 521	2 201	2 189
55	Holzschliff-, Zellstoff-, Papier- und Pappeerzeugung	269 761	225 407	208 136	225 972
56	Papier- und Pappeverarbeitung	2 876	1 806	1 779	1 817
57	Druckerei	2 832	2 091	1 967	1 998
58	Herstellung von Kunststoffwaren	7 906	6 830	8 178	9 336
59	Gummiverarbeitung	10 551	6 822	8 403	7 640
61	Ledererzeugung	2 771	2 096	1 812	2 045
62	Lederverarbeitung	209	189	174	84
63	Textilgewerbe	58 748	43 638	37 621	35 245
64	Bekleidungs-gewerbe	1 130	787	695	507
68	Ernährungsgewerbe	45 683	41 632	40 339	45 878
69	Tabakverarbeitung	233	233	186	102
21 - 69	Insgesamt	900 142	769 783	762 177	767 391

1) Überhöht um den Fremdbezug von anderen Betrieben.

Tabelle 8. Wasseraufkommen im Bergbau und Verarbeitenden Gewerbe in Baden-Württemberg 1979 bis 1991 nach der Größe des Wasseraufkommens 1991 in den Wirtschaftsgruppen

SYUM-Nr.	Wirtschaftsgruppe	Wasseraufkommen ¹⁾			
		1979	1983	1987	1991
		1 000 m ³			
55	Holzschliff-, Zellstoff-, Papier- und Pappeerzeugung	269 761	225 407	208 136	225 972
40	Chemische Industrie	228 018	198 485	223 027	216 021
2516	Gewinnung von Sand und Kies	55 155	56 465	40 457	50 777
68	Ernährungsgewerbe	45 683	41 632	40 339	45 878
22	Mineralölverarbeitung	45 030	40 313	43 099	38 785
63	Textilgewerbe	58 748	43 638	37 621	35 245
25./2516	Gewinnung und Verarbeitung von Steinen und Erden	18 585	16 772	21 744	20 637
32	Maschinenbau	28 062	21 031	21 294	20 003
27	Eisenschaffende Industrie	17 648	15 075	18 837	18 714
33	Straßenfahrzeugbau usw.	26 341	20 622	18 599	15 306
36	Elektrotechnik	16 693	13 741	13 898	12 289
28	NE-Metallerzeugung, NE-Metallhalbzeugwerke	19 941	17 399	15 742	9 485
58	Herstellung von Kunststoff- waren	7 906	6 830	8 178	9 336
59	Gummiverarbeitung	10 551	6 822	8 403	7 640
38	Herstellung von Eisen-, Blech- und Metallwaren	9 215	7 620	7 197	6 787
30	Ziehereien, Kaltwalzwerke, Stahlverformung usw.	7 996	7 241	6 462	6 267
21	Bergbau	3 833	5 127	5 345	4 424
29	Gießerei	4 223	3 590	3 726	3 533
52	Herstellung und Verarbeitung von Glas	3 125	2 812	2 833	3 245
54	Holzverarbeitung	2 579	2 521	2 201	2 189
50	Herstellung von Büromaschinen, Datenverarbeitungsgeräten und -einrichtungen	1 369	1 691	2 050	2 163
53	Holzbearbeitung	3 596	2 608	1 706	2 109
61	Ledererzeugung	2 771	2 096	1 812	2 045
37	Feinmechanik, Optik, Herstellung von Uhren	3 364	2 632	2 476	2 018
57	Druckerei	2 832	2 091	1 967	1 998
56	Papier- und Pappe- verarbeitung	2 876	1 806	1 779	1 817
39	Herstellung von Musik- instrumenten, Spielwaren usw.	1 251	1 246	918	788
34/35	Schiff-, Luft- und Raum- fahrzeugbau	621	667	670	625
64	Bekleidungs-gewerbe	1 130	787	695	507
31	Stahl- und Leichtmetallbau, Schienenfahrzeugbau	346	317	403	418
51	Feinkeramik	449	274	206	183
69	Tabakverarbeitung	233	233	186	102
62	Lederverarbeitung	209	189	174	84
21 - 69	Insgesamt	900 142	769 783	762 177	767 391

1) Überhöht um den Fremdbezug von anderen Betrieben.

Tabelle 9. Wasseraufkommen* im Bergbau und Verarbeitenden Gewerbe Baden-Württembergs 1979 und 1991 nach Wirtschaftsgruppen

SYM-Nr.	Wirtschaftsgruppe	Wasseraufkommen		Oberflächenwasser / Uferfiltrat		Grund- / Quellwasser	
		1979	1991	1979	1991	1979	1991
		1 000 m³					
55	Holzschliff-, Zellstoff-, Papier- und Pappeerzeugung	268 711	224 966	241 337	209 616	27 374	15 350
40	Chemische Industrie	221 126	204 847	164 891	150 497	56 235	54 350
2516	Gewinnung von Sand und Kies	55 095	50 740	37 917	35 620	17 177	15 120
22	Mineralölverarbeitung	44 447	38 544	37 549	31 891	6 898	6 653
68	Ernährungsgewerbe	32 933	31 621	7 703	12 813	25 231	18 808
63	Textilgewerbe	52 733	31 265	32 912	16 423	19 821	14 842
27	Eisenschaffende Industrie	17 502	18 622	0	18 622	17 502	0
25./2516	Gewinnung und Verarbeitung von Steinen und Erden	16 348	18 356	8 255	10 911	8 093	7 445
32	Maschinenbau	20 173	14 266	4 008	1 844	16 166	12 422
28	NE-Metallerzeugung, NE-Metallhalbzeugwerke	19 334	9 130	11 740	6 702	7 594	2 428
33	Straßenfahrzeugbau usw.	16 859	7 546	7 729	2 817	9 130	4 729
58	Herstellung von Kunststoffwaren	5 203	7 122	788	1 408	4 415	5 714
59	Gummiverarbeitung	9 937	7 052	3 307	2 517	6 630	4 535
30	Ziehereien, Kaltwalzwerke, Stahlverformung usw.	6 064	4 746	1 181	2 686	4 883	2 060
38	Herstellung von Eisen-, Blech- und Metallwaren	5 408	4 705	1 882	2 712	3 525	1 993
21	Bergbau	3 775	4 379	257	414	3 519	3 965
36	Elektrotechnik	7 475	4 046	1 127	289	6 348	3 757
52	Herstellung und Verarbeitung von Glas	2 771	2 868	311	21	2 461	2 847
29	Gießerei	3 178	2 801	2 136	2 130	1 042	671
61	Ledererzeugung	2 430	1 793	1 028	1 190	1 402	603
53	Holzbearbeitung	2 803	1 650	1 220	1 351	1 583	299
54	Holzverarbeitung	1 481	1 429	864	1 094	617	335
57	Druckerei	1 324	843	0	0	1 324	843
34/35	Schiff-, Luft- und Raumfahrzeugbau	552	565	262	271	290	294
56	Papier- und Pappeverarbeitung	1 635	512	1 511	271	123	241
37	Feinmechanik, Optik, Herstellung von Uhren	1 133	297	595	46	538	251
39	Herstellung von Musikinstrumenten, Spielwaren usw.	470	295	96	112	375	183
64	Bekleidungsindustrie	477	188	75	104	403	84
50	Herstellung von Büromaschinen, Datenverarbeitungsgeräten und einrichtungen	246	102	0	0	246	102
69	Tabakverarbeitung	142	75	0	0	142	75
31	Stahl- und Leichtmetallbau, Schienenfahrzeugbau	75	70	0	0	75	70
51	Feinkeramik	256	60	28	0	227	60
62	Lederverarbeitung	6	1	2	1	4	0
21 - 69	Insgesamt	822 103	695 503	570 709	514 375	251 393	181 128

*) Nur Eigengewinnung.

Tabelle 10. Zusammensetzung des Wasseraufkommens im Bergbau und Verarbeitenden Gewerbe in den Stadt- und Landkreisen Baden-Württembergs 1991

Kreis Land	Wasser- aufkommen ¹⁾	Davon					
		Eigengewinnung				Fremdbezug	
		Oberflächen- wasser	Ufer- filtrat	Grund- wasser	Quell- wasser	aus dem öffentlichen Netz	von anderen Betrieben
1 000 m ³							
Stadtkreis							
Stuttgart, Landeshauptstadt	9 093	1 444	0	1 492	13	6 033	111
Landkreise							
Böblingen	5 337	331	0	876	133	3 997	0
Esslingen	8 557	1 014	100	4 230	66	3 146	0
Göppingen	7 957	3 941	44	1 060	681	2 230	0
Ludwigsburg	7 503	801	0	3 559	339	2 746	58
Rems-Murr-Kreis	4 398	1 137	0	663	413	2 096	89
Stadtkreis							
Heilbronn	32 254	29 136	25	1 708	0	1 385	0
Landkreise							
Heilbronn	11 385	7 584	142	1 803	299	1 459	98
Hohenlohekreis	6 242	5 126	0	367	85	663	0
Schwäbisch Hall	2 340	370	0	125	27	1 656	162
Main-Tauber-Kreis	1 159	1	0	462	61	635	0
Heidenheim	13 900	596	0	5 998	6 144	878	285
Ostalbkreis	10 850	7 417	0	1 548	53	1 813	20
Stadtkreise							
Baden-Baden	1 352	1 191	28	15	0	119	0
Karlsruhe	98 958	46 093	40 348	10 856	0	1 596	65
Landkreise							
Karlsruhe	22 126	15 620	156	4 067	88	2 147	48
Rastatt	60 079	51 516	1 331	5 584	4	1 634	10
Stadtkreise							
Heidelberg	1 342	0	0	453	31	858	0
Mannheim	68 782	49 004	18	16 566	0	2 976	218
Landkreise							
Neckar-Odenwald-Kreis	828	153	0	99	62	514	1
Rhein-Neckar-Kreis	17 824	5 209	90	7 399	464	3 000	1 662
Stadtkreis							
Pforzheim	5 088	1 252	0	2 863	45	929	0
Landkreise							
Calw	1 246	253	0	0	592	401	0
Enzkreis	9 474	7 555	0	863	120	936	0
Freudenstadt	4 380	2 995	79	411	485	410	0
Stadtkreis							
Freiburg im Breisgau	16 907	8 152	0	7 584	0	1 106	64
Landkreise							
Breisgau-Hochschwarzwald	12 125	4 404	0	7 089	68	563	2
Emmendingen	2 845	773	0	1 789	4	262	18
Ortenaukreis	62 827	23 282	25 080	12 515	204	1 560	186
Rothweil	3 211	1 396	1	427	425	962	0
Schwarzwald-Baar-Kreis	8 617	4 852	1 248	1 116	165	1 233	3
Tuttlingen	1 239	141	19	546	66	468	0
Konstanz	7 878	3 606	0	3 090	17	1 140	24
Lörrach	124 729	89 517	0	30 309	84	1 381	3 438
Waldshut	39 708	25 016	574	12 907	405	777	29
Reutlingen	8 880	5 902	0	788	142	1 911	138
Tübingen	3 297	1 696	50	713	190	647	0
Zollernalbkreis	3 897	414	0	863	374	2 209	37
Stadtkreis							
Ulm	2 694	0	0	1 275	157	1 255	7
Landkreise							
Alb-Donau-Kreis	19 327	12 992	485	4 815	373	662	0
Biberach	2 955	360	0	1 289	230	1 074	2
Bodenseekreis	2 920	1 728	53	385	0	754	0
Ravensburg	22 922	15 014	0	4 654	865	2 351	38
Sigmaringen	7 959	4 800	721	1 724	210	499	5
Baden-Württemberg	767 391	443 784	70 591	166 945	14 183	65 069	6 819

1) Überhöht um den Fremdbezug von anderen Betrieben.

Tabelle 11. Wasseraufkommen im Bergbau und Verarbeitenden Gewerbe in den Stadt- und Landkreisen Baden-Württembergs 1979 bis 1991

Kreis Land	Wasseraufkommen ¹⁾			
	1979	1983	1987	1991
	1 000 m ³			
Stadtkreis				
Stuttgart, Landeshauptstadt	14 488	12 109	10 976	9 093
Landkreise				
Böblingen	4 838	4 886	5 198	5 337
Esslingen	15 198	11 609	10 409	8 557
Göppingen	11 197	10 155	9 771	7 957
Ludwigsburg	14 290	12 344	15 257	7 503
Rems-Murr-Kreis	6 021	5 222	5 007	4 398
Stadtkreis				
Heilbronn	38 088	32 178	34 991	32 254
Landkreise				
Heilbronn	14 205	12 542	11 386	11 385
Hohenlohekreis	7 898	6 866	5 587	6 242
Schwäbisch Hall	2 062	1 895	1 890	2 340
Main-Tauber-Kreis	1 637	1 118	1 154	1 159
Heidenheim	18 129	14 440	15 931	13 900
Ostalbkreis	17 474	14 679	11 589	10 850
Stadtkreise				
Baden-Baden	1 046	920	1 054	1 352
Karlsruhe	93 525	85 605	94 015	98 958
Landkreise				
Karlsruhe	30 500	30 128	24 888	22 126
Rastatt	60 108	48 342	42 149	60 079
Stadtkreise				
Heidelberg	1 559	1 664	1 168	1 342
Mannheim	74 212	63 838	58 060	68 782
Landkreise				
Neckar-Odenwald-Kreis	1 522	1 225	1 243	828
Rhein-Neckar-Kreis	25 743	20 066	20 847	17 824
Stadtkreis				
Pforzheim	6 656	6 395	5 680	5 088
Landkreise				
Calw	1 992	1 086	1 074	1 246
Enzkreis	3 755	4 414	3 280	9 474
Freudenstadt	5 161	5 744	5 040	4 380
Stadtkreis				
Freiburg im Breisgau	16 193	16 119	19 718	16 907
Landkreise				
Breisgau-Hochschwarzwald	14 947	12 561	9 815	12 125
Emmendingen	10 937	3 078	3 175	2 845
Ortenaukreis	47 808	52 489	58 071	62 827
Rottweil	3 197	3 179	2 721	3 211
Schwarzwald-Baar-Kreis	4 899	6 383	8 729	8 617
Tuttlingen	1 975	1 835	1 501	1 239
Konstanz	8 976	7 485	7 117	7 878
Lörrach	139 921	119 132	125 190	124 729
Waldshut	67 148	50 367	51 107	39 708
Reutlingen	11 591	9 758	10 015	8 880
Tübingen	5 608	5 733	4 021	3 297
Zollernalbkreis	4 818	4 857	4 652	3 897
Stadtkreis				
Ulm	5 314	3 025	2 595	2 694
Landkreise				
Alb-Donau-Kreis	14 724	14 931	16 202	19 327
Biberach	5 414	4 286	3 217	2 955
Bodenseekreis	5 928	3 755	3 254	2 920
Ravensburg	51 881	34 680	26 478	22 922
Sigmaringen	7 587	6 656	6 956	7 959
Baden-Württemberg	900 142	789 783	762 177	767 391

1) Überhöht um den Fremdbezug von anderen Betrieben.

Tabelle 12. Wasseraufkommen* im Bergbau und Verarbeitenden Gewerbe in den Stadt- und Landkreisen Baden-Württembergs 1979 und 1991

Kreis (Lk=Landkreis/ Sk=Stadtkreis) Land	Wasseraufkommen		Oberflächenwasser / Uferfiltrat		Grund- / Quellwasser	
	1979	1991	1979	1991	1979	1991
	1 000 m ³					
Lk Lörrach	138 087	119 910	103 672	89 517	34 414	30 393
Sk Karlsruhe	91 826	97 297	80 263	86 441	11 563	10 856
Sk Mannheim	70 011	65 588	38 523	49 022	31 487	16 566
Lk Ortenaukreis	46 233	61 081	12 110	48 362	34 123	12 719
Lk Rastatt	58 478	58 435	49 458	52 847	9 019	5 588
Lk Waldshut	66 305	38 902	53 873	25 590	12 432	13 312
Sk Heilbronn	36 624	30 869	34 208	29 161	2 416	1 708
Lk Ravensburg	49 504	20 533	45 011	15 014	4 492	5 519
Lk Karlsruhe	28 109	19 931	22 318	15 776	5 790	4 155
Lk Alb-Donau-Kreis	14 098	18 665	9 565	13 477	4 532	5 188
Sk Freiburg im Breisgau	14 977	15 736	6 328	8 152	8 649	7 584
Lk Rhein-Neckar-Kreis	21 292	13 162	9 907	5 299	11 385	7 863
Lk Heidenheim	16 711	12 738	1 043	596	15 667	12 142
Lk Breisgau-Hochschwarzwald	14 412	11 561	8 002	4 404	6 410	7 157
Lk Heilbronn	12 974	9 828	11 099	7 726	1 875	2 102
Lk Ostalbkreis	15 414	9 018	13 634	7 417	1 781	1 601
Lk Enzkreis	2 432	8 538	1 003	7 555	1 430	983
Lk Sigmaringen	6 929	7 455	6 043	5 521	886	1 934
Lk Schwarzwald-Baar-Kreis	3 668	7 381	893	6 100	2 775	1 281
Lk Reutlingen	9 244	6 832	7 763	5 902	1 482	930
Lk Konstanz	7 402	6 713	3 810	3 606	3 592	3 107
Lk Göppingen	7 463	5 726	5 890	3 985	1 572	1 741
Lk Hohenlohekreis	7 490	5 578	6 803	5 126	686	452
Lk Esslingen	11 691	5 410	4 722	1 114	6 969	4 296
Lk Ludwigsburg	10 501	4 699	5 150	801	5 351	3 898
Sk Pforzheim	5 246	4 160	2 629	1 252	2 617	2 908
Lk Freudenstadt	4 591	3 970	3 963	3 074	628	896
Sk Stuttgart, Landeshauptstadt	6 530	2 949	3 620	1 444	2 909	1 505
Lk Tübingen	4 887	2 649	2 443	1 746	2 444	903
Lk Emmendingen	10 656	2 566	5 011	773	5 645	1 793
Lk Rottweil	2 246	2 249	1 488	1 397	759	852
Lk Rems-Murr-Kreis	3 626	2 213	1 130	1 137	2 496	1 076
Lk Bodenseekreis	4 864	2 166	4 145	1 781	719	385
Lk Biberach	4 068	1 879	1 207	360	2 861	1 519
Lk Zollernalbkreis	1 428	1 651	236	414	1 193	1 237
Sk Ulm	2 694	1 432	15	0	2 679	1 432
Lk Böblingen	1 476	1 340	414	331	1 061	1 009
Sk Baden-Baden	913	1 234	857	1 219	56	15
Lk Calw	1 605	845	684	253	921	592
Lk Tuttlingen	1 339	772	169	160	1 170	612
Lk Main-Tauber-Kreis	1 152	524	318	1	834	523
Lk Schwäbisch Hall	1 177	522	689	370	487	152
Sk Heidelberg	703	484	15	0	687	484
Lk Neckar-Odenwald-Kreis	1 025	314	582	153	443	161
Baden-Württemberg	822 103	695 503	570 709	514 375	251 393	181 128

*) Nur Eigengewinnung.

Tabelle 12a. Wasseraufkommen im Bergbau und Verarbeitenden Gewerbe in den Stadt- und Landkreisen Baden-Württembergs 1979 und 1991

Kreis (Lk=Landkreis/ Sk=Stadtkreis) Land	Wasseraufkommen insgesamt ¹⁾		Davon					
			Eigengewinnung				Fremdbezug	
	Oberflächenwasser / Uferfiltrat		Grund- / Quellwasser					
	1979	1991	1979	1991	1979	1991	1979	1991
	1 000 m ³							
Lk Lörrach	139 918	124 729	103 672	89 517	34 414	30 393	1 831	4 819
Sk Karlsruhe	93 525	98 958	80 263	86 441	11 563	10 856	1 699	1 660
Sk Mannheim	74 212	66 782	38 523	49 022	31 487	16 566	4 201	3 194
Lk Ortenaukreis	47 809	62 827	12 110	48 362	34 123	12 719	1 576	1 745
Lk Rastatt	60 109	60 079	49 458	52 847	9 019	5 588	1 631	1 644
Lk Waldshut	67 146	39 708	53 873	25 590	12 432	13 312	841	806
Sk Heilbronn	38 088	32 254	34 208	29 161	2 416	1 708	1 464	1 385
Lk Ravensburg	51 882	22 922	45 011	15 014	4 492	5 519	2 378	2 389
Lk Karlsruhe	30 499	22 126	22 318	15 776	5 790	4 155	2 390	2 196
Lk Alb-Donau-Kreis	14 724	19 327	9 565	13 477	4 532	5 188	626	662
Lk Rhein-Neckar-Kreis	25 740	17 824	9 907	5 299	11 385	7 863	4 447	4 662
Sk Freiburg im Breisgau	16 193	16 907	6 328	8 152	8 649	7 584	1 216	1 171
Lk Heidenheim	18 128	13 900	1 043	596	15 667	12 142	1 417	1 163
Lk Breisgau-Hochschwarzwald	14 949	12 125	8 002	4 404	6 410	7 157	537	565
Lk Heilbronn	14 204	11 385	11 099	7 726	1 875	2 102	1 230	1 558
Lk Ostalbkreis	17 475	10 850	13 634	7 417	1 781	1 601	2 081	1 833
Lk Enzkreis	3 755	9 474	1 003	7 555	1 430	983	1 322	936
Sk Stuttgart, Landeshauptstadt	14 488	9 093	3 620	1 444	2 909	1 505	7 959	6 144
Lk Reutlingen	11 593	8 880	7 763	5 902	1 482	930	2 349	2 049
Lk Schwarzwald-Baar-Kreis	4 900	8 617	893	6 100	2 775	1 281	1 232	1 236
Lk Esslingen	15 202	8 557	4 722	1 114	6 969	4 296	3 511	3 146
Lk Sigmaringen	7 569	7 959	6 043	5 521	886	1 934	641	504
Lk Göppingen	11 198	7 957	5 890	3 985	1 572	1 741	3 735	2 230
Lk Konstanz	8 974	7 878	3 810	3 606	3 592	3 107	1 572	1 165
Lk Ludwigsburg	14 286	7 503	5 150	801	5 351	3 898	3 785	2 804
Lk Hohenlohekreis	7 899	6 242	6 803	5 126	686	452	409	663
Lk Böblingen	4 839	5 337	414	331	1 061	1 009	3 364	3 997
Sk Pforzheim	6 656	5 088	2 629	1 252	2 617	2 908	1 409	929
Lk Rems-Murr-Kreis	6 022	4 398	1 130	1 137	2 496	1 076	2 395	2 185
Lk Freudenstadt	5 161	4 380	3 963	3 074	628	896	570	410
Lk Zollernalbkreis	4 817	3 897	236	414	1 193	1 237	3 389	2 247
Lk Tübingen	5 607	3 297	2 443	1 746	2 444	903	720	647
Lk Rottweil	3 196	3 211	1 488	1 397	759	852	950	962
Lk Biberach	5 413	2 955	1 207	360	2 861	1 519	1 345	1 075
Lk Bodenseekreis	5 928	2 920	4 145	1 781	719	385	1 064	754
Lk Emmendingen	10 937	2 845	5 011	773	5 645	1 793	280	279
Sk Ulm	5 314	2 694	15	0	2 679	1 432	2 620	1 262
Lk Schwäbisch Hall	2 063	2 340	689	370	487	152	886	1 818
Sk Baden-Baden	1 046	1 352	857	1 219	56	15	133	119
Sk Heidelberg	1 559	1 342	15	0	687	484	856	858
Lk Calw	1 993	1 246	684	253	921	592	388	401
Lk Tuttlingen	1 972	1 239	169	160	1 170	612	633	468
Lk Main-Tauber-Kreis	1 637	1 159	318	1	834	523	485	635
Lk Neckar-Odenwald-Kreis	1 520	828	582	153	443	161	495	514
Baden-Württemberg	900 142	767 391	570 709	514 375	251 393	181 128	78 039	71 887

1) Überhöht um den Fremdbezug von anderen Betrieben.

Tabelle 13. Wasseraufkommen in ausgewählten Stadt- und Landkreisen Baden-Württembergs 1979 bis 1991

SYUM Nr.	Wirtschaftsgruppe	Wasseraufkommen				
		1991	1987	1983	1981	1979
		1 000 m³				
Landkreis Böblingen						
	Insgesamt	5 337	5 198	4 886	4 846	4 839
	darunter					
50	Herstellung von Büromaschinen, Datenverarbeitungsgeräten und -einrichtungen	1 896	1 665	1 279	1 385	1 141
33	Straßenfahrzeugbau usw.	1 813	1 943	1 733	1 645	1 624
25	Gewinnung und Verarbeitung von Steinen und Erden	527	508	618	586	673
Stadtkreis Karlsruhe						
	Insgesamt	98 958	94 015	85 605	90 952	93 525
	darunter					
55	Holzschliff-, Zellstoff-, Papier- und Pappeerzeugung	54 614	46 712	42 241	43 643	44 311
22	Mineralölverarbeitung	38 745	41 052	37 655	41 582	43 020
68	Ernährungsgewerbe	1 323	1 618	1 561	1 324	1 179
Landkreis Rastatt						
	Insgesamt	60 079	42 149	48 342	52 593	60 109
	darunter					
55	Holzschliff-, Zellstoff-, Papier- und Pappeerzeugung	45 242	32 149	33 221	36 698	40 311
25	Gewinnung und Verarbeitung von Steinen und Erden	11 406	6 443	11 710	11 922	13 352
33	Straßenfahrzeugbau usw.	1 493	1 319	951	1 011	1 218
Stadtkreis Mannheim						
	Insgesamt	68 782	58 060	63 838	64 077	74 212
	darunter					
55	Holzschliff-, Zellstoff-, Papier- und Pappeerzeugung	50 483	35 027	38 425	38 791	43 135
40	Chemische Industrie	10 089	10 271	10 349	9 262	12 485
68	Ernährungsgewerbe	3 523	4 388	4 272	4 589	5 389

Noch: Tabelle 13. Wasseraufkommen in ausgewählten Stadt- und Landkreisen Baden-Württembergs 1979 bis 1991

SYUM Nr.	Wirtschaftsgruppe	Wasseraufkommen				
		1991	1987	1983	1981	1979
		1 000 m³				
		Enzkreis				
	Insgesamt	9 474	3 280	4 414	4 592	3 755
	darunter					
68	Ernährungsgewerbe	7 761	1 575	2 110	2 089	1 115
55	Holzschliff-, Zellstoff-, Papier- und Pappeerzeugung	619	408	409	511	533
25	Gewinnung und Verarbeitung von Steinen und Erden	275	318	190	207	199
		Stadtkreis Freiburg				
	Insgesamt	16 907	19 718	16 119	15 858	16 193
	darunter					
40	Chemische Industrie	13 221	16 383	11 874	12 191	11 828
68	Ernährungsgewerbe	1 539	1 286	1 367	1 425	1 769
25	Gewinnung und Verarbeitung von Steinen und Erden	664	524	1 150	32	618
		Landkreis Breisgau-Hochschwarzwald				
	Insgesamt	12 125	9 815	12 561	13 382	14 949
	darunter					
25	Gewinnung und Verarbeitung von Steinen und Erden	5 927	4 214	6 058	5 754	5 970
55	Holzschliff-, Zellstoff-, Papier- und Pappeerzeugung	3 525	2 909	4 495	5 397	5 984
58	Herstellung von Kunststoff- waren	1 074	1 211	960	946	1 152
		Ortenaukreis				
	Insgesamt	62 827	58 071	52 489	47 558	47 809
	darunter					
40	Chemische Industrie	19 345	19 445	5 458	5 406	4 129
27	Eisenschaffende Industrie	18 707	18 821	15 049	12 435	17 626
25	Gewinnung und Verarbeitung von Steinen und Erden	12 800	9 275	9 405	8 847	7 438

Noch: Tabelle 13. Wasseraufkommen in ausgewählten Stadt- und Landkreisen Baden-Württembergs 1979 bis 1991

SYUM Nr.	Wirtschaftsgruppe	Wasseraufkommen				
		1991	1987	1983	1981	1979
		1 000 m³				
		Schwarzwald-Baar-Kreis				
	Insgesamt	8 617	8 729	6 383	6 266	4 900
	darunter					
25	Gewinnung und Verarbeitung von Steinen und Erden	4 397	4 348	1 307	1 200	228
68	Ernährungsgewerbe	2 199	2 177	2 539	2 128	1 917
28	NE-Metallerzeugung, NE-Metallhalbzeugwerke	391	373	784	716	589
		Alb-Donau-Kreis				
	Insgesamt	19 327	16 202	14 931	15 303	14 724
	darunter					
55	Holzschliff-, Zellstoff-, Papier- und Pappeerzeugung	10 364	9 970	8 823	8 350	7 990
25	Gewinnung und Verarbeitung von Steinen und Erden	5 527	3 901	4 180	5 217	4 759
58	Herstellung von Kunststoff- waren	2 193	1 063	406	333	447
		Landkreis Sigmaringen				
	Insgesamt	7 959	6 956	6 656	7 208	7 569
	darunter					
25	Gewinnung und Verarbeitung von Steinen und Erden	4 515	3 419	3 691	4 066	4 170
29	Gießerei	1 673	1 823	1 469	1 699	1 849
55	Holzschliff-, Zellstoff-, Papier- und Pappeerzeugung	720	662	418	419	453
		Landkreis Emmendingen				
	Insgesamt	2 845	3 175	3 078	7 233	10 937
	darunter					
25	Gewinnung und Verarbeitung von Steinen und Erden	842	801	421	459	969
63	Textilgewerbe	602	646	697	4 766	5 656
68	Ernährungsgewerbe	436	436	549	576	1 418

Noch: Tabelle 13. Wasseraufkommen in ausgewählten Stadt- und Landkreisen Baden-Württembergs 1979 bis 1991

SYUM Nr.	Wirtschaftsgruppe	Wasseraufkommen				
		1991	1987	1983	1981	1979
		1 000 m ³				
Landkreis Biberach						
	Insgesamt	2 955	3 217	4 286	5 267	5 413
	darunter					
40	Chemische Industrie	945	950	869	935	1 051
25	Gewinnung und Verarbeitung von Steinen und Erden	556	667	751	1 245	1 306
68	Ernährungsgewerbe	494	707	1 139	1 490	1 591
Bodenseekreis						
	Insgesamt	2 920	3 254	3 755	4 043	5 928
	darunter					
32	Maschinenbau	1 634	1 797	2 061	2 281	3 951
25	Gewinnung und Verarbeitung von Steinen und Erden	387	515	717	689	944
35	Luft- und Raumfahrzeugbau	296	337	328	270	264
Landkreis Ravensburg						
	Insgesamt	22 922	26 478	34 680	32 172	51 882
	darunter					
55	Holzschliff-, Zellstoff-, Papier- und Pappeerzeugung	14 389	19 357	28 086	25 810	45 179
63	Textilgewerbe	2 368	2 562	2 512	2 497	2 669
68	Ernährungsgewerbe	1 809	1 445	1 408	1 492	1 262

Tabelle 14. Vergleich von Prognose für 1990 und tatsächlich realisierter Menge 1991

SYUM-Nr.	Wirtschaftsgruppe	Im Betrieb tatsächlich eingesetzte Wassermenge		Prognosemenge ¹⁾ für 1990
		1979	1991	
		Mill. m ³		
21 - 69	Bergbau und Verarbeitendes Gewerbe	888,4	747,9	775,0
	darunter			
22	Mineralölverarbeitung	44,6	37,5	41,9
25./2516	Gewinnung und Verarbeitung von Steinen und Erden	17,6	15,7	16,4
2516	Gewinnung von Sand und Kies	55,2	50,3	51,5
27	Eisenschaffende Industrie	17,6	18,7	12,5
28	NE-Metallerzeugung, NE-Metallhalbzeugwerke	19,9	9,5	20,2
32	Maschinenbau	27,6	19,6	21,6
33	Straßenfahrzeugbau usw.	26,1	15,1	22,3
36	Elektrotechnik	16,9	12,2	11,6
38	Herstellung von Eisen-, Blech- und Metallwaren	9,2	6,8	5,0
40	Chemische Industrie	224,7	209,0	214,7
55	Holzschliff-, Zellstoff-, Papier- und Pappeerzeugung	269,0	225,9	215,3
59	Gummiverarbeitung	10,5	7,6	7,8
63	Textilgewerbe	58,1	35,1	42,9
68	Ernährungsgewerbe	44,7	45,1	40,4

1) Analyse und Prognose des Wasserbedarfs der Industrie in Baden-Württemberg, Bericht an das Umweltministerium, Battelle-Institut und Statistisches Landesamt Baden-Württemberg, Februar 1984.

Tabelle 15. Voraussichtlicher Wasserbedarf im Bergbau und Verarbeitenden Gewerbe in Baden-Württemberg 2005 nach Wirtschaftsgruppen

SYUM-Nr.	Wirtschaftsgruppe	Eingesetzte Wassermenge 1991	Voraussichtlicher Bedarf insgesamt 2005	Bedarf für Kühlzwecke		Bedarf für Produktionszwecke		Nachrichtlich Wasseraufkommen 1991 ¹⁾
				1991	2005	1991	2005	
Mill. m ³								
21	Bergbau	1,0	1,0	0,0	0,0	0,9	0,9	4,4
22	Mineralölverarbeitung	37,5	34,4	34,0	30,6	3,5	3,7	38,8
25./2516	Gewinnung und Verarbeitung von Steinen und Erden	15,7	15,2	5,6	5,5	10,1	9,7	20,6
2516	Gewinnung von Sand und Kies	50,3	48,2	0,0	0,0	50,3	48,2	50,8
27	Eisenschaffende Industrie	18,7	16,3	18,6	16,2	0,1	0,1	18,7
28	NE-Metallerzeugung, NE-Metallhalbzeugwerke	9,5	9,6	8,1	8,2	1,4	1,4	9,5
29	Gießerei	3,5	3,8	2,5	3,0	1,1	0,9	3,5
30	Ziehereien, Kaltwalzwerke, Stahlverformung usw.	6,1	4,0	3,9	2,7	2,2	1,3	6,3
31	Stahl- und Leichtmetallbau, Schienenfahrzeugbau	0,4	0,5	0,0	0,0	0,4	0,4	0,4
32	Maschinenbau	19,6	15,8	13,0	10,2	6,6	5,6	20,0
33	Straßenfahrzeugbau usw.	15,1	12,7	3,7	2,5	11,3	10,2	15,3
34/35	Schiff-, Luft- und Raumfahrzeugbau	0,6	0,6	0,5	0,5	0,2	0,2	0,6
36	Elektrotechnik	12,2	9,2	4,2	2,6	8,0	6,6	12,3
37	Feinmechanik, Optik, Herstellung von Uhren	2,0	1,5	0,4	0,3	1,6	1,2	2,0
38	Herstellung von Eisen-, Blech- und Metallwaren	6,8	5,4	4,0	3,4	2,7	2,0	6,8
39	Herstellung von Musikinstrumenten, Spielwaren usw.	0,8	0,7	0,2	0,2	0,6	0,5	0,8
40	Chemische Industrie	209,0	190,0	169,5	151,0	39,4	39,0	216,0
50	Herstellung von Büromaschinen, Datenverarbeitungsgeräten und -einrichtungen	2,2	1,7	0,3	0,2	1,9	1,5	2,2
51	Feinkeramik	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2
52	Herstellung und Verarbeitung von Glas	3,2	3,3	2,5	2,5	0,8	0,8	3,2
53	Holzbearbeitung	2,1	2,1	0,3	0,3	1,7	1,7	2,1
54	Holzverarbeitung	2,2	2,2	1,2	1,2	0,9	0,9	2,2
55	Holzschliff-, Zellstoff-, Papier- und Pappeerzeugung	225,9	208,5	147,2	135,8	78,8	72,7	226,0
56	Papier- und Pappeverarbeitung	1,8	1,3	0,6	0,5	1,2	0,8	1,8
57	Druckerei	2,0	2,0	0,8	0,8	1,2	1,2	2,0
58	Herstellung von Kunststoffwaren	9,3	8,3	7,2	6,3	2,1	2,0	9,3
59	Gummiverarbeitung	7,6	5,1	5,5	4,0	2,0	1,1	7,6
61	Ledererzeugung	1,9	1,4	0,7	0,6	1,2	0,8	2,0
62	Lederverarbeitung	0,1	0,1	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1
63	Textilgewerbe	35,1	21,7	12,3	7,6	22,8	14,1	35,2
64	Bekleidungs-gewerbe	0,5	0,4	0,0	0,0	0,5	0,3	0,5
68	Ernährungsgewerbe	45,1	45,5	20,8	20,1	24,3	25,4	45,9
69	Tabakverarbeitung	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,1
21 - 69	Insgesamt	747,9	672,7	467,9	417,1	279,9	255,7	767,4

1) Einschließlich an die öffentliche Wasserversorgung und andere Betriebe abgegeben sowie ungenutzt abgeleitet.

Tabelle 16. Voraussichtlicher Wasserbedarf im Bergbau und Verarbeitenden Gewerbe in den Stadt- und Landkreisen Baden-Württembergs 2005

Kreis Land	Eingesetzte Wasser- menge 1991	Voraus- sichtlicher Bedarf insgesamt 2005	Veränderung		Nachrichtlich
			absolut	%	Wasserauf- kommen ¹⁾ 1991 insgesamt
			± Mill. m ³		Mill. m ³
Stadtkreis					
Stuttgart, Landeshauptstadt	8,9	7,9	-1,0	-11,6	9,1
Landkreise					
Böblingen	5,3	4,4	-0,9	-16,6	5,3
Esslingen	8,5	7,4	-1,2	-13,7	8,6
Göppingen	7,9	6,6	-1,3	-16,7	8,0
Ludwigsburg	6,8	6,2	-0,7	-9,8	7,5
Rems-Murr-Kreis	4,3	3,8	-0,5	-12,3	4,4
Stadtkreis					
Heilbronn	32,2	29,1	-3,1	-9,6	32,3
Landkreise					
Heilbronn	10,9	10,4	-0,6	-5,4	11,4
Hohenlohekreis	6,1	4,1	-2,1	-33,6	6,2
Schwäbisch Hall	2,2	2,1	-0,2	-8,4	2,3
Main-Tauber-Kreis	1,1	1,1	0,0	0,9	1,2
Heidenheim	13,5	10,4	-3,0	-22,5	13,9
Ostalbkreis	10,7	9,2	-1,5	-13,8	10,9
Stadtkreise					
Baden-Baden	1,4	1,3	-0,1	-4,7	1,4
Karlsruhe	97,5	89,6	-7,9	-8,1	99,0
Landkreise					
Karlsruhe	22,1	20,0	-2,1	-9,5	22,1
Rastatt	60,0	55,5	-4,5	-7,5	60,1
Stadtkreise					
Heidelberg	1,3	1,2	-0,1	-9,2	1,3
Mannheim	68,4	62,9	-5,5	-8,1	68,8
Landkreise					
Neckar-Odenwald-Kreis	0,7	0,6	-0,1	-10,4	0,8
Rhein-Neckar-Kreis	16,4	13,8	-2,6	-15,8	17,8
Stadtkreis					
Pforzheim	2,2	2,0	-0,2	-9,7	5,1
Landkreise					
Calw	1,2	1,1	-0,1	-10,9	1,2
Enzkreis	9,5	9,0	-0,4	-4,5	9,5
Freudenstadt	4,2	3,9	-0,4	-8,5	4,4
Stadtkreis					
Freiburg im Breisgau	15,9	14,6	-1,3	-8,4	16,9
Landkreise					
Breisgau-Hochschwarzwald	12,1	11,2	-0,9	-7,3	12,1
Emmendingen	2,8	2,4	-0,4	-14,6	2,8
Ortenaukreis	62,2	56,6	-5,6	-9,0	62,8
Rottweil	3,2	2,8	-0,4	-12,5	3,2
Schwarzwald-Baar-Kreis	5,0	4,6	-0,4	-8,2	8,6
Tuttlingen	1,2	1,0	-0,2	-20,2	1,2
Konstanz	7,9	7,0	-0,9	-11,4	7,9
Lörrach	121,5	108,7	-12,8	-10,5	124,7
Waldshut	37,9	34,0	-3,9	-10,4	39,7
Reutlingen	8,9	7,7	-1,2	-13,4	8,9
Tübingen	3,3	2,3	-1,0	-29,2	3,3
Zollernalbkreis	3,8	2,8	-1,0	-26,8	3,9
Stadtkreis					
Ulm	2,7	2,3	-0,4	-16,2	2,7
Landkreise					
Alb-Donau-Kreis	19,3	17,8	-1,5	-8,0	19,3
Biberach	2,9	2,6	-0,3	-11,4	3,0
Bodenseekreis	2,9	2,5	-0,4	-14,9	2,9
Ravensburg	22,9	20,7	-2,2	-9,4	22,9
Sigmaringen	7,9	7,9	0,0	-0,4	8,0
Baden-Württemberg	747,9	672,7	-75,1	-10,0	767,4

1) Einschließlich an die öffentliche Wasserversorgung und andere Betriebe abgegeben sowie ungenutzt abgeleitet.

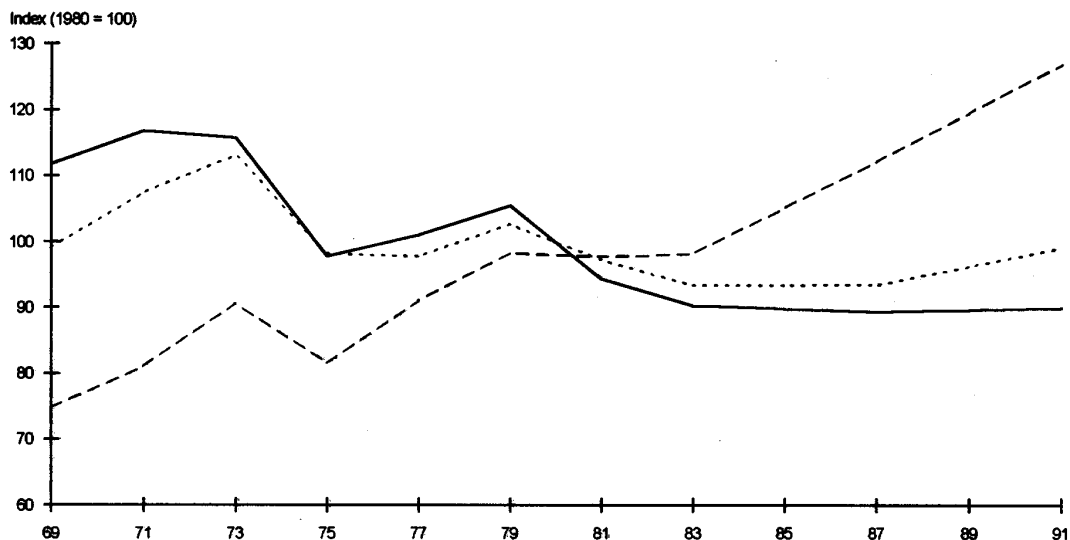
Tabelle 17. Produktionsentwicklung sowie Wassereinsparung im Bergbau und Verarbeitenden Gewerbe in Baden-Württemberg bis zum Jahr 2005 nach Wirtschaftsgruppen

SYUM-Nr.	Wirtschaftsgruppe	Produktionsentwicklung, jährliche Veränderungsrate Durchschnitt 1991 - 2005	Wassersparfaktoren, jährliche Einsparungsrate für	
			Kühlwasser	Produktionswasser
%				
21	Bergbau	0,0	0,0	0,0
22	Mineralölverarbeitung	2,0	2,7	1,5
25./2516	Gewinnung und Verarbeitung von Steinen und Erden	2,2	2,3	2,4
2516	Gewinnung von Sand und Kies	2,2	2,3	2,4
27	Eisenschaffende Industrie	2,2	3,0	3,2
28	NE-Metallerzeugung, NE-Metallhalbzugwerke	2,2	2,0	2,0
29	Gießerei	2,2	0,9	3,5
30	Ziehereien, Kaltwalzwerke, Stahlverformung usw.	1,9	4,9	5,7
31	Stahl- und Leichtmetallbau, Schienenfahrzeugbau	1,9	1,0	1,0
32	Maschinenbau	2,8	4,3	3,8
33	Straßenfahrzeugbau usw.	2,6	5,1	3,2
34/35	Schiff-, Luft- und Raumfahrzeugbau	1,0	1,0	1,0
36	Elektrotechnik	3,5	6,3	4,6
37	Feinmechanik, Optik, Herstellung von Uhren	3,5	5,5	5,0
38	Herstellung von Eisen-, Blech- und Metallwaren	2,9	4,0	4,7
39	Herstellung von Musikinstrumenten, Spielwaren usw.	2,2	3,5	2,5
40	Chemische Industrie	2,2	2,9	2,2
50	Herstellung von Büromaschinen, Datenverarbeitungsgeräten und -einrichtungen	3,5	6,3	4,9
51	Feinkeramik	2,0	2,0	1,2
52	Herstellung und Verarbeitung von Glas	2,0	2,0	1,2
53	Holzbearbeitung	2,0	2,0	2,0
54	Holzverarbeitung	2,0	2,0	2,0
55	Holzschliff-, Zellstoff-, Papier- und Pappeerzeugung	2,3	2,8	2,8
56	Papier- und Pappeverarbeitung	2,3	3,7	5,0
57	Druckerei	2,0	2,0	2,0
58	Herstellung von Kunststoffwaren	2,2	3,0	2,3
59	Gummiverarbeitung	1,5	3,6	5,3
61	Ledererzeugung	-1,5	0,0	1,2
62	Lederverarbeitung	0,0	0,0	1,0
63	Textilgewerbe	-1,2	2,0	2,0
64	Bekleidungs-gewerbe	-1,2	1,0	1,0
68	Ernährungsgewerbe	1,3	1,5	1,0
69	Tabakverarbeitung	1,3	1,0	1,0

Prognose des Wasserbedarfs der baden-württembergischen Industrie bis zum Jahr 2005

Schaubild 1

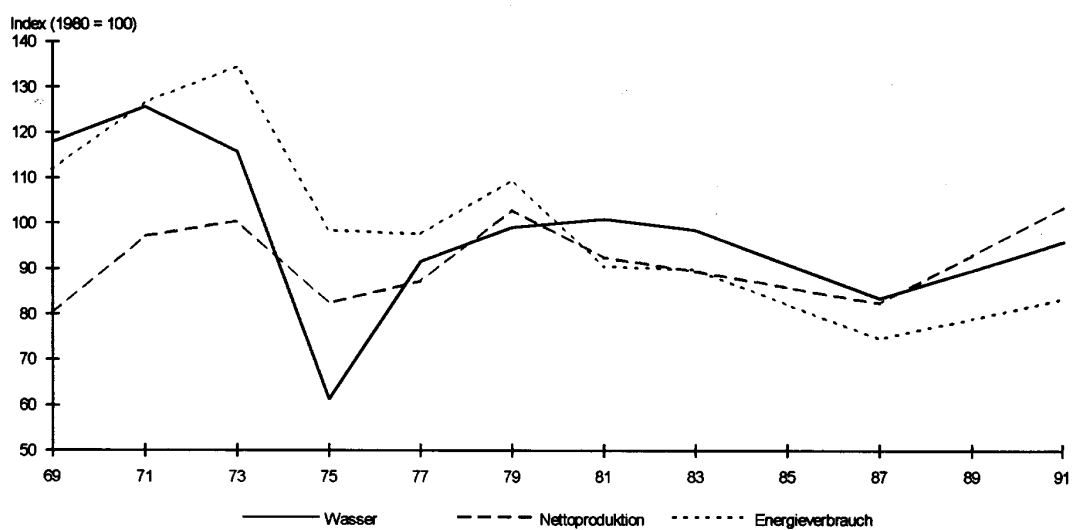
Wasseraufkommen, Nettoproduktion und Energieverbrauch im Bergbau und Verarbeitenden Gewerbe in Baden-Württemberg 1969 bis 1991



Wasseraufkommen: Index 100 = 852,7 Mill. m³

Schaubild 2

Wasseraufkommen, Nettoproduktion und Energieverbrauch der Industrie Steine und Erden in Baden-Württemberg 1969 bis 1991

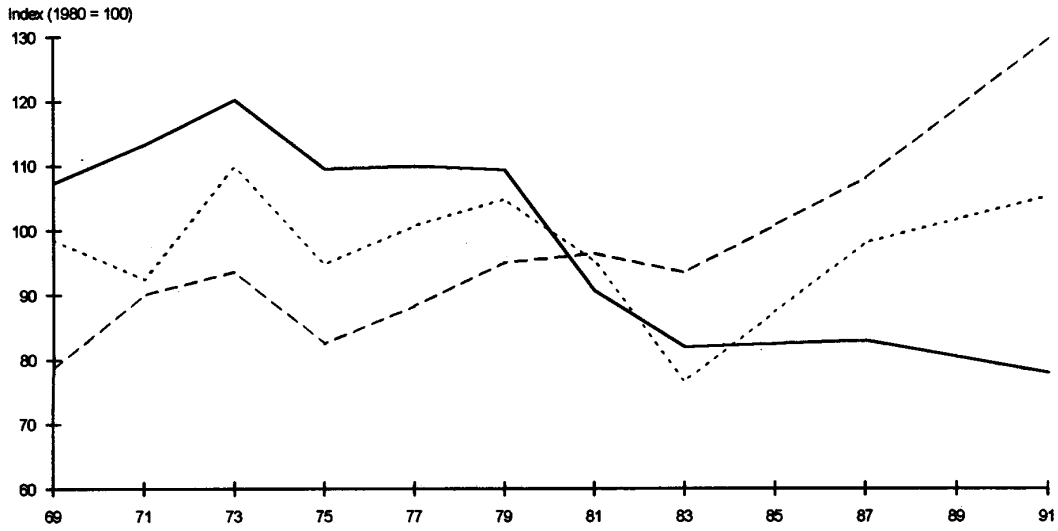


Wasseraufkommen: Index 100 = 74,4 Mill. m³

Prognose des Wasserbedarfs der baden-württembergischen Industrie bis zum Jahr 2005

Schaubild 3

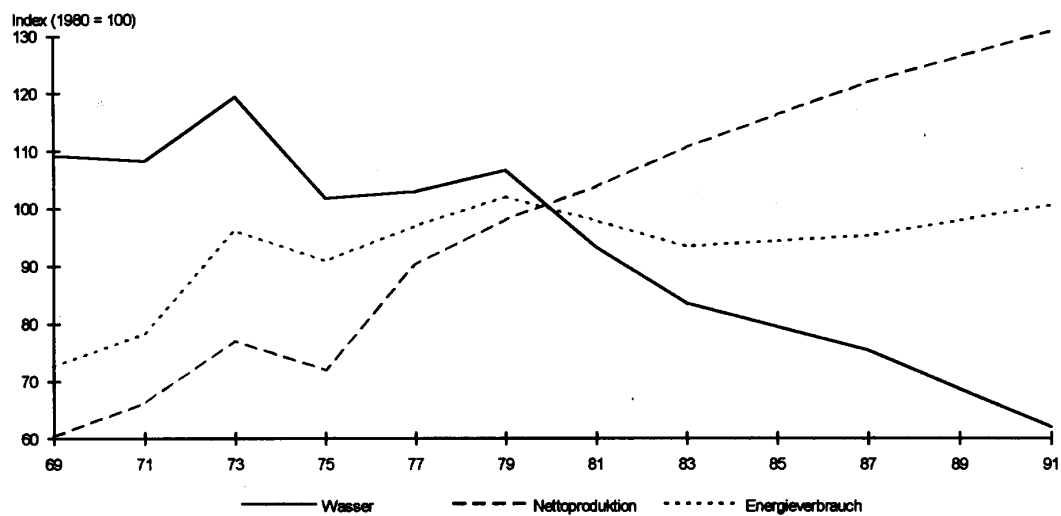
Wasseraufkommen, Nettoproduktion und Energieverbrauch im Maschinenbau in Baden-Württemberg 1969 bis 1991



Wasseraufkommen: Index 100 = 25,7 Mill. m³

Schaubild 4

Wasseraufkommen, Nettoproduktion und Energieverbrauch im Straßenfahrzeugbau in Baden-Württemberg 1969 bis 1991

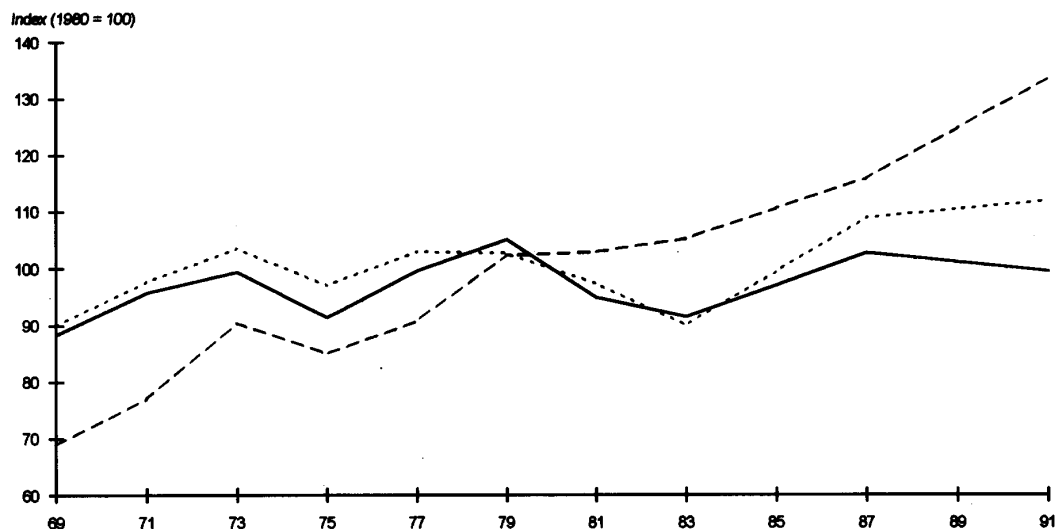


Wasseraufkommen: Index 100 = 24,7 Mill. m³

Prognose des Wasserbedarfs der baden-württembergischen Industrie bis zum Jahr 2005

Schaubild 5

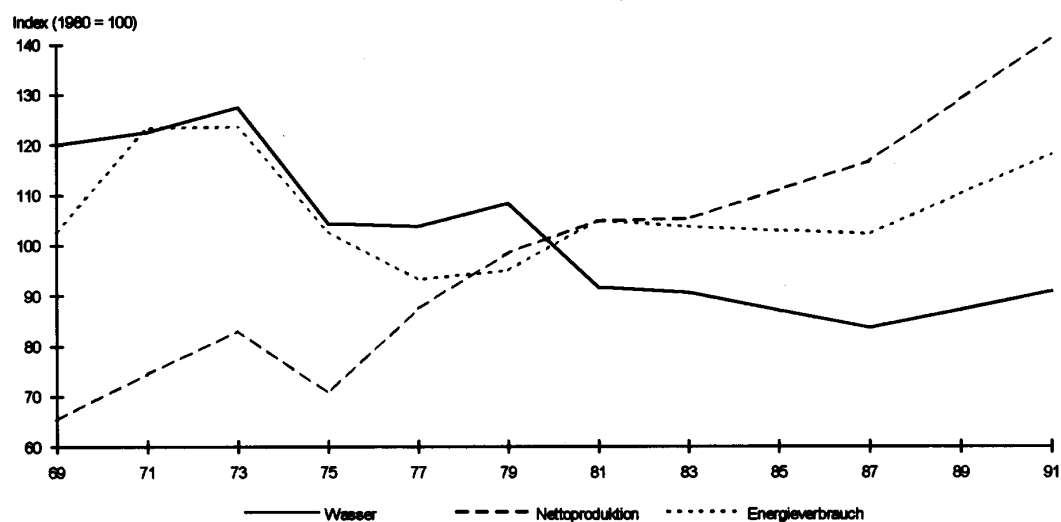
Wasseraufkommen, Nettoproduktion und Energieverbrauch in der Chemischen Industrie in Baden-Württemberg 1969 bis 1991



Wasseraufkommen: Index 100 = 217,0 Mill. m³

Schaubild 6

Wasseraufkommen, Nettoproduktion und Energieverbrauch in der Papierindustrie in Baden-Württemberg 1969 bis 1991

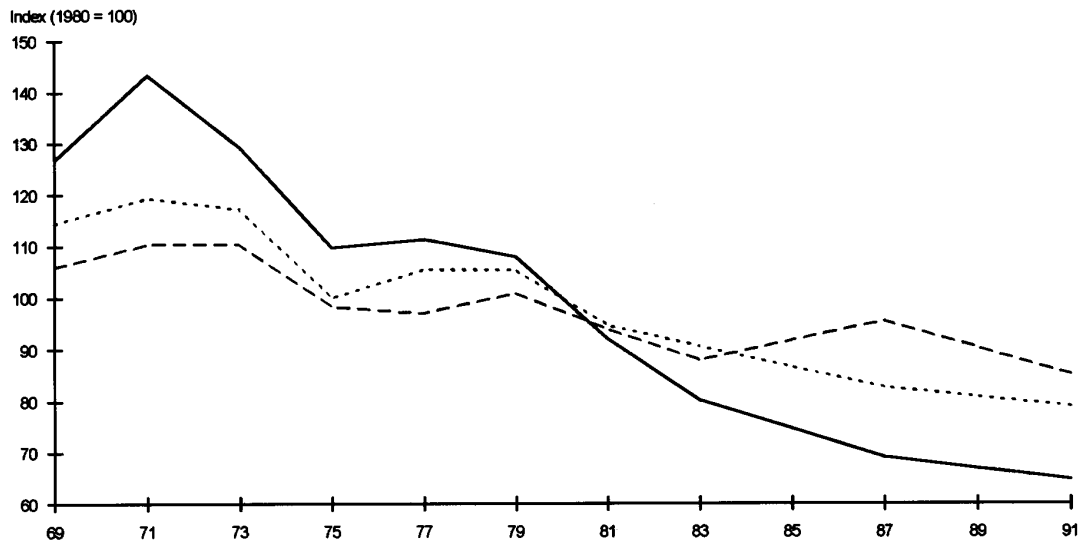


Wasseraufkommen: Index 100 = 248,9 Mill. m³

Prognose des Wasserbedarfs der baden-württembergischen Industrie bis zum Jahr 2005

Schaubild 7

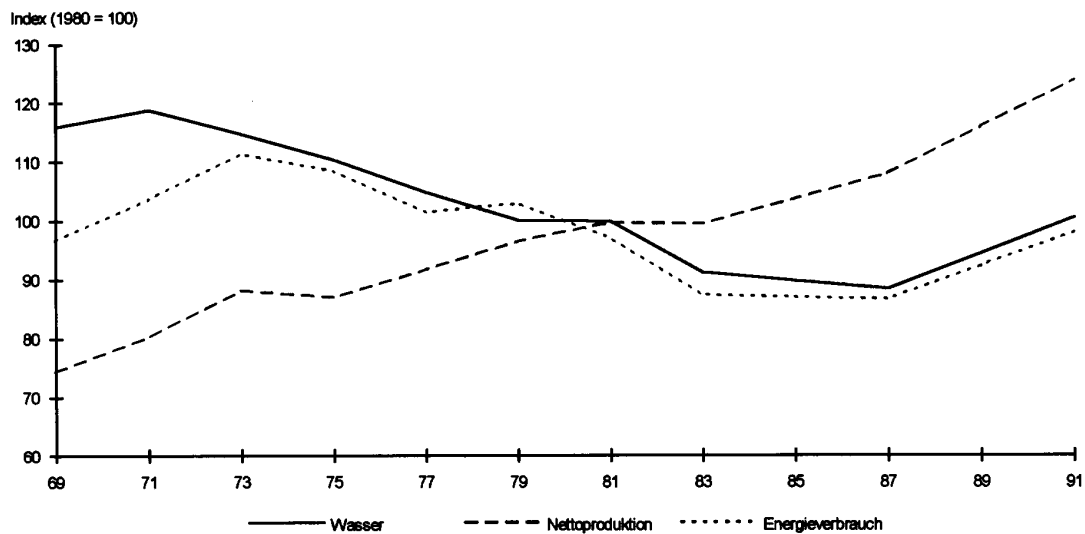
Wasseraufkommen, Nettoproduktion und Energieverbrauch im Textilgewerbe in Baden-Württemberg 1969 bis 1991



Wasseraufkommen: Index 100 = 54,4 Mill. m³

Schaubild 8

Wasseraufkommen, Nettoproduktion und Energieverbrauch im Ernährungsgewerbe in Baden-Württemberg 1969 bis 1991

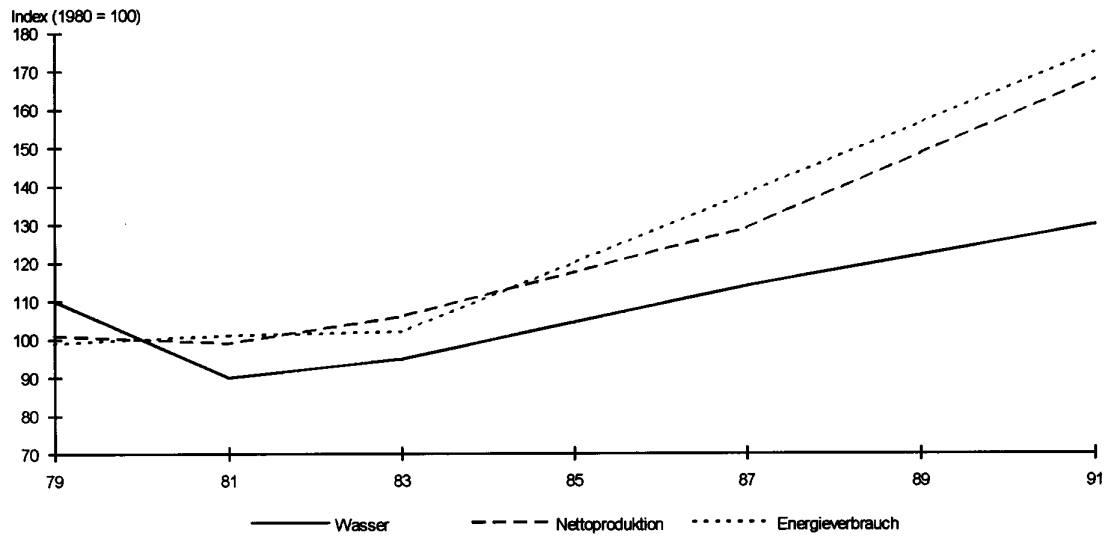


Wasseraufkommen: Index 100 = 45,7 Mill. m³

Prognose des Wasserbedarfs der baden-württembergischen Industrie bis zum Jahr 2005

Schaubild 8a

Wasseraufkommen, Nettoproduktion und Energieverbrauch in der Kunststoffherstellung in Baden-Württemberg 1979 bis 1991

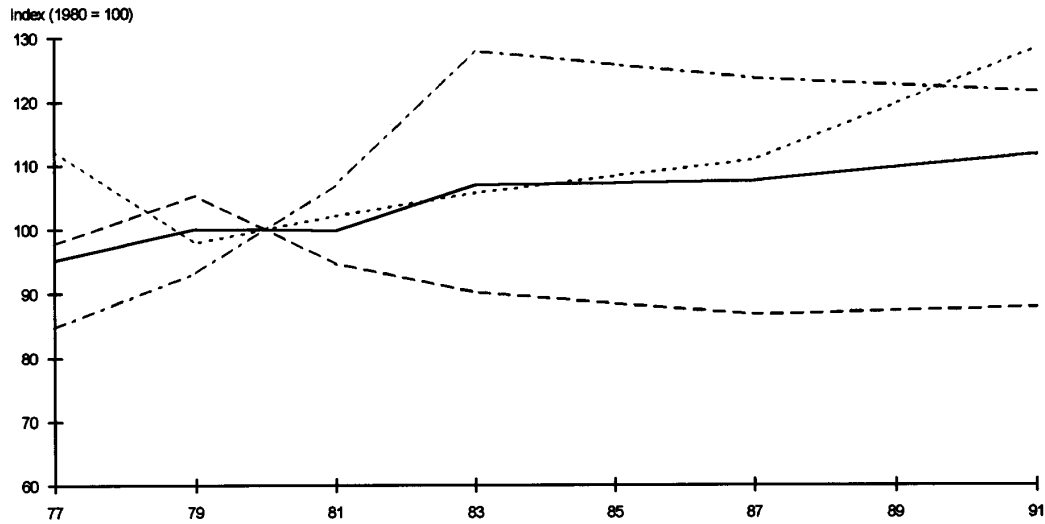


Wasseraufkommen: Index 100 = 7,2 Mill. m³

Prognose des Wasserbedarfs der baden-württembergischen Industrie bis zum Jahr 2005

Schaubild 9

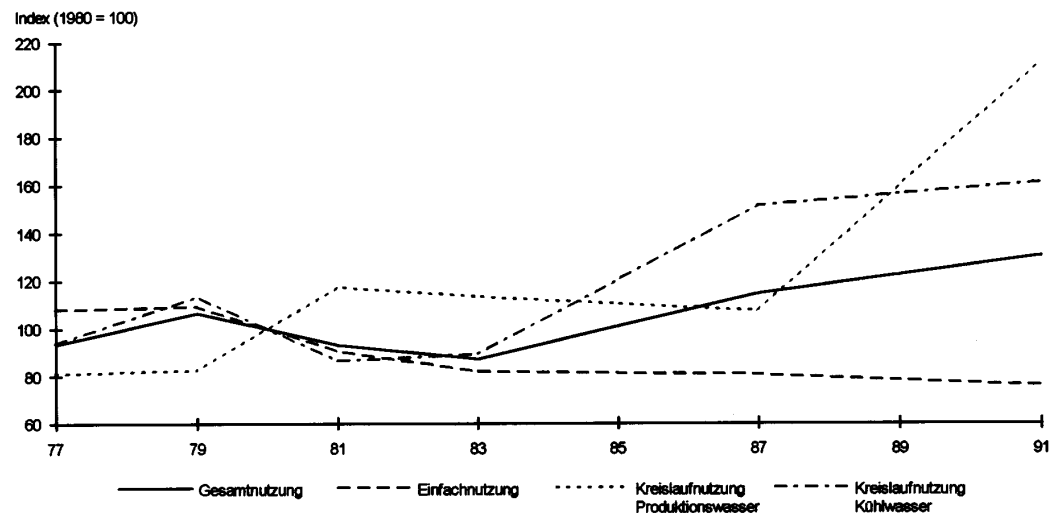
Wasserverwendung im Bergbau und Verarbeitenden Gewerbe in Baden-Württemberg 1977 bis 1991



Gesamtnutzung: Index 100 = 3 009,4 Mill. m³

Schaubild 10

Wasserverwendung im Maschinenbau in Baden-Württemberg 1977 bis 1991

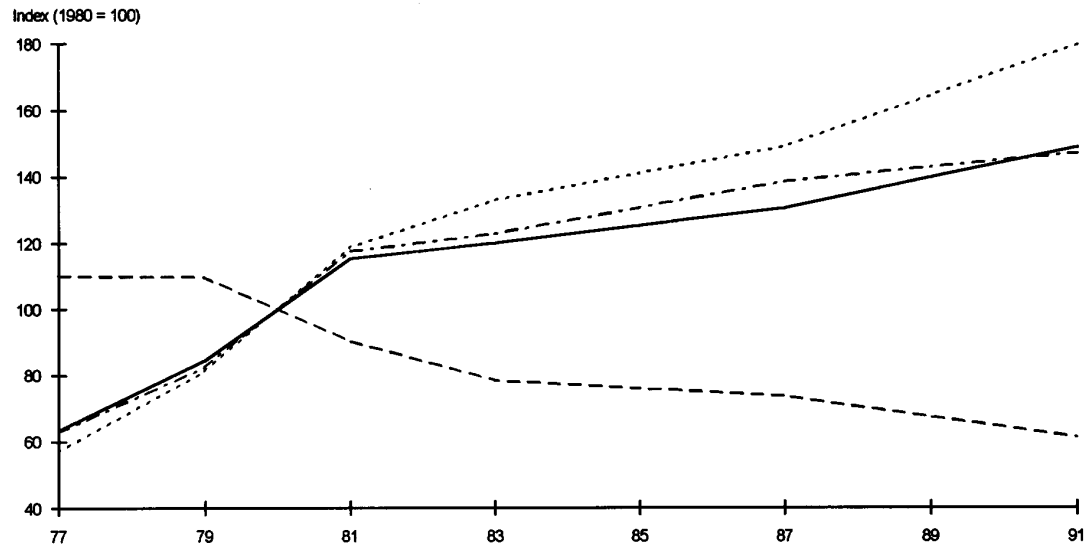


Gesamtnutzung: Index 100 = 67,6 Mill. m³

Prognose des Wasserbedarfs der baden-württembergischen Industrie bis zum Jahr 2005

Schaubild 11

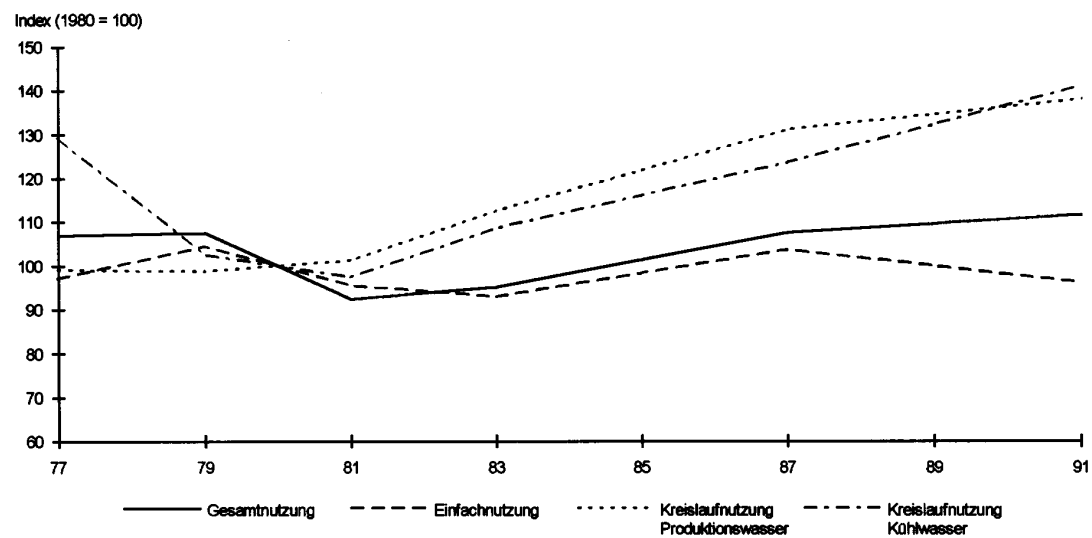
Wasserverwendung im Straßenfahrzeugbau in Baden-Württemberg 1977 bis 1991



Gesamtnutzung: Index 100 = 571,3 Mill. m³

Schaubild 12

Wasserverwendung in der Chemischen Industrie in Baden-Württemberg 1977 bis 1991

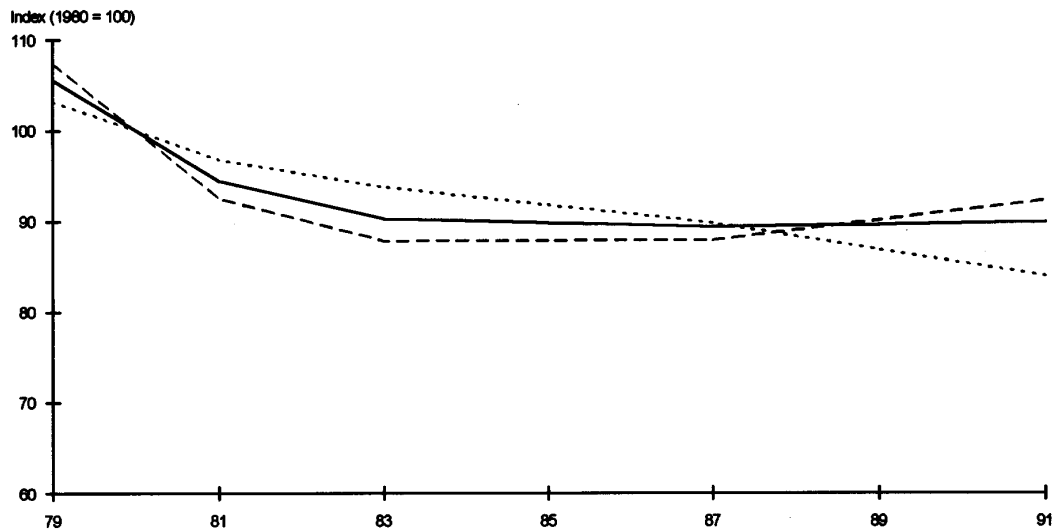


Gesamtnutzung: Index 100 = 413,6 Mill. m³

Prognose des Wasserbedarfs der baden-württembergischen Industrie bis zum Jahr 2005

Schaubild 13

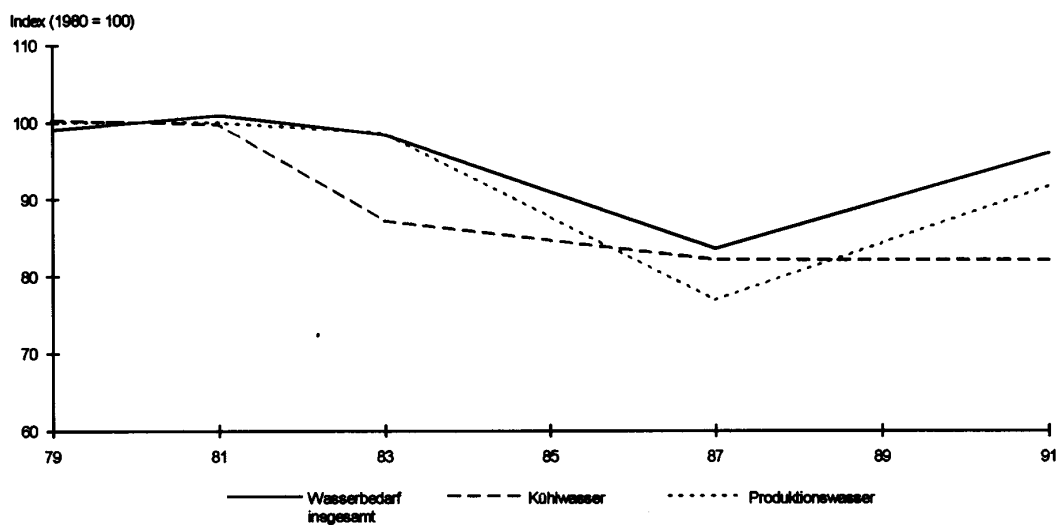
Wasserbedarf im Bergbau und Verarbeitenden Gewerbe in Baden-Württemberg nach Art der Verwendung 1979 bis 1991



Wasserbedarf: Index 100 = 839,8 Mill. m³

Schaubild 14

Wasserbedarf der Industrie Steine und Erden in Baden-Württemberg nach Art der Verwendung 1979 bis 1991

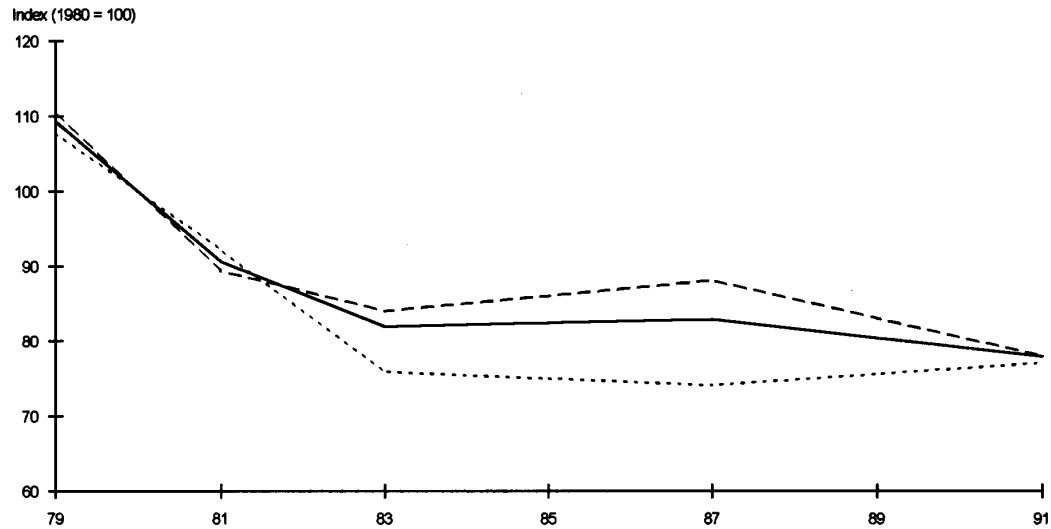


Wasserbedarf: Index 100 = 72,7 Mill. m³

Prognose des Wasserbedarfs der baden-württembergischen Industrie bis zum Jahr 2005

Schaubild 15

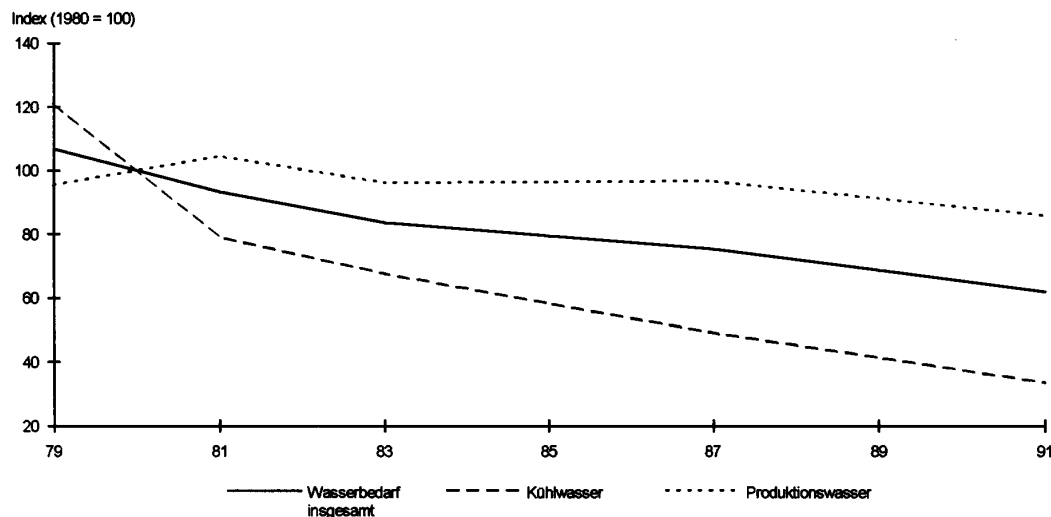
Wasserbedarf im Maschinenbau in Baden-Württemberg nach Art der Verwendung 1979 bis 1991



Wasserbedarf: Index 100 = 25,2 Mill. m³

Schaubild 16

Wasserbedarf im Straßenfahrzeugbau in Baden-Württemberg nach Art der Verwendung 1979 bis 1991

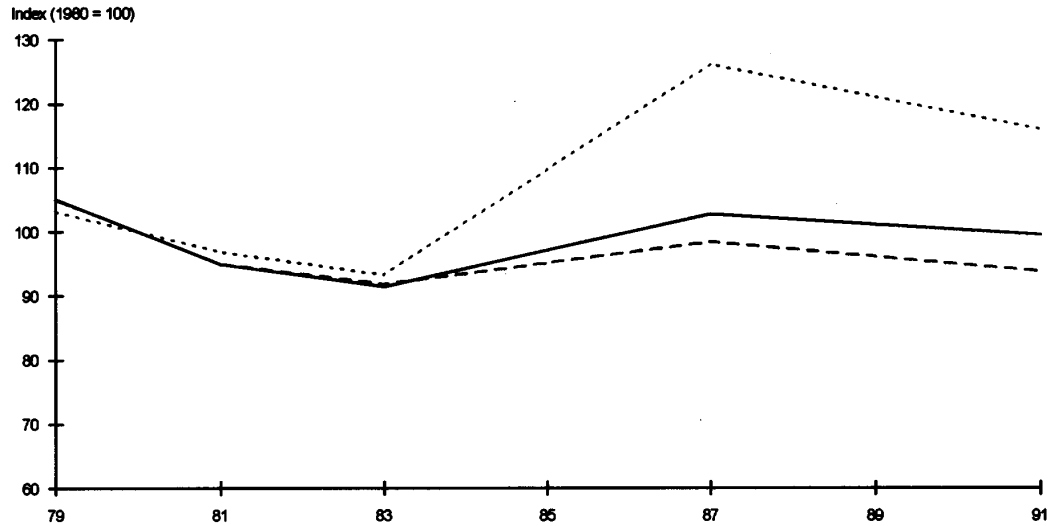


Wasserbedarf: Index 100 = 24,3 Mill. m³

Prognose des Wasserbedarfs der baden-württembergischen Industrie bis zum Jahr 2005

Schaubild 17

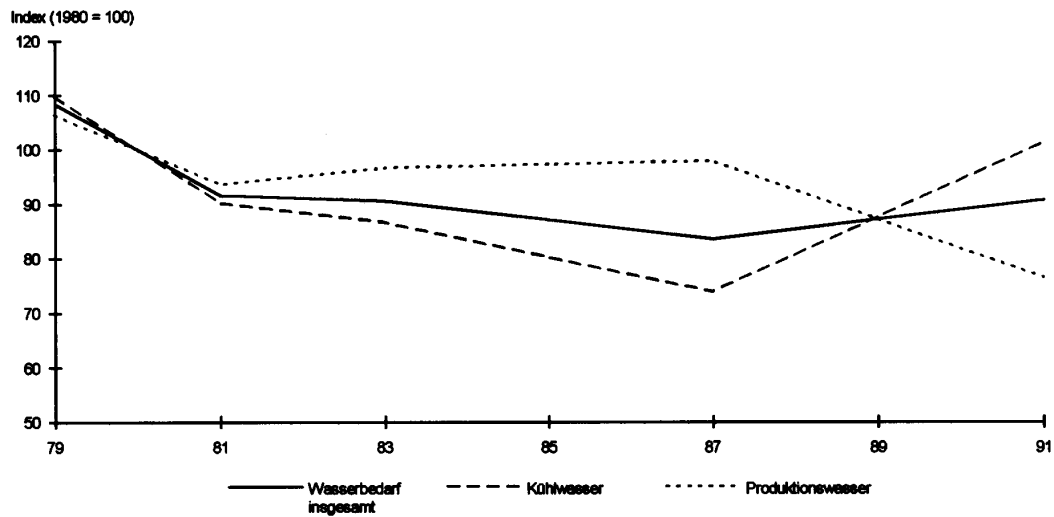
Wasserbedarf der Chemischen Industrie in Baden-Württemberg nach Art der Verwendung 1979 bis 1991



Wasserbedarf: Index 100 = 214,6 Mill. m³

Schaubild 18

Wasserbedarf der Papierindustrie in Baden-Württemberg nach Art der Verwendung 1979 bis 1991

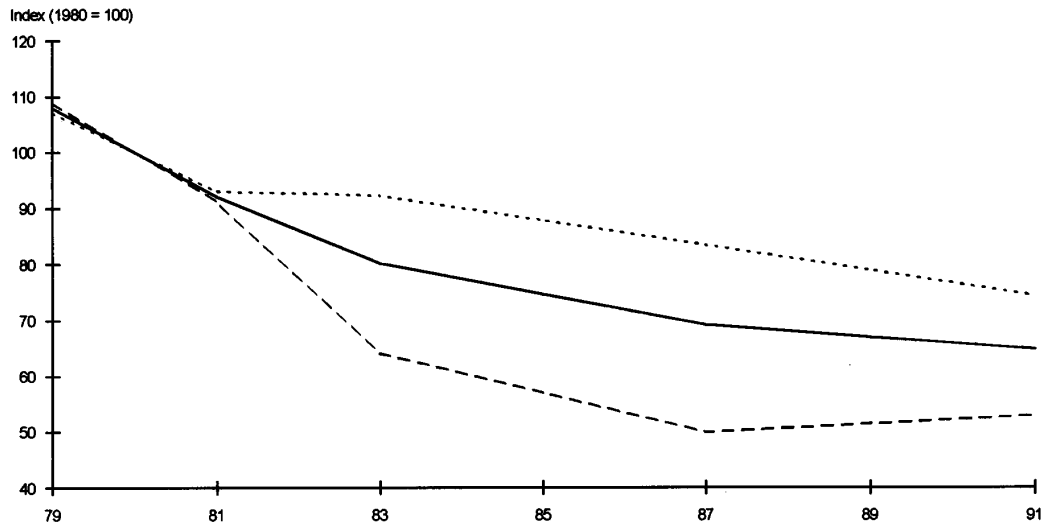


Wasserbedarf: Index 100 = 248,2 Mill. m³

Prognose des Wasserbedarfs der baden-württembergischen Industrie bis zum Jahr 2005

Schaubild 19

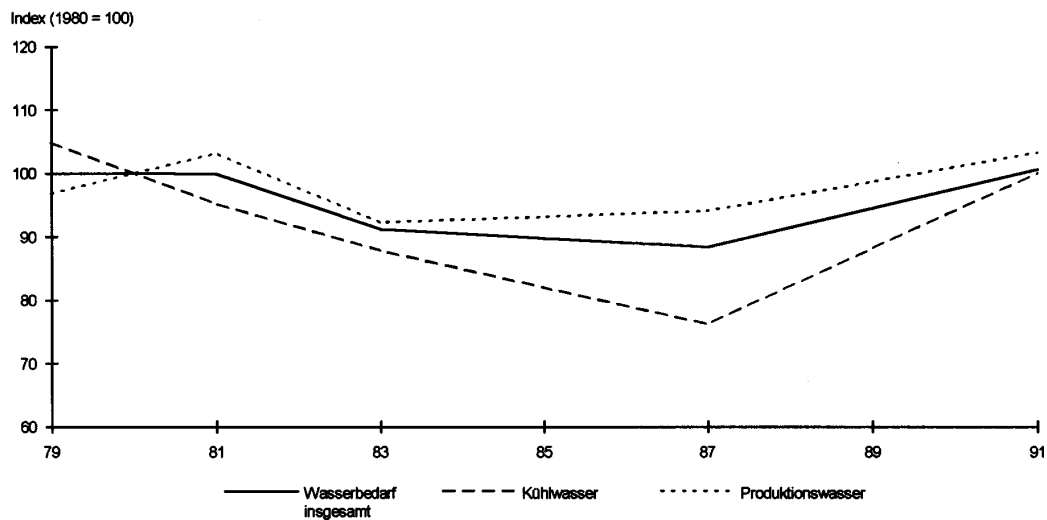
Wasserbedarf im Textilgewerbe in Baden-Württemberg nach Art der Verwendung 1979 bis 1991



Wasserbedarf: Index 100 = 53,9 Mill. m³

Schaubild 20

Wasserbedarf im Ernährungsgewerbe in Baden-Württemberg nach Art der Verwendung 1979 bis 1991



Wasserbedarf: Index 100 = 44,4 Mill. m³

Prognose des Wasserbedarfs der baden-württembergischen Industrie bis zum Jahr 2005

Schaubild 21

Energieverbrauch der Industrie Steine und Erden nach Primärenergie- und Stromverbrauch 1979 bis 1993

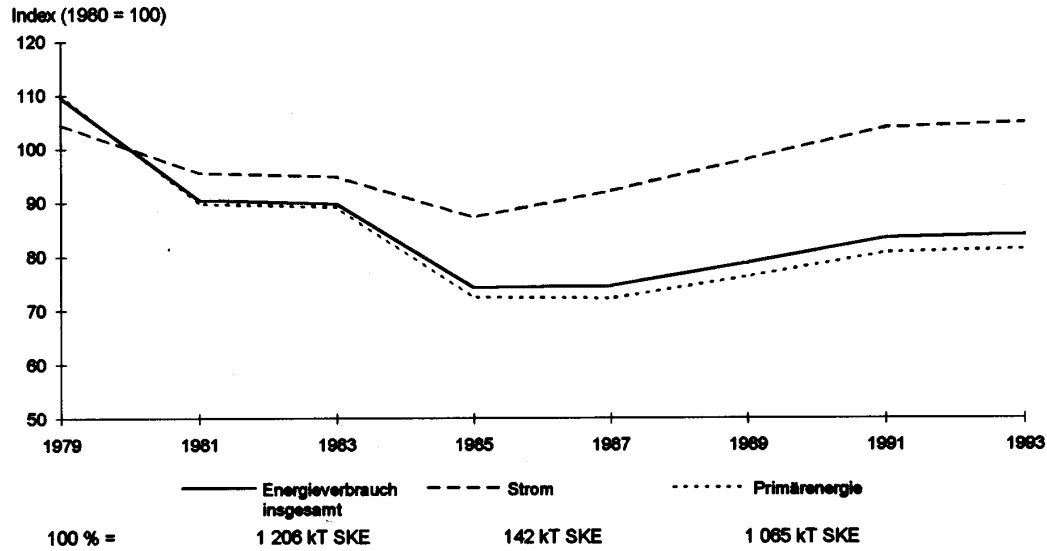
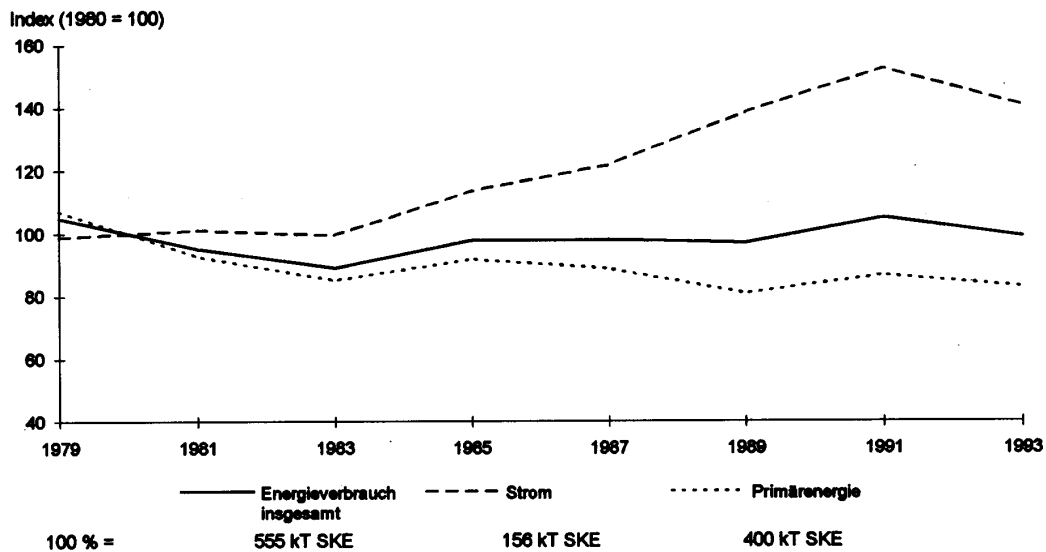


Schaubild 22

Energieverbrauch im Maschinenbau nach Primärenergie- und Stromverbrauch 1979 bis 1993



Prognose des Wasserbedarfs der baden-württembergischen Industrie bis zum Jahr 2005

Schaubild 23

Energieverbrauch im Straßenfahrzeugbau nach Primärenergie- und Stromverbrauch 1979 bis 1993

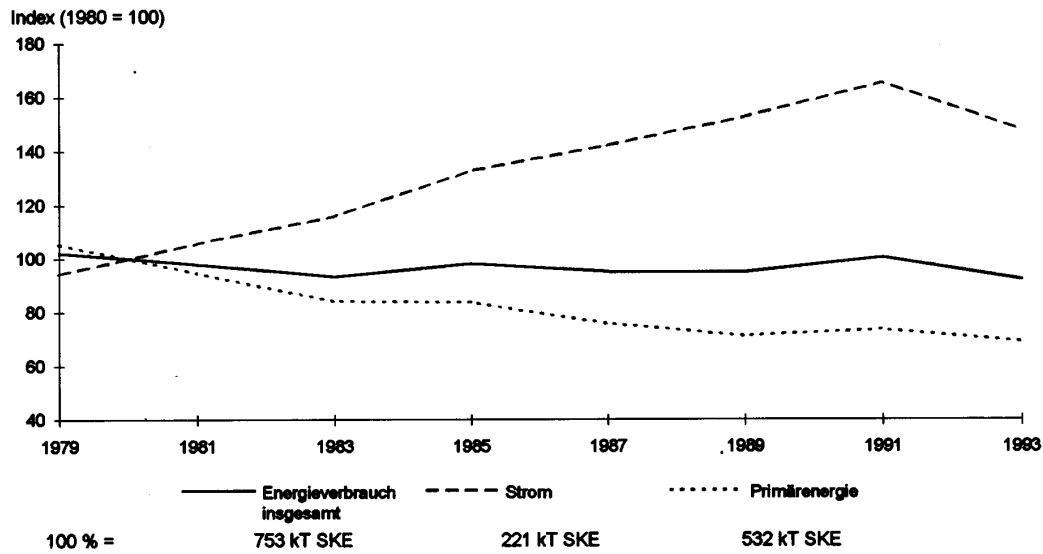
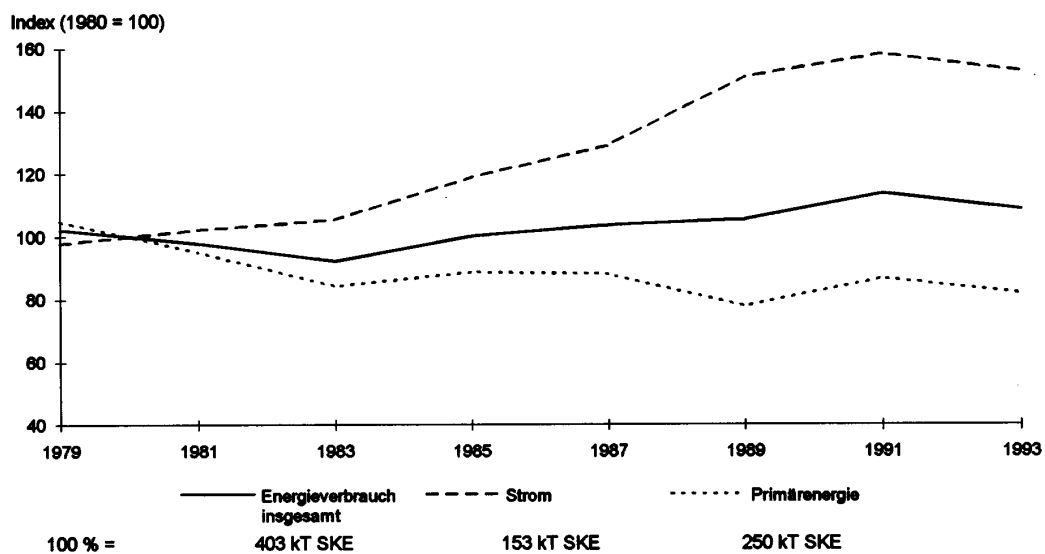


Schaubild 24

Energieverbrauch in der Elektrotechnik nach Primärenergie- und Stromverbrauch 1979 bis 1993



Prognose des Wasserbedarfs der baden-württembergischen Industrie bis zum Jahr 2005

Schaubild 25

Energieverbrauch in der Chemischen Industrie nach Primärenergie- und Stromverbrauch 1979 bis 1993

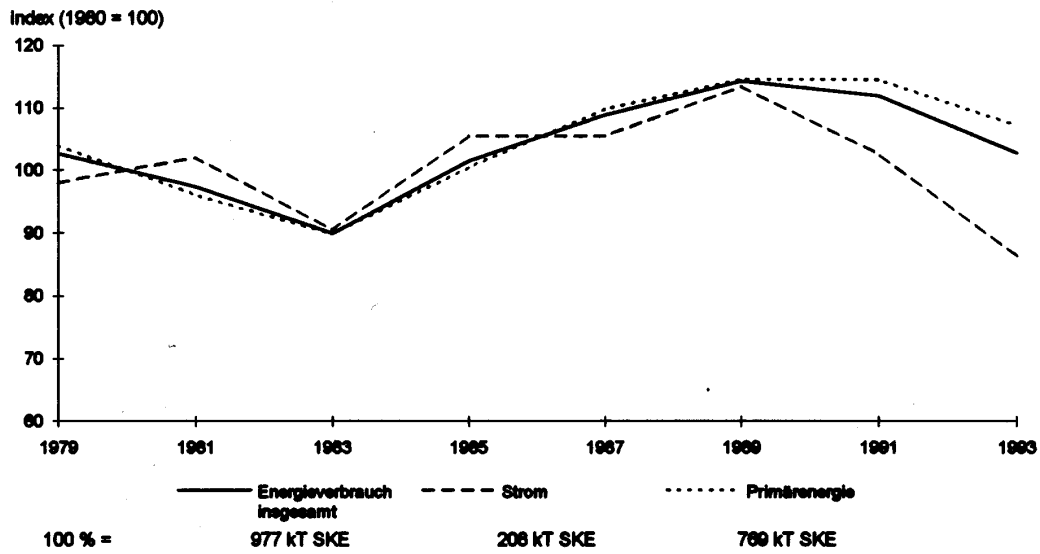
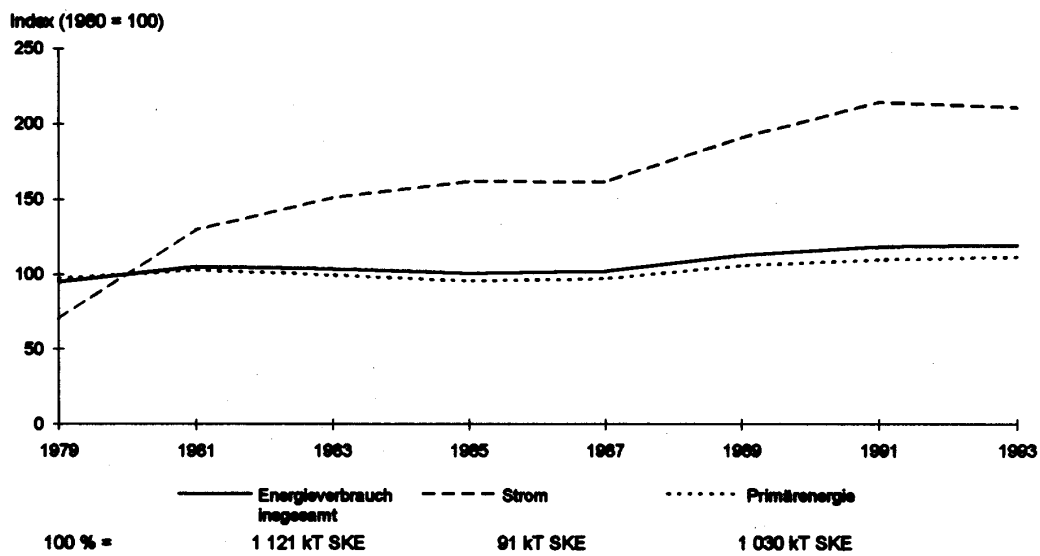


Schaubild 26

Energieverbrauch in der Papierindustrie nach Primärenergie- und Stromverbrauch 1979 bis 1993



Prognose des Wasserbedarfs der baden-württembergischen Industrie bis zum Jahr 2005

Schaubild 27

Energieverbrauch in der Kunststoffherstellung nach Primärenergie- und Stromverbrauch 1979 bis 1993

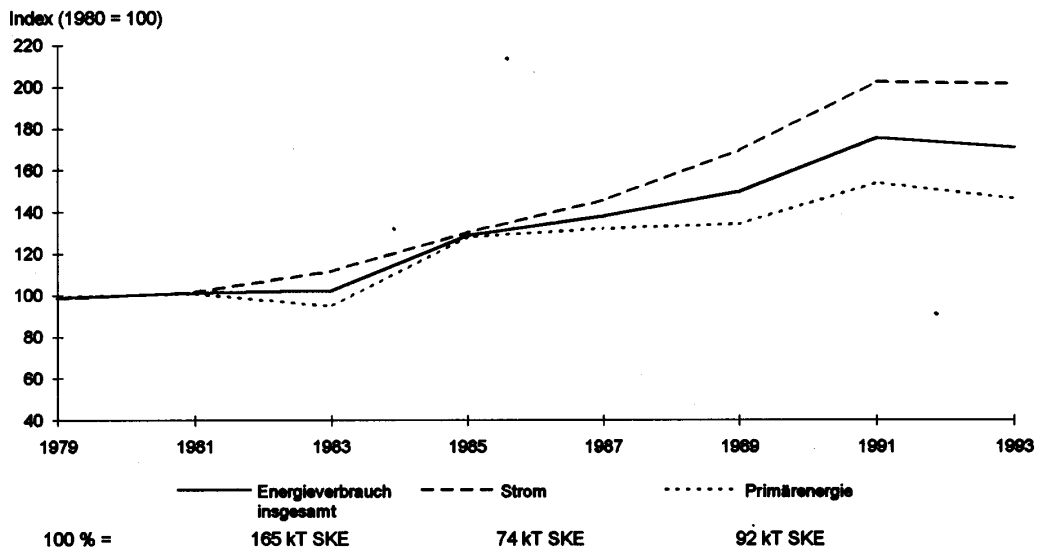
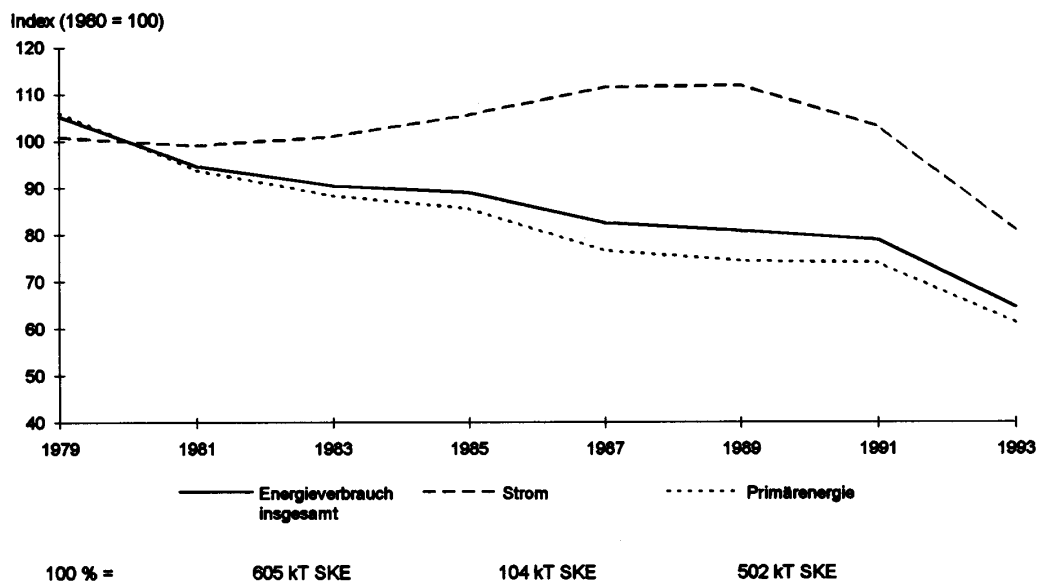


Schaubild 28

Energieverbrauch im Textilgewerbe nach Primärenergie- und Stromverbrauch 1979 bis 1993



Prognose des Wasserbedarfs der baden-württembergischen Industrie bis zum Jahr 2005

Schaubild 29

Energieverbrauch im Ernährungsgewerbe nach Primärenergie- und Stromverbrauch 1979 bis 1993

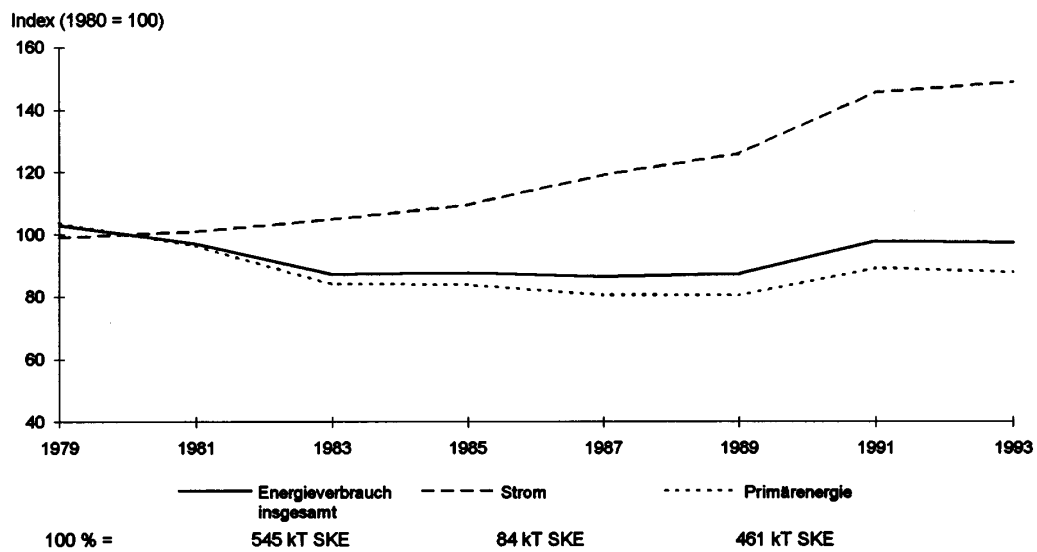


Schaubild 30

Zusammensetzung des Wasseraufkommens
im Bergbau und Verarbeitenden Gewerbe
in den Stadt- und Landkreisen Baden-Württembergs 1991

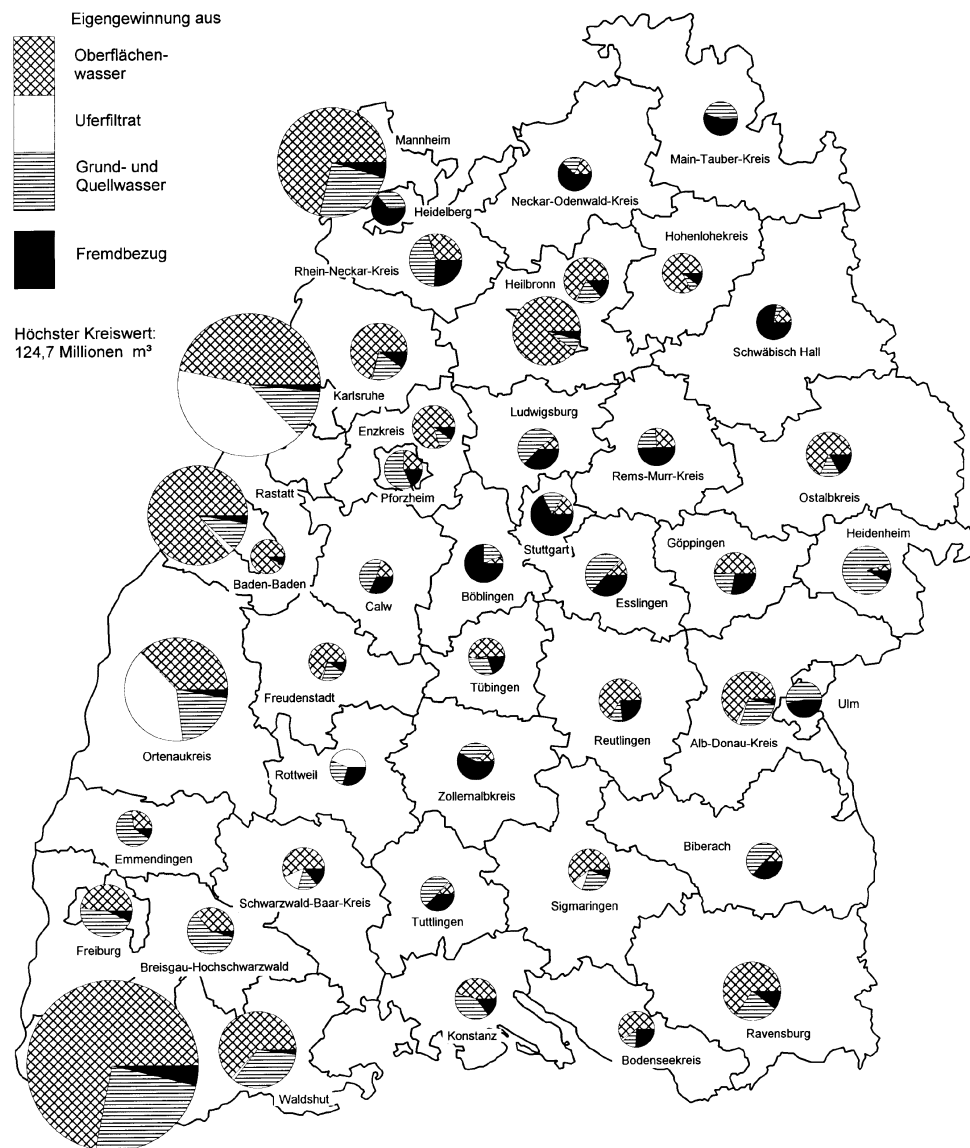
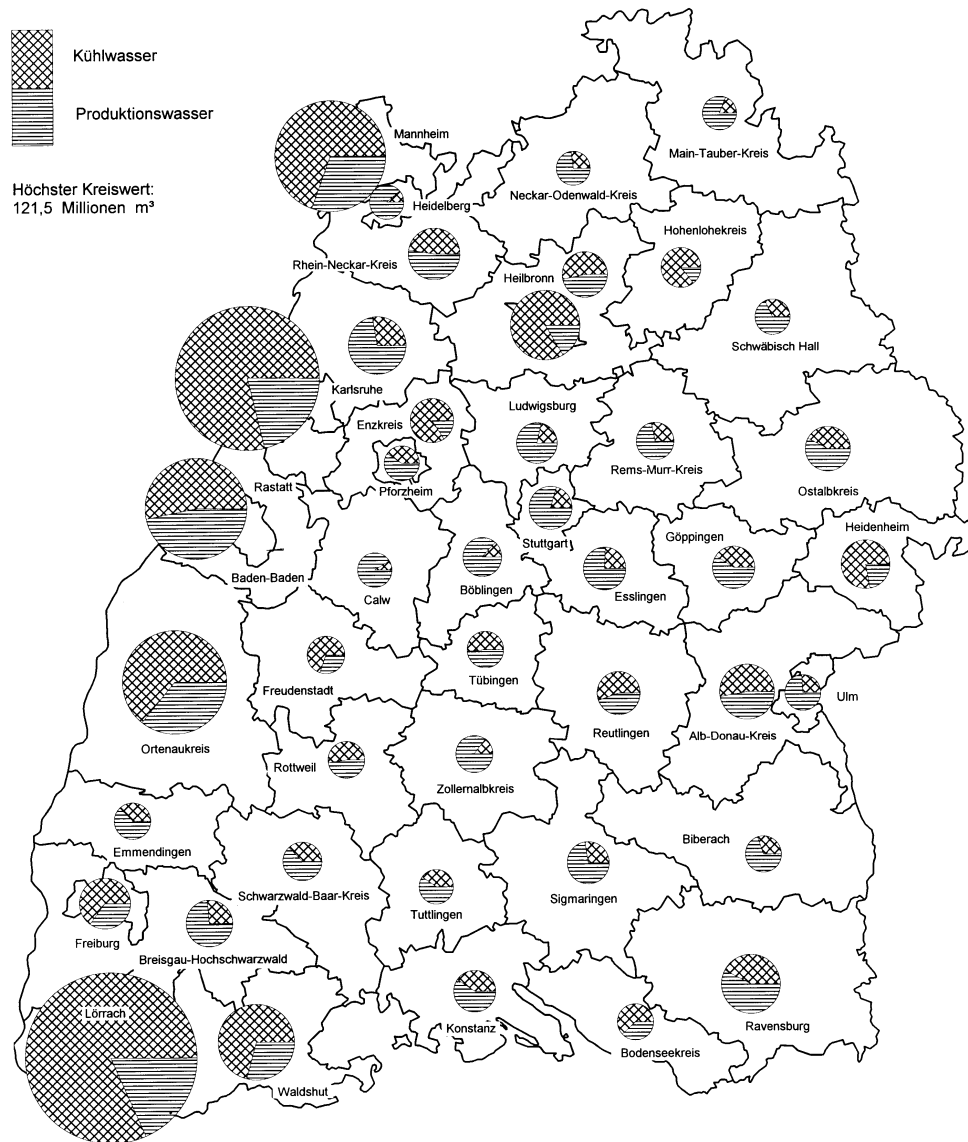


Schaubild 31

Eingesetzte Kühl- und Produktionswassermenge
im Bergbau und Verarbeitenden Gewerbe
in den Stadt- und Landkreisen Baden-Württembergs 1991

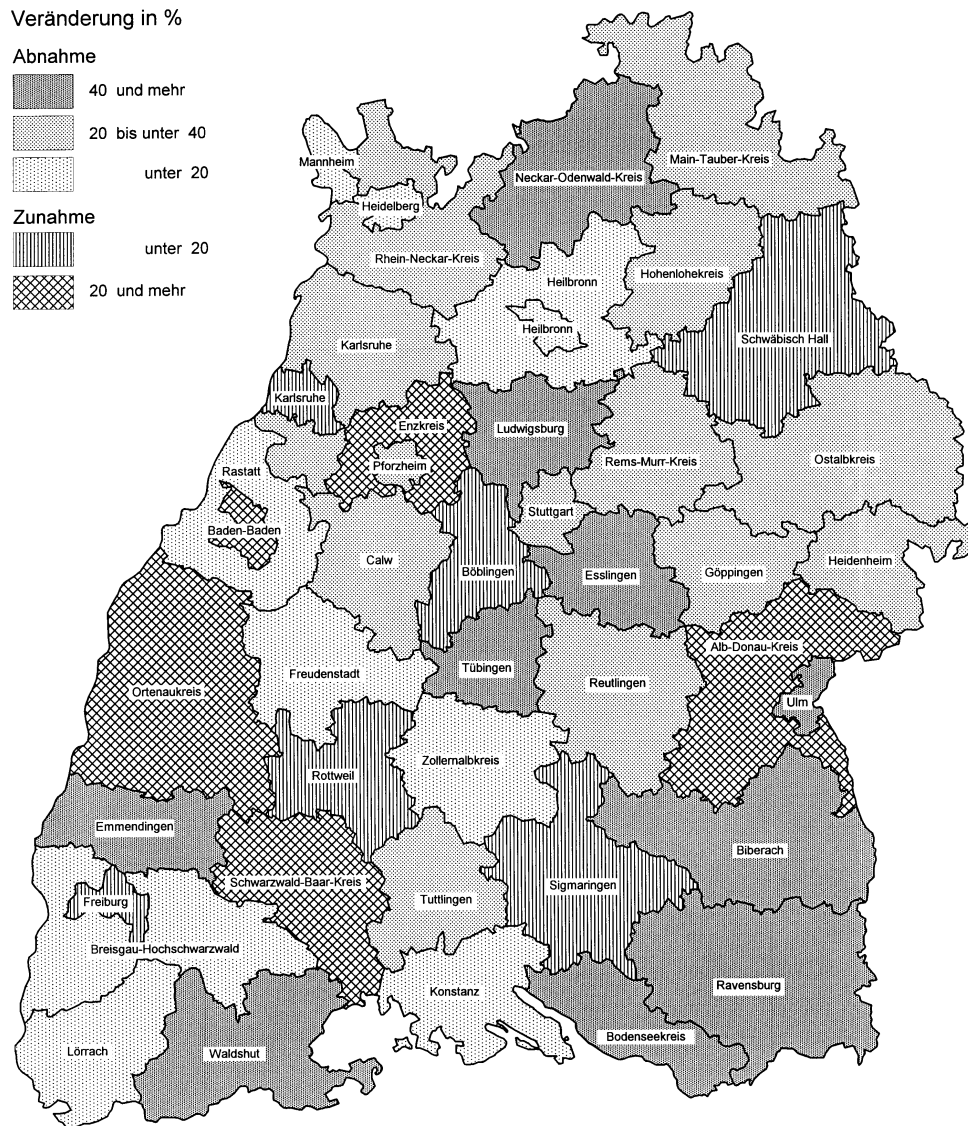


Statistisches Landesamt Baden-Württemberg

Grundkarte: RegioGraph/MACON GmbH

SCHAUBILD 32

Wasseraufkommen im Bergbau und Verarbeitenden Gewerbe
in den Stadt- und Landkreisen Baden-Württembergs
1991 gegenüber 1979

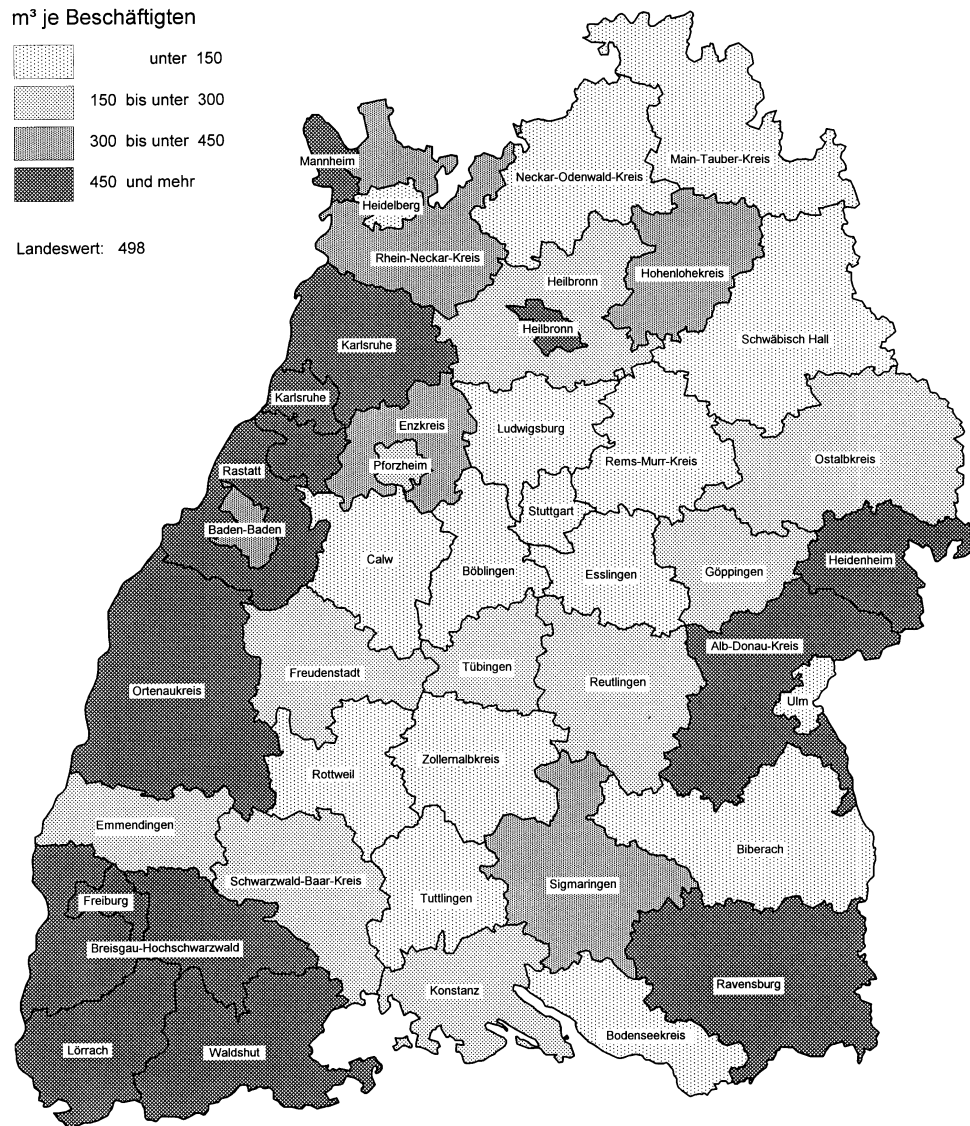


Statistisches Landesamt Baden-Württemberg

Grundkarte: RegioGraph/MACON GmbH

SCHAUBILD 33

Wasseraufkommen je Beschäftigten
im Bergbau und Verarbeitenden Gewerbe
in den Stadt- und Landkreisen Baden-Württembergs 1991



Statistisches Landesamt Baden-Württemberg

Grundkarte: RegioGraph/MACON GmbH

Prognose des Wasserbedarfs der baden-württembergischen Industrie bis zum Jahr 2005

Schaubild 34

Spezifischer Wasserbedarf* und spezifischer Energiebedarf* der Industrie Steine und Erden 1979 bis 1991

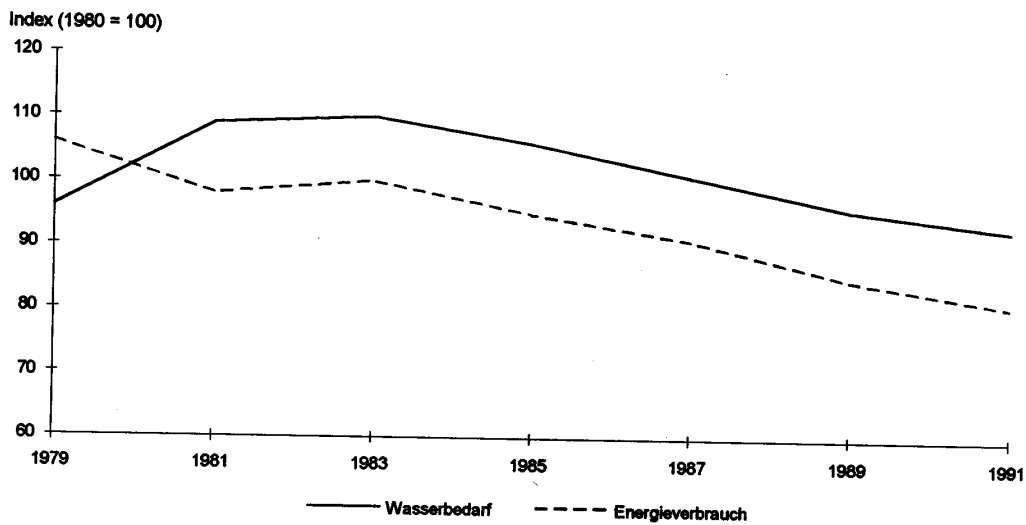
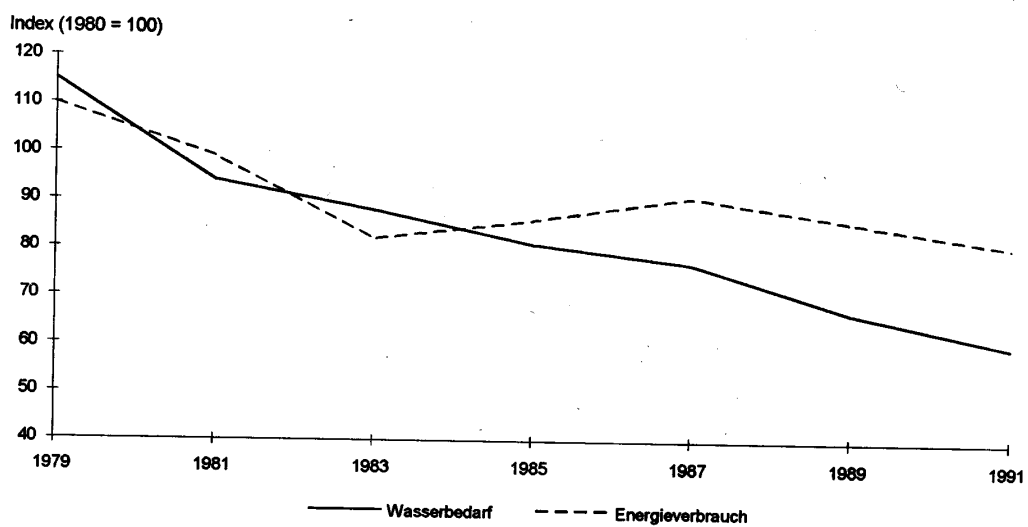


Schaubild 35

Spezifischer Wasserbedarf* und spezifischer Energiebedarf* im Maschinenbau 1979 bis 1991



*) Errechnet als Quotienten der Indexwerte: $\frac{\text{Wasserbedarfsindex}}{\text{Nettoproduktionsindex}}$ bzw. $\frac{\text{Energieverbrauchsindex}}{\text{Nettoproduktionsindex}}$

Prognose des Wasserbedarfs der baden-württembergischen Industrie bis zum Jahr 2005

Schaubild 36

Spezifischer Wasserbedarf* und spezifischer Energiebedarf* im Straßenfahrzeugbau 1979 bis 1991

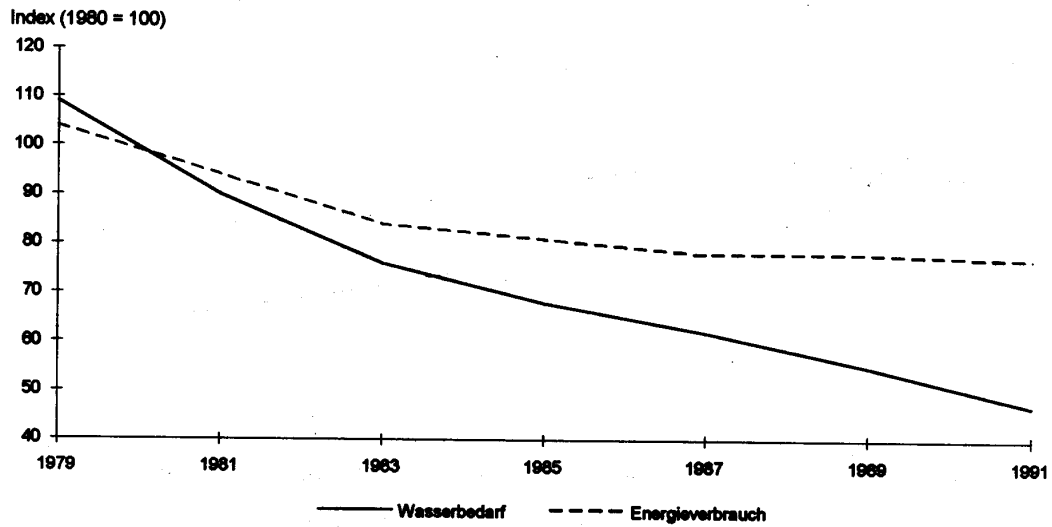
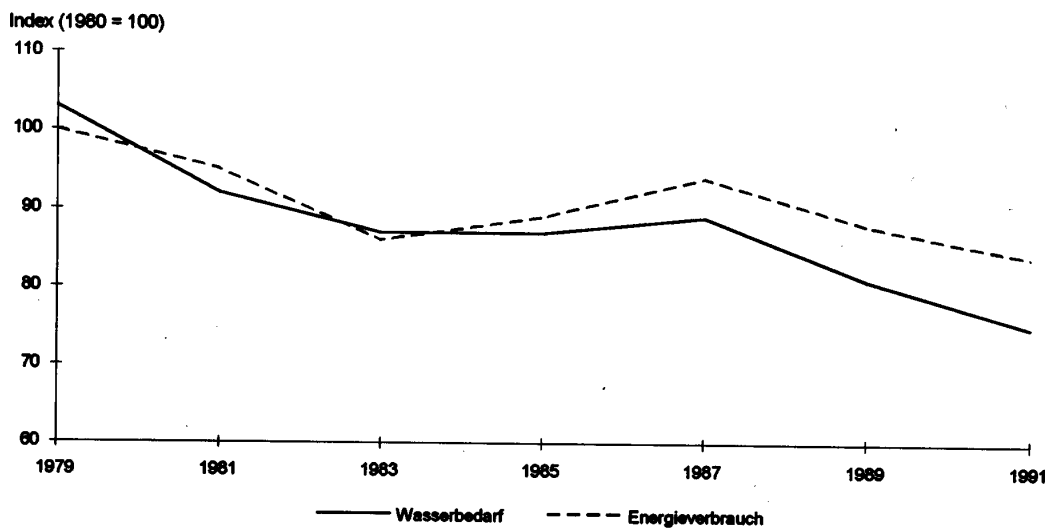


Schaubild 37

Spezifischer Wasserbedarf* und spezifischer Energiebedarf* in der Chemischen Industrie 1979 bis 1991

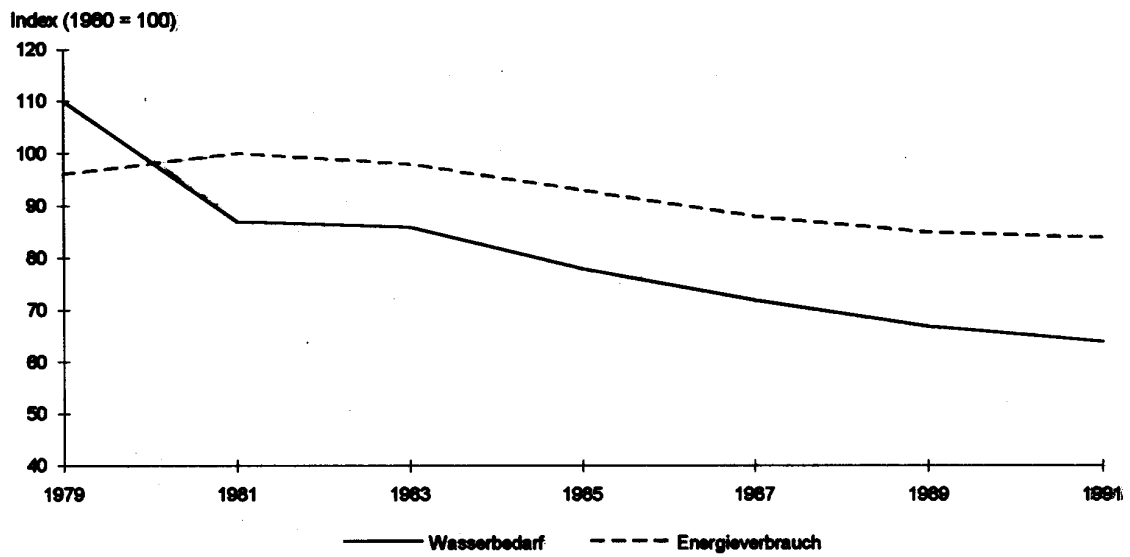


*) Errechnet als Quotienten der Indexwerte: Wasserbedarfsindex / Nettoproduktionsindex bzw. Energieverbrauchsindex / Nettoproduktionsindex

Prognose des Wasserbedarfs der baden-württembergischen Industrie bis zum Jahr 2005

Schaubild 38

Spezifischer Wasserbedarf* und spezifischer Energiebedarf* in der Papierindustrie 1979 bis 1991



*) Errechnet als Quotienten der Indexwerte:

Wasserbedarfsindex / Nettoproduktionsindex bzw.
Energieverbrauchsindex / Nettoproduktionsindex

Prognose des Wasserbedarfs der baden-württembergischen Industrie bis zum Jahr 2005

Schaubild 39

Voraussichtliche Entwicklung des Wasserbedarfs im Bergbau und Verarbeitenden Gewerbe bis 2005 nach ausgewählten Branchen

