

DIPLOMARBEIT

Titel der Diplomarbeit

Wassernutzung in Österreich –
sektorale Analyse der sozio-ökonomischen
Wasserentnahme

Verfasser

Andreas Braunauer

angestrebter akademischer Grad

Magister der Sozial- und Wirtschaftswissenschaften
(Mag. rer. soc. oec.)

Wien, im November 2008

Studienkennzahl lt. Studienbuchblatt:
Studienrichtung lt. Studienbuchblatt:

Betreuerin:

A 122 295
Magisterstudium Soziologie, geisteswissenschaftlicher
Studienzweig, gewählte Fächer statt 2. Studienrichtung
Univ.-Prof. Dr. Marina Fischer-Kowalski

... und mit reichem vollem Schwallen ...
Johann Wolfgang von Goethe aus „Der Zauberlehrling“

... Mögen die Ströme selbst in die Hände klatschen ...
aus Psalm 98, Bibel

... voll Freude ist der Ströme Lauf ...
Georg Thurmair aus „Nun singet ein neues Lied ...“ nach Psalm 98

Steter Tropfen höhlt den Stein.
Volksweisheit

Nichts Nachgiebigeres in der Welt als Wasser
Dennoch zwingt es das Härteste.
Wassermetapher bei Laotse

... *Daß das weiche Wasser in Bewegung*
Mit der Zeit den harten Stein besiegt.
Du verstehst, das Harte unterliegt. ...
Bertolt Brecht aus „Legende von der Entstehung des Buches Taoteking auf dem Weg des Laotse in die
Emigration“ (Gedicht) wurde motivierend auch von Hannah Arendt im KZ im gehört.

Sollt' uns einmal der Durst recht quälen, geh'n wir hin zur Wasserquelle.
Trinken das Wasser vom moos'gen Stein (wie Moselwein),
denken es wäre Champagnerwein.
aus „Lustig ist das Zigeunerleben“ Volkslied

Wasser Marsch!
Befehl der Feuerwehr

Gänsewein
Umschreibung für Wasser

Vom Wasser haben wir ´s gelernt.
Das hat nicht Ruh´ bei Tag und Nacht,
ist stets auf Wanderschaft bedacht,
das Wasser.
Wilhelm Müller aus „Das Wandern ist des Müllers Lust“

Man kann nicht zweimal in denselben Fluss steigen.
Heraklits aus Lehre vom Fluss aller Dinge

... *Gleich mit jedem Regengusse*
Ändert sich dein holdes Tal,
Ach, und in dem selben Flusse,
Schwimmst du nicht zum zweitenmal. ...
Johann Wolfgang von Goethe

Wasser sucht sich seinen Weg
Volksmund.

Wo das Wasser endet, endet auch die Welt.
Sprichwort aus Usbekistan

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis.....	3
Vorwort	5
Einleitung	6
1. Wasserdargebot und Wasserkreislauf als natürliche Rahmenbedingungen	11
Globales Wasserdargebot.....	11
Der Wasserkreislauf	12
Die regionale Erneuerbarkeit des Wassers	13
Fossiles Wasser	14
Exkurs: Klimawandel.....	16
Das Dargebot in Österreich	17
Niederschlag	19
Verdunstung	20
Grundwasser und Quellwasser	21
Oberflächengewässer	22
Zuflüsse nach und Abflüsse von Österreich.....	23
Wasserdargebotsschwankungen.....	24
Regionalität des Wasserdargebots.....	25
Saisonalität des Wasserdargebots.....	26
2. Wasser im Konzept von Metabolismus und Kolonisierung.....	28
Das Konzept der Kolonisierung der Natur	29
Kolonisierung des Wassers	30
Eingriffe in Fließgewässer	33
Eingriffe ins Grundwasser.....	34
Das Konzept des sozialen Metabolismus	35
Der soziale Metabolismus des Wassers	36
Systemgrenzen zwischen Gesellschaft und Natur.....	36
Naturales System.....	37
Exkurs: Flusseinzugsgebietsansatz	38
Sozio-ökonomisches System.....	39
Technostruktur	40
Beabsichtigte Inputs und unproduktive Entnahmen.....	41
Territoriale und funktionale Grenzen.....	42
Wasser als Materialflussanalyse aus der Tradition der ökologischen Gesamtrechnung.....	43
Wasser als Material	45
Wasser als Input	47
Zeiträume für den Wasserfluss.....	48
Bestand und Lagerveränderung.....	49
Exkurs: ökologische Rucksäcke und Außenhandel	50
3. Wassernutzung im Spannungsfeld sozialer und ‚natürlicher‘ Interessen.....	53
Begriffsklärungen: Eigenschaften, Funktion, Verbrauch, Verwendung, Einsatz, Konsum, Bedarf, Nutzung und Input von Wasser	55
Exkurs: Akteure/innen und Nutzungskonflikte in der Wasserwirtschaft.....	58
Akteurin Umwelt	62
Politik, Verwaltung, Recht	64
Exkurs: Wasserversorgung als Aktivitätsfeld	65
sektorale bzw. institutionelle Gliederung der Wassernutzung	67
4. Privathaushalte – Struktur und Wandel.....	70
Wassernutzung in Privathaushalten	72
Natürliche Wasserherkunft.....	74

Organisatorische Wasserherkunft	74
Eigenversorgung.....	75
Zentrale Wasserversorgung.....	76
Anschlusszwang - Anschlussgrad	78
Wasserverluste im zentralen Leitungsnetz.....	80
Wasserinput für den Privathaushaltssektor	84
5. Landwirtschaft – Struktur und Wandel	89
Exkurs: Biologischer Landbau	93
Wassernutzung in der Landwirtschaft.....	94
Künstliche Bewässerung in der Landwirtschaft.....	98
Exkurs: Verdunstung und Grundwasserspiegelsenkung als Folge von künstlicher Bewässerung.....	101
Wasserinput zur künstlichen Bewässerung	104
Problemzone Fleisch	107
Wassernutzung für die Tierproduktion	109
Wasserinput zur Tierproduktion (Tiertränke, Gülleverdünnung)	110
Natürliche und organisatorische Wasserherkunft	111
Wasserinput für den Landwirtschaftssektor (künstliche Bewässerung und Fleischproduktion)	113
6. Industrie – Struktur und Wandel	115
Wassernutzung in der Industrie.....	117
Natürliche und organisatorische Wasserherkunft	122
Wasserinput für den Industriesektor	124
7. Elektrizitätsproduktion – Struktur und Wandel	130
Wassernutzung zur Stromproduktion.....	133
Kühlwassernutzung der kalorischen Kraftwerke	136
Natürliche und organisatorische Wasserherkunft	138
Wasserinput für die Stromproduktion (Kühlung)	138
8. Sektorenvergleich und Gesamtergebnisse.....	143
Sektorenabgrenzung – Trennschärfe	143
Wasserinput Österreich – relativ und absolut	144
Natürliche Wasserherkunft.....	150
Organisatorische Wasserherkunft	151
Verwendungsart	153
9. Diskussion um die Nachhaltigkeit der Wassernutzung.....	155
Prinzipien ökologisch-nachhaltiger Wassernutzung	157
Nutzungsgrade – Übernutzung.....	159
Saisonalität und Regionalität der Wasserinputs	162
Dematerialisierung zur ökologischen Nutzung des Wasserdargebots	163
Wasserpolitik.....	164
Von der Kostenwahrheit zur Ökosteuer	166
BürgerInnen - Bildung – Privathaushalte.....	166
Kreislauf – Wirtschaft - am Stand der Technik.....	168
Verlorenes Wasser.....	170
Datenprobleme - offene Forschungsfragen	171
Zusammenfassung – Abstract	174
Quellenangaben – Literaturverzeichnis.....	176
Abbildungsverzeichnis	186
Erklärung zum selbständigen Verfassen der Arbeit.....	187
Lebenslauf	188

Vorwort

Mein Studium der Soziologie an der Universität Wien führte mich zu Momenten persönlichen Glücks und vielleicht auch durch Glück oder Zufall an Themenbereiche der Umweltsoziologie und deren ProponentInnen in Wien heran. Aufgrund meiner jahrelangen Beschäftigung mit Materialflussanalysen und deren theoretischem Background am *interuniversitären Institut für interdisziplinäre Forschung und Fortbildung* (IFF) in der Arbeitsgruppe *Soziale Ökologie* in Wien, kristallisierte sich eine Wasserinputanalyse Österreichs als mein Diplomarbeitsthema im Diplomprüfungsfach ‚Spezielle Soziologie – Umweltsoziologie‘ bei meiner Betreuerin, Frau Univ.-Prof. Dr. Marina Fischer-Kowalski, heraus.

Nachdem mich zur Zeit der Themeneingrenzung Fragen um das Öffentliche Gut und Eigentumstheorien beschäftigten, bekam ich von Prof. Fischer-Kowalski den Tipp, das Feld ‘Wasser’, das auch in diesem Zusammenhang diskutiert wird, zu bearbeiten. Aufgrund der Forschungstradition des IFF und meinem persönlichen Interesse in Sachen ‚sozialer Metabolismus und Kolonisierung‘ wurde das Forschungsdesign konkretisiert. Die monetäre und zeitlich-personelle Ressourcenlage aber auch die Datennähe zu Wohn- und Studienort Wien und die vorhandene Datenlage zum Materialfluss wie der gewünschte Umfang ergaben die Einschränkung auf Österreich und deren sektorale Input-Analyse. Ökologisierung der Gesellschaft als persönliches Interesse ließ meinen Blick über aktuelle Wasserdebatten schweifen und über die Frage, wie sich die Ergebnisse der Datenanalyse damit verbinden ließen.

Dass *Wasser* als Allerweltsthema mit Jahrhunderte alter Forschungstradition durch die Vielfalt der Bindestrichforschungsgebiete und deren Anhäufung (in der hydrographologischen Sprache wird von Schüttung einer Quelle gesprochen) von Literatur- und Datenquellen durch eben diese Breite und Tiefe auch nachteilige Aspekte als Wahlgebiet einer wissenschaftlichen Abschlussarbeit birgt, wurde mir im Laufe dieser Diplomarbeit - wenn schon nicht zum Verhängnis - so doch klarer. So hoffe ich mit dieser Arbeit methodische und theoretische wissenschaftliche Fähigkeiten präsentieren zu können, die ein Diplom an der Universität Wien legitimieren.

Jetzt noch schnell eine passende *Überleitung* zum nächsten Kapitel, einer *Wasser-Einleitung* quasi, dessen Titel auch auf die Hydrologie verweist, wobei im wasserwirtschaftlichen Kontext *Einleitung* meist als Aus- oder Ableitung von (un)geklärten Schmutzwässern vom gesellschaftlichen ins naturale System verstanden wird. *Einleitung* wird im wasserwirtschaftlichen Kontext also nicht als Hereinleitung in die Gesellschaft - vielmehr Hineinleitung in die Natur verstanden. Folgendes Kapitel soll Sie, werter LeserIn also noch mehr ans Thema *Wasser* und den Inhalt dieser Diplomarbeit hinführen.

Einleitung

Je nach Erkenntnis- oder sonstigen Interessen werden neue Fragen in Zusammenhang mit Wasser bzw. alte Fragen neu gestellt und gelegentlich auch beantwortet. Auch ich will mich hier der Tendenz zur zeitgenössischen Diskussion nicht verschließen. Will ich doch weder eine historische (alte Quellen) noch eine ahistorische (ewiggültige) Arbeit schreiben - antiquarisch wird sie früh genug.

Das Fachgebiet der Umweltsoziologie, in dem ich diese Diplomarbeit schreibe, kann in soziologische Handlungs- bzw. Entwicklungstheorien eingeordnet werden und bedarf einer interdisziplinär anschlussfähigen, gesamtwissenschaftlichen Einbettung. Ist der Umweltbegriff in Systemtheorien, die sich vom System-Umwelt-Verhältnis konstruieren ein abstrakter bzw. unspezifischer, so wird dieser Umweltbegriff in Umweltwissenschaften zu einem konkreten Ökologie- bzw. Naturbegriff, der mit dem gesellschaftlichen bzw. sozio-ökonomischen System korrespondiert (vgl. Huber, 2001, S. 13).

Für (aktuelle) Umweltprobleme sind dynamische Modelle und Theorien notwendig. Gesellschaft und Natur sind komplexe Systeme, die interdisziplinär analysiert werden müssen. Die menschliche Gesellschaft besteht aus symbolischen und materiellen Komponenten. Das materielle Kompartiment der Population bzw. Körper fungiert als Bindeglied zwischen der symbolischen Welt und der (restlichen) Natur. Kultur wirkt über die Population auf die Natur und umgekehrt. Die Population benötigt den Austausch mit Energie und Materie aus der Natur (Metabolismus), wozu auch jener mit Wasser zählt. Die Gesellschaft bzw. Kultur – will sie weiter bestehen - darf die natürlichen Grundlagen für diesen Austausch nicht gefährden (vgl. Fischer-Kowalski, Sieferle, 1998, S. 45f). Aus dieser Perspektive ist eine ökologisch-nachhaltige Wassernutzung für die Gesellschaft unumgänglich.

Soziale Ökologie basiert auf der These, dass gesellschaftliche Prozesse auf der Grundlage eines Verständnisses der Wechselwirkung zwischen zwei eigendynamischen (selbstreferentiellen) Systemen, Gesellschaft und Natur, und deren Interaktion wissenschaftlich bearbeitet werden müssen (vgl. Fischer-Kowalski u. a., 1997, Einleitung). Diese Arbeit geht davon aus, dass das gesellschaftliche System dem natürlichen System Rohstoffe, hier Wasser, entnimmt und dieses nach der Nutzung wieder abgibt. Dazu sind kolonisierende Maßnahmen (Brunnen-, Leitungsbau etc.) erforderlich, die ihrerseits Auswirkungen auf das natürliche System haben. Werden diese Auswirkungen wiederum für das soziale System gefährlich ändert dieses seine Strategien. Die Darstellung der jüngeren Entwicklung der Wasserentnahme und Verteilungsmaßnahmen verschiedener gesellschaftlicher Subsysteme (Sektoren) und die Beschreibung einhergehender Problembereiche und Lösungsansätze soll Aufgabe dieser Arbeit sein.

Wie uns die Natur- und Sozialgeschichte lehrt nimmt die Verfügbarkeit von Wasser eine zentrale Stellung in allen ökologischen und gesellschaftlichen Vorgängen ein. Wie für jeden einzelnen Organismus ist das Wasser auch eine essentielle Voraussetzung für den Bestand und die weitere Entwicklung menschlicher Gesellschaften (vgl. Hüttler u. a., 1994, S. 5). Die physiologische Abhängigkeit von Wasser für die Menschen wäre Legitimation genug eine weitere wissenschaftliche Arbeit diesem Thema zu widmen. Der Traditionsreichtum von Bewässerungstechniken als Kulturtechnik bzw. Kolonisierung des Wasserdargebots, aber auch die lange Wissenschaftsgeschichte im Zusammenhang mit Wasser stellen meine Arbeit in eine lange Tradition, die nur vordergründig zeitlos scheint. Der Griechische Philosoph Thales von Milet (625 – 546 v. u. Zr.) hielt Wasser für den Ursprung aller Dinge und in das

alles wieder zurückfließen wird. Spätestens als Heraklit von Ephesos etwa hundert Jahre später gesagt hat: „Alles fließt.“, war quasi die wissenschaftliche Quelle des Themas Wasser gefasst.

Die Gewalt des Wassers steht in Zusammenhang mit Religion, Riten, Mythen und frühen wie auch aktuellen (post-/spätindustriellen) Hochkulturen. Die konstruktive Kraft, die Leben und Frucht bringt, bringt aber - in zu großer Menge bzw. falscher Qualität - auch Zerstörung und Tod (vgl. Moser u. a., 2001, S. 11). Wasser ist das billigste und notwendigste Gut nach Luft und es ist aber nur scheinbar unbegrenzt verfügbar. „Schätzungen des Verhältnisses von Wasserangebot und menschlicher Nachfrage deuten darauf hin, dass Wasserknappheit eines der ganz großen Probleme der Zukunft sein wird.“ (Schmidt-Bleek, 1993, S. 176)

Die Assoziationen und Aspekte zum Thema Wasser sind vielfältig. Und als ob Wasser nicht stets aktuell und somit quasi zeitlos wäre - angesichts tagtäglich verdurstender Mitmenschen - werden spezielle Wasserjahre, ja Wasserdekaden ausgerufen. Doch nicht nur in Dürre- und Durstgebieten auf supranationaler Ebene gibt es Verteilungskonflikte um Wassernutzungsrechte, auch auf regionaler Ebene erscheint eine intensivere Auseinandersetzung mit dieser wichtigsten Ressource menschlicher Gesellschaften dringend geboten (vgl. Hüttler, Payer, 1997, S. 96). Zunehmende lokale und kleinräumige Knappheiten und Konflikte von verfügbaren Trink- bzw. Nutzwasserressourcen und daraus resultierende ökologische und soziale Folgewirkungen (Mengenprobleme und Qualitätsprobleme) im Zusammenhang mit global wirksamen Umweltproblemen wie der Erwärmung der Erdatmosphäre bieten genügend Forschungsbedarf.

Der Wasserbegriff der ÖsterreicherInnen fügt sich nahtlos in deren biedermeierliches bzw. romantisches Denken. So sehr sind wir Stolz darauf:

1. auf die schöne Landschaft (86 %)
2. auf die Berge (75 %)
3. auf sauberes Wasser (73 %)
4. auf die vielen Seen (64 %)
5. auf die österreichische Küche (64 %)
6. auf die Vermeidung von Atomkraft (64 %) (vgl. Starmayr, 2002, S. 57)

Dank seiner Wasservorräte als ‚Wasserschloss Mitteleuropas‘ gepriesen (vgl. Hüttler u. a., 1994, S. 47f), lässt Österreich Assoziationen zu operettenhaften Fernsehserien erahnen. Hoffentlich gibt es kein böses Erwachen und das Traumschiff wird zum bedrängten U-Boot und Landschafts- und Wasseroberflächen sind nur behübschte Kulissen für die Tourismusindustrie. Die rosarote bzw. grüne Brille scheint in der privaten wie staatlichen Umweltdiagnose durchwegs modisch. Bei den in Österreich repräsentativ abgefragten am dringendsten zu lösenden Umweltproblemen steht die Kategorie ‚Wasser‘ mit ca. 13 % an vierter Stelle hinter ‚Natur- und Landschaft‘ (32 %), ‚Klima‘ (21 %) und ‚Luft‘ (16 %), aber vor ‚Abfälle‘ (11 %) und ‚Lärm‘ (5 %) (vgl. ÖSTAT, 1997, S. 103). Trinkwasser erhält ob seiner Wichtigkeit auch quasi-religiöse Züge und wird zur Glaubensfrage, aber auch zur Angstmake instrumentalisiert. „58 % glauben „Qualitätswasser in Österreich könnte knapp werden, 31% ‚nicht‘, 10 % ‚weiss nicht‘ und 1% k. A.“ (Starmayr, 2002, S. 58)

Die arbeitsteilig-organisierte Entnahme von Rohstoffen wie Wasser aus der Natur wirft auch Fragen um die Versorgungssicherheit auf. Mit der vermeintlichen Verteidigung ‚unseres‘ Wassers wird oft genug politisches und medial kleinformatiges Kleingeld aus der Versorgungsverunsicherung geschlagen. Gemeint sind mit den Forderungen nach Unverkäuflichkeit von Österreichs Wasser, die (teilweise schon umgesetzten) Privatisierungen von zentralen Wasserversorgungsunternehmen auf österreichischem Terrain.

Während hingegen der osteuropäische Wasserver- und –entsorgungsmarkt erklärtes bzw. schon erreichtes Ziel der österreichischen privatisierten und öffentlich-rechtlichen Wasserwirtschaft ist.

Aus Schaden wird man klug, weiß der Volksmund. Das gilt auch für den Umgang mit Wasser. Wir können die Schäden aber nicht abwarten, wir müssen vorher ‚klug‘ werden und aus den Fehlern und Erfolgen (benchmarking) anderer lernen. Wir können es nicht mit B. Shaw halten, der spottete: „Was hat die Zukunft schon für mich getan, dass ich mich um sie kümmern müsste.“ (vgl. Katzmann, 1986, S. 105f) Die neuzeitliche Beherrschung der Ressource Wasser hat eine breite Palette an Folgeproblemen erzeugt, die mit der schlichten Fortführung technischer (nachsorgender) Lösungen in der Regel nur vorübergehend und partiell bewältigt werden können (vgl. Hüttler u. a., 1994, S. 8f). Die vorliegende Arbeit versteht sich daher auch als Beitrag für eine intensivere Diskussion um die vorsorgende bzw. nachhaltige Nutzung von Wasser unter den spezifisch österreichischen Bedingungen.

Schmidt-Bleek kritisiert – zu Recht wie ich meine – die ausschließliche Hinwendung zu akuten ökologischen Problemen. Medienpräsenz im Zusammenhang um die sog. Privatisierung der zentralen Wasserversorgung und Probleme um die Trinkwasserqualität führen zu einem *verengten Blick* und dieser zu vielfältigen Fehlern. Viele Ressourcen bleiben bzw. kommen mangels Knappheit aus dem Blickfeld des öffentlichen Interesses. Die Ressourcennutzung unterliegt wie auch das (natürliche) Dargebot beim Wasser einem Wandel, der bei einer so wichtigen Ressource wie Wasser ständig beobachtet werden sollte. „Die vom Menschen ausgelöst und – am Leben eines Menschen gemessenen – langsamen Veränderungen des Trägersystems Ökosphäre selbst aber können die langfristig viel gefährlicheren sein. ... Der Umgang mit Wasser ist ein besonders plastisches Beispiel für kurzatmige Reaktionen auf sehr tiefgehende Schäden. Das Beispiel eignet sich nicht zuletzt deshalb, weil sich auf diesem Sektor einiges zum Guten verändert zu haben scheint – in Wahrheit allerdings noch längst nicht genug.“ (Schmidt-Bleek, 1993, S. 57)

Nach diesen Ausführungen, die die Vielfältigkeit der sozialökologischen Aspekte rund ums Wasser erahnen lassen, will ich mich der Themeneingrenzung dieser *Literaturarbeit* und dem Kapitelüberblick näher widmen.

Wasser ist mit ca. 90 % der größte gesellschaftliche Materialfluss in Österreich – soviel vorweg (vgl. Hüttler, Payer, 1997, S. 95). Das allein wäre schon Motiv und Legitimation genug den Wasserverbrauch von Österreich als hoch entwickelte Industriegesellschaft näher zu analysieren. Parolen über die Wichtigkeit des Lebensmittel Nr. 1 und hinaufschnalzende Ressourcenpreise allerorts sind weitere Gründe für dieses Thema. „Dennoch hat sich die Diskussion um nachhaltige Entwicklung bisher nur in vergleichsweise geringem Ausmaß mit der Frage der nachhaltigen Nutzung von Wasserressourcen befasst.“ (Hüttler u. a., 1994, S. 8) Im Rahmen dieser Arbeit, die als ein Beitrag zu einer Erfassung des Materialflusses von Wasser in bzw. durch das österreichische sozio-ökonomische System dient, wird das Hauptaugenmerk auf die quantitative Seite des sozialen Wasserinputs gelegt.

Eine regionale Eingrenzung und Beschränkung auf die Bundesebene ergibt sich auch aus Umfangsvorgaben zur Arbeit. Globale Themen wie Klima und sein Wandel können aber ebenso wenig ganz ausgeblendet werden wie spezifische lokale Phänomene wie z. B. Grundwasserspiegelsenkung durch Übernutzung des Wasserdargebots. Die Beschränkung auf Österreich sollte den Datenbezug erleichtern.

Voraussetzung für die sozio-ökonomische Wassernutzung ist das (natürliche) Vorhandensein von Wasser. Erstes Kapitel ist die Darstellung der natürlichen Gegebenheiten (Dargebot) in Österreich. Das österreichische Wasserdargebot setzt sich aus Grundwasser, Oberflächenwasser, Niederschlag, Verdunstung, Zu- und Abfluss zusammen, wird durch (solares) Erdklima und globalen Wasserkreislauf angetrieben und ist durch regionale und saisonale Merkmale gekennzeichnet. Angesichts der günstigen Dargebotslage und des sorglosen Umgangs mit diesem sei die Frage erlaubt: „Haben wir überhaupt ein Problem mit dem Trinkwasser?“ (Fischer-Kowalski, 1988, S. 85)

Wasser lässt sich von vielen sozio-ökonomischen Aspekten her behandeln. Zwei (vermeintlich) diametrale Dimensionen sind die qualitative (Toxizität, Reinheit) und die quantitative. Im Bewusstsein, dass (anthropogene) Umweltprobleme nicht erst bei der Entsorgung der Abfälle, Abwässer und Abgase beginnen, sondern bereits bei deren Entnahme von Ressourcen, möchte ich mit dieser Arbeit keinen toxikologisch-orientierten *end-of-pipe*-Ansatz verfolgen, sondern inputseitig die quantitativen Aspekte des Wassermetabolismus für Österreich erforschen.

Nach der Beschreibung der natürlichen Wasser-Basis folgt die theoretische Grundlage mit dem Konzept und der Methodik des sozialen Metabolismus und der Kolonisierung von Natur. Zur Gewährleistung der Wasserversorgung der verschiedenen Sektoren werden verschiedene kolonisierende (rechtliche, infrastrukturelle etc.) Maßnahmen gesetzt. Dass es (auch durch diese Maßnahmen) Störungen an der Natur gibt wird bei näherer Betrachtung der Lage deutlich. Wasser ist der quantitativ wichtigste Rohstoff im spätindustrialisierten Österreich und somit ein *gewichtiger* Faktor des gesellschaftlichen Metabolismus. Von dem Konzept des gesellschaftlichen Stoffwechsels ausgehend soll auf natürliche bzw. naturwissenschaftliche Grundlagen des Wasserdargebots und des Wasserkreislaufes aufgebaut werden.

Betrachtet wird im Kapitel über die sektorale Wassernutzung die Wasserentnahme, -beschaffung bzw. -versorgung und sein Weg in bzw. durch das sozio-ökonomische System und seine Wirtschaftssektoren. Es soll ein Überblick über die Entwicklung der Größen und Strukturen der Wassernutzung verschiedener Wirtschaftssektoren (Privathaushalte, Landwirtschaft, Industrie, Stromproduktion) in den letzten Dekaden geboten werden. Jeder dieser Sektoren hat spezifische Charakteristika (Nutzungsarten, Wasserinput, natürliche und organisatorische Wasserherkunft) im Hinblick auf die Wassernutzung. Anhand der unterschiedlichen Dimensionen der Wassernutzung soll die sozio-ökonomische Abhängigkeit von Wasser in den produzierenden (Industrie, Landwirtschaft, Stromproduktion) und konsumierenden (Privathaushalte) Gesellschaftsbereichen in der jüngeren Vergangenheit (letzte Dekaden bzw. Dezennien) dokumentiert werden. Sektorale Wassernutzungszahlen sollen zusammengefasst werden und Grundlage zur näheren Analyse bieten. Dies ist somit ein Beitrag zur Erstellung periodischer wasserspezifischer Materialbilanzen für Österreich. Methodische Grundlagen zur Operationalisierung für die empirische Erfassung des gesellschaftlichen Wasserumsatzes sollen weiterentwickelt werden (vgl. Hüttler u. a., 1994, S. 8f). Ein Ziel dieser Arbeit ist einen inputorientierten Ausschnitt des sozio-ökonomischen Wasserflusses anhand zugänglicher sektoraler Input-Datenquellen zu bieten und somit ein adäquates Berichtssystem zu diesem monomateriellen Ressourcenverbrauch.

Abschließend soll die intersektorale Entwicklung der spezifischen sektoralen Charakteristika (Nutzungsarten, Wasserinput, natürliche und organisatorische Wasserherkunft) der Daten dargestellt und analysiert und Problemlösungsansätze für Maßnahmen einer nachhaltigen Wasserpolitik sowie ein etwaiger Forschungsbedarf diskutiert werden.

Diese Arbeit versteht sich als konzeptioneller und empirischer Beitrag zur Entwicklung von Wassermaterialbilanzen auf sektoraler bzw. nationaler Ebene zur Operationalisierung von nachhaltiger ökologischer Entwicklung. Sie reiht sich ein in das *physical accounting* der nationalen Umweltrechnungen und bietet als monomaterieller inputorientierter Ansatz einen Beitrag dazu. Diese Arbeit ist als Beitrag für eine intensivere Diskussion um die nachhaltige Nutzung von Wasser zu sehen. Auch wenn einzelne Kennzahlen oder der Umfang dieser Diplomarbeit der Komplexität des Themas *nachhaltige Wassernutzung* nicht gerecht werden, so können diese doch Anreiz zu einer umfangreicheren Auseinandersetzung mit der Materie bieten. Der/Die Lesende möge Nachsicht üben, ob meines Versuches andere Wissenschaftsdisziplinen in diese Arbeit (dilettantisch) einzubeziehen und eine etwaige Laienhaftigkeit in jenen entschuldigen. Auch kann hier keine umfassende Darstellung erwartet werden. Der Versuch eines Über-*Blicks* ist weder historisch noch regional standortfrei und mündet oft in der Absicht subjektiv selektiv interessantes zusammenzustellen bzw. wiederzugeben. Dies soll keine verharmlosende oder beschwichtigende Umweltberichterstattung sein, kein alarmistisches Katastrophenbuch, keine pessimistische Umwelt-Litanei und keine voreilig attackierende Schuldzuweisung. Umweltforschung ist legitim und darf nicht als Verschwörungstheorie diffamiert werden. Ich stelle diese Arbeit mit dem gewählten Ansatz und meinem Diplomprüfungsfach *Umweltsoziologie* in einen interdisziplinären Kontext von Sozial- und Naturwissenschaften.

1. Wasserdargebot und Wasserkreislauf als natürliche Rahmenbedingungen

So wie Wasser bereits vor dem Menschen existierte, so ist es auch bei dieser Arbeit über die sozio-ökonomische Wassernutzung dienlich sich vor der anthropogenen bzw. sozio-ökonomischen Nutzung dieser Ressource mit den natürlichen Wasservorräten (= Wasserdargebot) und mit dem natürlichen Wasserkreislauf zu beschäftigen. Damit möchte ich einem ökologischen Grundverständnis des natürlichen Wassersystems mit einer quantitativ-orientierten Systembeschreibung Rechnung tragen. Kein Zugang zum sozio-ökonomischen Gebrauch von Trinkwasser ohne Verständnis der ökologischen Rahmenbedingungen des Wasserkreislaufes und des Wasserdargebotes. „Als condition sine qua non aller Lebensvorgänge nimmt die Verfügbarkeit von Wasser eine zentrale Stellung in allen ökologischen Vorgängen ein.“ (Fischer-Kowalski u. a., 1991, S. 44) Die quantitative Versorgung mit Wasser bzw. die regionale Verteilung der Niederschläge und das sich daraus speisende System von Grund-, Quell- und Oberflächenwässern sind für die natürlichen und gesellschaftlichen Systeme von prägender Bedeutung. Wer Wasser als ausschließliches Wirtschaftsgut abqualifiziert, hat dessen Sonderstellung als nicht substituierbares Naturprodukt und Lebensgrundlage verkannt.

Globales Wasserdargebot

Global betrachtet bleibt die Menge der (natürlichen) Wasservorkommen gleich groß auch wenn sich regional sein phänomenales Vorkommen (Aggregatzustand, Erscheinungsform) und seine Bilanz verändert. „Die globale Wasserbilanz ist ungeachtet der regionalen Verteilung immer ausgeglichen.“ (Möller, 2002, S. 34) Die global unüberschaubar große - doch letztlich endliche - Menge erscheint aber angesichts lokaler Unverfügbarkeit von Süßwasser bzw. Trinkwasser und ver/durstenden Menschen irrelevant. „Es ist deutlich geworden, dass die Wasservorräte trotz ihrer zyklischen Erneuerung und ständigen Wiederauffüllung inzwischen keine unerschöpfliche Ressource mehr darstellen.“ (Eurostat, 1998, S. 3)

Da Wasser meistens fließt und oft Zustand bzw. Erscheinungsform verändert ist es nicht zweckdienlich von natürlichen ‚Wasserreserven‘ zu sprechen. Abgesehen von fossilem Grundwasser (Mineralwasser, artesische Brunnen etc.) gibt es keine Depots wie bei Erdöl etc., sondern die natürlichen Wasservorkommen bzw. sozio-ökonomischen Entnahmestellen sind Teil eines – nicht immer wahrnehmbaren – (langsamen) Kreislaufs. Was heute an Wasser sozioökonomisch nicht verbraucht wird, bleibt nicht für die Zukunft auf (regionalem) Lager, sondern fließt einfach in Grundwasserströmen und Oberflächengewässern davon bzw. verdunstet (vgl. Moser u. a., 2001, S. 52).

Das globale Wasserdargebot ist durch große regionale und saisonale Unterschiede gekennzeichnet. Zur Beschreibung eines natürlichen Wasserdefizits bzw. Wasserabgabe dient die Geschlossenheit der Vegetationsdecke (vgl. Hüttler u. a., 1994, S. 6). Unabhängig von den Eingriffen des Menschen gibt es – gemessen am menschlichen Bedarf oder der Pflanzendecke - Regionen mit Wasserüberschuss bzw. -überfluss bzw. -abfluss und solche mit Wasserdefizit (höhere jährliche Verdunstungs- als Niederschlagsmenge). Eine anthropogen-orientierte Definition von Wasserdargebot lautet: „Jährliche Wassermenge, die für die Entnahme durch den Menschen und den Verbrauch innerhalb eines Landes zur Verfügung steht.“ (Eurostat,

1998, S. 5) Dargebot ist eine unökonomische Bezeichnung für regional und zeitlich definierte Ressourcen aus der Natur. Im internationalen Vergleich – wie auch hier - wird Dargebot national und – bei regenerierbaren Rohstoffen - jährlich definiert. Wünschenswert wäre allerdings eine tages- wie jahreszeitliche kleinräumige Einzugsgebietsdatenlage.

Die gesamten Wasserressourcen der Erde, auch Hydrosphäre genannt, umfassen:

- das Wasser der Meere, 1,35 Mrd. km³ (97,4 %)
- das Wasser der Kontinente und
- das Wasser der Atmosphäre.

Das globale Wasservolumen der Hydrosphäre beträgt insgesamt $1,4 \times 10^9$ km³ oder 1,4 Mrd. km³. Davon sind 97,3 % in Form von ungenießbarem Meer- bzw. Salzwasser in Ozeanen (vgl. Möller, 2002, S. 30f). Der Rest rund 3 % kommt in Form von Süßwasser vor und verteilt sich auf Kontinente und Atmosphäre in Form von:

- Gletscher und Polareis 28 Mio. km³ (77 %)
- Grundwasser, Bodenfeuchte 8 Mio. km³ (22 %)
- Flüsse und Seen 0,23 Mio. km³ (0,021 %)
- Atmosphäre 0,01 Mio. km³ (0,001 %) (vgl. Moser u. a., 2001, S. 7)

Alle Seen und Flussläufe der Erde haben zusammen mit dem atmosphärischen Wasserdampf, der Bodenfeuchtigkeit und dem Wasser der Biomasse einen Anteil am Süßwasser von rund 0,5 % (vgl. Hüttler u. a., 1994, S. 5). 71 % der Erde sind mit Wasser bedeckt (vgl. Moser u. a., 2001, S. 7). Über die Flächenanteile der Grundwassergebiete konnte nichts recherchiert werden. D. h. die beliebten Oberflächen-Süßgewässer sind praktisch nur die Spitze des symbolischen Wasser-Eisberges. Das in der Atmosphäre enthaltene Wasser macht nur ein Hunderttausendstel der gesamten Hydrosphäre aus (vgl. Möller, 2002, S. 31).

Die Betrachtung der Süßwasservorräte hat meist einen anthropozentrischen Charakter, da er mit (unaufwendiger) Nutzbarkeit in Verbindung steht. Inzwischen ist auch Salzwasser und stark verschmutztes Wasser dank Membrantechnologie (energetisch aufwendig) großmengenmäßig in Trinkwasserqualität aufbereitbar. Für menschliche Nutzungszwecke kommt traditionell nur unaufbereitetes, flüssiges Süßwasser mit Trinkwasserqualität in Siedlungsnähe in Frage. „Nur etwa 0,3 % des gesamten Wasserdargebots sind nutzbares Süßwasser. Das für Trinkwasserzwecke unmittelbar nutzbare Süßwasser der Erde in Strömen, Flüssen, Bächen und Seen beträgt weniger als 0,014 % des weltweiten Wasserdargebots.“ (Möller, 2002, S. 31) Die globalen Grundwasservorkommen (40 bis 60 Millionen km³) sind größer als alles Oberflächenwasser (Flüsse, Seen, Staubecken, Sümpfe) und das der Atmosphäre zusammen. Das Grundwasser bis zu einer Tiefe von 4000 m hat nur 8 bis 10 Mio. km³, wovon sich nur wenig nutzen lässt (vgl. Hüttler u. a., 1994, S. 5f).

Der Wasserkreislauf

„Der globale Wasserkreislauf stellt den wichtigsten biogeochemischen Kreislauf dar.“ (Hüttler, Payer, 1997, S. 96) Der Wasserkreislauf ist aber nur ein monomaterieller Kreislauf unter vielen. Ein monomaterielles Kreislaufmodell wie das des Wasserkreislaufes lässt sich in ein multimaterielles Klimamodell einbauen. „Der hauptsächlich global bzw. großregional funktionierende natürliche Wasserkreislauf erfüllt Verteilungs-, Reinigungs-, Energieaufgaben etc., die für die Gesellschaften nutzbar sind.“ (Kroiß, 1999 a, S. 123) Die quantitative und qualitative Erneuerung des Wassers wird durch Verdunstung bzw. Verdampfung (Reinigung) aufgrund der Zufuhr von Sonnenenergie durch Strahlungswärme geleistet. „Der weltweite Wasserkreislauf wird durch die Einstrahlung von Sonnenenergie in

Gang gehalten; er verschlingt ungeheure Energiemengen (rund ein Fünftel der eingestrahnten Sonnenenergie).“ (Fischer-Kowalski u. a., 1991, S. 44) Der Wasserkreislauf kann auch als Energietransport- und Temperatúrausgleichssystem verstanden werden. Der globale Wasserkreislauf ist im Fließgleichgewicht. Der regionale Wasserhaushalt besteht aus Flüssen (Niederschläge, Versickerungen, Quellen, ...) und Speichern (Boden-, Grundwasser, Seen, Flüsse). Regionalen Speicher gleichen zeitlich und örtlich variable Niederschläge aus.

Die Verweildauer eines Wassertropfens im Grundwasser wird mit 300 Jahren angesetzt, jene für Flusssysteme mit 8-17 Tagen und jene für die Atmosphäre mit 9-10 Tagen. Die lange Verweildauer von Wasser im Boden unterstreicht die Wichtigkeit des nachhaltig-ökologischen Umgangs mit (Grund)Wasser und Boden (Verschmutzungsgedächtnis, Schädigungspotenzial) (vgl. Hertler u. a., 2004, S. 65).

Das jährlich global zirkulierende Volumen beträgt rund 500 Mio. km³ (Niederschlagsmenge) - also ca. einem Drittel des globalen Dargebots (vgl. Möller, 2002, S. 35). Davon gehen 80% auf den Ozeanen nieder (vgl. Moser u. a., 2001, S. 7). Tendenziell ist der Niederschlag über Landflächen höher als die Verdunstungsmengen (Abfluss durch Oberflächengewässer). Über den Ozeanen hingegen ist die Bilanz umgekehrt, d. h. ein Überschuss an Verdunstung. „Allerdings beträgt die auf das Festland niedergehende Niederschlagsmenge ‚nur‘ 111100 km³ während die Verdunstungsmenge rund 71000 km³ beträgt. Die Restmenge von rund 40000 km³ fließt in die Meere ab.“ (Möller, 2002, S. 34) Zwei Drittel des kontinentalen Niederschlags gelangen über die Verdunstung wieder in die Atmosphäre (1/3 Abfluss). Der über die Pflanzen verdunstete Anteil (Transpiration) ist größer als der von der Bodenoberfläche (vgl. Moser u. a., 2001, S. 7).

Nicht alles Wasser fließt. Manche Wasservorkommen sind seit Jahrtausenden in Gesteinsschichten eingeschlossen oder in Form von Eis (Gletscher, Polkappen) vorhanden und außerhalb des Kreislaufes (fossiles Grundwasser) an regional eingrenzbaeren Standorten.

Der Begriff des natürlichen Wasserkreislaufs kann anhand lokalen, regionalen und globalen Kreisläufen konkretisiert werden. (vgl. Möller, 2002, S. 35) Der Wasserkreislauf funktioniert zwar global bzw. großregional kann aber als Modell für verschiedene Betrachtungsebenen durch Definition des Bilanzierungsraumes konzipiert werden. So können die regionalen Wasserkreisläufe als Teilsystem zum globalen Wasserkreislauf betrachtet werden. Die wesentlichen Größen des als Input-Output-System darstellbaren Wasserkreislaufes sind Input (Niederschlag sowie Zufluss aus dem Ausland), der positiv in die Bilanz eingeht, während ober- und unterirdischer Abfluss ins Ausland sowie Verdunstung auf der ‚Ausgabenseite‘ zu verbuchen sind. So bilden hydrologisch zentrierte Darstellungen den gesellschaftlichen Wasserumsatz lediglich als ‚Anhängsel‘ zum natürlichen Wasserkreislauf ab, was zwar den Dimensionen (meistens) gerecht wird, aber wenig Information über die vielfältigen gesellschaftlichen Eingriffe in den Wasserhaushalt sowie die sozialen Nutzungsfunktionen des Wassers bietet (vgl. Hüttler, Payer, 1997, S. 98).

Die regionale Erneuerbarkeit des Wassers

Erneuerungsraten einzelner Dargebotsarten und Regionen sind unterschiedlich. Aus ökologischen bzw. systematischen Überlegungen wie auch in der Ressourcenökonomie kann eine Differenzierung in *erneuerbare* und *nicht-erneuerbare* Einsatzstoffe bzw. Rohstoffe aufschlussreich sein. „Erneuerbarkeit darf dabei nicht automatisch mit Umweltverträglichkeit

gleichgesetzt werden.“ (Payer, 1991, S. 17f) Die Nutzung erneuerbarer Rohstoffe (Biomasse, Wasser etc.) ist in großen Mengen auch umweltschädlich. Letztendlich hängt die Operationalisierbarkeit des Begriffs *erneuerbar* vom gewählten Zeitraum (Tag, Menschenleben, Erdzeitalter) ab, in dem sich Rohstoffe regenerieren (vgl. Payer, 1991, S. 17f).

Beim Denken in menschlichen Zeitdimensionen ist die Unterstellung eines gegebenen, unveränderlichen Bestandes bei Pflanzen oder Tieren offensichtlich keine gute Annäherung an die Realität. „Die zentrale Änderung bei der Behandlung erneuerbarer Ressourcen ist, dass wir nun eine Regenerationsfunktion aufnehmen müssen, die die Veränderung des Bestandes als Funktion des Bestandes selbst darstellt.“ (Feess, 1998, S. 341) Regenerationsfunktionen sind für viele Ressourcen ausgesprochen komplex (Regenerationszeit, Kleinräumigkeit) und oft unbekannt (Bsp. Fische, Anm.). So lässt sich auch innerhalb der Ressourcenökonomie eine Regenerationsfunktion für Wasser ermitteln. Einerseits wäre eine natürliche Fließgeschwindigkeit (Weg pro Zeiteinheit) und eine natürliche Fließmenge (m^3) im Dargebots- bzw. Wasserkreislaufmodell zu ermitteln. Andererseits könnte eine Geschwindigkeit und Menge des Wassers, das durch das soziale System fließt berechnet werden, man könnte die *soziale Fließgeschwindigkeit und soziale Fließmenge* ermitteln.

Bei den Rohstoffen gilt es ähnliche Begriffe wie von *erneuerbar*, *regenerativ* und *nachwachsend* zu unterscheiden. Irreführend wäre bei Wasser die Bezeichnung regenerierend bzw. nachwachsend. Damit ist meist Biomasse gemeint, die mit Hilfe biogeochemischer Vorgänge sich stofflich verändert und Energie gebunden speichert. Für Wasser hingegen ist eine organische Definition nicht operabel. Aufgrund des Kreislaufcharakters der natürlichen Wasserströme (Bsp. Grundwasserneubildung durch Regen) scheint hier auch für Wasser bzw. aquatische Teilsysteme (Grundwasser) die Kategorie ‚erneuerbar‘ verwendbar. Noch besser erscheint hier für Wasser die Bezeichnung als hinsichtlich seiner Dargebotsmenge und seiner Qualität kleinräumig erneuerbarer Rohstoff, der den globalen Wasserkreislauf für diese regionale Erneuerbarkeit benötigt. Wasser bzw. das regionale Wasserdargebot hat aufgrund des globalen Wasserkreislaufes das Kriterium der regionalen Erneuerbarkeit.

Wasser ist auf seiner chemisch-molekularen Ebene weitgehend stabil bzw. wird selten verändert. Sein regionales Dargebot ist vom Wasserkreislauf und von Erneuerung geprägt. Die wiederkehrende ‚Erneuerung‘ des regionalen Wasserdargebots erfolgt flächig durch Niederschlag und Verdunstung und gebündelt in Form von ober- oder unterirdischem Zufluss und Abfluss. Üblicherweise werden die kleinräumigen natürlichen Speicher (Boden bzw. Grundwasser) durch kurzfristig wiederkehrende Inputs (Niederschläge oder Zuflüsse) nachgefüllt. Kleinräumig ist Wasser also eine erneuerbare Ressource. So wird Wasser schon einmal als ein ‚geborenes‘ Recycling-Gut bezeichnet (vgl. Möller, 2002, S. 35).

Wie im Kapitel über das globale Wasserdargebot beschrieben ist das Wasservorkommen weder global noch regional unbegrenzt bzw. unendlich. Das zeigt sich auch in regionalen qualitativen und/oder quantitativen (sozialen) Wasserproblemen. Dabei geht es um die Problematik der Verfügbarkeit bzw. der Nutzbarmachung von Wasser.

Fossiles Wasser

Wird Wasser als Material des natürlichen und sozialen Metabolismus betrachtet stellt sich die Frage nach der Kategorisierung von Materialien. Für ein übersichtliches rohstofforientiertes

Grundschemata bieten sich die Unterscheidung nach *biotischem* und *abiotischem* Material, *fossilem* und *rezentem* Material an. *Fossil* wird landläufig mit *mineralisch*, *rezent* mit *regenerierbar* gleichgesetzt. Wasser ist wie auch Luft *abiotisch* also *anorganisch*, auch wenn sie für Organismen lebensnotwendig sind. Wasser ist meist *rezent* - bis auf Gletscher oder artesisches bzw. *fossiles* Wasser. *Fossiles* Wasser mit Erneuerungsraten in der Größenordnung von mehreren hundert Jahren stellt im globalen Wasserkreislauf eine Ausnahme dar. Die Nutzung fossiler Wasserreserven mengenmäßig jedoch nur in marginalen Größenordnungen erfolgt und ihre explizite Erfassung einen unvergleichlich höheren Erhebungsaufwand erfordern würde, wird hier auf eine differenzierte Darstellung verzichtet (vgl. Hüttler u. a., 1994, S. 19ff).

In der Frage um die Erneuerbarkeit des Rohstoffes Wasser zeigt sich, dass nicht alle unterirdischen Gewässer mittelfristig erneuerbar sind. Manche Grundwasserkörper sind schon viele Jahr(tausend)en eingeschlossen und somit nicht Teil des globalen Wasserkreislaufes. Alte bzw. *fossile* Wässer stehen manchmal unter Druck (artesischer Brunnen). Die Festlegung, ob es sich bei Grundwasser als Teil des Kreislaufes oder fossiles Grundwasser handelt ist eine Frage der Schichten, in jedem Falle eine der regelmäßigen Erneuerung bzw. des Alters eines Vorkommens. Wasser ist Teil des Aufbaues der Erdhülle in Schichten und deren Veränderungen. Die besondere Qualität alter (unterirdischer) Gewässer liegt neben ihrer Nichterneuerbarkeit oft in den Kriterien (gelöste) Inhaltsstoffe, Temperatur, Druck, Strahlung und sie lassen sich auch spezifisch nutzen. Von besonderer Bedeutung sind in Österreich Thermal-, Heil- und Mineralwasservorkommen (vgl. Stalzer, 1999, S. 111). Heiße Quellen bzw. bodennahe warme unterirdische Gewässer werden für die Energieversorgung (Geothermie, Wärmepumpe) immer wichtiger.

Eine Nutzung bzw. die Entnahme dieser alten Wässer widerspricht dem Gedanken der Nachhaltigkeit, da sich diese nicht durch den natürlichen Wasserkreislauf erneuern bzw. speisen. „Noch prekärer wird die Situation, wenn eiszeitliches also fossiles Wasser den Grundwasserkörper aufbaut, wie zum Beispiel im Seewinkel (Burgenland, 20-40.000 Jahre alt). Die anhaltenden Entnahmen aus diesen Reservoirs sowie qualitative Belastungen können durch Erneuerungen nicht mehr abgebaut werden.“ (Hüttler, Payer, 1997, S. 108) In einigen Gebieten Oberösterreichs und der Steiermark wird auch artesisches Wasser für die Wasserversorgung durch Hausbrunnen herangezogen (vgl. Hüttler u. a., 1994, S. 19f).

Der Begriff Mineralwasser kommt aus dem Lebensmittelrecht (vgl. Möller 2002, S. 18ff). Die Mineral- und Tafelwasserverordnung schützt die unterirdischen Vorkommen vor Verunreinigungen und bezeichnet sie auch als Wasser von ‚ursprünglicher Reinheit‘ das seinen ‚Ursprung in einem unterirdischen vor Verunreinigungen geschützten Wasservorkommen‘ hat (vgl. Möller, 2002, S. 28). Die Entnahme nicht-regenerativer Wasservorräte ist nicht nachhaltig.

Auch die Gletscher sind manchmal Jahrtausende alt und nicht jährlich erneuerbar. Sie kommen in irreparablem Bedrängnis durch den Menschen; quantitativ durch ein Abschmelzen durch den anthropogenen Klimawandel und qualitativ durch irreparable Kontaminierungen von Gletschereis (vgl. Hüttler u. a., 1994, S. 30). Der österreichische Alpenbereich hat einen Bestand von 925 Gletschern. Die letzten Hochstände der Gletscher waren in den Jahren 1850, 1920 und 1980. Gletscher haben ein Wasserdargebot von ca. 20 km³ (1/5 des Jahresneiderschlages). Sie sind von Temperaturerhöhungen und Schneegrenzanstieg durch den Klimawandel negativ betroffen (vgl. Lassnig, 1996, S. 144).

Exkurs: Klimawandel

Die Diskussion um den (anthropogenen) Klimawandel erhält in jüngster Vergangenheit durch die möglichen Auswirkungen des Treibhauseffekts auf den Wasserhaushalt weitere Brisanz. Die Erwärmung der Erdatmosphäre und deren Folgen für den Wasserkreislauf und die regionalen Wasservorräte sind von enormer Wichtigkeit für ökologische und gesellschaftliche Prozesse. Sozial relevante Agenden wie Jagd und Fischerei, Abbau- und Anbaugebiete, Siedlungsgebiete, Produktionsstandorte (Arbeitsplätze) etc. mit Durst- und Hungerkatastrophen oder Bevölkerungswanderungen und Kriege sind zu befürchten. Dabei kann es – aus sozio-ökonomischer Sicht - durchaus zu regionalen und saisonalen Verbesserungen im Wasserdargebot kommen. Die Bewertung der Veränderung ist aber ein soziales Phänomen – je nach Interessenslage.

Wasserdampf ist das wichtigste Treibhausgas und der Klimawandel macht nicht vor Österreich halt (vgl. Katzmann, 2007, S. 21f). Klima ist wie auch der Wasserkreislauf ein komplexes Zusammenspiel von Temperatur, (Sonnen)Energie, Atmosphäre, Wasser und anderen Materialien. Sollten manche noch am Verlauf bzw. der Richtung der Veränderung des Klimas zweifeln, so ist doch die Wichtigkeit dieses Themas für die Menschheit unbestreitbar. Treibhauseffekt bedeutet, wenn Sonnenlicht auf die Erde trifft werden Teile des Lichtes in Wärme umgewandelt. Die Erdatmosphäre hält Teile dieser Wärmeenergie fest. Ohne diesen natürlichen Treibhauseffekt wäre die Erde nicht plus 15 sondern ca. minus 20 Grad Celsius warm. Die Menschheit verändert – verstärkt seit der Industrialisierung – den natürlichen Gehalt der Treibhausgase (Kohlendioxyd, Methan, Lachgas, Fluorchlorkohlenwasserstoffe und Ozon) in der Atmosphäre. Dieser anthropogene Treibhauseffekt verändert das Klima (stärker) (vgl. Schmidt-Bleek, 1993, S. 296f).

Neben einer Erdatmosphärenerwärmung verändern sich auch Winde, (Extrem-) Wetterereignisse, Meeresströmungen, Niederschlagswerte. Der (anthropogene) Treibhauseffekt wirkt sich also auch stark auf den wichtigen biogeochemischen Wasserkreislauf aus. Veränderung betreffen Klimaphänomene wie Monsun, Berggletscher und Polkappen, Meeresspiegel, Meeresströme, etc. Wetter- und Klimaparameter wie Windrichtung und –geschwindigkeit, Temperatur, Niederschlag, Verdunstung (Luftfeuchtigkeit) und das (nutzbare) Wasserdargebot. „Die regionalen Verteilungsprobleme des globalen Wasserdargebots könnten sich im Zuge des Klimawandels durch die Änderung der Niederschlagsmengen und deren raum-zeitliche Verteilung noch erheblich verschärfen und zu weiteren erheblichen regionalen Verknappungen des Wasserdargebots – insbesondere bei gleichzeitig wachsender Bevölkerung – führen.“ (Möller, 2002, S. 31) Studien zur *industrial ecology* hingegen führen nicht bloß den Bevölkerungszuwachs, sondern auch die zunehmende Industrialisierung, insbesondere die starke Zunahme des Verbrauchs von Ressourcen als Hauptargument an. Die anthropogenen Einflüsse verschiedenster menschlicher Aktivitätsbereiche (z. B. CO₂ – Ausstoß) wirken auf das natürliche System einerseits über den Klimawandel zurück auf den Wasserkreislauf und somit auf das Dargebot und die Wasserversorgung. Andererseits sind auch negative Einflüsse auf eben dieses Klimasystem durch die Verfügbarmachung von Trinkwasser nicht auszuschließen.

Der Klimawandel ist bereits am Wasserhaushalt in Österreich bemerkbar. Hydrologische Atlanten für Österreich zur Veränderung des Wasserdargebots in den letzten 50 Jahren bestätigen dies. „Dabei wird nicht der Anspruch erhoben einen kausalen Zusammenhang dieser Veränderungen mit dem Wandel des Weltklimas herzustellen. Die festgestellten saisonalen Trends im Niederschlag, Abfluss und der Wasserbilanz sowie deren räumlich unterschiedliche Ausprägung können als Indiz dafür bezeichnet werden, dass die starke

globale Temperaturerhöhung in den vergangenen 30 Jahren auch den Wasserhaushalt Österreichs verändert.“ (Wassernet, 2008)

Schwankungen des Klimas und des Wasserdargebots – also der lokal verfügbaren Menge von Wasser mit entsprechender Qualität - erfordern eine langfristige Planung unter Berücksichtigung der komplexen Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen Ansprüchen der Menschen und den Bedürfnissen ihrer natürlichen Umwelt (vgl. Kroiß, 1999 a, S. 123).

Der Klimawandel führt auch zu hydrologischen Veränderungen in Österreich. Es besteht weitgehende Übereinstimmung über die saisonalen Veränderungen (Zunahme der Winterabflüsse und Abnahme der Sommerabflüsse), sowie über die Nichtlinearität (überproportionale Änderung des Abflusses gegenüber der Änderung des Niederschlages infolge verstärkten Abschmelzens der Gletscher) der zu erwartenden Verschiebungen im hydrologischen Kreislauf. Es wird davon ausgegangen, dass Energiewirtschaft, die Land- und Forstwirtschaft sowie der Tourismus von den zu erwartenden Abflussveränderungen am meisten betroffen sein werden (vgl. Hüttler u. a., 1994, S. 28).

Das Dargebot in Österreich

Österreich verdankt seiner geographischen Lage in der gemäßigten Klimazone (relativ niedrige Verdunstungsrate) der Erde, dem Atlantikeinfluss (Golfstrom, feuchte Luftmassen), dem Westwindeinfluss (Regenimport), einer relativ gleichmäßigen Niederschlagsverteilung in und nahe der Hochgebirgslandschaft (Alpen) und der Speicherfähigkeit seiner Böden (Wälder) seinen qualitativen und quantitativen Wasserreichtum (vgl. Kriechbaum, 2002, S. 3). Der eigentliche Wasserreichtum Österreichs (,Wasserschloss Mitteleuropas') liegt in den Erneuerungsraten, insbesondere des Grundwassers und der Seen (vgl. Hüttler u. a., 1994, S. 47f). Undifferenziert werden ÖsterreicherInnen auch als ,Wasserscheichs' tituliert (vgl. Katzmann, 2007, S. 104).

Österreich hat für die Landwirtschaft (relativ wenig Bewässerungsbedarf aufgrund Verdunstungssituation und Niederschläge) und Industrialisierung (Fließwasservorkommen) vergleichsweise günstige Voraussetzungen. National bzw. regional hängt die Frage der nutzbaren Wasserdargebotsmenge mit dem Industrialisierungsgrad und seinem Entwicklungspotential eng zusammen. Zugespißt formuliert gilt: Ohne bedeutende (Fließ)Wasservorkommen ist keine Industrialisierung möglich. Traditionell ist wird bei geringen Wasservorkommen in einer Region die Landwirtschaft aus historisch verständlichen Gründen (Ernährungsautarkie) vorrangig bedient. Das Dargebot ist unabhängig von der potentiellen sozio-ökonomischen Verfügbarkeit bzw. Nutzbarkeit und der tatsächlichen Nutzung und etwaiger Mehrfachnutzungen zu ermitteln. „Das ,Wasserdargebot' bezeichnet die in einer Region im Durchschnitt jährlich zur Verfügung stehende Menge an Grund- und Oberflächenwasser. Es ergibt sich aus der Differenz der jährlichen Niederschläge und der Verdunstung plus Zuflüssen von Oberliegern.“ (Möller, 2002, S. 36)

Die Datenlage zum Wasserdargebot ergibt sich aus einem traditionsreichen gesellschaftlichen Nutzungsinteresse. Wie in anderen Wirtschaftsbereichen erleichtert es auch in der Wasserwirtschaft, Ausgangslage und Entwicklungen durch quantifizierbare Größen darzustellen. In verschiedenen Teilbereichen der Wasserwirtschaft ist die Datensammlung und –aufbereitung sehr unterschiedlich ausgeprägt und dokumentiert. Es spannt sich der Bogen von der über 100jährigen Erhebung hydrographischer Daten bis zur systematischen Grundwassergütebeobachtung seit Beginn der 1990er Jahre (vgl. Lassnig, 1996, S. 0).

Die Wasserbilanz Österreichs ergibt im langjährigen Mittel über den Niederschlag von 98 Mrd. m³ (77 %) und über den Zufluss aus dem Ausland von 29 Mrd. m³ (23 %) ein Dargebot im geschlossenen Wasserkreislauf mit der Summe von 127 Mrd. m³. Die Outputs sind aus Verdunstung mit 43 Mrd. m³ (34 %) und dem Gesamtabfluss in das Ausland mit 84 Mrd. m³ (66 %). Das nutzbare Dargebot wird mit rund 84 Mrd. m³/Jahr geschätzt, hievon entfällt etwa 1/3 auf das Grundwasser (vgl. Stalzer, 1999, S. 110f). Demnach ist im Unterschied zur globalen Bilanz für Österreich die Einnahmen-Ausgaben-Rechnung zwischen Niederschlägen und Verdunstung nicht ausgeglichen, da mehr Wasser abfließt als zufließt und verdunstet. Das nationale Wasserdargebot ist für die Berechnung von Nutzungsgraden bzw. -raten relevant. Eine noch kleinräumigere Dargebotsanalyse ist für die etwaige Bestimmung von lokalen Dargebotsübernutzungen (Grundwasserspiegelsinken) heranzuziehen.

Die natürliche Wasserbilanz kann bei allen Flüssen (Zu- und Abflüsse, Verdunstungen etc.) auch auf Millimeter wie beim Niederschlag gerechnet werden. So lässt sich anschaulich zeigen wo das Wasser herkommt bzw. hingeht. Die Wasserbilanz von Österreich anhand Millimeterangaben und Durchschnittswerten von 1961 bis 2000 ergibt:

- 1100 mm Niederschlag (Input)
- 320 mm Zufluss (Input)
- 920 mm Abfluss (davon 30 mm unterirdischer Abfluss) (Output)
- 500 mm Verdunstung (Output) (vgl. Brandstetter u. a., 2007, S. 5)

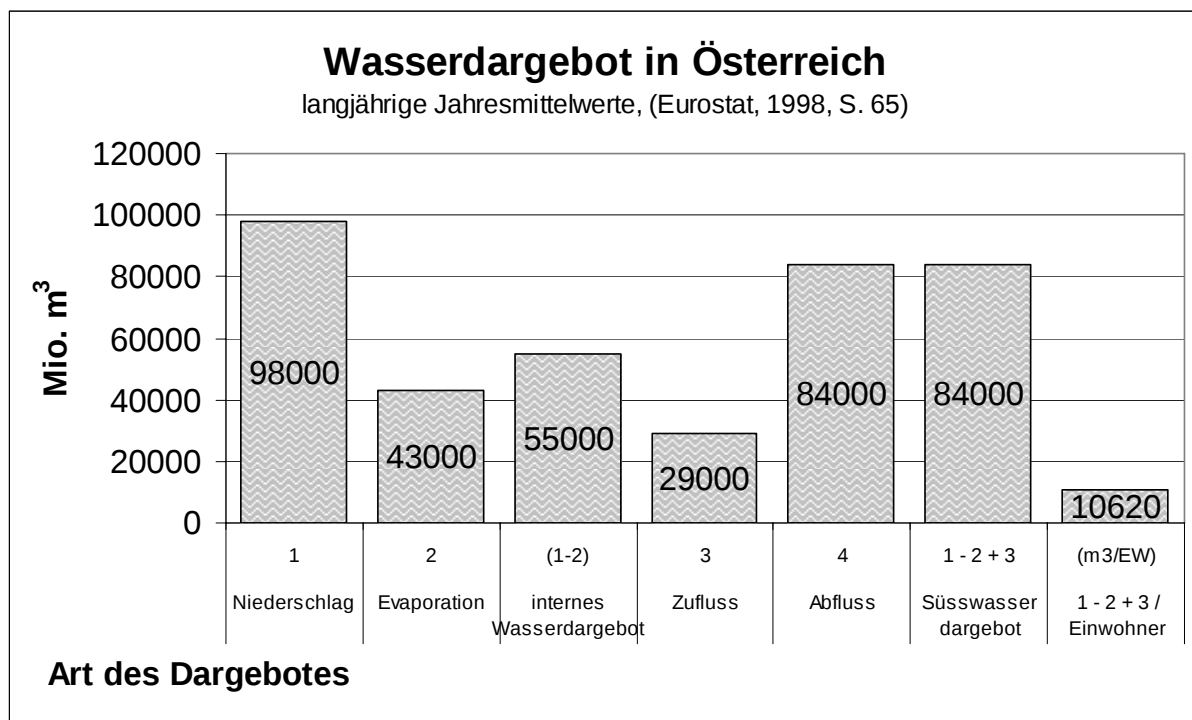


Abbildung 1: natürliches Wasserdargebot in Österreich

Hier wird jedoch eine systematische Gliederung nach Input-Output-Logik des Wasserhaushaltes bzw. -kreislaufes verfolgt. Eurostat ermittelt die nationalen Süßwasserressourcen anhand langjähriger Durchschnittsmengen (Mio. m³ bzw. Mrd. m³) und definiert die Wasser(teil)dargebote so:

- *Aktuelle Evapotranspiration*: Wasservolumen, das durch Verdunstung und Transpiration der Pflanzen vom Boden (einschließlich der Oberflächen von Binnengewässern) in die Atmosphäre transportiert wird.
- *Interner Fluss*: ist das Gesamtvolumen der Abflüsse und der Grundwasserneubildung, welches unter natürlichen Bedingungen ausschließlich vom Niederschlag in einem Gebiet erzeugt wird. Der interne Fluss ist gleich dem Niederschlag abzüglich der aktuellen Evapotranspiration.
- *Tatsächlicher externer Zufluss*: Gesamtvolumen des tatsächlichen Zuflusses aus angrenzenden Gebieten in oberirdischen Gewässern und Grundwasser.
- *Gesamte Süßwasserressourcen*: Gesamtvolumen, das durch interne Flüsse und externe Zuflüsse zusätzlich verfügbar wird.

Tatsächlicher Gesamtabfluss ist der tatsächliche Abfluss aus Flüssen und Grundwasser ins Meer sowie in angrenzende Gebiete (vgl. Eurostat, 2008 b).

Niederschlag

Der Niederschlag ist aufgrund seines Mengenbeitrages vor allem wegen seiner flächenhaften Wirkung der wichtigste natürliche Wasserinput in Österreich. Niederschlag wird aufgrund der saisonalen Schwankungen meist jährlich angegeben und kann in mehrere Formen auftreten: „Jährlicher Niederschlag: Gesamtmenge des jährlichen atmosphärischen nassen Niederschlags (Regen, Schnee, Hagel ...).“ (Eurostat, 1998, S. 87)

Wasserniederschlag in seinen Erscheinungsformen Regen, Schnee, Hagel, Tau etc. bildet sich in der Atmosphäre in einem Zusammenspiel aus Luftfeuchtigkeitsättigung, Aggregatzustandsveränderung, Temperaturveränderung, Ausdehnungsänderung, Schwerkraft. Für das Bilanzierungssystem Luft ist Niederschlag ein Output und die Verdunstung vom Wasser der Erdoberfläche das Input. Für eine geografische bzw. sozio-ökonomische Region bzw. deren Erdoberfläche, wo auch die Gesellschaft ist, ist Niederschlag ein Input in das System des bodennahen Wasserdargebots.

Österreichs topografische Lage am – vom Westwind betrachteten - ausstreifenden Ostalpenbogen bedingt günstige hydrologische Verhältnisse. An den Gebirgen ist die Luft zum Aufsteigen gezwungen, kühlt ab und das gespeicherte Wasser fällt als Regen oder Schnee. Eine Faustregel besagt, dass die jährliche Niederschlagssumme mit jedem Höhenmeter um einen Millimeter zunimmt, wobei auf den Berggipfeln 80 % des Niederschlags in Form von Schnee fallen, in den Niederungen überwiegt der Regen. Im Sommer gibt es über- im Winter unterdurchschnittlich viel Niederschlag in Österreich. Wärmere Luftmassen können mehr Wasser speichern und somit abregnen als kühlere Luftmassen (vgl. Katzmann, 1986, S.89f). Die jährliche Niederschlagshöhe beträgt im Mittel rund 1170 mm zwischen 500 mm im Osten (östliches Niederösterreich und nördliches Burgenland) bis 2500 mm in Westen. In einer für die Gesamtfläche Österreichs ermittelten Menge bedeutet der Niederschlag im langjährigen Mittel ein Dargebot von 98 Mrd. m³ oder 77 % am natürlichen Gesamtinput (vgl. Stalzer, 1999, S. 110f). Die Niederschlagsmenge wird anhand von räumlichen Stichproben (meteorologische Stationen) ermittelt. Bei stark unterschiedlichen Niederschlags- und Verdunstungswerten ist die Berechnung schwierig.

„Niederschlag = Gesamtfläche x durchschnittliche jährliche Regenmenge“ (Eurostat, 1998, S. 8)

Verdunstung

Die Verdunstung ist vom Boden bzw. der Pflanzendecke aus betrachtet ein natürlicher Output. Im System der Luft ist Verdunstung ein Wassereinput. Verdunstung spiegelt sich in der Luftfeuchtigkeit wieder. Der natürliche Prozess der Verdunstung wird je nach Ausgangsmedium auch Evaporation (Boden, Wasser, Schnee) bzw. Evapotranspiration (Pflanzen) genannt. Dabei wird Wasser zu Wasserdampf umgewandelt. Das ist für den Wassergütekreislauf der entscheidendste Reinigungsschritt. Wasser mit einer Vielzahl von Inhaltsstoffen wird weitgehend chemisch reiner Wasserdampf (vgl. Kroiß, 1999 b, S. 195). Es wird auch von *produktiver* (über die Vegetation) von der *unproduktiver* Verdunstung (über die unbelebte Natur) geschrieben (vgl. Hüttler, Payer, 1997, S. 98).

Aus dem Prozess der Verdunstung entsteht Luftfeuchtigkeit und aus dieser wird wieder Niederschlag. Österreich hat viel Niederschlag und wenig Endspeicher bzw. Wasseroberfläche – wie z. B. Meeresanrainerstaaten. Auch die Verdunstung hat je nach Sonnenintensität jahreszeitliche Schwankungen. Deshalb wird auch hier meist ganzjährig bilanziert. „Jährliche Verdunstung: Summe des Gesamtvolumens jährlicher Verdunstung aller Wasserkörper (natürliche und künstliche) und der Transpiration von Pflanzen und Böden.“ (Eurostat, 1998, S. 87)

Dem langjährigen Mittel des Dargebots von 127 Mrd. m³ aus der Wasserbilanz von Österreich stehen aus Verdunstung mit 43 Mrd. m³ oder 34 % gegenüber. Vernachlässigt man (methodisch unsauber) den Zufluss aus dem Ausland von 29 Mrd. m³ so beträgt beim Niederschlagsdargebot von 98 Mrd. m³ die Verdunstung 44 % (vgl. Stalzer, 1999, S. 110f).

Die spezifische Verdunstung ist oberflächenabhängig und durch verschiedene Vegetation und durch verschiedenartige Böden, Sonneneinstrahlung, Wind und Luft-, Wasser- bzw. Bodentemperatur gekennzeichnet. Bei stark unterschiedlichen Niederschlags- und Verdunstungswerten ist die Berechnung schwierig. Eurostat empfiehlt als Formel für verschiedene Oberflächen:
„Evapotranspiration = Gesamtfläche x durchschnittliche jährliche Evapotranspiration“
(Eurostat, 1998, S. 8)

Im Zusammenhang mit Verdunstung kann zwischen *potentieller* (maximal möglicher) und *tatsächlicher* Verdunstung unterschieden werden. Die europäischen Gebiete mit hoher Verdunstung sind in Südspanien, Süditalien und Griechenland. In den meisten dieser Gebiete ist die potentielle Verdunstung höher als die Niederschlagsmenge. Die tatsächliche Verdunstung ist auf das verfügbare Wasser im Gebiet beschränkt. Das Problem der Datenqualität ergibt sich im EU-Vergleich wie auch intranational. Fragwürdig sind höhere Verdunstungswerte für Österreich, Deutschland und Frankreich als für die Mittelmeerländer (vgl. Eurostat, 1998, S. 11ff). Wie die Zusammenhänge von Grundwasser(ständen) bzw. Tiefenspeicher durch (fehlende) Niederschläge und (verstärkte) Verdunstung beeinträchtigt werden, konnte hier nicht eruiert werden. Mehr zur Verdunstung der künstlichen Bewässerung finden Sie beim Landwirtschaftssektor (künstliche Bewässerung).

Grundwasser und Quellwasser

Böden sind mit den Grundwasserressourcen die wertvollsten kollektiven Naturgüter einer Volkswirtschaft (vgl. Möller 2002, S. 21). Quellwasser ist Grundwasser am Zeitpunkt, wo es ‚von selbst‘ an die Oberfläche tritt (vgl. Fischer-Kowalski, 1988, S. 85). Der quantitative Wasserreichtum Österreichs wird neben dem Grundwasser auch noch durch die Nähe der Quellen des reinen Wassers ergänzt (vgl. Kroiß, 1999 a, S. 127). Zu den Grundwasservorkommen zählen beim Wasserdargebot neben den eigentlichen unterirdischen Wasserreservoirs, auch das Quellwasser. Quellwasser ist im weiteren Sinne auch Grundwasser und wird falls nicht anders angegeben zu diesem gezählt.

Grundwasser im Sinne der österreichischen Grundwasserschwellenwertverordnung (1991) laut § 1 ist: „Gesamtes Wasser, das in die Erdoberfläche eindringt und die Hohlräume der Erdrinde zusammenhängend ausfüllt. Seine Bewegung wird durch die Schwerkraft sowie durch die Reibungskräfte bestimmt.“ (Doralt, 2000, S. 124)

Ein alter Hut ist die falsche Vorstellung der Erde bzw. des Bodens als Schwamm. Besser trifft die folgende Beschreibung für die unterirdischen Gewässer zu. Je nach Wasserspeicher- und -versickerungskapazität der oberen Bodenschichten sickert (Schwerkraft) zufließendes Wasser aus Niederschlägen (Input) in tiefere Gesteinsschichten und füllt die Grundwasserspeicher auf und läuft entlang wasserundurchlässiger Schicht (meist Tone). Darüber stauen sich die Niederschläge, füllen alle Hohlräume der darüber liegenden Bodenschichten aus und bilden Grundwasser (und Oberflächenwasser). Das Grundwasser fließt langsamer als das Oberflächenwasser und tritt als Quelle an die Oberfläche. Grundwasser und Oberflächenwasser sind wie kommunizierende Gefäße. In der Regel erfolgt vom Grundwasser her ein Zufluss zu den oberirdischen Gewässern, umgekehrt selten (Hochwasser, Stauseen, Grundwasserentnahmen in Ufernähe) (vgl. Möller, 2002, S. 35). Der Output des Grundwassers erfolgt in Oberflächengewässern oder unterirdisch ins Ausland oder durch kolonisierende sozio-ökonomische Maßnahmen.

Grundwasser ist also in unterirdischen Schichten vorkommendes Süßwasser, das von dort auch für menschliche Zwecke verfügbar gemacht werden kann. Grundwasser ist nach Eurostat-Definition: „Jeder dauerhafte oder zeitweilige Vorrat von Wasser im Untergrund aus künstlicher oder natürlicher Versickerung, in ausreichender Menge für zumindest saisonalen Gebrauch. Diese Kategorie umfasst auch phreatische Grundwasserleiter sowie tiefe Stockwerke (unter Druck stehend oder nicht) in porösen oder klüftigen Gesteinen.“ (Eurostat, 1998, S. 88) Zu Grundwasser werden auch Punkt- und diffuse Quellen gezählt, die auch unter Wasser austreten können. Hingegen Uferfiltrat, das für andere Länder für die Trinkwasserversorgung wichtig ist, zählt für die Trinkwasserentnahmestatistik nicht zum Grundwasser, sondern zu Oberflächengewässern (vgl. Eurostat, 1998, S. 88). Die mittlere Grundwasserneubildung kann aus der Niederwasserführung des mit dem Grundwasserkörper in Verbindung stehenden Vorfluters ermittelt werden. Diesem Ansatz liegt die Vorstellung zu Grunde, dass in länger anhaltenden Trockenperioden die Niederwasserführung im Vorfluter allein aus dem Grundwasserkörper gespeist wird (vgl. BMLFUW, 2004, S. 58).

Grundwasser nährt sich aus dem Niederschlag. „Das Volumen des am Wasserkreislauf teilnehmenden unterirdischen Wassers in Österreich kann mit 1/3 des mittleren jährlichen Niederschlagsvolumens von ca. 100 Mrd. m³ abgeschätzt werden.“ (Stalzer, 1999, S. 111)

Hat für den natürlichen Wasserkreislauf die Reinigungswirkung der Verdunstung die wichtigste Funktion, so ist für die sozio-ökonomische Wassernutzung das Grundwasser mit

seiner Reinigungsfunktion aber auch mit seiner flächendeckenden Speicherfunktion wichtig. Der Weg und die Zeit des Wassers im Untergrund bewirken eine Verbesserung der Wasserqualität, wenn der Boden nicht selbst verunreinigt ist oder wird. Wichtig für die Trinkwasserentnahme ist vor allem Grund- und Quellwasser, das in Österreich meist Trinkwasserqualität aufweist. Wasser ist in jeder Erscheinungsform von Umweltmedien und deren Schadstoffen umgeben. Oberflächenwasser, das schädlichen Immissionen durch Luft und Abwässer ausgesetzt ist, stehen auch im Boden Schadstoffe (Pestizide, Überdüngung, Altöle, Schwermetalle etc.) gegenüber, die oft erst spät entdeckt werden und lange wirken. „Grundwasser hat andere Eigenschaften als Oberflächenwasser. Von Natur aus ist es meist frei von gesundheitsgefährdenden Bestandteilen, denn die natürliche schützende Bodendecke bewahrt es weitgehend von äußeren Einflüssen. ... Da sich das Grundwasser nicht unmittelbar beobachten lässt, werden Verunreinigungen und Schäden meist erst bei der Wasserförderung erkannt. Die Regenerationszeit ist lang, rasch wirkende Sanierungsmaßnahmen sind kaum möglich.“ (Fischer-Kowalski, 1988, S. 94) Deshalb ist ein angewandtes Vorsorgeprinzip beim quantitativen wie beim qualitativen Grundwasserschutz wichtig.

Grundwasser kann sowohl als Fluss (Wassererneuerung) als auch als Bestand (Wasserreserven, Grundwasserspiegel bzw. -stand) betrachtet werden. Zu den eigentlichen Wasserreserven werden Gletschereis, Bodenfeuchte, Seen, Schnee und Grundwasser gezählt. Die Wasserreserven sind nur kurzfristig nutzbar. Als Wassererneuerung werden die jährlich erneuerbaren und langfristig nutzbaren Quantitäten bezeichnet. Diese Grundwassererneuerung kann genutzt werden, ohne dass auf Reserven zurückgegriffen werden müsste. Ferner werden zwischen gleichbleibenden echten Reserven und den jährlich erneuerbaren Grundwassermengen unterschieden. Reserven kommen vor allem in den größeren tektonischen Becken und Senkungsfeldern und in den glazial übertieften Alpen- und Alpenrandtälern vor. Sie werden nur sehr langsam bzw. unter Abzug von ‚fließendem‘ Grundwasser erneuert (echte Reserven’ 15-30 Mrd. m³) (vgl. Hüttler u. a., 1994, S. 28).

Da Grundwasser als Fluss und Bestand betrachtet werden kann, können auch Bestand und Fluss ermittelt werden. Für eine ökologische Betrachtung des Grundwassers und seiner Nutzung ist die Ermittlung der erneuerbaren Grundwassermengen – also der jährlichen Zu- bzw. Abflüsse - relevant, da nur diese für eine nachhaltige bzw. langfristige Nutzung in Frage kommen (rund 33 Mrd. m³/a zur Hälfte Transpiration der Vegetation und unterirdischen Abfluss ins Ausland). „Ungefähr 15 Mrd. m³/a können als Grundwasserspende im engeren Sinn betrachtet werden, d. h. als Grundwasserdurchfluss eines ‚Raumes‘ inklusive des Anteils, der früher oder später unterirdisch die Flüsse speist. Die verfügbare mittlere Grundwasserspende bezogen auf Österreich entspricht somit ca. 6 l/sek und km².“ (Hüttler u. a., 1994, S. 28) Die Streuung liegt in Österreich zwischen 1 Liter und 100 Liter pro Sekunde und Quadratkilometer. Die Grundwasserspende ist also quasi ein Überlauf bzw. ein Abfluss im Spiel von kommunizierenden Gefäßen und Schwerkraft (vgl. Hüttler, Payer, 1997, S. 108).

Oberflächengewässer

(Binnen)Oberflächengewässer lassen sich in stehende und fließende aber auch in natürliche (Flüsse, Ströme, Bäche, Seen usw.) und künstliche (Bewässerungs-, Industrie und Schifffahrtskanäle, Teiche und künstliche Reservoirs) einteilen. Nicht dazu zählen Meeresgewässer und Übergangsbereiche wie brackige Sümpfe, Lagunen und

Flussmündungsgebiete. Sie zählen zum *sonstigen Wasserdargebot* (vgl. Eurostat, 1998, S. 87). Gletscher können auch als Sonderform von Oberflächengewässer bezeichnet werden.

Neben der Erfüllung primär ökologischer Funktionen spielen Fließgewässer eine wesentliche Rolle in der Charakteristik und Wahrnehmung von Landschaft (Orientierung, Identifizierung, Erholung). Die äußere wie innere Beschaffenheit von Fließgewässerstrecken hat wesentliche Bedeutung in der Beziehung Mensch - Natur (vgl. Errath u. a., 2003, S.71). Auch für die biologische Artenvielfalt und Wasser als Lebensraum, die Fischerei, den Tourismus und die Industrie ist Oberflächenwasser wichtig. Oberflächengewässer sind wegen ihrer leichten Nutzungsmöglichkeit von großen Mengen, weniger wegen ihrer Qualität begehrt.

Uferfiltrat (aus fluss- und oberflächennahen Grundwasserströmen) ist in vielen Ländern (z. B. BRD) ein wichtiges Trinkwasserdargebot und zählt auch zu den Oberflächengewässern. Uferfiltrat kann natürlich vorkommen oder durch künstliche Infiltration von Flusswasser durch Kiesschichten der Ufer (durch Abpumpen von Brunnen in den Kiesschichten, um einen hydraulischen Gradienten zu erzeugen) mit der Absicht, die Wasserqualität zu verbessern (vgl. Eurostat, 1998, S. 88). Uferfiltrat ist in Österreich in der Trinkwassernutzung irrelevant.

Österreich ist ein Binnenland hat aber Anteil an drei internationalen Flusseinzugsgebieten. Der bedeutendste Fluss bezüglich Zu- und Abflussmenge als auch Flusseinzugsgebietsanteil an der Staatsfläche mit 96 % ist die Donau. Österreich trägt mit seinem Bundesgebiet zu rund 10 % des gesamten Donaueinzugsgebietes bei (vgl. Londong, 2000, S. 68). Mit den Raab-Gewässern, sowie Mur und Drau hat Österreich nur eine (vorteilhafte) Oberliegerrolle gegenüber seinen süd-östlichen Nachbarstaaten (vgl. Stadler, 1999, S. 5).

1. Rhein (2.365 km², 2,8% der Fläche des Bundesgebietes),
2. Elbe (920 km², 1,1%),
3. Donau (gesamt 96,1%) mit den Teilregionen
 - Donau bis Jochenstein (18.445 km²)
 - Donau unterhalb Jochenstein (27.527 km²)
 - Drau (11.789 km²)
 - Leitha (2.145 km²), Raab und Rabnitz (6.648 km²) (zusammen 8.793 km²)
 - March (3.673 km²) und
 - Mur (10.338 km²) (vgl. Sinabel, 2004 a, S. 17f) (vgl. Kletzan u. a., 2004, S. 9)

Die europäische Hauptwasserscheide trennt Vorarlberg, das zum Rhein und in die Nordsee entwässert, und ein schmales Randgebiet im nördlichen Nieder- und Oberösterreich, das über Moldau und Elbe zur Ostsee entwässert. Österreich verfügt über etwa 9000 natürliche und künstliche Seen und Teiche. Nur 22 der natürlichen Seen verfügen jeweils über eine Wasserfläche von mehr als 2 km². Das Fließgewässernetz erstreckt sich über rund 100.000 km, die Gewässerdichte liegt somit bei 1,2 km/km². Die Wasserflächen der Oberflächengewässer nehmen rund 1 % der Gesamtfläche ein (vgl. Stalzer, 1999, S. 110f).

Die Abfluss-Messungen der Oberflächenflüsse beschränken sich auf die großen Flüsse. Der Abfluss kleinerer Flüsse und Bäche wird kaum gemessen. Der Beitrag dieser Wasserläufe zum Wasserdargebot einer bestimmten Region wird geschätzt (vgl. Eurostat, 1998, S. 8).

Zuflüsse nach und Abflüsse von Österreich

Zu- und Abflüsse sind nicht nur Naturphänomene von Fließgewässern, sondern auch wichtige konzeptuelle Institutionen für Metabolismus-Modelle. Zu- und Abfluss kann sowohl ober- als auch unterirdisch in naturalen oder in sozio-ökonomischen System stattfinden.

Natürliche Flusssysteme und Grundwasserströme negieren politische Grenzen. Hingegen nimmt die Politik oft Rücksicht auf Abflusssysteme und verwendet große Flüsse aber auch Wasserscheiden bzw. Bergrücken oft aus (historischen) militär-strategischen Gründen als Grenzen. In Österreich sind der Rhein, die Salzach, die Mur, der Inn, die Drau, die Donau etc. Grenzflüsse. Wichtiger für die nationale Wasserbilanz als das Phänomen der Grenzflüsse sind die Definitionen für Zuflüsse und Abflüsse. Als Bilanzierungszeitraum gilt üblicherweise das Kalenderjahr. Als jährlicher Zufluss gilt das Gesamtvolumen aller jährlichen Zuflüsse der Gewässer in ein Land bzw. die Bilanzierungseinheit. Als jährlicher Abfluss bezeichnet man das Gesamtvolumen aller jährlichen Abflüsse der Gewässer aus einem Land ins Meer oder in ein benachbartes Land. Beim jährlichen Mittel des österreichischen natürlichen Wasseroutputs beträgt die Verdunstung ca. 1/3 und der Abfluss in das Ausland ca. 2/3 oder 84 Mrd. m³. Aus der Wasserbilanz Österreichs folgt, dass im langjährigen Mittel Österreich über den Zufluss aus dem Ausland von 29 Mrd. m³ bzw. 23 % am Gesamtdargebot (127 Mrd. m³) zur Verfügung steht. Von rund 1170 mm Niederschlag fließen oberflächlich 654 mm als Abflusshöhe ab. Dazu kommen noch 340 mm, die aus dem Ausland – vor allem über die Donau und den Inn – zufließen. Der unterirdische Abfluss in das Ausland beträgt weniger als 10 % davon (vgl. Stalzer, 1999, S. 110f). Die Angaben divergieren. Für die Ermittlung von überregionalen (EU-)Bilanzen, Binnenflüssen und Drittlandszu- oder Abfluss herrschen noch Methoden- und Ergebnisvielfalt (und wohl auch (politische) Interessenunterschiede). So herrscht etwa eine Differenz zwischen dem Eurostat-Berechnungsmodell und den Daten von und für Österreich zur Frage des Zuflusses 346 mm/a (Fragebogen) und 396 mm (Modell) also 15 % (vgl. Eurostat, 1998, S. 83). Diese Unterschiede möchte die EU mittelfristig korrigieren.

Wasserdargebotsschwankungen

Ungleiche räumliche und zeitliche Verteilung des natürlichen Wasserdargebots führen zu Unregelmäßigkeiten im verfügbaren Dargebot. Kombiniert mit unregelmäßigen oder gar gegenläufigen Nutzungen (z. B. Bewässerung, Stromgewinnung) führen regionale und saisonale Wasserdargebotsschwankungen trotz durchschnittlich hohen Dargebots zu Engpässen in der sozio-ökonomischen Wasserversorgung. Dargebotsmangel bzw. Übernutzungen führen neben sozio-ökonomischen auch zu ökologischen Problemen. Trotz günstiger landschaftlicher und klimatischer Gegebenheiten (Seehöhe, Luftdruck, Wasserfläche, Bewuchsart, Bodenspeicherfähigkeit, Abflussgeschwindigkeit, Meeresferne, Westwindeinfluss, etc.) sind regionale und saisonale Schwankungen im Wasserdargebot festzustellen. Der Wasserreichtum Österreichs (,Wasserschloss Mitteleuropas') ist auch mit regionalen und/oder saisonalen Wasserproblemen konfrontiert (vgl. Hüttler u. a., 1994, S. 47f).

Wie in Europa zeigt sich auch in Österreich das Problem der saisonalen und regionalen Wasserknappheit, das sich allein anhand der Durchschnittswerte nicht erkennen lässt. „Es muss allerdings festgestellt werden, dass diese (ganzjährigen, Anm.) Zahlen einen Eindruck vermitteln, der nicht ganz der Wirklichkeit entspricht, denn man hat hier weder die jahreszeitlich bedingten Effekte noch die regionalen Abweichungen mit ihren möglicherweise erheblichen Auswirkungen berücksichtigt. Die Mitgliedstaaten müssten demnach also zu einer noch differenzierteren Form der Datenerfassung übergehen.“ (Eurostat, 1998, S. 11)

Ein detailliertes Modell muss Aufschluss darüber geben, wo es zu einer kleinräumigen Verknappung der Wasservorräte kommen kann. Außerdem könnte daraus auch hervorgehen, dass einige Wassernutzungsarten in bestimmten Regionen und zu bestimmten Zeiten möglicherweise eingeschränkt oder eingestellt werden müssen (vgl. Eurostat, 1998, S. 2). Neben einer ausdifferenzierten Dargebotsanalyse sind in den Problemgebieten auch detaillierte Angaben zur zeitlichen Wassernutzung nötig, was allerdings diese Arbeit nicht leisten kann.

Regionalität des Wasserdargebots

Spezifische Aufnahmefähigkeit des Bodens und der Pflanzendecke sowie tatsächliche natürliche Inputs (Niederschlag, Zufluss) bestimmen die regionalen Süßwasservorräte. „Die regionale Verfügbarkeit von Süßwasser hängt primär vom Klima (Niederschlagsüberschuss), der Hydrogeologie der vorhandenen Wassersysteme, der ‚erwünschten‘ Vegetation und der Bewirtschaftungsfähigkeit der unterirdischen und oberirdischen Wasserströme ab.“ (Hüttler, Payer, 1997, S. 110)

Österreich hat den Ruf des Wasserschlosses Mitteleuropas zu Recht - Österreich ist EU-Spitze im regional schwankenden Wasserdargebot Europas. Eurostat ermittelt für eine einheitliche Vergleichsebene das Wasserdargebot pro Flächeneinheit in Millimeter Wassersäule. Ergebnisse für Niederschlag und Verdunstung stellen die gewogenen Mittelwerte für Niederschlag und Verdunstung auf nationaler Ebene dar. Diese schwanken zwischen 657 mm in Finnland und 1169 mm in Österreich (vgl. Eurostat, 1998, S. 11).

Der Niederschlag ist aufgrund seiner Menge und Verteilungsfunktion der wichtigste natürliche Wasserinput. Er speist das Grundwasser und folglich die Quellen und Oberflächengewässer. In Hinblick auf die Niederschlagsmenge zeigt sich ein starkes West-Ost-Gefälle. „Der Niederschlag nimmt im Allgemeinen von Westen nach Osten und von Süden nach Norden ab. So sinken die mittleren jährlichen Niederschlagshöhen von mehr als 2500 mm im Westen bis auf etwa 500 mm im Osten ab.“ (Stalzer, 1999, S. 110f) Im Osten ist das Niederschlagsdargebot in den letzten Jahrzehnten geringer geworden (vgl. Lassnig, 1996, S. 24). Erklären lässt sich das Phänomen der Niederschlagsschwankungen teilweise durch die Gebirgstopografie Österreichs und der westlichen Lage der Alpen in Österreich. An Gebirgen steigt die Luft auf, kühlt ab und das gespeicherte Wasser fällt als Regen oder Schnee. Eine Faustregel besagt, dass die jährliche Niederschlagssumme mit jedem Höhenmeter um einen Millimeter zunimmt (vgl. Katzmann, 1986, S.89f), während die Verdunstung je 500 Höhenmeter um ca. 100 mm abnimmt. Im nordöstlichen Österreich, das durch niedrige Niederschlagswerte gekennzeichnet ist, sind die höchsten Verdunstungsraten zu verzeichnen (vgl. Lassnig, 1996, S. 12).

Neben regionalen und zeitlichen Schüttungsveränderungen können beim Grundwasser auch Schwankungen im Bereich der Grundwasserstände beobachtet werden. Eine österreichische Analyse der Grundwasserstandsverhältnisse von 1966 bis 1990 ergibt mittlere Flurabstände in den Gebieten mit Porengrundwasservorkommen überwiegend zwischen 0 und 10 m, in einigen Gebieten auch zwischen 10 und 20 m und in Teilgebieten auch über 20 m. Die Veränderungen der Grundwasserstandsverhältnisse sind regional sehr verschieden. Es sind keine einheitlichen Tendenzen festzustellen (vgl. Lassnig, 1996, S. 24).

Das Wasserdargebot in Form des Grundwassers ist üblicherweise wegen seiner qualitativen Eigenschaften und leichten Gewinnbarkeit begehrt. Je nach Geologie, Morphologie und Klima wird Grundwasser gespeichert und weitergegeben. Niedrige Werte trifft man in kontinental geprägten Trockengebieten mit deutlicher Niederschlagsarmut oder häufigen Trockenperioden mit kurzen Starkregenereignissen (pannonisch geprägtes Ostösterreich, östliches und zentrales Waldviertel) und in inneralpinen Trockengebieten. Dort sinken die Werte der Grundwasserspende auf unter 4, oft sogar nur 1-2 l/sek, km², außer in Mulden und lokalen Becken, wo das Hangwasser aus einem größeren Einzugsgebiet zusammenströmt und der Wert 10 l erreichen kann. Im Marchfeld liegen die Erneuerungsraten beispielsweise bei nur 0,9 – 2,5 l. Im zentralen Waldviertel im oberen Kamptal liegen sie im hügeligen Gelände um 2 l (vgl. Hüttler u. a., 1994, S. 28). Die mittlere verfügbare Grundwasserspende - also die nutzbaren Grundwasserressourcen bezogen auf die Gesamtfläche – ist in Österreich rund sechs Liter pro Sekunde und Quadratkilometer. Dieser Mittelwert der Grundwasserspende darf aber nicht über die regionalen und saisonalen Schwankungen innerhalb von Österreich hinwegtäuschen. Die Extremwerte der nutzbaren Grundwasserressourcen liegen zwischen 1 Liter und 100 Liter pro Sekunde und Quadratkilometer (vgl. Hüttler, Payer, 1997, S. 108). Über den Boden und die Grundwasservorräte werden die zeitlichen Unregelmäßigkeiten des Niederschlags teilweise ausgeglichen. Sind beim Niederschlag Schwankungen im Bereich des Faktors 5 festzustellen sind diese beim Grundwasser im Bereich des Faktors 10 bis 100. Nach dem Motto *irgendwo regnet's immer*, ist die Niederschlagsverteilung umso ausgeglichener je großräumiger die Betrachtungsweise.

Saisonalität des Wasserdargebots

Üblicherweise werden die Dargebotsdaten ganzjährlich berechnet bzw. angegeben, was den gleichzeitigen Vorteil und Nachteil hat, dass saisonale Schwankungen nicht berücksichtigt werden. Für die nähere Analyse von Problemgebieten und –zeiten sind allerdings differenzierende Daten nötig. Die Betrachtung der jährlichen und gesamtstaatlichen Daten würde kaum darauf hindeuten, dass in irgendeinem Mitgliedsstaat der EU Wassermangel herrscht. „Das Ergebnis würde jedoch anders aussehen, wenn man sich nicht auf jährliche sondern auf jahreszeitspezifische Werte gestützt hätte, da wesentliche Teile der Niederschläge im Winter auftreten, wenn der Wasserbedarf am geringsten ist.“ (Eurostat, 1998, S. 13) Nur im globalen Vergleich sind die Niederschläge relativ gleichmäßig über das Jahr verteilt (vgl. Kroiß, 1999 a, S. 127). Saisonale Input-Schwankungen werden durch Speichereffekte in Boden, Oberflächengewässern und Pflanzendecke kurzfristig ausgeglichen. „Dazu kommt die günstige Verteilung der nutzbaren Wasserressourcen zwischen den Jahreszeiten durch die Speicherung der Winterniederschläge in Form von Schnee: dieses Wasser steht ab dem Frühjahr für die Auffüllung der Grundwasservorräte und in Form höherer Oberflächenabflüsse zur Verfügung.“ (Hüttler, Payer, 1997, S. 96)

Neben der Niederschlagsmenge pro Zeiteinheit ist auch die Niederschlagshäufigkeit (Anzahl der Niederschläge pro Monat) ein wichtiger Indikator für die jahreszeitliche Aufteilung. Es schneit und regnet im Sommerhalbjahr überdurchschnittlich, im Winterhalbjahr unterdurchschnittlich. Wärmere Luftmassen können mehr Wasser aufnehmen und später abregnen als kühlere Luftmassen (vgl. Katzmann, 1986, S.89f). Aufgrund vorherrschender Nordwestwinde (feuchte Meeresluft) sind Niederschläge im Sommer generell höher als im Winter (55 – 65 % der Jahresniederschlagsmenge) (vgl. Lassnig, 1996, S. 5).

Bei der Verdunstung spiegelt sich die Saisonalität aufgrund der veränderten Sonneneinstrahlung und Temperaturen wider. Die tatsächliche Verdunstung ist auf das natürlich verfügbare Wasser im jeweiligen Gebiet beschränkt. „Bei einem Verfahren, das die einzelnen Jahreszeiten berücksichtigt, würde dieser Effekt sogar noch deutlicher zutage treten als bei einem Lösungsansatz auf der Basis jährlicher Werte.“ (Eurostat, 1998, S. 18) Auch bei Oberflächengewässern gibt es jahreszeitliche Schwankungen des Dargebots (Wasserstände, Abflüsse). Das Zuflussdargebot ist zwar zeitlich regelmäßiger als der Niederschlag aber nicht flächendeckend nutzbar. Das Abflussregime der Flüsse ist saisonal geprägt. Alpine Flüsse erreichen einen Winterabfluss von nur 8 – 14 % und haben die Spitzenabflüsse im Juni, Juli, August (vgl. Lassnig, 1996, S. 9).

Nicht nur unterjährige Schwankungen der Dargebotsformen auch jährliche Schwankungen sind festzustellen. Um diese rechnerisch auszugleichen werden oft langjährige Mittelwerte angegeben, was sich nachteilig auf die Datenqualität und Aussagekraft auswirkt. Neben den jahreszeitlichen Schwankungen sind auch Klimaveränderungen feststellbar. So ist z. B. im niederschlagsarmen und dargebotsschwachen Osten das Niederschlagsdargebot in den letzten Jahrzehnten geringer geworden (vgl. Lassnig, 1996, S. 24).

2. Wasser im Konzept von Metabolismus und Kolonisierung

Nach der Beschreibung der natürlichen physischen (Dargebot) bzw. physikalischen (Wasserkreislauf) Grundlagen des Wassersystems möchte ich nun auf das Konzept von (sozio-ökonomischen) Metabolismus und Kolonisierung näher eingehen. Die physische Einbettung und die methodische Abgrenzung der Gesellschaft vom natürlichen System werden in diesem Kapitel über Metabolismus und Kolonisierung in Zusammenhang mit Wasser, seiner Nutzung allgemein und der Situation in Österreich beschrieben.

Die Erstellung von Material- und Energiebilanzen hat sich in den letzten Jahren verstärkt als Ansatz zur Entwicklung von strategischen Umweltinformationen für verschiedene Zwecke herausgestellt. Im Grundsatz geht es dabei darum, jene Dimensionen sozio-ökonomischer Prozesse zu beschreiben, die für die natürliche Umwelt relevant sind. Geht man davon aus, dass in erster Linie die physischen – d. h. materiellen oder energetischen – Prozesse innerhalb eines sozio-ökonomischen Systems (z. B. einer Nationalökonomie) für die natürliche Umwelt relevant sind, so ergibt sich daraus ein Ansatz, der in den letzten Jahren unter Bezeichnungen wie "sozio-ökonomischer Metabolismus", "gesellschaftlicher Stoffwechsel" oder "industrieller Metabolismus" bekannt geworden ist (vgl. Haberl, 1999, S. 148).

Das Interuniversitäre Institut für interdisziplinäre Forschung und Fortbildung (IFF) mit Prof. Fischer-Kowalski hat für diese Arbeit wichtige Vorarbeiten geleistet und das Konzept von ‚Metabolismus und Kolonisierung‘ entwickelt, nach dem die Austauschbeziehungen zwischen Gesellschaft und Natur in zwei Dimensionen beschrieben werden können: „Einerseits handelt es sich um Stoffwechselprozesse, bei denen Gesellschaftssysteme – ähnlich wie lebende Organismen – in einem materiellen und energetischen Stoffwechsel (Metabolismus) mit ihrer Umwelt stehen. Andererseits haben wir es auch mit Kolonisierungsprozessen zu tun, bei denen natürliche Systeme durch gezielte (kolonisierende) Eingriffe – wie z. B. Aussaat, Fütterung, Zucht oder Genmanipulationen – für gesellschaftliche Bedürfnisse genutzt bzw. nutzbar gemacht werden.“ (Hüttler u. a., 1996, S. 11)

Mit der Theorie des gesellschaftlichen Stoffwechsels und der Kolonisierung von Natur wurde ein einfach kommunizierbarer als auch theoretisch konsistenter Rahmen geschaffen, in dem Umwelteinflüsse, Umweltprobleme, Umweltverbrauch und -zerstörung, aber auch, was noch wichtiger scheint, eine systemische Definition von nachhaltiger Entwicklung zu einem konsistenten Ganzen verwoben sind (vgl. Winiwarter, 1998, S. 45). Das Konzept der Kolonisierung und Metabolismus kann - angewandt auf Natur *und* Gesellschaft - als dialektisches verstanden werden. Theoretisch wie empirisch wird an der Schnittstelle von Sozial- und Naturwissenschaften, in einem *Niemandsland* geforscht, welches aus der historischen Auseinanderentwicklung der Wissenschaften erklärt werden kann. Umweltprobleme werden als Probleme des Stoffwechsels zwischen Gesellschaft und Natur gedeutet (vgl. Fischer-Kowalski u. a., 1997, S. IX).

Wichtig für diese Arbeit ist der Begriff der Wasserentnahme und dessen Operationalisierung. Dafür ist hier die Entnahmeabsicht (Intention) und nicht bloß die Entfernung bzw. Ableitung von einem Ort relevant. Weiters sind konzeptuelle Überlegungen wie die zeitliche Eingrenzung der Entnahmedauer bzw. die räumliche Eingrenzung der Umleitung, aber auch die technostrukturelle Berührung mit dem Wasser anzustreben. Ferner sind Überlegungen der Nutzungsarten für bestimmte Zwecke für die Berechnung der Wasserentnahme relevant.

Die materielle Seite des gesellschaftlichen Stoffwechsels war lange aus den sozialen Theorien ausgeblendet. Die Soziologie war lange (genug) auf symbolisch-kulturelle Aspekte der Gesellschaft konzentriert und widmete sich erst mit der Umweltbewegung Mitte des 20. Jahrhunderts (wieder) ihrer materiellen (natürlichen) Basis. Catton und Dunlap lieferten 1978 eine Definition der Umweltsoziologie indem sie deren Kernaufgabe in der Beschreibung von Gesellschaft-Natur-Interaktionen sahen. Diese Definition dieser jungen Disziplin forderte die Überwindung des Durkheim'schen Paradigmas. Nur durch die Betrachtung beider Systeme, Gesellschaft und Natur und deren Wechselwirkungen könne die Soziologie der ökologischen Herausforderung gerecht werden. Das Konzept des gesellschaftlichen Metabolismus und der Kolonisierung natürlicher Prozesse sollen ein interdisziplinäres Modell dazu bieten (vgl. Fischer-Kowalski, Weisz, 1998, S. 154).

Das Konzept der Kolonisierung der Natur

Anthropogene Eingriffe in die Natur zur menschlichen Nutzbarmachung nennt man Kolonisierungen. „Kolonisieren, eine Kolonie errichten, klingt nach politischer Unterwerfung: Etwas erobern, besetzen und ausbeuten. ... Kolonie kommt von *colonus*, der Pachtbauer, der friedlich ein Stück Land bearbeitet.“ (Fischer-Kowalski u. a., 1997, S. IX) Hat Marx vor hundertfünfzig Jahren erstmals dem Begriff Stoffwechsel das Beiwort gesellschaftlich angefügt, so ist der Begriff der Kolonisierung mit der sozialen Kolonisierung, der Unterwerfung von Gesellschaften, gleichgesetzt worden. Hier soll der Begriff *Kolonisierung* von diesem Kontext befreit werden und eine quasi-Demokratisierung erfahren. Ein staatspolitischer imperialistischer Kolonie-Begriff ist hier fehl am Platz.

Einerseits muss der kolonisierte Zustand gegen die naturale Eigendynamik permanent mit Energieaufwand verteidigt werden, andererseits erscheint der Kolonisierungsprozess als *irreversibel*. Das gilt auch für Rückschritte in der Subsistenzwirtschaft (z. B. von industriell auf agrarisch). Universalgeschichtlich wird die neolithische Revolution als Beginn der Kolonisierung festgelegt, der Übergang zwischen Jäger- und Sammlerinnengesellschaften zu agrarischen. (Agrarische) Kolonisierung geht mit Arbeit einher, „... also gesellschaftlich organisierte Anstrengung, die einen viel längeren Zeitraum planvoll zu überbrücken haben als die Periode bis zur nächsten Mahlzeit.“ (Fischer-Kowalski, Weisz, 1998, S. 160f)

Eingriffe in die natürliche Umwelt erfolgen aber nicht immer auf der materiellen Ebene, sondern auch durch gezielte bzw. bewusste Veränderungen von Naturelementen bzw. Teilsystemen ohne Mengenbewegung. Ziel ist die verbesserte Nutzbarmachung für gesellschaftliche Bedürfnisse. Es gibt keine dingliche oder räumliche Unterscheidung von *Kolonie* und *Nicht-Kolonie*, sondern nur eine funktionelle bzw. partielle. Nicht die Intention allein macht das Handeln zur Kolonisierung, sondern die Verstetigung bzw. die Verstetigungserwartung. Kolonien können von Nicht-Kolonien (Wildnis) unterschieden werden. Absicht und Wirkung von Handlungen sind Merkmal von Kolonien. Der menschliche Körper ist als Nicht-Kolonie bzw. jenseits von kulturellen Einflüssen wie Ernährung, Hygiene, Schönheit etc. undenkbar (vgl. Fischer-Kowalski, Sieferle, 1998, S. 49ff).

Für eine kolonisierungstheoretische Betrachtung des Wasserkreislaufs ist es ebenso notwendig, wie für das Konzept des sozialen Metabolismus und damit einhergehender Materialflussrechnungen, Systemgrenzen und andere Kriterien festzulegen. So lässt sich jeder menschliche Eingriff anhand des theoretischen Konzepts von Kolonisierung und Metabolismus betrachten. Wobei Kolonisierung die qualitative Analyse von menschlichen

Eingriffen und Metabolismus die quantitativen Aspekte hervorhebt. Ein gutes Kolonisierungskonzept bietet die qualitativen Voraussetzungen für ein gutes Metabolismusmodell. Die ökologische Funktionsweise der Natur bzw. Gewässer ist von der Frage der Optik bzw. des Landschaftsbildes einzelner Natureingriffe zu unterscheiden. „Der Naturhaushalt ist beeinträchtigt, wenn seine Funktionsfähigkeit objektiv herabgesetzt ist; über eine Beeinträchtigung des Landschaftsbildes hingegen ist nicht ohne Zugrundelegung subjektiv-sinnlicher, wertender Wahrnehmung zu urteilen.“ (Kube, 1999, S. 134)

Die agrartraditionale Aneignung der Natur (*Kultivierung* des Bodens bzw. Kulturkonstruktion) führte zu – nachträglich verklärter - regionaler Biodiversität und Fruchttraditionen, so wie auch heute die Verschleppung von Arten und die Zerstörung von Urwäldern. Erst die industrielle Ökologie wird – ob ihrer Geschwindigkeit und Dimension - als ausbeuterische Kolonisierung erlebt (Denaturierung bzw. Verkünstlichung) (vgl. Huber, 2001, S. 159). Hier bestimmt der Übergang von der übermächtigen Dominanz der Natur zur Industrie das Denken. Menschliche Eingriffe in die Natur (Kolonisierungen) können durchaus umweltverträglich sein. Auch große Veränderungen in der Natur wie Land- und Forstwirtschaft müssen also nicht notwendigerweise zu einem instabilen Gleichgewicht führen. Veränderungen der Eingriffsarten und –dimensionen können nicht prinzipiell negativ beurteilt werden (vgl. Kroiß, 1999 b, S. 193).

Veränderungen der Natur sind in Österreich kaum mehr möglich, da die meisten Flächen schon sozio-ökonomisch beeinflusst sind (kaum Urwälder, wenig unberührte Oberflächengewässer und Uferzonen). Auch noch so *grün*-präsentierte Veränderungen der Kulturlandschaft stellen nicht immer eine Verbesserung der ökologischen Bedingungen dar. Ein echter Rückbau zu einer Naturlandschaft mit ihren hydrologischen Konsequenzen ist – falls überhaupt möglich – kaum sozio-ökonomisch nutzbar. ‚Umweltschutz‘ ist strikt von ‚Naturschutz‘ zu trennen, da es unkolonisierte Natur in Österreich kaum mehr gibt. Umweltschutz ist als sozio-ökonomisch-zentrierter Begriff zu entlarven, der auf die Nutzbarkeit durch den Menschen abzielt. Umweltschutz und Naturschutz sind sozial konstruierte und verhandelbare Begriffe. Die Verfügbarmachung der kolonisierten Umwelt erfordert Distanzüberwindung in zeitlicher und räumlicher Dimension mit ihren techno- bzw. infrastrukturellen Ausprägungen (Wege, Speicher).

Kolonisierung des Wassers

Wie das vorangehende Kapitel über das Wasserdargebot zeigte, sind die Mengen und Kräfte des globalen Wasserhaushaltes gewaltig. Doch natürliches Material - wie auch Wasser - ist in der Natur selten in einer für die Menschen gut nutzbaren Weise (Lage, Menge, Zustand ...) vorhanden. Deshalb wird Wasser absichtsvoll in Lage, Qualität und Zeit verändert.

Neben metabolischen Aspekten der Wassernutzung erfolgen viele kolonisierende Eingriffe in Gewässer (z. B. Flussregulierungen, Entwässerungen von Äckern). Ziel ist dabei nicht (vorrangig) die Nutzung des Wassers, sondern die Veränderungen von Wasserhaushalt bzw. Ökosystem, die auf *verbesserte* Bedingungen für den Landbau oder Schutz vor Wassergefahren (Überflutungen, Muren) abzielen (vgl. Hüttler, Payer, 1997, S. 96). Menschen beeinflussen mit ihren wirtschaftlichen Aktivitäten den natürlichen Wasserkreislauf mit einer Vielzahl kolonisierender Handlungen (Entnahme, Verwendung, Veränderung, Speicherung, Rückgabe) und verursachen damit Gewässerbeeinträchtigungen. Eingriffe in die Natur durch Wasserentnahme (z. B. bei Bau und im Betrieb von Brunnen oder

Leitungen) können von Eingriffen in den Wasserhaushalt (auch ohne Wasserentnahmeabsicht, z. B. Straßenbau) unterschieden werden (vgl. Rauh, 2002, S. 32f). Unterschieden wird auch zwischen aktiver und passiver technischer Beherrschung des Wassers. Passive Beherrschung tritt vor allem beim Zusammentreffen von Infrastrukturen mit Umweltmedien auf - z. B. Schutzwasserbau, Wildbach-, Lawinen- und Murenverbauung, Stauhaltung zur Nutzung von Wasserkraft, Regenwasserableitung, Windenergienutzung (vgl. Steurer, 1994, S. 1).

Katzmann will „... Wasser als Gesamtlebensraum betrachten, der in geschichtlich beispielloser Weise heruntergewirtschaftet worden ist. Man mache sich nur einmal die Mühe, auf einer Österreichkarte die Orts- und Flurnamen herauszusuchen, die auf Vernässungsflächen, Moore, Auen oder Wassertiere hinweisen. ... Die Wasserpflanzen und Wassertiere sind aber Indikatoren für den Zustand des Lebensraumes, für seine Nivellierung und Trivialisierung. Dies gilt ebenso für die Ackerböden, die man für einige wenige Ertragssorten zurechtgerichtet hat.“ (Katzmann, 1986, S. 105) Neben zahlreicher kolonisierender Maßnahmen der qualitativen (flächendeckenden) Gewässerbeeinträchtigung hat sich auch eine Spezialwissenschaft im Bereich der Gewässerökologie und deren Veränderungen im Artenbestand durch gezielte menschliche Eingriffe und Präsenz (Besiedlung, Tourismus) (vgl. Kanatschnig, Weber, 1998, S. 44) ausgebildet, die hier ausgeblendet bleiben muss.

Auseinandersetzungen mit dem Thema Wasser sind oft auf Aspekte der qualitativen Hydrologie ausgerichtet. Die in dieser Arbeit fokussierten Entnahmen von Wasser aus der Natur und jede Nutzung von Wasser für wirtschaftliche Aktivitäten sind immer mit Eingriffen in die aquatischen Ökosysteme verbunden und können auch auf die terrestrischen Ökosysteme weitreichende Wirkungen haben. Die quantitativ-wirksamen Eingriffe in die regionalen Wasserhaushalte haben tendenziell mehr Auswirkungen, je größer der Wasserumsatz einer Gesellschaft ist. (vgl. Hüttler, Payer, 1997, S. 95) Das ergibt den Grundsatz des Wasser-Spargedankens, um die negativen ökologischen Auswirkungen der Wasserentnahmen gering zu halten.

Die Wassersubsysteme sind miteinander vielfach verbundenen und voneinander abhängig. Eingriffe in die Gewässerökologie können weit reichende Folgen haben und sind daher genau zu prüfen. Wasserbauten an Fließgewässern verändern den Austausch zwischen Fluss- und Grundwasser; Quellwasserfassungen vermindern die Wassermengen, die in den Flüssen verbleiben (bis zur Wiedereinleitung des Wassers in den Vorfluter) etc. (vgl. Fischer-Kowalski u. a., 1991, S. 46)

Katzmann beschreibt die Wasser-Kolonisierungsgeschichte am Beispiel Österreichs und bringt die These vom Wissensvorsprung um die technischen Eingriffe (Drainage zur Trockenlegung, Flussregulierungen, Flächenversiegelung) vor dem Wissen um seine Anwendungsfolgen. „Die technischen Eingriffsmöglichkeiten haben immer schon den Wasserbau bestimmt, jedenfalls in weitaus stärkerem Maße als das Wissen um die Zusammenhänge und um die Auswirkungen im Wasserkreislauf und im Wasserhaushalt zugenommen hat.“ (Katzmann, 1986, S. 106) Das Wissen um den technischen Eingriff ist dem Wissen um seine Folgen weit voraus (Technikfolgenforschung). Das gilt nicht nur für die kolonisierenden Maßnahmen des Wasserbaus und seine ökologischen Konsequenzen.

Die Gewässerentnahme kann differenziert werden einerseits in Oberflächengewässer und andererseits in Grundwasser. Eine Systematisierung der verschiedenen Eingriffsebenen der Gesellschaft in den Wasserhaushalt wurde von der Arbeitsgruppe Soziale Ökologie des IFF

für *Eingriffe in Oberflächengewässer und Eingriffe in Grundwasser und Bodenspeicher* geleistet (vgl. Hüttler u. a., 1994, S. 14).

Kolonisierende Eingriffe können auch als *Pressures* bezeichnet werden. Aus der Sicht nachhaltiger Entwicklung sind *Pressures* Aktivitäten, deren Auswirkungen von der Gesellschaft in Abhängigkeit von den gegebenen natürlichen Rahmenbedingungen und gesellschaftlichen Werthaltungen nach heutigem Kenntnisstand negativ - im Sinne einer nachhaltigen Wirtschaftsform des Gesamtsystems - bewertet werden (vgl. Haberl, 1999, S. 157).

Oberflächenversiegelung durch Straßen und sonstige Bebauung, die ausgedehnten (Regenwasser)Kanalisationen (Drainageeffekt) und andere Eingriffe machen sich im lokalen Wasserhaushalt bemerkbar. Über hundert Jahren der Flussbegradigungen, Regulierungen und Entwässerungen (über 5 % der Fläche in Österreich) hinterließen *nachhaltige* Spuren (vgl. Katzmann, 1986, S.89f).

Der Begriff der *Entnahme* ist als Legaldefinition weder in der EU-Wasserrahmenrichtlinie noch im österreichischen Wasserrecht (WRG) enthalten. Grundsätzlich ist aber darauf hinzuweisen, dass der Bewilligungstatbestand nach § 10 Abs.2 WRG eine *Erschließungsabsicht* voraussetzt. Darüber hinaus werden durch § 40 Abs.2 WRG bestimmte für den Wasserhaushalt eines Grundwasserkörpers bedeutsame Eingriffe erfasst, die ohne Erschließungsabsicht erfolgen. Die EU-WRRL Art. 2 Ziffer 26 unterscheidet zwischen „direkten“ und „indirekten“ Entnahmen. Aus Anhang II, Ziffer 2.2 bzw. 2.3 WRRL und aus Art. 11 Abs.3 lit.e WRRL ergibt sich, dass geringe Entnahmemengen, die keine signifikanten Auswirkungen auf den Grundwasserstand haben, von der Erfassung und der Einbeziehung in spätere Maßnahmenprogramme freigestellt werden (vgl. BMLFUW, 2004, S. 15f).

Nicht nur physische bzw. direkte Eingriffe auf den Wasserhaushalt bzw. –kreislauf haben Auswirkungen auf diesen, sondern auch indirekte bzw. soziale Veränderungen wie Wassersteuern, Gesetze, Personalentscheidungen, Kontrollinstanzen, Privatisierungen etc. *Nicht-nachhaltige* Kolonisierungen im natürlichen Wasserkreislauf, mit vorrangig quantitativ relevanten Beeinträchtigungen:

- Ausbau der Wasserstraßen
- Besiedlung der Flußauen
- Versiegelung der Böden (Siedlungs-, Verkehrs-, Wirtschaftsfläche)
- Schwemmkanalisation in wenig besiedelten Gegenden
- Degradation der Feuchtgebiete (insbesondere der Moore)
- Fernwasserversorgung
- Verringerung der Eingriffsschärfe einiger erfolgreicher wasserwirtschaftlicher Instrumente (z. B. Abwasserabgabe)
- Trend einer Reduzierung der Unabhängigkeit der Wasserwirtschaftsverwaltung
- Ausbau von kleinen Wasserkraftanlagen bei deutlichem Vorrang gegenüber Belangen des Naturschutzes
- Die Entfernung der wasserwirtschaftlichen Leistungsträger aus der politischen Kontrolle im Zuge ihrer Ausgliederung und ihrer Überführung in autonome Einheiten.
- Die stellenweise gewünschte Fundierung der Wasserwirtschaft auf dem Prinzip einer Ausnutzung von Tragfähigkeitspotentialen anstatt auf dem Vorsorgeprinzip.
- Die Vernachlässigung des vorsorgenden Bodenschutzes und der Beseitigung von Altlasten unter Verweis auf die Nutzungsfunktion des jeweiligen Gebietes.
- Aufbrechen der Wasserversorgungsgebiete (vgl. Kahlenborn, Krämer, 1998, S. 13)

Beim Wasserhaushalt geschehen Eingriffe auf verschiedenen Maßstabsebenen: global (siehe z. B. am Treibhauseffekt und den damit verbundenen Auswirkungen auf den Wasserhaushalt), regional (Flussgebiete, politische Regionen) und lokal bzw. kleinräumig (Gemeindeebene, schlagbezogen). Die Systematisierung der möglichen Eingriffsebenen - wie sie in den nächsten beiden Kapiteln erfolgt - des Menschen in den Wasserkreislauf erweist sich für die Input-Output-Rechnung hilfreich (vgl. Hüttler u. a., 1994, S. 14f). Für die beabsichtigten Entnahmemengen ist in Österreich das Grundwasser und Fließgewässer relevant. Somit werden kolonisierende Eingriffe in den Wasserkreislauf bzw. -haushalt auf Wasserdargebotsarten wie Luftfeuchtigkeit, Niederschlag, Zu- und Abflüsse ausgeklammert. Was nicht bedeuten soll, dass die anthropogenen Veränderungen in diesen Dargebotsarten quantitativ nicht von ökologischer Bedeutung wären. Zur Demonstration der Komplexität des Themas möchte ich nur die Frage aufwerfen: Ist Ein Dach eine Beeinflussung des Niederschlags und/oder des Grundwassers?

Eingriffe in Fließgewässer

Die Liste der menschlichen Eingriffe in Fließgewässer ist lang. Wasserbauten haben im Wesentlichen folgende Zwecke:

- verhindern der (potentiellen und kinetischen) Energie des Flusses, dass Sohle, Ufer oder Umland erodiert oder überschwemmt werden
- Umwandlung hydraulischer Energie in elektrische Energie (Wasserkraftwerke),
- Entnahme bzw. Umleitung von Wasser

Später wird noch verstärkt auf die absichtliche Entnahme und Umleitung durch Industrie und die Wasserkraftnutzung eingegangen.

Um der lokalen Verknappung des Wasserdargebots entgegenzuwirken, hat der Mensch auch künstliche Seen angelegt oder Flüsse umgeleitet, damit das Wasser dorthin gelangen kann, wo man es vom wirtschaftlichen Standpunkt aus am dringendsten benötigt. Die Umleitung von Flussläufen hat zur Folge, dass die Wassermenge, die normalerweise in ein bestimmtes Gebiet fließen würde, dort nicht mehr zur Verfügung steht. In diesen Gebieten, aus denen Wasser abgezogen wird, kann es daher zu Verknappungen der Wasservorräte kommen, die sich auf die Ökosysteme auswirken (vgl. Eurostat, 1998, S. 2).

Eine Systematisierung der verschiedenen Eingriffsebenen der Gesellschaft in den Wasserhaushalt wurde von der Arbeitsgruppe Soziale Ökologie des IFF für *Eingriffe in Oberflächengewässer* und *Eingriffe in Grundwasser und Bodenspeicher* geleistet. Eingriffe in Oberflächengewässer sind z. B.:

- Wasserentnahme
- Einleitung von Abwasser
- Schadstoffeintrag (z. B. Schadstoffeintrag mit dem Abwasser)
- Befestigung von Ufern und Gewässersohle an Fließgewässern (damit Entzug von potentieller Energie - Regulierung/Begradigung etc.)
- Dämme und Kraftwerke (Verlust an natürlicher Dynamik im Ökosystem)
- Gewässeraus- und Umleitungen (z. B. im Zusammenhang mit energetischer Nutzung) Eintrag oder Entzug von Wärme (vgl. Hüttler u. a., 1994, S. 14)

Eingriffe ins Grundwasser

Kolonisierende und metabolistische Eingriffe in Grundwasser und Bodenspeicher sind z. B.:

- ‚direkte‘ Grundwasserentnahmen
- Eingriffe in die Versickerung (z. B. Dachflächen oder versiegelte Flächen)
- ‚indirekte‘ Entnahmen durch Anbau von zunehmend ertragreicheren Pflanzen mit entsprechend höheren Wasserbedarf
- Verhinderung der Grundwasserneubildung durch Bodenversiegelung, Verbindung und Trennung von Grundwasserkörpern
- Dämme und Kraftwerke (z. B. Verlust der Dynamik der Grundwasserstände durch Unterbrechung des Kontinuums Grundwasser-Fließgewässer)
- Eintrag oder Entzug von Wärme
- Drainagierung (vgl. Hüttler u. a., 1994, S. 14) (vgl. Schneidergruber, 2002, S. 16ff)

Nach dem Konzept von gesellschaftlichem Stoffwechsel und Kolonisierung werden Eingriffe in den natürlichen Wasserhaushalt wie Entnahmen von Wasser aus der Natur sowie Einleitungen und Versickerungen unter dem Aspekt des gesellschaftlichen Stoffwechsels betrachtet. Demgegenüber sind Eingriffe wie Uferbefestigungen (mit gezielter Energieumwandlung) an Fließgewässern oder Stauanlagen (mit ihrem Einfluss auf die Grundwasserdynamik) dem Bereich der Kolonisierung von Natur zuzuordnen und haben kaum metabolische Wirkung. Es bestehen auch große qualitative Unterschiede der Eingriffe in das Grundwasser – z. B. zwischen Bewässerung mit Oberflächenwasser, das dann fast zur Gänze *unproduktiv* verdunstet, oder kurzzeitiger Entnahme aus Flüssen zu Kühlzwecken, die gleich wieder eingeleitet werden. In einer umfassenden historischen Darstellung der kolonisierenden Eingriffe wäre eine Berücksichtigung der Drainagierungen notwendig. Sie waren und sind für die Siedlungsgeschichte und die Landwirtschaft immens bedeutsam und sind es auch in einer quantitativen Analyse. Seit dem 2. Weltkrieg wurden in Österreich rund 500 000 ha Feuchtgebiete entwässert. Nimmt man an, dass durch diese Drainagierungen rund 20 % des Niederschlages umgeleitet werden, so beträgt bei einem durchschnittlichen Niederschlag von 1000 mm/a die umgeleitete Wassermenge 1 Mrd. m³/a (vgl. Wasserverbrauch Industrie ca. 1,5 Mrd. m³/a) (vgl. Fischer-Kowalski u. a., 1991, S. 46). In dieser Arbeit soll allerdings auf die Berücksichtigung der Drainagierungen aus methodischen Gründen verzichtet werden, weil hier der Umleitung vom naturalen System ins naturale System keine gesteuerte Entnahme erfolgt, sondern die Umleitung durch einmalige langfristige Baumaßnahmen quasi-automatisch erfolgt. Bewässerungsmaßnahmen hingegen sind täglich steuerbare Handlungen und wirken zudem durch Verdunstung negativ auf das Dargebot der verschiedenen Wasserkörper zu sensiblen Jahreszeiten (Sommer) bei ungünstigem Dargebot.

Eine gängige Unterscheidung von Eingriffen in den Wasserhaushalt ist die in ‚quantitative‘ (Entnahmen, Einleitungen und Versickerungen von Wasser) oder ‚qualitative‘ z. B. die Verunreinigung von Grundwasser durch Nitrat, Pestizide oder Deponiesickerwässer sowie Emissionen in Fließgewässer beschrieben. Beide Aspekte sind jedoch (auch) dem Bereich des gesellschaftlichen Stoffwechsels zuzuordnen, da ein materieller Austausch mit der Natur in Form von stofflichen Inputs und Outputs erfolgt. Jene Eingriffe in den Wasserhaushalt, die in den Bereich Kolonisierung von Natur fallen, wie die oben beispielhaft angeführten Uferbefestigungen liegen somit außerhalb der häufig verwendeten Kategorien ‚quantitativer‘ und ‚qualitativer‘ Eingriffe. Für sie wäre der Begriff der ‚strukturellen‘ Eingriffe in die Natur angebracht.

Das Konzept des sozialen Metabolismus

Begriffsgeschichtlich kommt das Konzept des *sozialen Stoffwechsels* (lat. *Metabolismus*) aus seiner konzeptuellen Analogie im *biologischen Metabolismus*. „Stoffwechsel, oder Metabolismus, ist ein Begriff aus der Biologie. Er lenkt die Aufmerksamkeit auf die energetischen und materiellen Umwandlungsprozesse in lebenden Systemen.“ (Fischer-Kowalski u. a., 1997, S. IX) Stoffwechsel bezeichnet die chemischen Auf- und Abbauprozesse in Organismen. Organismen betreiben einen Stoff- und Energiefluss mit ihrer Umwelt, der ihre Versorgung mit Energie, ihr Wachstum, die Erhaltung ihrer Strukturen und Funktionen und ihre Reproduktion sichert. Auch Gesellschaften organisieren Material- und Energieflüsse mit ihrer natürlichen Umwelt. Die Verwendung dieser Analogie von Gesellschaften und Organismen zur Beschreibung sozialer und ökonomischer Prozesse hat sich als operabler Ansatz herausgestellt (vgl. Hüttler u. a., 1996, S. 277).

Marx und Engels verwenden den Begriff ‚Metabolismus‘ erstmals in Zusammenhang mit der Gesellschaft. „Metabolismus zwischen Gesellschaft und Natur wird verwendet in Verbindung mit ihrer fundamentalen, beinahe ontologischen, Beschreibung des Arbeitsprozesses. ... Die Schriften von Marx und Engels sind nicht der einzige Verweis auf gesellschaftlichen Metabolismus der ‚Gründerväter‘ der modernen Sozialwissenschaften.“ (Fischer-Kowalski, 2002, S. 18f) Marx verwendet den Begriff ‚Metabolismus‘ für den Materialaustausch zwischen Gesellschaft und Natur auf einem fundamentalen anthropologischen Level ebenso, wie auch als Kritik der kapitalistischen Produktionsweise.

Der *gesellschaftliche* bzw. *sozio-ökonomische Stoffwechsel* besteht einerseits aus Inputs in das sozio-ökonomische System in Form von Rohstoffentnahmen aus der Natur und andererseits aus Outputs durch Abgabe von Abfall, Abluft und Abwasser an die Natur (vgl. Hüttler u. a., 1994, S. 14). Gesellschaften organisieren sich gleich einem einzelnen Organismus als Stoffwechsel mit der natürlichen Umwelt. Es kann für einen Organismus bilanziert werden oder auch für ein beliebiges (anderes) Konstrukt, wie z. B. eine (nationalstaatliche) Gesellschaft, was dann als *sozialer Metabolismus* bezeichnet wird. Für die Konzeptualisierung müssen Systemgrenzen zwischen Natur und Gesellschaft und zwischen den Gesellschaften (Außenhandel) gezogen werden und andere Annahmen *konstruiert* werden. „Als wesentlicher Regulationsmechanismus dieses Metabolismus wird das Kontrollverhalten des Menschen durch Aufwendung von Arbeitskraft und durch Verbrauch der Produkte angesehen.“ (Hüttler u. a., 1996, S. 15) Um die Entnahmeseite des natürlichen Rohstoffes Wasser zu betrachten ist es sinnvoll, das gesamte Modell des sozialen Metabolismus zu betrachten und sich seiner Wirkungsweisen zu vergewissern.

Wurde der Übergang von Jäger- und Sammlerinnengesellschaften zu Agrargesellschaften vor allem durch Kolonisierungsleistungen wie Sesshaftigkeit, Planung, (technologischer) Innovation, Verfügungsrechte über Natur, Arbeit etc. gekennzeichnet, so ist für den Übergang von agrarischen zu industriellen Gesellschaften durch metabolische Innovation durch Übergang von solarem zu fossilem Energiesystem und kaum durch (innovative) Kolonisierungsstrategien gekennzeichnet (vgl. Fischer-Kowalski, Weisz, 1998, S. 161).

Gesellschaftlicher Stoffwechsel ist nicht gleich die Summe der Stoffwechsel seiner Mitglieder der Population (Endkonsum). Vielmehr ergibt er sich aus den Reproduktionserfordernissen der Population plus der intensiv kolonisierten Systeme. Es reicht nicht die materielle Komplexität aufs Humanökologische zu reduzieren (vgl. Fischer-Kowalski, Sieferle, 1998, S. 53). Gesellschaftliche Wassernutzung ist deshalb mehr als die Menge von Wasser, die

getrunken bzw. in Privathaushalten verbraucht wird. Die extrasomatische Wassernutzung ist für die kulturelle Ausprägung charakteristisch.

Der soziale Metabolismus des Wassers

Die Bilanzierung des gesellschaftlichen Wasserumsatzes basiert auf dem Modell des sozio-ökonomischen Stoffwechsels. Der gesellschaftliche Stoffwechsel besteht in seiner einfachsten Form aus Inputs in das System in Form von Energie- und Rohstoffentnahmen aus der Natur und andererseits aus Outputs in Form von Abwärme, Abfall, Abluft und Abwasser an die Natur. Tauschen soziale Systeme zudem untereinander Waren aus, resultieren daraus Importe und Exporte von Materialien (vgl. Hüttler, Payer, 1997, S. 98).

Entnahmen von Wasser aus der Natur und die Nutzung von Wasser für wirtschaftliche Aktivitäten sind mit Eingriffen in die aquatischen Ökosysteme verbunden und haben auf die terrestrischen Ökosysteme Wirkungen. Diese Eingriffe erstrecken sich von quantitativen Wirkungen auf die regionalen Wasserhaushalte bis zum Eintrag von giftigen Stoffen in den Wasserkreislauf. Sie haben tendenziell mehr Auswirkungen, je größer der Wasserumsatz einer Gesellschaft ist (vgl. Hüttler, Payer, 1997, S. 95). Während Auseinandersetzungen mit dem Thema Wasser oft auf Aspekte der Verschmutzung reduziert sind, soll an dieser Stelle der Fokus bewusst auf die Ressourcen- bzw. Entnahmeseite und die vielfältigen gesellschaftlichen Nutzungsfunktionen von Wasser gelegt werden.

Systemgrenzen zwischen Gesellschaft und Natur

Die Grenzziehung zwischen Natur und Gesellschaft ermöglicht erst den materiellen Austausch zu untersuchen. Dies kann universalgeschichtlich (Kulturformen) oder an konkreten Fragen wie der Veränderung der gesellschaftlichen Energie-, Wasser- und Materialbilanzen in der jüngeren Vergangenheit – wie hier – erfolgen (vgl. Winiwarter, 1998, S. 45). Für eine Materialflussanalyse – egal auf welcher Ebene – ist die Festlegung von Systemgrenzen unumgänglich. „Die Grenze zwischen Gesellschafts- bzw. Wirtschaftssystem und ‚Umwelt‘ ist dabei keine materielle, sondern eine systemische, funktionelle.“ (Fischer-Kowalski u. a., 1991, S. 5) Als Umwelt sind zu unterscheiden die Umwelt des Individuums also auch die soziale Umwelt oder die natürliche Umwelt von gesamtgesellschaftlichen Systemen, letztere Deutung wird hier synonym mit Natur verwendet.

Es gibt auch Ansätze, die der Natur Eigeninteressen oder gar deren Vertretbarkeit im Rechtswesen konstatieren. Die Frage nach der Anthropozentrik oder Ökozentrik leitet unmittelbar zur Thematik der „Eigenrechte der Natur“ über (vgl. Kube, 1999, S. 20). Hier wird eher ein konstruktivistischer Ansatz vertreten, wonach sowohl Gesellschaft als auch Natur (sozial) konstruierte Systeme sind. Ferner wurde auch oft versucht die Dichotomie Mensch – Natur durch ein *Mitwelt*-Konzept aufzulösen, was für eine Materialflussanalyse nicht dienlich scheint (vgl. Kube, 1999, S. 18). Nicht nur im Metabolismusmodell auch im Rechtswesen und in der Praxis scheint eine Tendenz zur Ordnung und (trenn)scharfen Grenzziehung wünschenswert - Bsp. Grundwasser: dichte Deponien, dichte Leitungen. Die Grenze zur Umwelt wird einerseits schärfer aber auch immer weiter ausgedehnt (Erschließung, Zersiedlung, Flächen- und Rohstoffnutzung). Entscheidend für die Frage nach Systemgrenzen ist, ob Gesellschaft bzw. deren (Teil)Konstrukt als Teil der Natur oder als dichotomer Gegenspieler verstanden wird. Beides ist legitim. Für eine sozial-ökonomische

Materialflussanalyse ist nur der dichotome Ansatz nützlich. Es wird dabei ein naturales System und ein sozio-ökonomisches System konstruiert.

Hüttler u. a. (1994) haben auf dem Gebiet des Metabolismus des Wassers wichtige Vorarbeit zu dieser Arbeit geleistet auf die ich aufbauen möchte. Sie beschäftigten sich eingehend mit den Eingriffsebenen in den Wasserhaushalt und Systemgrenzen und erachten es für die Erstellung einer Wasserbilanz nach einer Input/Output-Logik als notwendig, die Grenzen des gesellschaftlichen Systems zur Natur festzulegen (vgl. Hüttler u. a., 1994, S. 14f). So ist etwa derselbe Grundwasserstrom in einem Fall funktioneller Bestandteil des sozialen Systems bzw. des Wirtschaftssystems – nämlich wenn er am Brunnen oder an der Quelle entnommen wird. Im anderen Fall wird er zum natürlichen Kompartiment gezählt, wenn der Grundwasserstrom etwa durch intensive Landwirtschaft beeinträchtigt wird.

Für die vorliegende Arbeit werden hinsichtlich der Systemgrenzen zuerst alle direkten Entnahmen von Wasser aus der Natur, die unter dem Aspekt der beabsichtigten Nutzung erfolgen, als Systeminputs betrachtet (in Form von Trink-, Nutz- und Kühlwasser). Weiters erfolgt im Rahmen dieser Arbeit eine territoriale Abgrenzung des Systems mit der Beschränkung auf das Staatsgebiet von Österreich - ohne Berücksichtigung von ökologischen Wasser-Rucksäcken in Zuge des Außenhandels. Es muss definiert werden wo ein Material zum Input und wo es wieder zum Output wird. Von zentraler Bedeutung sind dafür Fragen nach den relevanten Systemgrenzen und Klassifikationen.

Es bestehen zwei Arten von Systemgrenzen:

- Grenze zwischen Gesellschaft und Natur (innerhalb Österreichs)
- (politische) Grenze Österreichs zu anderen Ländern

Inputseite:

- Materialentnahmen aus der Natur im Inland
- Materialentnahmen aus dem Ausland

Outputseite:

- Materialabgaben an das Ausland (Export)
- Abgabe von Materialien an die Natur im Inland (Emissionen, Abfälle, gezielte Ausbringung und dissipative Verluste) (vgl. Hüttler u. a., 1996, S. 17f)

Am Beispiel der Landwirtschaft sind bei funktioneller Betrachtungsweise landwirtschaftlich genutzter Boden und Wald Kolonien der Gesellschaft und somit außerhalb der (sozialen) Systemgrenzen. Erst die unmittelbaren Entnahmen aus diesen Kolonien (Ernte) werden als Primärentnahmen erfasst. Die tierischen Erzeugnisse der Landwirtschaft (Fleisch, Eier, Milch und Produkte daraus) zählen nicht mehr zur primären Rohstoffentnahme. Diese Erzeugnisse stellen bereits das materielle Ergebnis von Verarbeitungsprozessen innerhalb des Wirtschaftssystems dar, deren wichtigste materielle Vorleistungen (Futtermittel, Wasser) in den pflanzlichen Erzeugnissen und in der Wasserentnahme enthalten sind. Lediglich gejagtes Wild und gefangene Fische stellen Primärentnahmen tierischen Ursprungs dar, haben aber nur marginale Bedeutung (vgl. Hüttler u. a., 1996, S. 50f). Für die Konzeptionierung einer sozio-ökonomischen Wasserbilanz Österreich ist die Festlegung der Grenzen – nicht zuletzt auch der politischen Grenzen notwendig. Der räumliche Maßstab dieser Untersuchung ist die politisch-administrative Bundesebene in Österreich mit deren Außengrenzen (vgl. Hüttler u. a., 1994, S. 14f).

Naturales System

Alle Lebewesen bzw. Arten haben mit ihrer Umwelt ein *Struggle of Life* und gehen unbewusst an deren Grenzen. Viele Umweltprobleme für Lebewesen sind nicht von diesen verursacht, sondern von deren Umwelt. Doch auch vor Flora und Fauna machen Biotechnologie-Lobby und Renditegier nicht halt. ÖkologInnen und NaturliebhaberInnen vs. ÖkonomInnen und GentechnikerInnen heißt pointiert das Match. „In situ‘ und ‚Ex situ‘ heißen die Kampfbegriffe. An Ort und Stelle – oder in der Kühltruhe, im Gewächshaus, im Zoo.“ ... Flora und Fauna haben sich in hunderten von Millionen Jahren der Evolution aneinander hochentwickelt – und zwar nicht eindimensional, sondern in vieldimensionalen Nahrungs- und Wirkungsnetzen, die der Mensch wohl nie vollständig begreifen wird.“ (Geiler, 2002, S. 45) Für die Menschen nennen wir die extrasomatische bzw. extra-sozio-ökonomische Umwelt auch Natur. In diesem Zusammenhang ist die Unterscheidung *geogener* und *anthropogener* Umweltbelastungen (z. B. Klimawandel, Naturkatastrophen, Brände) entscheidend (vgl. Huber, 2001, S. 158f). Wenn über Natur gesprochen wird, werden oft die Menschen integriert betrachtet, was vorerst anhand der Größenordnungen legitim erscheint und die Abhängigkeit der Menschen von der Natur unterstreicht. Schmidt-Bleek spricht von *Ökosphäre* und bezeichnet diese als „Die Gesamtheit aller Lebewesen auf der Erde und ihr Lebensraum.“ (Schmidt-Bleek, 1993, S. 296) Der Begriff *Ökosphäre* beruht also auf einem naturalen System, das auf Leben und folglich Menschen bzw. Gesellschaften abzielt.

Baccini spricht in diesem Zusammenhang vom Planet Erde als *Biosphäre* mit einer Schichtdicke von 20 km, in der eine Vielzahl von Stoffkreisläufen stattfindet. „Es handelt sich um ein nahezu geschlossenes System. Die einfallende Sonnenenergie treibt diese Stoffkreisläufe an. Die Erde gibt wieder ‚Abwärme‘ ans Sonnensystem zurück. ... Die Biosphäre besteht aus einer Vielzahl von offenen, das heißt energetisch und stofflich miteinander verbundenen Ökosystemen.“ (Baccini, 1996, S. 3) Ein offenes Subsystem wie das der Humangesellschaft ist in seinem Energieaustausch und Stoffwechsel abhängig vom übergeordneten System *Biosphäre* und den benachbarten Teilsystemen wie z. B. Wasser, welches im Kapitel Wasserdargebot und -kreislauf näher beschrieben wird. Erdgeschichtlich betrachtet war das Ausbreiten der ersten Lebewesen mit Stoffwechsel relevant und später der photosynthetisch aktiven Organismen das für große Veränderungen in der Biosphäre sorgte. „Die *Biosphäre* ist ... über Zeiträume von Milliarden von Jahren, ein sich stofflich veränderndes System. In Zeiträumen von Millionen von Jahren verändern sich die stofflichen Eigenschaften der *Umweltkompartimente* Luft, Wasser und Boden nur wenig.“ (Baccini, 1996, S. 3) Schmidt-Bleek spricht über Boden, Wasser und Luft als *Umweltmedien* (vgl. Schmidt-Bleek, 1993, S. 296). Für eine Materialflussanalyse, welcher sich diese Arbeit widmet, genügt eine Eingrenzung der potentiell belebbaren bzw. potentiell kolonisierbaren Welt (inkl. Mond, Mars etc.) nicht. Es ist eine scharfe und detaillierte Trennung von naturalem und sozio-ökonomischen System erforderlich, um die Inputs und Outputs in das bzw. aus dem sozio-ökonomische/n System zu ermitteln.

Ist die sozio-ökonomische Analyseseinheit nicht global, bedarf es der *Konstruktion* (erdoberflächlicher) Systemgrenzen, z. B. anhand politisch-administrativer Systeme (Nationalstaaten, Gemeinden etc.) oder naturräumlich orientierte Systeme wie etwa Kontinente oder Flusseinzugsgebiete.

Exkurs: Flusseinzugsgebietsansatz

So wie es möglich ist die Systemgrenzen einer Wasserbilanzierung anhand politisch-administrativer Grenzen (der Erdoberfläche) festzulegen, so ist es auch möglich

naturräumliche gewässerorientierte Grenzen anhand von Wasserscheiden und Flusseinzugsgebieten zu definieren. Diese Bilanzierung auf der Flussgebietsebene ist auf internationaler Ebene für einen gesamten Strom und auf nationaler kleinräumiger so genannter Teileinzugsgebietsebene möglich. Einen kombinierten Ansatz sieht auch die EU-Wasserrahmen-Richtlinie (EU-WRRL bzw. WR-RL) vor, bei dem die Nationalstaaten für ihre Flusseinzugsgebiete die Wasserbilanzen berechnen bzw. erheben sollen um dann europaweit die Daten für die großen Flusseinzugsgebiete kumulieren zu können (vgl. Londong, 2000, S. 68). Die EU-WRRL ist seit 2002 in Kraft, um nachhaltige Wasserpolitik bemüht und geht von der integrativen Betrachtung sog. ‚Flussgebietseinheiten‘ aus (vgl. Rathgeb, 2002, S. 73f). Die ökologischen Vorgaben der EU-Wasserrahmenrichtlinie (WR-RL) sind mit weit reichenden Folgen für die künftige Bewirtschaftung der Gewässer und aquatischen Ökosysteme in ganz Europa. Ein zentrales Element der WR-RL ist die Nutzung der Flusseinzugsgebiete als Grundeinheit für sämtliche Gewässerplanungs- und Gewässerbewirtschaftungsaktivitäten (vgl. Kroiss, 2002, S. 14). Damit werden nationale mit naturräumlichen Grenzen verbunden. Die Einzugsgebietsbewirtschaftung umfasst die Erstellung wasserwirtschaftlicher Grundsatzkonzepte für eine einzugsbezogene Wasserwirtschaft auf breiter fachlicher Basis mit grenzüberschreitender Abstimmung wasserwirtschaftlicher Fragen. Damit wird die Wasserdatenbasis von nationaler Flussrechnung durch die Flusseinzugsgebietsrechnung, einer naturräumlichen Analyse, erweitert. „Der in der EU-WRRL gewählte ‚Einzugsgebiets‘-Ansatz ist auch auf dem regionalen Niveau durchaus berechtigt.“ (Müller, 2002, S. 63) Dieser Ansatz wird hier nur exemplarisch verwendet um, die regionalen Unterschiede in der Wassernutzung deutlich zu machen.

Sozio-ökonomisches System

Für eine sozial-metabolische Analyse wird eine konzeptuelle Abgrenzung von Natur und Gesellschaft benötigt. Bei einem kulturalen bzw. sozio-ökonomischen Modell werden die materiellen Grenzen der Gesellschaft gegenüber dem naturalen System festgelegt. Die menschliche Gesellschaft wird bei Baccini als eines von vielen offenen Subsystemen innerhalb der Biosphäre betrachtet, das in Austauschprozessen mit seiner Umwelt steht (vgl. Baccini, 1996, S. 3). Gesellschaft wird als (abhängiges) Teilsystem der Natur verstanden.

Für den Begriff ‚Gesellschaft‘ kann auch ‚kultureles System‘ oder folgende Ausdrücke verwendet werden:

- ‚sozio-ökonomisches System‘ nach Fischer-Kowalski (1991)
- ‚Anthroposphäre‘ nach Brunner und Baccini (1991)
- ‚Technosphäre‘ nach Bringezu (1993) (vgl. Hüttler u. a., 1994, S. 14f)

Je nach Namensgebung steht dahinter eine Theorie des gesellschaftlichen Wirtschaftens, der Einflussphäre der Menschen oder seiner Aneignung der Umwelt durch Technologie. „Die Anthroposphäre bezeichnet den Lebensraum des Menschen, in dem seine von ihm gebauten und betriebenen biologischen und technischen Prozesse stehen (z. B. landwirtschaftliche Betriebe, Kraftwerke, private Haushalte, Transportnetze) und in dem seine Aktivitäten stattfinden (z. B. Ernähren, Wohnen, Arbeiten, Kommunizieren). Dieser Lebensraum kann auch als ein komplexes System von Energie-, Materie- und Informationsflüssen verstanden werden. Er ist Teil der Biosphäre des Planeten Erde.“ (Baccini, 1996, S. 5) Für den Stoffwechsel der Anthroposphäre wurden die neolithische (Einführung von Ackerbau und Viehzucht) und die industrielle Revolution Epochen bildend.

Ein Kriterium der Abgrenzungsmöglichkeit bzw. der Systemgrenze von Gesellschaft und Natur ist die Ablenkung der natürlichen Flüsse durch die Technostruktur in die Technosphäre. Ein zweites wichtiges Entscheidungskriterium ist die Absicht der Umlenkung der natürlichen Flüsse oder Bestände in das bzw. aus dem gesellschaftliche(n) System. „Eine Entscheidung zugunsten eines einzigen Abgrenzungskriteriums (Nutzungsaspekt oder Technostruktur) für die Erfassung des Wasserdurchsatzes durch das sozioökonomische System ist praktisch kaum möglich und würde auch jeweils beachtliche Wasserentnahmen unberücksichtigt lassen.“ (Hüttler u. a., 1996, S. 16f) Bei dieser Arbeit kommt ein kombinierter Ansatz aus Technostruktur und (absichtsvollem) Nutzungsaspekt zur Anwendung.

Technostruktur

Eine plausible Abgrenzung des sozialen zum naturalen System ist jene durch die Technostruktur. Technosphäre ist: „Der Bereich der Ökosphäre, der alle vom Menschen hergestellten oder veränderten Dinge umfasst.“ (Schmidt-Bleek, 1993, S. 295) So kann z. B. Wasserinput durch Berührung mit Technostruktur definiert werden. Das als ‚Technosphäre‘ betrachtete System, ist der vom Menschen technisch beherrschte Teil des Universums. „Die Definition der Systemgrenze besteht damit theoretisch in der ‚Berührung mit der Haut oder Werkzeugoberfläche‘ des Menschen (Nutztiere und Infrastruktur eingeschlossen) zum Zwecke der technischen Beherrschung. Sehr allgemein könnte man Stoffströme als Materie bezeichnen, die aus ihrem physikalischen ‚natürlichen Verhalten‘ abgelenkt wird (Translokation im dynamischen Sinn). Gemessen werden die diese Grenze überschreitenden Stoffmengen. Das heißt, dass sie sich (wenn auch kurzfristig) innerhalb des Systems aufhalten werden oder aufgehalten haben. Die Abläufe innerhalb des sozio-ökonomischen Systems, in den Umweltmedien Boden, Luft und Wasser sowie räumliche und biologische Effekte werden nicht betrachtet.“ (Steurer, 1994, S. 1)

Entnahmen werden oft dem gesellschaftlichen Stoffwechsel zugerechnet, sofern sie mit technischen Strukturen ‚in Berührung‘ kommen. „Somit gilt in den Fällen, wo Wasser aus der Natur entnommen, aber nicht genutzt wird, die Technostruktur, mit der Wasser in Berührung kommt, als Kriterium der Systemabgrenzung zwischen Natur und Gesellschaft. Damit wird Wasser, das z. B. durch Rohrsysteme geleitet wird grundsätzlich als Systeminput betrachtet. ... so genannte ‚Fremdwasser‘, das aus dem Untergrund in die Kanalsysteme eindringt, und in der Folge den Kläranlagen zugeführt wird sowie Überlaufwasser bei artesischen Brunnen. Auch Grundwasserabsenkungen im Zuge von Bautätigkeiten oder zur Ermöglichungen von Bergbau mit nachfolgender Einleitung in Grundwasser oder Oberflächenwasser haben nicht die Nutzung des geförderten Wassers zum Ziel, stellen aber zweifellos kolonisierende Eingriffe in natürliche Systeme dar. Bringezu (1993) verwendet im Zusammenhang mit derartigen nicht genutzten Entnahmen den Begriff *Translokation*.“ (Hüttler u. a., 1994, S. 16f)

So zählt Regen auf bereits kolonisierte Ackerflächen nicht als Input, künstliche Bewässerung hingegen schon. Durchfluss von Fließgewässer durch ein reguliertes Flussbett wird hier nicht zum sozio-ökonomischen Wasserverbrauch zählen. Trinkwasserbedarf zählt allgemein zur Wassernutzung und ist auch methodisch durch den Technostrukturansatz gesichert. Kühlwasser und Wasserdurchflüsse für Wasserkraftwerke werden aufgrund der unüberschaubaren Mengenrelation allerdings oft aus den nationalen sozio-ökonomischen Wasserflüssen – trotz Technostruktureinfluss - ausgeklammert. Sie werden auch nicht entnommen, sondern vor Ort genutzt.

Beabsichtigte Inputs und unproduktive Entnahmen

Bei den Eingriffsebenen in den Wasserhaushalt erfolgt die Grenzziehung im Wesentlichen nach folgenden Kriterien:

„Zunächst werden alle direkten Entnahmen von Wasser aus der Natur, die unter dem Aspekt der *beabsichtigten Nutzung* erfolgen, als Systeminputs betrachtet. In diese Kategorie fallen somit alle Entnahmen in Form von Trink-, Nutz- und Kühlwasser.“ (Hüttler u. a., 1994, S. 15)

Die Nutzungs- bzw. Verwertungsabsicht bzw. die tatsächliche Verwertung ist für die Berechnung nicht (zwingend) relevant. Zu den Materialentnahmen (Primärentnahmen) zählen alle verwerteten und nicht verwerteten Entnahmen an Rohstoffen aus der Natur (vgl. Hüttler u. a., 1996, S. 279). Die Entnahmeabsicht als Rechenkriterium zur Inputanalyse wird kritisiert, da umweltbeeinträchtigende Materialflüsse auch ohne Entnahmeabsicht stattfinden. Eindeutige Systemgrenzen der Inputseite im Sinn des absichtlichen Nutzungsaspekts ergeben sich für die vorliegende Arbeit bei der Entnahme in Form von Grund- und Quellwasser sowie Oberflächenwasser durch die Eigenförderung und die zentrale Wasserversorgung, der Haushalte, des Gewerbes, der Industrie und der Landwirtschaft (vgl. Hüttler u. a., 1996, S. 16f). Auch die Wasserentnahmen zur Kühlung sind üblicherweise beabsichtigt und genutzt.

Ähnlich wie unbeabsichtigte Entnahmen sind unproduktive Entnahmen zu betrachten. Beide vergrößern das Input und sind potentiell umweltbelastend. „*Unproduktive*, d. h. nicht genutzte Entnahmen bei den Abnehmern selbst (also die tropfenden Wasserhähne und Klosettspülungen nach den Wasserzählern) ... sind aber bereits im Wasserverbrauch der jeweiligen Verbrauchergruppen enthalten.“ (Hüttler u. a., 1994, S. 19f) Ebenso enthalten sind die Wasserverluste der zentralen Wasserversorgungsbetriebe. Keine Auskünfte zur Datenqualität bezüglich unproduktiver Entnahmen gibt es bei der Wassernutzung zur Kühlung und zur Bewässerung.

Unproduktive Entnahmen aus Grund- und Quellwasser sind einerseits Wasserverluste vor den Verbrauchern und andererseits Fremdwasser, das aus dem Untergrund in das Kanalsystem eindringt. Sie betragen bezogen auf die Einwohner mehr als 100 l/d und machen damit für 1991 rund 18 % der Grund- und Quellwasserentnahmen aus (vgl. Hüttler u. a., 1996, S. 56).

So wie zu den Materialflüssen keine immaterielle Nutzung der Umwelt oder Dienstleistungen zählen, so ist auch die Handelbarkeit von Materialien für die Materialbilanz irrelevant. Der Begriff *Material* umfasst sowohl Rohstoffe als auch Produkte aus Verarbeitungsschritten, sowie physische Emissionen und Abfälle und ist in Abgrenzung zum Begriff *Güter* nicht an das Kriterium der Marktgängigkeit gebunden. Materialstromanalysen umfassen auch nicht verwertete Rohstoffentnahmen aus der Natur (vgl. Hüttler u. a., 1996, S. 279). Neben wertvollen Materialien zählen üblicherweise auch alle verwendeten Materialien zu den Inputs. Die Materialien werden entweder *verwendet* oder *verwertet* (vgl. Hüttler u. a., 1996, S. 11). Als *verwertete* Materialien können Materialien bezeichnet werden, die im Produkt verbleiben. *Verwendete* Materialien sind ökologische Rucksäcke, die für den Produktionsprozess bzw. den Betrieb verwendet werden. Verwendete oder verwertete Inputs könnten als produktiv bezeichnet werden. Bei Regenwasser auf bzw. von den Dächern wie auch bei undichten Kanälen ist meist keine Entnahmeabsicht bzw. Verwendungsabsicht, Verwertungsabsicht bzw. –möglichkeit. Sie werden nicht eingerechnet. Anders hingegen bei Kühlwassermengen für kalorische Kraftwerke. Die Umlenkungsabsicht wirkt sich beim Regenwasser von Dach (Zweck: Trockenes Gebäude) anders aus als die Umlenkung von Fließgewässer zur

künstlichen Bewässerung von Plantagen oder zur Kühlung von Kraftwerken aus. Wasserentnahmen aus der Natur können auch als unbeabsichtigte oder manchmal auch unvermeidbare Nebeneffekte von Eingriffen, die *nicht* auf die *Nutzung* des Wassers gerichtet sind erfolgen.

Die Absichtsfrage für Wasserentnahmen ist für deren ökologische Wirkungen irrelevant. Eine Differenzierung in *Wasserverbrauch* und *Wassergebrauch* (Durchlaufposten) (vgl. Payer, 1991, S. 21) scheint hier nicht zweckdienlich. Zumal erscheint der Begriff *Wassernutzung* besser, da Wasser selbst nicht verbraucht, sondern qualitativ verändert wird. Eine komplette sozio-ökonomische Wasserflussanalyse müsste alle Wasserflüsse ungeachtet ihrer Produktivität und Verwertung(sabsicht) miteinrechnen. Hier ist dies mangels Datenlage und aus Umfanggründen nicht möglich.

Territoriale und funktionale Grenzen

Die Raumdefinition ist eine von mehreren festzulegenden Systemgrenzen und Grundlage für die Quantifizierung von In- und Outputs. Soll eine Materialflussanalyse erfolgen muss eine Bilanzierungseinheit (Bilanzierungsgrenzen, Erfassungsräume etc.) definiert werden. Die räumlichen Systemgrenzen treffen sowohl die naturale als auch die soziale Dimension. Da eine globale Analyse von gesellschaftlichen Materialflüssen auch nur eines Materials zu umfangreich wäre wird versucht Systemgrenzen im Gesellschaftssystem zu konstruieren. Zur Analyse der volkswirtschaftlichen Wassernutzung muss einerseits eine territoriale Grenze bestimmt und andererseits die Grenze zwischen Gesellschaft und Natur festgelegt werden. (vgl. Hüttler, Payer, 1997, S. 98). Es gibt funktional und räumlich orientierte Erfassungskonzepte bzw. Betrachtungsebenen. Zu den *funktionellen Erfassungskonzepten* zählen

- institutionelle, (bestimmter Betrieb, Haushalt, Verwaltungseinheit)
- aktivitätsbezogene und
- produktbezogene Ansätze.

Zu den *räumlich bzw. territorial orientierten Erfassungskonzepten* zählen

- politisch oder
- naturräumliche Ansätze (vgl. Hüttler u. a., 1996, S. 253).

Bei den funktional orientierten Erfassungskonzepten werden Institutionen, Produkte oder Aktivitätsfelder als Untersuchungseinheiten festgelegt und analysiert. Die territoriale Gliederung wird auch unterschieden in Makro-, Meso- und Mikroebene. Wobei mit Makroebene nationale Analysen bezeichnet werden, mit Mesoebene sektorale, branchenweise oder aktivitätsbezogene Berechnungen (vgl. Hüttler u. a., 1996, S. 22). Feess beschreibt auf der Mikroebene mehrere Arten von Ökobilanzen als systematische Darstellung der Umweltbelastungen, die mit den Produktionsprozessen, Produkten oder ganzen Unternehmen verbunden sind. (Prozessbilanzen, Unternehmensbilanzen, Produktbilanzen) (vgl. Feess, 1998, S. 301f). Schmidt-Bleek entwickelte das Konzept der Materialintensität pro Service-Einheit (MIPS) auf Basis eines produktbezogenen Materialverbrauchs auf der Mikroebene (vgl. Schmidt-Bleek, 1993, S. 108ff).

Ein naturräumlich und politisch-orientiert kombiniertes Erfassungskonzept wäre das der Flusseinzugsgebiete, die mittels Wasserscheiden getrennt sind, wie sie die EU-WRRL vorschreibt. Sie orientiert sich bei der Abgrenzung des zu betrachtenden Untersuchungsraumes an wasserwirtschaftlich und hydrologisch begründeten

Einzugsgebietsgrenzen kombiniert mit den Verwaltungsgrenzen der Mitgliedsländer, die diese hydrologischen Daten erheben.

Ein ökologisch nahe liegendes Analysekonzept des Metabolismus wäre auch die Systemgrenzen zwischen bzw. rund um (große) Städte/n festzulegen um die Transportproblematik, regionales Wirtschaften, Flächenverbrauch etc. zu untersuchen. Die wirtschaftliche Realität zeigt, dass die Versorgung der Städte in industrialisierten Gesellschaften nicht mehr aus den Umländern möglich ist (Kolonisierung: Anbaufläche, Arbeitskräfte, Ressourcen, Erholungsgebiete). Bei Wasser scheint eine Regionalisierung bzw. Autarkie notwendig, da große Mengen billig gebraucht werden und der Transport durch Leitungen oder in Behältern teuer ist.

Die Festlegung auf eine nationale Materialflussanalyse kann als Informationsgrundlage für die Operationalisierung nachhaltiger Entwicklung dienen. Nationale Materialbilanzen fördern die Ökologisierung der gesellschaftlichen Ressourcennutzung und sind ein wichtiges Instrument der Politikberatung (vgl. Hüttler u. a., 1996, S. 251). Bei dieser Arbeit soll ein räumliches Erfassungskonzept angewandt werden, das sich an den politisch-administrativen Grenzen der Republik Österreich orientiert. Dies möchte ich mit dem Standort der betreuenden Universität und meinem Wohnort und der Datennähe begründen. Eine kleinräumigere Analyse z. B. auf Bundesländerebene wird aus Umfang- und Datengründen nicht erwogen.

Wasser als Materialflussanalyse aus der Tradition der ökologischen Gesamtrechnung

Materialflussanalysen (MFA) bzw. –bilanzen bzw. –rechnungen (MFR) entstanden als Kritik an rein monetär orientierten volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen (VGR). Diese Arbeit steht in der Tradition nationaler MFA. Die Pioniere der ökologischen Gesamtrechnung (ÖGR) entwickelten diese in den späten 1960ern als kritische Haltung gegenüber wirtschaftlichem Wachstum mit dem Fokus auf die ökologischen Nebeneffekte und den gesellschaftlichen bzw. industriellen Metabolismus (vgl. Fischer-Kowalski, 2002, S. 23). Im Gegensatz zur klassischen VGR wird bei der Materialflussrechnung (MFR), die als ökologische Fortsetzung dieser betrachtet werden kann, in physischen Einheiten gemessen. Die MFR ist mit der Input-Output-Logik der VGR voll kompatibel (vgl. Fischer-Kowalski u. a., 1991, S. 1).

Stoffumsätze bzw. Materialflüsse sind nicht per se anthropogen bzw. umweltzerstörend. „... auch die Natur bewegt Stoffströme, und mit einem kleinen Ausmaß menschengemachter Stoffströme ist sie jahrtausendlang gut zurechtgekommen.“ (Schmidt-Bleek, 1993, S. 167) Die Dimensionen der Ressourcennutzung führten aber zu vielfältigen negativen externen Effekten wie Umwelt- und Gesundheitsbelastungen oder Lebensqualitätsverringerung. Diese Effekte sollten erklärt bzw. in eine Berechnung integriert werden. So entstanden die ökologischen Gesamtrechnungen (ÖGR) aus der Tradition und z. T. aus der Datenbasis der VGR. „Ökologische Gesamtrechnungen (ÖGR) dienen der periodischen Beschreibung der Austauschbeziehungen zwischen Gesellschaft und Natur. Sie beinhalten sowohl monetäre wie auch physische Daten und bestehen aus mehreren Teilrechnungen, die jeweils unterschiedliche Informationsbedürfnisse abdecken sollen.“ (Hüttler u. a., 1996, S. 6)

Die ökologische Debatte kommt von verschiedenen Richtungen wie z. B. der globalen Ressourcengerechtigkeit, Risikogesellschaft, Lebensstilanalysen (vgl. Schmidt-Bleek, 1993, S. 166ff). Bietet die ÖGR nicht nur beschreibende Analysen sondern auch

Handlungsanweisungen zu umweltrelevanten Verhaltensänderungen ist sie auch politisch hochkompatibel - zumal die ÖGR territorial oft auf der Ebene von politischen Verwaltungseinheiten praktiziert wird. Viele Änderungen in Richtung umweltverträglicheren Verhaltens verlaufen kostenneutral bzw. sind sogar mit unmittelbaren wirtschaftlichen Vorteilen verbunden (Veränderung von Input-Materialien in Produktionsprozessen, die Recyclierung von Rohstoffen, Veränderungen der Produktpalette, die Benutzung von verbrauchsärmeren Maschinen) (vgl. Fischer-Kowalski u. a., 1991, S. 1).

Der ökologische (Wissenschafts)Diskurs steht in Verbindung mit der Ökologiebewegung. Die Wachstumskritik der 1970er Jahre (z. B. Club of Rome) sah noch im fortgesetzten Wirtschaftswachstum die entscheidende Ursache fortschreitender Umweltzerstörung. Die jüngere Diskussion um eine ökologisch tragfähige gesellschaftliche Entwicklung forciert die Möglichkeiten der Entkopplung des materiellen Wachstums vom wirtschaftlichen (monetärem) Wachstum. Monetäres Wirtschaftswachstum per se ist nicht umweltschädlich, sondern vielmehr die stetige Vergrößerung der Ressourcenströme zwischen Gesellschaft und Natur. „Es geht also nicht bloß um einen effizienteren Einsatz von Ressourcen, sondern um die absolute Verringerung der gegenwärtigen Verbrauchsniveaus.“ (Hüttler u. a., 1996, S. 250) Die in den 1970er Jahren entstandene Diskussion um die "Nachhaltigkeit" von Wachstumsprozessen machte deutlich, dass die traditionelle, güterorientierte Wohlfahrtsmessung unvollständig ist. Zahlreiche Elemente der menschlichen Wohlfahrt können in diesem engen Rahmen nicht adäquat erfasst werden. Eine nachhaltige Entwicklung wird im Brundtland-Bericht definiert als "Entwicklung bei der die Bedürfnisse der heutigen Generation befriedigt werden, ohne die Bedürfnisse kommender Generationen zu gefährden". (Sinabel, 2004 a, S. 5f) Dabei sind ökonomische, ökologische und soziale Aspekte gleichermaßen zu berücksichtigen.

Materialflussrechnungen stellen in Verbindung mit Stoffflussrechnungen, Energie-, Emissions- und Abfallbilanzen einen essentiellen Bestandteil im Subsystem des ‚*physical accounting*‘ dar (vgl. Hüttler u. a., 1996, S. 8). Das *physical accounting* bzw. die ÖGR stehen auch im historischen Wandel. MFR können für sehr unterschiedliche Erkenntnisinteressen eingesetzt werden wie beim innerbetrieblichen Ressourcenmanagement oder in der Umweltpolitik (z. B. NGO). Nach einer Fokussierung auf öko- und humantoxikologischer Stoffe wurden seit den frühen 1990er Jahren MFR zunehmend unter dem Blickwinkel der Größenordnung und Intensität anthropogener Austauschprozesse mit der Natur erstellt. (vgl. Hüttler u. a., 1996, S. 14) Das Toxizitätsparadigma in der Forschung und Öffentlichkeit brachte oft *end-of-pipe-Strategien*. Der lange übliche emissionsorientierte Ansatz wich einer Entnahmeorientierung bzw. einer ganzheitlichen systemischen Analyse. „Die Dimension der Gefährlichkeit von Stoffen und die Dimension des Mengendurchsatzes. Beide Dimensionen müssen in problemadäquater Weise mitgedacht werden, wenn es um die Vermeidung von Umweltbelastungen geht.“ (Hüttler u. a., 1996, S. 4f) Aber nicht zuletzt die (quantitativen) Dimensionen in Zusammenhang mit Wasser sind ökologisch relevant. Eine MFA weiß aber ‚ohne Input - kein Output‘. Oft scheint ein liberaler Zugang zum Wasser durch Nicht-Entscheidungen bzw. Duldungen der Entnahmesituation gegeben.

Die Studien von Ayres und Simonis und die Entwicklung des Konzepts des Metabolismus als Analogie zwischen biologischen Organismen und industriellen Aktivitäten sind genreprägend. Baccini et al. prägten den haushaltzentrierten Ansatz. Einen Namen im systemischen Ansatz machte sich auch das sog. Wuppertal-Institut mit der Quantifizierung aller Materialinputs in eine Volkswirtschaft. Sie gingen von einer Definition der Systemgrenzen aus, die die Summe aller erstmals vom Menschen durch Technostruktur (sh. dort) bewegter Massen als Materialinput auffasst. (vgl. Schmidt-Bleek, 1993, S. 296).

Schmidt-Bleek (1993) versucht, die insgesamt für ein Produkt bewegte Materialmenge, also plus ‚ökologischem Rucksack‘ inklusive der dadurch ausgelösten Materialströme im Ausland, zu quantifizieren. Schmidt-Bleek entwickelte das Konzept der Materialintensität pro Service-Einheit (MIPS) auf einen produktbezogenen Materialverbrauch, der die Umweltbelastungen für das ganze Produktleben berücksichtigen soll (vgl. Schmidt-Bleek, 1993, S. 108).

Sinn dieser Arbeit ist auch ein Verfügbarmachen des Wissens um die Wassermengen - als soziale Selbstreflexion - und nicht so sehr der Naturbeobachtung - der Kolonisierung von Natur und der Auswirkungen des sozio-ökonomischen Metabolismus. Welchen Schaden anrichten bleibt eine Streitfrage und eine des gewählten Referenzrahmens und eine der Veränderungen unseres Wissens (Bsp. Klimawandel) (vgl. Fischer-Kowalski u. a., 1991, S. 4)

Dieser Versuch, die Wasserflüsse durch das sozio-ökonomische System darzustellen steht auch in einer (nationalen) Tradition. Kresser erstellt erstmals 1965 (1994 aktualisiert) eine Wasserbilanz für Österreich. Sie beschreibt den Wasserkreislauf aus der Sicht der Hydrologie. Der Wasserdurchsatz durch Haushalte und Industrie erscheint dabei als Anhang zum natürlichen Wasserkreislauf und gibt aufgrund der Darstellung aus hydrologischer Sicht (in mm bezogen auf die Fläche Österreichs) nur sehr grobe Informationen bezüglich der anthropogenen Eingriffe in den Wasserhaushalt (vgl. Hüttler u. a., 1994, S. 10f). Hüttler, Payer, Schandl erstellten Mitte der 1990er Jahre Wasserinputanalyse und Materialflussbilanzen für Österreich (vgl. Hüttler, Payer, 1997, S. 98).

Wasser als Material

Materialien sind natürliche oder produzierte Substanzen bzw. Erzeugnisse unabhängig vom Aggregatzustand. Dienstleistungen oder die immaterielle Nutzung der Umwelt ist in diesem Sinne keine Nutzung von Material. Hingegen sind Rohstoffe und Produkte aus Verarbeitungsschritten sowie physische Emissionen und Abfälle schon Material. In Abgrenzung zum Begriff *Güter* sind *Materialien* nicht an das Kriterium der Marktgängigkeit gebunden (vgl. Hüttler u. a., 1996, S. 279). Wesentlich ist die begriffliche Abgrenzung von Material- und Stoffflussanalysen. „Als *Stoffe* werden chemische Elemente bzw. deren Verbindungen betrachtet, während als *Materialien* alle natürlichen und produzierten Stoffgemische bzw. Erzeugnisse sowie Abfälle, Emissionen und dissipative Verluste gelten. Stoffströme sind somit in den erfassten Materialströmen enthalten, werden aber nicht explizit dargestellt. In der englischsprachlichen Literatur wird demgemäß in substance flow analysis (SFA) und material flow analysis (MFA) unterschieden.“ (Hüttler u. a., 1996, S. 13) Hier wird Wasser als Material betrachtet und nicht als Stoff oder als Gut. Heute wird oft und gerne von Produktionsfaktoren als *Ressourcen* gesprochen. Im engeren Sinn werden unter Ressourcen das natürliche Kapital, Rohstoffe, Energieträger und Umweltmedien verstanden (vgl. Hüttler u. a., 1996, S. 281), im weiteren Sinne neben Natur auch Arbeit und (Finanz)Kapital. Hier wird Wasser auch bei unproduktiver Entnahmeabsicht (Haushalte) berücksichtigt, d. h. der produktionszentristische Ansatz von Wasser als Ressource greift hier nicht.

Rohstoff bzw. Rohmaterial ist keine Verwendungsart bzw. Nutzungsfunktion, sondern eine Frage der Behandlung bzw. Weiterverarbeitung eines aus der Natur entnommenen Materials (Rohstoff z. U. v. aufbereitetem, veredeltem bzw. Recycling Material). Im Konzept des sozialen Metabolismus und der Kolonisierung von Natur bedeutet die Entnahme eines

Rohstoffes aus der Natur eine Veränderung bzw. Beeinträchtigung der zurückbleibenden Natur und eine Veränderung des Rohstoffes bei der bzw. durch die Entnahme.

Stoffe und Materialien kommen je nach spezifischen Eigenschaften und Temperatur in verschiedenen Aggregatzuständen (gasförmig, flüssig oder fest) vor. Chemisch reines Wasser ist ein *Stoff*, der natürlich nur in gasförmigem und unbenutzbarem *Zustand als Verdunstung vorkommt*. In *flüssigem oder festem Aggregatzustand kommt das Material* Wasser in der Natur immer mit anderen Spurenelementen (gelöste Stoffe und Schwebstoffe) vor.

Wasser als Stoff kommt in Form von *Wassergehalten* in anderen Materialien vor. Wasser als Material hat hingegen andere Stoffe als *Inhaltsstoffe*. Eine Stoffflussrechnung von Wasser müsste auch mit Wassergehalten, Verdunstungen, Verbrennungen, Verdampfungen etc. operieren. Eine umfassende nationale Stoffflussanalyse müsste alle festen, flüssigen und gasförmigen sozialen Inputs und Outputs eines Jahres auf inländischem Territorium erfassen. Dies ist hier nicht geplant bzw. möglich. Nur Entnahmen des *Materials* Wasser werden ermittelt. Für eine Stoffflussrechnung wäre z. B. der Wassergehalt der Produkte und Rohstoffe wichtig (Biomasse: frisches Gras 80 %, Getreide 15 %, Holz 15 %, mineralische Rohstoffe: ‚Bergfeuchte‘ bei Sand 3 – 6 %, Tone 10 %) (vgl. Steurer, 1994, S. 9). Der Wassergehalt wird in den jeweiligen Teilrechnungen miterfasst und bleibt hier bei einer Materialentnahmewasserrechnung unberücksichtigt. Bei einer Gesamtstoffrechnung müssen die Materialtransformation und alle stofflichen Erscheinungsformen berücksichtigt werden. (vgl. Hüttler u. a., 1996, S. 22). Die Inhaltsstoffe des Materials Wasser bleiben bei einer MFA für Wasser unberücksichtigt. Die übliche Recheneinheit der MFR ist eine Tonne (t), beim Wasser traditionell ein Kubikmeter (m³) – was aber keinen relevanten Unterschied ausmacht.

Für ein übersichtliches rohstofforientiertes Grundschema bietet sich die Unterscheidung nach *biotischen* und *abiotischen* Material, *fossilem* und *rezentem* Material an. (vgl. Hüttler u. a., 1996, S. 19) *Fossil* wird landläufig mit *mineralisch*, *rezent* mit *regenerierbar* gleichgesetzt. Wasser ist wie auch Luft *abiotisch* also *anorganisch*, auch wenn sie für Organismen lebensnotwendig sind. Wasser ist sowohl dargebotsseitig und nutzungsseitig meist *rezent* - bis auf Gletscher oder artesisches bzw. *fossiles* Wasser (vgl. Hüttler u. a., 1994, S. 19ff). Auf eine explizite Erfassung dieser in menschlichen Dimensionen nicht erneuerbarem Wasser wird hier verzichtet.

Wasser ist neben der Betrachtungsweise als *Stoff* oder *Material* auch beim gesamten Materialumsatz eines Landes hinsichtlich der primären Entnahme aus der Natur üblicherweise die wichtigste Kategorie, *Luft* und *sonstige Materialien* fallen unter ‚ferner liefern‘ (vgl. Hüttler u. a., 1996, S. 18). Die sonstigen Materialien, auf denen oft das Hauptaugenmerk liegt, werden wiederum nach Rohstoffgruppen (Naturmaterialien) gegliedert werden. Wasser bildet einen von 4 Hauptrohstoffgruppen für Material-Teilrechnungen. Diese rohstofforientierte Unterscheidung einer Materialflussrechnung gliedert sich in folgende Teilrechnungen:

- Kohle, Erdöl, Erdgas
- Mineralische Materialien
- Biomasse
- Wasser (vgl. Hüttler u. a., 1996, S. 279)

Somit bildet diese Arbeit den Teilfluss Wasser bei einer Gesamt-MFA in Österreich.

Jedes Material und jeder Stoff hat spezifische physikalische Eigenschaften (Druckweitergabe, Ausdehnungseigenschaften, Gewicht, etc.) angesichts der physikalischen Grundgesetze (Schwerkraft, Thermodynamik, kommunizierende Gefäße etc.). Wasser als Material wird meist in flüssiger Form der Natur entnommen und abgegeben. Dies ist für den Transport in

Leitungen aber auch die Entnahme und Abgabe wichtig. Als Einheit wird Kubikmeter (m³) bzw. Tonnen (t) verwendet. Temperaturabhängige Unterschiede der Ausdehnung bzw. Masse werden vernachlässigt, da es sich meist um grobe Schätzungen, so dass die Ausdehnung bei verschiedenen Temperaturen egal ist, wie auch ein etwaiger Unterschied zwischen Tonnen und Kubikmeter.

Wasser als Input

Der Materialfluss beschreibt den Weg von Materialien von der Primärentnahme aus der Natur über die Verarbeitung bis zur Endnachfrage und Entsorgung einschließlich des Außenhandels (vgl. Hüttler u. a., 1996, S. 279). Eine Materialbilanz bzw. -flussanalyse besteht immer aus Input, Output und Stock, also Entnahme/Abgabe aus/an die Natur und Beständen im sozialen System. Wasser erscheint vorrangig als Materialfluss. Damit Wasser fließt kommt es von wo her (Input) und geht wo hin (Output) - meist mittels Schwerkraft und Pumpen. Wie bei jedem Bilanzierungssystem ergibt die Summe der Inputs bei gleichen Beständen die Summe der Outputs. Die Inputs ihrerseits lassen sich - wie die Outputs - nach deren Aggregatzustand in feste, gasförmige und flüssige Materialien einteilen. Hier will ich mich auf Wasser als nationale Materialteilrechnung der (sektoralen) Inputs in flüssigem Aggregatzustand konzentrieren.

Schmidt-Bleek (1993) unterscheidet in einer ‚Systematik der menschenverursachten Stoffströme‘ 3 Arten von Materialien nach ihrem Standort im Produktions- bzw. Konsumationsprozess:

1. Primäre Materialien
2. Intermediäre und Endprodukte
3. Abfälle

Dabei kommt Wasser neben Luft, biotischen Rohstoffen, Erdmassen und geologischen Roh- und Baumaterialien als *primäres Material* vor, das nicht oder nicht vollständig im Kreislauf geführt werden kann (vgl. Schmidt-Bleek, 1993, S. 41).

Bei der Primärentnahme von Material überschreitet dieses die Systemgrenze zwischen Natur und Gesellschaft (Ernte, Rohstoffgewinnung). Karl Marx spricht von *extraktiver Industrie* als solcher, die ihren Arbeitsgegenstand von Natur vorfindet, (Bergbau, Jagd, Fischerei usw.) also auch Wasserentnehmende Betriebe. Alle anderen Industriezweige behandeln „... einen Gegenstand, der Rohmaterial, das heißt bereits durch die Arbeit filtrierter Arbeitsgegenstand, selbst schon Arbeitsprodukt ist.“ (Marx, 1957, S. 142) Das der Natur entnommene Material wird durch Arbeit bzw. den Entnahmeprozess verändert.

Viele sehen die Probleme vor allem auf der Seite des Outputs menschlicher Gesellschaften (vgl. Astleithner, 1999, S. 10). Trotz eines oft noch vorherrschenden end-of-pipe-zentrierten Umweltdenkens unserer Wirtschaftsform, möchte ich mich auf die Wasserentnahmeseite (Inputseite) bzw. Erschließungsaspekte an der Schnittstelle zwischen Natur und Gesellschaft konzentrieren und eine veränderte Problemwahrnehmung forcieren. „Der Fokus der umweltpolitischen Aufmerksamkeit (Politik, Medien, Wissenschaft) richtet sich nicht mehr ausschließlich auf das Ende der problematischen Wirkungskette, sondern auf den gesamten physischen Transformationsprozess – vor allem auf seinen Beginn, also dort, wo die ersten Entscheidungen über die Größenordnungen und Struktur des Ressourcenbedarfs erfolgen.“ (Hüttler u. a., 1996, S. 4) Die sozialen Outputs bereiten schon seit der Antike Probleme und stehen auch oft noch heute im Zentrum unserer Umweltbetrachtung. Für

(hoch)industrialisierte Gesellschaften wurde die Outputseite augenfällig bzw. symptomatisch (Emissionen, Abfälle) und zum Umweltproblem Nummer eins. Ein ursachenbezogener Ansatz bei Outputproblemen soll die Inputs nicht vernachlässigen. Output ist auch eine Inputfrage. Umweltprobleme durch Wassernutzung können an beiden Enden dieses Stoffwechsels entstehen. Auf der Seite der ‚inputs‘ kann es zu Veränderungen im Dargebot kommen, die zur Folge haben, dass Gesellschaften immer mehr Aufwand treiben müssen, um sich die erforderlichen Inputs zu verschaffen. Diese Art von Umweltproblemen hat es in allen menschlichen Gesellschaften gegeben (vgl. Hüttler u. a., 1996, S. 12f). Verschiedene Lösungen wie Neuerschließung, Ressourcensparen etc. sind möglich.

Wird Input objektiv betrachtet als Zuführung von Wasser in ein definiertes soziales System betrachtet so wird anthropozentrisch von Entnahme von Wasser aus der Natur gesprochen, also *Hereinnahme* in die Gesellschaft. Die *Entnahme* ist die Entnahme von Materialien im Inland (vgl. Steurer, 1994, S. 3). Das Input ergibt sich aus Entnahme und Import. Als inländisches Materialaufkommen bzw. Inlandsaufkommen werden die absoluten Verbrauchsmengen eines Materials bezeichnet. Es ergibt sich aus der Summe der inländischen Produktion (bzw. Entnahme aus der Natur) und dem Import abzüglich Export: „*Inlandsaufkommen = Inländische Produktion + Import – Export*“ (Hüttler u. a., 1996, S. 277). Import ist in Österreich bei bereits der Natur entnommenem Wasser vernachlässigbar.

Bei undichten Trinkwasserleitungen erfolgt aufgrund des Druckes kein weiterer Input nur *unbeabsichtigter* Output. Allerdings wäre eine undichte Trinkwasserleitung primär ein Verschmutzungs- bzw. Verkeimungsproblem. Als unbeabsichtigter Input gilt ferner Grundwasser, das über die Kanalisationsanlagen, die aufgrund ihrer Undichtheit als Drainagen wirken, in Kläranlagen gelangt, was aber mangels absichtsvoller Nutzung nicht berücksichtigt wird (Hüttler u. a., 1994, S. 16ff). Nicht einberechnet wurden hier ebenfalls die Wassermengen, die als Überlauf bei entsprechenden Entlastungseinrichtungen das Entwässerungssystem sofort wieder ungeklärt verlassen.

Inwieweit bzw. wie leicht verschiedene Dargebotsarten technologisch bzw. wirtschaftlich nutzbar – und somit auch zum Angebot am Markt - gemacht werden können ist eine andere Frage. Je nach Mengen- und Qualitätsanforderungen und Verfügbarkeit wird aus den verschiedenen Dargebotsarten nach natürlicher Herkunft (Grundwasser, Oberflächenwasser, Niederschlag etc.) gewählt.

Wasser als Primärrohstoff wird von bestimmten Leuten benutzbar gemacht. PrimärproduzentInnen sind jene Akteure, die an der Nahtstelle zwischen (sozialem) System und *Systemumwelt* sitzen und deren Aufgabe die Hereinnahme und systemadäquate Aufarbeitung der Materie ist (vgl. Steurer, 1994, S. 2). Sie erbringen eine spezifische Dienstleistung an der Schnittstelle von Wirtschaftssystem und Umwelt.

Zeiträume für den Wasserfluss

Flüsse (Inputs oder Outputs) sind dynamisch bzw. prozessual. Für die Mengenbestimmungen müssen daher Erfassungsräume zeitlich und räumlich (willkürlich) festgelegt werden. Der Erfassungszeitraum ist meist das Sonnenjahr. Oft sind saisonale Schwankungen und sonnenjährliche Zyklen vorhanden (Biomasseernte, Niederschlagsschwankungen etc.), die durch die ganzjährige Erfassung ausgeglichen und vergleichbar gemacht werden sollen. In der zugänglichen Datenbasis sind jahreszeitliche, monatliche, wöchentliche oder tageszeitliche

allerdings selten beschrieben. Diese Datenlage ergibt die methodische Ausschließung von unterjährigen Verbrauchsschwankungen. Für die Ermittlung von Beständen, die beim Wasser kaum relevant sind, sind Zeitpunkte nötig.

Die systematische periodische Beschreibung von (aufeinander folgenden) Daten nennt man Zeitreihen. Zeitreihen sind die Datendokumentation von Trends also Entwicklungen. Um die Dynamik des materiellen Stoffwechsels eines Systems (Verwaltungseinheit, Branche, Produkt etc.) näher zu analysieren bedarf es von Zeitreihen. Diese dienen auch um statistische Ausreißer zu erkennen. Erst Zeitreihen mit mindestens 2 Größen lassen durch Intra- bzw. Extrapolation Prognosen bzw. Trendaussagen über die zeitliche Entwicklung von Materialintensitäten zu. Die Aussagekraft von Materialindikatoren wird erst durch die Herstellung von Zeitreihen erreicht. Ein einzelnes Referenzjahr liefert keine vergleichbaren Daten und keine Aufschlüsse über Entwicklungsverläufe (vgl. Payer, 1991, S. 39). Hüttler u. a. (1996) haben gezeigt, dass eine periodische Materialflussrechnung Österreich grundsätzlich machbar ist (vgl. Hüttler u. a., 1996, S. 64f).

Bestand und Lagerveränderung

Ein bilanzierungstechnisch nicht zu übergehender Bereich des *Physical Accounting* ist jener der *Materialbestände*, sowohl hinsichtlich der Größenordnungen, der Bestandsveränderungen und auch deren materieller Zusammensetzung. (vgl. Hüttler u. a., 1996, S. 66) Sprichwörtlich fließt zwar alles, aber real *steht* doch einiges im sozio-ökonomischen System (herum) bzw. ist gespeichert. Materialien, die länger als ein Jahr im System sind, werden als Materialbestände betrachtet. Diese wachsen z. B. durch die Produktion oder den Import von Gütern mit mittel- und langfristiger Nutzungsdauer wie z. B. Maschinen oder durch die Errichtung von Infrastruktur wie Gebäude, Straßen, Leitungsbau (vgl. Hüttler u. a., 1996, S. 15). Kompartimente des Systems werden den Materialbeständen (stocks) theoretisch gleichgesetzt. Materialflüsse, die zur Aufrechterhaltung der Bestände dienen, werden als „flows“ bezeichnet. Auch die als Kompartimente definierten Artefakte werden den „stocks“ gleichgesetzt. Alle übrigen Materialien werden als „flows“ definiert, auch wenn sie zum Teil länger als ein Jahr im System verbleiben (vgl. Hutter, 2001, S. 43).

Für die Beschäftigung mit Wasser sind (beim Aktivitätsfeld der Wasserversorgung) die Bestände an Infrastruktur zur Wasserversorgung wie Behälter und Leitungen interessant. Für die Wasserinputanalyse sind nur die Speichervolumen relevant. Ein Wasserbestand selbst – also länger als 1 Jahr im System – wird als null angenommen. Unterschieden werden kann vom Bestand die Lagerveränderung bzw. Bestandsveränderung. „Unter Lagerveränderung wird der Nettozuwachs bzw. Nettoabgang von Lagerbeständen während einer Beobachtungsperiode (Jahre) verstanden.“ (Hüttler u. a., 1996, S. 280) Bestände an Wasser, wie etwa in Leitungen oder Zwischenspeichern sind im Vergleich zu Durchflüssen verschwindend gering und auch kürzer als 1 Jahr im Gesellschaftssystem. Die Kapazität von Behältern beträgt oft ca. 1 Tagesbedarf was 0,3 % der Jahresversorgung wäre. Somit werden sie nach gängiger Praxis am Bestandskonto einer nationalen Materialflussanalyse nicht berücksichtigt, was als Besonderheit der Bilanzierung des gesellschaftlichen Wasserumsatzes im Vergleich zu anderen Stoff- und Materialbilanzen gilt. „Während feste Stoffe, insbesondere Baumaterialien, oft über Jahrzehnte als Bestand innerhalb des Gesellschaftssystems verbleiben, werden in der Wasserwirtschaft nur in Ausnahmefällen Mehrjahresspeicher angelegt. Im Gegensatz dazu speichern natürliche hydrologische Systeme, wie z. B. Gletscher, Wasser über Jahrzehnte bis Jahrtausende.“ (Hüttler, Payer,

1997, S. 98) Für die Dargebotsberechnung der Bestände bzw. der Lagerveränderung von Wasser im naturalen System wären alle Dargebotsformen (Grundwasser, Seen) bzw. alles Wasser innerhalb der nationalen Grenzen relevant. Für eine konsistente sozio-ökonomische Stoffflussrechnung wären auch Wassergehalt von Materialien bzw. Nahrungs- und Futtermitteln zu berücksichtigen. Bestände und Bestandsveränderung werden hier für Wasser nicht ermittelt, da sie angesichts der Mengenverhältnisse der Wasserflüsse im Komma-Promillebereich liegen und irrelevant erscheinen.

Beim Wasser wird z. U. v. anderen Materialien von *periodengerechtem* Verbrauch ausgegangen, da Wasser aufgrund der genutzten Mengen kaum lagerfähig (Kosten, Platz) (vgl. Payer, 1991, S. 17). Vorratsbehälter dienen höchstens der Tageszeitlichen Spitzenabdeckung oder dem Leitungsdruck (Fallhöhe). Bei den ermittelten Mengen im industriellen Wassereinput spielen etwaige Speichervolumina kaum eine Rolle.

Exkurs: ökologische Rucksäcke und Außenhandel

Ein (kombinierter) Begriff aus der Materialbilanzierung, der auch in Populärmedien immer wieder auftaucht ist jener des *ökologischen Rucksacks*. Eine gewissenhafte Materialflussanalyse kann sich vor diesem Thema nicht verschließen. Jedes Produkt und jede Dienstleistung schleppt einen Rucksack mit, der im Laufe seiner Entstehungs- und Nutzungszeit (und Entsorgungsprozesse) angefallen ist (vgl. Schmidt-Bleek, 1993, S. 47). Dieser Rucksack setzt sich je nach Produkt bzw. Dienstleistung Produktionsprozess und NutzerInnenverhalten aus unterschiedlich hohen Energie- und Materialverbräuchen zusammen. Ökologische Rucksäcke beschreiben bzw. bewerten die Ressourcenintensität und -struktur von Prozessen, Produkten und Dienstleistungen und bieten gute Ansatzpunkte zur Dematerialisierung der Untersuchungseinheit (vgl. Schmidt-Bleek, 1993, S. 113). Die MIPS- (Materialinput pro Serviceeinheit)-Methode bietet Ansätze die ökologischen Rucksäcke auf die Nutzungsdauer von Produkten in Form von Nutzungseinheiten bzw. Serviceeinheiten herunter zu brechen.

Der Begriff *virtuelles Wasser* (Tony Allen: *embedded water*) meint ebenfalls den ökologischen Rucksack eines Produktes mit Wasser. Diskutiert wurde dies anhand der Sinnhaftigkeit in wasserarmen Regionen künstlich zu bewässern anstelle aus wasserreichen Regionen zu importieren. Die Strategie der autarken Lebensmittelversorgung sollte überdacht werden, lokale Knappheiten könnten durch den globalen Markt verbessert werden. Devisenarmut und Exportabhängigkeit von Landwirtschaft der Entwicklungsländer, Autarkie vs. Abhängigkeit und subventionierte Landwirtschaft der Industrieländer sind Gegenargumente dieser Strategie (vgl. Hertler u. a., 2004, S. 87f).

Mit der Festlegung der (sozialen) meist nationalen Systemgrenzen ist man bald mit dem Thema Außenhandel konfrontiert. „Die Gliederung nach wirtschaftsräumlichen Kriterien unterscheidet zwischen Rohstoffentnahmen auf inländischem Territorium sowie Materialaustausch mit dem Ausland (Import und Export). ... Bei der Einfuhr und Ausfuhr werden somit auch Halb- und Fertigwaren in die Materialflussrechnung miteinbezogen.“ (Hüttler u. a., 1996, S. 18) Importe und Exporte überschreiten die Systemgrenzen zwischen sozialen Subsystemen. „Tauschen soziale Systeme zudem untereinander Waren aus resultieren daraus Importe und Exporte von Materialien.“ (Hüttler, Payer, 1997, S. 98) Zu diesen sozialen bzw. sozio-ökonomischen Systemen zählen nicht nur politisch-administrative Systeme, sondern alle Konstrukte mit Input-Output-Logik.

Die prinzipielle Idee beim ökologischen Außenhandelsrucksack ist: Bei der Diskussion um nationale Umweltbelastungen bzw. Umweltindikatoren, muss man einerseits erfassen, was auf der nationalen Fläche (z. B. Österreich, Futtermittelimporte etc.) passiert und andererseits aber auch, was auf der Fläche außerhalb des Landes über den Außenhandel passiert. Generell ist die Definition der Systemgrenzen notwendig (vgl. Dachler, 1999, S. 144). Statistisch erfasst wird üblicherweise bloß das Gewicht beim Überschreiten der Systemgrenze, unabhängig welche Ressourcen schon bei der Produktion und dem Transport indirekt in dieses Produkt eingeflossen sind. „Die Außenhandelsstatistik enthält zu allen Güterpositionen sowohl Mengen- als auch Wertangaben. Nach Handelsstatistischen Gesetz ist bei der Ein- und Ausfuhr von Gütern im Zollbescheid immer das Eigengewicht in kg anzumelden, d. i. das Gewicht der Ware ohne Umschließung.“ (Payer, 1991, S. 11) Somit wird nicht das gesamte für die Produktion verwendete Material erfasst. Allerdings wird auch nicht für Exporte das eingesetzte Roh- und Hilfsstoffmaterial abgezogen. Methodisch wird also eine Außenhandels-Nettogewicht-Autarkie angenommen, die selten Wirklichkeit ist. Die an der Systemgrenze nicht erfassten Mengen, die aber doch bei Produktion, Transport etc. eingesetzt wurden werden als *ökologische Rucksäcke* bezeichnet.

So ist z. B. für das Aktivitätsfeld Lebensmittelversorgung der Anteil der Importe mit rund 6 % relativ niedrig, obwohl er mit beträchtlichen materiellen Vorleistungen verbunden ist, die nicht aufscheinen (vgl. Hüttler u. a., 1996, S. 151). In diesem Bereich spielen auch die landwirtschaftliche Bewässerung und der Wasserbedarf der weiterverarbeitenden Industrie eine gewichtige Rolle. Ferner sind Energieimporte durch Kühlung, Transport etc. oder auch infrastrukturelle Anteile wie Gebäude und Leitungen, die auch rechnerisch den Produkten zugerechnet werden können. All diese ökologischen Rucksäcke werden hier nicht berücksichtigt. Andererseits werden auch die im Inland eingesetzten Produktions-, Lager- und Transportmaterialien, die nicht direkt im Produkt messbar sind bei den Exporten nicht berücksichtigt. Es handelt sich also bei nationalen Materialflussanalysen um keinen konsumorientierten, sondern um einen produktionsorientierten Ansatz. Nicht berücksichtigt werden bei Importen die ökologischen Rucksäcke, d. h. Wasserentnahmen, die aufgrund inländischer Nachfrage außerhalb von Österreich erfolgen. Verantwortungsfragen der Umweltzerstörung durch Konsum werden so ausgeklammert.

Wasser als Grundstoff oder als Hilfsmaterial geht nicht bzw. kaum in das Endprodukt in Form von Wassergehalt ein. Fast jedes Produkt trägt heute aufgrund der Produktion, der Weiterverarbeitung und/oder der Logistik Wasser als ökologischen Rucksack. Doch auch Wasser selbst hat einen ökologischen Rucksack z. B. in Form von Infrastruktur. Es gibt 2 Hauptaspekte des ökologischen Rucksacks im Zusammenhang mit Wasser.

- Der ökologische Rucksack des Leitungswassers (z. B. Infrastruktur)
- Der ökologische Rucksack von Produkten bzw. Serviceleistungen

Bei den Außenwirtschaftsdaten der Lebensmittelversorgung finden sich keine Angaben zu Wasser. Der Wassergehalt der Produkte ist nicht Wasser als Material und wird somit nicht berücksichtigt (vgl. Hüttler u. a., 1996, S. 66). Es werden im Inland produzierte Güter berücksichtigt, unabhängig davon wo der Konsum stattfindet, wie autark ein Land ist bzw. wie die Außenhandelsbilanz aussieht. Grenzüberschreitende Wasserleitungen sind keine bekannt. Es wird davon ausgegangen, dass es bei den sozialen Materialflüssen von Wasser keine Importe bzw. Exporte gibt. Bundesländerüberschneidungen und Gemeindeimporte gibt es sehr wohl. Abgepackte Wässer (Mineralwasserflaschen etc.) sind aufgrund der geringen Mengen irrelevant. Zu unterscheiden ist von ökologischen Rucksäcken der tatsächliche bzw. physische Wassergehalt von Materialien (vgl. Steurer, 1994, S. 9). Der Wassergehalt der

Materialien beeinflusst eine nationale Materialflussanalyse sowohl bei den Inputs, Outputs und beim Außenhandel. Eine Stoffflussanalyse müsste mit Trockengewichten bzw. Wassergehalten arbeiten. Diese Arbeit als Materialinputrechnung für Wasser betrifft dieses Thema nicht.

Die UNESCO bringt im Rahmen der ökologischen Fußabdrucksdebatte den Begriff des *Wasserfußabdrucks* ins Spiel. Der *Wasserfußabdruck* einer Person ist das Komplettvolumen an Süßwasser, das benötigt wird, und die Nahrungsmittel und Dienstleistungen zu produzieren, die von dieser Person verbraucht werden. Im Rahmen der Debatte um den ökologischen Rucksack ist der ebenfalls von der UNESCO geprägte Begriff *virtuelles Wasser* zu sehen. Virtuelles Wasser steht mit dem Wasserfußabdruck in Verbindung und meint die Wassermenge, die zur Erzeugung landwirtschaftliche oder industrieller Produkte genutzt wird (vgl. Katzmann, 2007, S. 187). Importe wie Exporte von Gütern und Dienstleistungen sowie deren (aquatische) ökologische Wasser-Rucksäcke werden hier aufgrund der Datenlage, aber auch aufgrund der Gepflogenheiten der nationalen MFA nicht berücksichtigt.

3. Wassernutzung im Spannungsfeld sozialer und ‚natürlicher‘ Interessen

Eine differenzierende Arbeit über Wassernutzung kann nicht umhin, sich verschiedene Nutzungsarten, Nutzungsinteressen bzw. NutzerInnen anzuschauen. *VerursacherInnen* von Umweltschäden, *VerbraucherInnen* bzw. *NutzerInnen* von Wasserentnahmen, *EntnehmerInnen* wären nur einige zu unterscheidende Begriffe bzw. Personengruppen mit unterschiedlich ausgeprägten Interessen und -vertretungen. Nutzungsarten und Nutzungseigenschaften sind des Wassers auf ihre Wasserschonung (Wassersparpotentiale, Gewässerreinigung etc.) zu analysieren. Ferner wird hier auf den Bereich der Politik und den *Akteur Natur* in der gebotenen Kürze eingegangen.

Eine einfache Gliederung Wasserknappheit – Konflikt – Krieg erscheint wenig überzeugend und besitzt keine empirische Evidenz. Knappheiten können auch zu Kooperationen führen oder für andere Konfliktthemen vorgeschoben werden (vgl. Hertler u. a., 2004, S. 80). Jean Ziegler spricht von *organisierter Knappheit* (Monopolisierung etc.) durch kapitalistische *Kosmokraten*, die erst Profite garantiert. Die *Kosmokraten* verabscheuen insbesondere die Kostenlosigkeit der Natur und sehen darin eine unlautere Konkurrenz. „Die Patentierung des Lebendigen ... sowie die Privatisierung der Wasserquellen sollen dieser unzulässigen Kostenlosigkeit ein Ende bereiten.“ (Ziegler, 2005, S. 30)

Konflikte um Wasser sind so alt wie die Menschheit. Eigentums- und Verfügungsrechte sind häufig Ursache von Konflikten. „Das Wort ‚Rivale‘ geht auf das lateinische Wort ‚riva‘ zurück und bezeichnet das Fluss- oder Seeufer; der Rivale ist der konkurrierende Nachbar am selben Ufer. ... Ungleichgewichte sind zu erwarten, wo Tradition und Konventionen, Einzelinteressen mit starkem politischen Einfluss einen gerechten Ausgleich konkurrierender Ansprüche verhindern.“ (Merkel, 2002, S. 86) Man spricht auch von Konflikten zwischen Ober- und Unterliegern an einem Fließgewässer, wobei der Oberlieger meist in der besseren Situation ist und die qualitativen und quantitativen Probleme auf den Unterlieger abschiebt. Orientierung am Vorsorgeprinzip und an den Bedürfnissen der Unterlieger bis hin zu den empfangenden Meeren und nicht nur an den nationalen Gewässerschutzzielen ist anzustreben (vgl. Kroiß, 1999 a, S. 127). Dies ist im Kleinen wie auch in internationaler Sichtweise möglich. Das Donauschutzübereinkommen (DSÜ) versucht internationale Konflikte hintan zu halten und den ökologischen Gewässerschutz zu integrieren (vgl. Stadler, 1999, S. 10). Die Mitarbeit in internationalen Kommissionen zum Gewässerschutz und der Aufbau gutnachbarlicher Beziehungen zu allen Nachbarstaaten sollen Konflikte vermeiden helfen (vgl. Kroiß, 1999 a, S. 127). Ob des qualitativen und quantitativen relativ guten Wasserdargebots in Österreich kommt es relativ selten zu (internationalen) Nutzungskonflikten (z. B. Lederverarbeitung).

Im Zusammenhang mit der Industrialisierung kommt es seit der Mitte des 19. Jh. durch den steigenden (Grund)Wasserbedarf der Städte hervorgerufen durch Bevölkerungszuwachs und Industrialisierung zunehmend mit den alten Grundwasserbenutzern (z. B. Mühlen) zu Konflikten. In England stammt der erste *case*, der sich damit befasste und für die spätere Entwicklung der Rechtsprechung maßgebend gewesen ist, aus dem Jahre 1859. Interessenskonflikte ums Grundwasser kamen erst im 19. Jh. ins Blickfeld der modernen europäischen Justiz bzw. ins Gesetz. Jemandem das Wasser seiner Quelle oder seines Brunnens abzugraben ist aber altbekannt und sprichwörtlich (vgl. Gieseke, 1959, S. 5ff). Streitigkeiten sind um großräumige großvolumige internationale Wasservorkommen wie auch um kleinräumige Wasservorkommen möglich; so z. B. zwischen angrenzenden zentralen

Wasserversorgungsbetreibern aber auch intersektorale qualitative wie quantitative Nutzungsdifferenzen. Grund- und Quellwasser ist die wichtigste Quelle zur Trinkwasserversorgung. Die Tal- und Beckenlagen bieten dies oft reichlich. Allerdings sind diese Lagen auch für Landwirtschaft und Industrie begehrt, die durch Schadstoffeinträge die Reinheit des Wassers gefährden.

Wasser bewegt sich zwischen Nutzung und Schutz, Konfliktpotential und -lösung. Ein Konflikt zwischen der qualitativen wie quantitativen Nutzung und dem Schutz des Wassers ergibt sich aus dessen verschiedenen Nutzungsarten (Lebensmittel, Biotopfunktion, Fischerei, Abwasserfortleitung). Gewässerverunreinigung durch ungereinigte Abwässer aus kommunalen Kanalnetzen, Gewerbe etc. haben zu einem Umdenkprozess im Umgang mit Wasser geführt. Dieser Umdenkprozess ist steuerbar.

„Sowohl für die Problemerkennung als auch für die Konfliktlösungsmethoden ist es nützlich, die Wechselwirkung der daran beteiligten Wertsysteme zu erkennen: Änderungen in der Rangordnung der persönlichen Werte entstehen in der Regel aus einem Bewusstwerden von Mangel oder Bedrohung, das sich dadurch zu einem politischen Anliegen, solche Änderungen in den Wertvorstellungen und die daraus entstehenden Konflikte durch ein verbindliches Rechtssystem und die dazugehörigen Machtstrukturen zu bändigen.“ (Kroiß, 1999 a, S. 123f)

Das österreichische Wasserrechtsgesetz (WRG) stellt den/die primäre/n NutzerIn des Wassers auch ins Zentrum der Schutzverpflichtung. Das prinzipielle Recht zur Nutzung von Wasser ist daran gebunden, dass ‚Jedermann verpflichtet ist, Gewässerverunreinigungen zu vermeiden, die dem WRG zuwiderlaufen‘. (vgl. Kroiß, 1999 a, S. 123f). Der Grundsatz ist flexibel und wird zwar überdauern, ob er in seiner allgemeinen Form aber zur Ökologisierung beiträgt sei bezweifelt.

Im Kapitel *sozialer Metabolismus und Kolonisierung* wurde auf die (bewusste) Veränderung der Natur zugunsten der Gesellschaft eingegangen. Nutzungen von Natur führt(en) oft zu sozialen Konflikten, worauf das Rechtssystem reagieren musste. Im Zusammenhang mit gesellschaftlicher Wassernutzung wird von *Wasserwirtschaft* gesprochen. „Wasserwirtschaft wird als planmäßige Bewirtschaftung des ober- und unterirdischen Wasservorrats definiert. Die aufgrund des gesetzlichen Rahmens durch die staatliche Verwaltung zu bewerkstellende Ordnung der menschlichen Einwirkungen hat zum Ziel, die quantitativen und qualitativen Bedürfnisse der Nutznießer am Wasser im öffentlichen Interesse aufeinander abzustimmen. Wasserwirtschaft umfasst auch den großen Bereich der Wasserdienstleistungen, insbesondere der Siedlungswasserwirtschaft (Wasserversorgung und der Abwasserbehandlung) ...“ (Abtenung, 2002, S. 31) Bei der Wasserwirtschaft wird zwischen Schutz- und Versorgungs- und Entsorgungsaufgaben unterschieden. Siedlungswasserschaft kümmert sich (zentral) um Ver- und Entsorgung von Trink- bzw. Abwasser. Demgegenüber steht die betriebliche Wasserwirtschaft (Unternehmensentscheidungen) (vgl. Schönback, 1995, S. 1).

Wasserwirtschaft kann auch als Umverteilung des natürlichen Wasserdargebots in Zeit und Raum gemäß den Bedürfnissen der Gesellschaft nach Wassermenge und Wassergüte betrachtet werden. Hierbei werden Maßnahmen der Wassernutzung (z. B. Trinkwasser, Bewässerung, Wasserkraft) und Maßnahmen zum Schutz vor dem Wasser (Schutzwasserwirtschaft z. B. Hochwasser, Vernässung von Böden) unterschieden (vgl. Kahlenborn, Krämer, 1998, S. 13). Die traditionelle Wasserwirtschaft hat sich vorrangig entwickelt aus der Abwehr von Gefahren durch Hochwasserereignisse und der Sicherung der Wasserversorgung im weitesten Sinne, also für alle NutzerInnen des Wassers von der Trinkwasserversorgung über die Landwirtschaft, die Industrie bis zur Fischereiwirtschaft (vgl. Kroiß, 1999 a, S. 122f). Das Hauptanliegen war die Niederschlags-Abflussvorgänge zu

verstehen und gezielt zu verändern (Wassermengenwirtschaft). Konflikte um das Wasser als Energieträger für die Industrie erforderten vor ca. 100 Jahren eine Neuverhandlung der Interessen und Nutzungsbefugnisse. Neben der Wassermengenwirtschaft kam es auch zur verstärkten Nutzung der Gewässer zum Abtransport der ‚Abfälle‘ des Menschen und Gewässer-Güteproblemen ergo Wassernutzungskonflikten (Industrie, Fischerei, Umweltschutz), die wiederum neu verhandelt werden mussten.

Die Entfremdung des Menschen vom Wasser kann bei der Reinhaltung, aber auch bei der quantitativen Nutzung zu Schutzbestimmungen führen, die aus der Sicht der NutzerInnen nicht nachvollzogen (akzeptiert) werden können. Globales Umweltdumping kann so Gewässerschutzmaßnahmen, die in einer Zeit des großen wirtschaftlichen Aufschwungs durchgesetzt wurden, wieder in Frage stellen (vgl. Kroiß, 1999 a, 127f).

Wir stehen heute in der Wassernutzung vor dem Problem optimierter Einzelnutzungen, deren ökologische, soziale wie ökonomische Folgen gering geschätzt und nie grundlegend bedacht wurden. Wenn Einzelnutzungen (Wasserkraft, Landwirtschaft etc.) als ident mit dem Allgemeininteresse ausgegeben und durchgesetzt werden (Übernutzung), so folgt eine Verschlechterung der Ökosysteme. Deshalb benötigt die Wasserwirtschaft ein Regulans bezüglich technischer Eingriffe oder Eingriffsmöglichkeiten erfordern (Nutzungsbeschränkungen) (vgl. Katzmann, 1986, S. 105f).

Intersektorale Konflikte konkretisieren sich oft anhand Gerichtsverfahren. Die vorliegenden Bevölkerungsprognosen lassen erwarten, dass in den kommenden 30 Jahren etwa 8 Mrd. Menschen den Globus bevölkern werden. Das und die Nutzung der Landflächen zur Energieproduktion werden den Nutzungskonflikt zwischen Landwirtschaft und urbaner Versorgung weiter verschärfen (vgl. Hofreither, 1995, 26f).

Begriffsklärungen: Eigenschaften, Funktion, Verbrauch, Verwendung, Einsatz, Konsum, Bedarf, Nutzung und Input von Wasser

Natürliche Ressourcen wie Wasser bieten anhand ihrer zahlreichen *Eigenschaften* viele Möglichkeiten der Verwendung durch die Menschen. Wasser erfährt mit bzw. ab der sozialen Entnahme aus der Natur verschiedene Qualitätsveränderungen. So z. B. durch den Transport eine Ortsveränderung, durch Reibung, Erhitzen bzw. Abkühlen eine Temperaturveränderung, durch gelöste Stoffe und Schwebstoffe (*Inhaltsstoffe*) eine Veränderung der Zusammensetzung und der physikalischen Eigenschaften des Materials Wasser, das vom chemisch reinen Stoff Wasser (H_2O) zu unterscheiden ist. Wasser wird in chemischer Hinsicht durch die sozialen und natürlichen Prozesse selten verändert. Die *Eigenschaften* der natürlich vorkommenden Wasserqualität werden durch die *Nutzung* des Wassers durch die Menschen verändert. Es kann bei einer sozio-ökonomischen Betrachtung also nicht von *Wasserverbrauch* sondern von *Wassernutzung* gesprochen werden. Die *Eigenschaften* bzw. *Funktionen* von Wasser werden für verschiedene Zwecke genutzt (Nutzungsarten, Verwendungsarten). Wasser wird also selten verbraucht – höchstens die spezifischen Dargebotsformen an regional begrenztem (reinem) Wasser. Durch den globalen Wasserkreislauf und dessen Reinigungsfunktion werden diese Ressourcen aber meist gereinigt nachgefüllt. Nach den Erhaltungssätzen der Thermodynamik können ständig zu- und abfließenden Massenströme (hier Wassermassen) nicht verschwinden. Sie werden entweder wieder *verwendet* oder *verwertet* oder zu Abfällen, -luft oder -wasser und mehr oder weniger gefährlichen Schadstoffen umgewandelt (vgl. Hüttler u. a., 1996, S. 11) bzw. angereichert. Wasser wird von Gesellschaften zuerst *entnommen* und dann *genutzt* bzw. *verwendet* bzw.

konsumiert. Die Entnahme (Input) ist vor allem bei zentralen Wasserversorgern (Industriebetrieb) hochtechnisiert und von der Nutzung getrennt. Die Wasserentnahme bzw. der metabolische *Wasserinput* liegt somit (räumlich und organisatorisch) oft nicht bei den nutzenden Sektoren. Deshalb wäre es vor allem bei der Wasserversorgung durch zentrale Wasserversorgungsbetriebe unkorrekt bzw. verwirrend von sektoralen Wasserinputs oder sektoraler Wasserentnahme zu sprechen, da diese Entnahme bzw. der Input eben nicht durch diese Sektoren erfolgt. Bei produzierenden Sektoren spricht man von *Wassereinsatz* beim Letztverbrauch von *Konsum*. Ich verwende hier auch den Begriff der *Wassernutzung*. Doch auch der Begriff der genutzten bzw. verwendeten Menge ist problematisch, da er nicht die Wassermenge berücksichtigt, die zwischen Entnahme und Nutzung verloren geht (z. B. Wasserverluste durch Leitungslecks). Ferner klammert die einmalige Berücksichtigung der Wasserinputs bei der Entnahme (keine Doppelzählungen) eine ökologisch (oft) erwünschte Mehrfachverwendung (Kreisläufe) aus. Oft wird in diesem Zusammenhang auch von *Wasserbedarf* einer Gesellschaft gesprochen. Bei diesem Begriff schwingt aber die Unausweichlichkeit eines Bedürfnisses mit, die einer veränderbaren bzw. gestaltbaren Wassernutzung entgegensteht. Besser in diesem Zusammenhang erscheint eine Analyse der Funktionen des Materials als vorschnell die Nutzungsmenge als unabänderlichen Bedarf bzw. Bedürfnis gleichsetzen. Die Funktionsanalyse kann zum sparsamen Umgang mit Wassernutzung beitragen.

Der Begriff *Konsum* wird auch oft als *Letzt-* bzw. *Endverbrauch* bezeichnet und mit KonsumentInnen im Privathaushaltssektor in Zusammenhang gebracht, was bei einem intersektoralen Vergleich der genutzten Wassermenge zwischen *produzierenden* (Industrie, Landwirtschaft, Elektrizität) und *konsumierenden* Sektoren (Haushalte) Verwirrungen hervorrufen könnte. Bei Mehrfachverwendungen wird auch zwischen Entnahmemenge und Verbrauchsmenge unterschieden. „Die Wasserentnahme muss nicht unbedingt mit dem Verbrauch übereinstimmen. Das bedeutet, dass Wasser nach dem Verbrauch wieder in das Oberflächenwasser abgeleitet wird, von wo man es dann ein zweites oder sogar ein drittes Mal zum Verbrauch entnimmt. Für den rein konsumtiven Verbrauch ist eine solche Wiederverwendung nicht möglich, da das Wasser entweder verdunstet oder Bestandteil der produzierten Waren ist. Während man das Wasser insbesondere bei der Bewässerung weitgehend *aufbraucht*, wird der größte Teil des Kühlwassers wieder zurückgeleitet und steht somit für eine erneute Verwendung zur Verfügung.“ (Eurostat, 1998, S. 15) Das *Verbrauchen* bzw. *Aufbrauchen* von Wasser z. B. durch künstliche landwirtschaftliche Bewässerung ist damit zu erklären, wenn nach der Nutzung des Wassers zu einem bestimmten Zwecke keine Rückgabe an die ursprüngliche oder eine ähnlich gut nutzbare Dargebotsquelle erfolgt bzw. möglich ist (z. B. bei Verdunstung). Nach bestimmten Nutzungsarten ist also ein Verbrauch in dem Sinne festzustellen als eine potentielle Neunutzung des Wassers durch Zuführung zu einem potentiell nutzbaren Wasserdargebot nicht mehr möglich ist.

Die Begriffe *Funktionen*, *Nutzungsformen* bzw. *Verwendungsarten* von Wasser können synonym verwendet werden. Deren Größenordnungen (zueinander) sind im Gesellschaftsvergleich und in der historischen Entwicklung dynamisch und gestaltbar. Die wichtigste Funktion hat Wasser als Lebensmittel für Menschen, Tiere und Pflanzen. Diese Funktion ist - abgesehen von der Art und Anzahl der Haustiere bzw. Ernährungsgewohnheiten und Hygienegewohnheiten – von der kulturellen Entwicklung einer Gesellschaft weitgehend unabhängig und wird als *basal* zu bezeichnen (Mindestbedarf) (vgl. Fischer-Kowalski, Weisz, 1998, S. 156f). Im Verlauf der Entwicklung von Gesellschaften kamen verschiedene andere Nutzungsarten dazu. Die gezielte Nutzung von Wasser für landwirtschaftliche Bewässerung oder als Transportmedium für Fäkalien, Abfälle und Schmutz ist bereits an agrarische Hochkulturen und städtische Agglomerationen gebunden.

Die Energieerzeugung aus Wasserkraft war ein weiterer wichtiger Kolonisierungsschritt - die gezielte Umwandlung des potentiellen Energieinhalts des Wassers in kinetische Energie (Mühlen, Floße etc.). Im Zuge der Industrialisierung ermöglichten bzw. verursachten fossile Energieträger und der verbreitete Einsatz von maschinell betriebenen Pumpen eine verstärkte Wassernutzung. Eine qualitativ neue Art der Wassernutzung brachten die exothermen Prozesse der Energiebereitstellung (Kühlungsfunktion). Der Kühlwasserbedarf kalorischer Kraftwerke ist zu einem der quantitativ bedeutendsten Faktoren der industriegesellschaftlichen Wassernutzung geworden (vgl. Hüttler, Payer, 1997, S. 95).

Karl Marx beschreibt die Nutzbarkeit von Dingen anhand ihrer Eigenschaften: „Jedes nützliche Ding, wie Eisen, Papier usw., ist unter doppeltem Gesichtspunkt zu betrachten, nach Qualität und nach Quantität. Jedes solche Ding ist ein Ganzes vieler Eigenschaften und daher nach verschiedenen Seiten nutzbar. Diese verschiedenen Seiten und daher die mannigfachen Gebrauchsweisen der Dinge zu entdecken, ist geschichtliche Tat. ... Die Nützlichkeit eines Dinges, seine Eigenschaft, menschliche Bedürfnisse irgendeiner Art zu befriedigen, macht es zum Gebrauchswert. Aber diese Nützlichkeit ... (ist, Anm.) durch die Eigenschaft des Warenkörpers bedingt ... Der Warenkörper selbst, wie Eisen, Weizen, Diamant usw., ist daher ein Gebrauchswert oder Gut. ... Der Gebrauchswert verwirklicht sich nur im Gebrauch oder der Nutzung.“ (Marx, 1957, S. 15f) Dies trifft auch auf Wasser zu - unabhängig von seiner Marktgängigkeit (Eigenförderung) bzw. seinem Warencharakter.

Folgende Nutzungs- bzw. Verwendungsarten, die sich aus den Funktionen bzw. Eigenschaften von Wasser ergeben konnten eruiert werden:

- Lebensmittel (physiologischer Wasserbedarf von Lebewesen, biologischer Stoffwechsel)
- Lösungsmittel (wasserlösliche Stoffe)
- Verdünnungsmittel (Konsistenz und Toxizität von Material)
- Reinigungsmittel (Hygiene, Kleidung, Küche, Industrie etc.)
- Transportmittel (Abtransport von Schwebstoffen, Abwässer)
- Transportweg (Wasserleitungen, Schifffahrt, Abwasserkanäle)
- Temperatúrausgleich (z. B. Kühlung von Kraftwerken, Produktionsprozessen; Zentralheizung, Wärmespeicher, Meeresströme)
- Energiefunktion (Wasserkreislauf, kinetische Energie, Wasserkraftwerke, ...)
- Produktionsmittel und Hilfsmittel (ökologischer Rucksack) in Landwirtschaft und Industrie
- Sportmittel, Heilmittel (Freizeit, Erholung, Schwimmen, Boot fahren, Tourismus etc.)
- Nahrungs-, Sauerstoffquelle und Lebensraum für Algen, Plankton, Insekten, Fische, Säugetiere, Vögel
- Aufnahmemedium (Speicherfunktion, Filterfunktion, Dekontaminationsfunktion ...)

Die EU-Wasserrahmen-Richtlinie definiert ‚*Wassernutzungen*‘ als alle Arten von Wasserdienstleistungen. „Und als ‚Wasserdienstleistungen‘ sind wiederum Wasserförderung, Wasseraufbereitung und Wasserverteilung sowie alle Varianten der Abwasserfortleitung und –reinigung zu verstehen. Darüber hinaus umfasst der Begriff der ‚Wassernutzung‘ neben der klassischen Wasserversorgung und Abwasserentsorgung ‚aber auch jede Handlung (...) mit signifikanten Auswirkungen auf den Wasserzustand‘. Damit wären der ‚ökonomischen Analyse‘ beispielsweise auch die Wasserkraftnutzung und die Schiffbarmachung von Fließgewässern, aber auch die ‚Selbstversorgung‘ von Industrie und Gewerbe aus eigenen Brunnen, unterworfen. Beispielsweise wurde die Wasserkraftnutzung aufgrund des vehementen Widerstands der österreichischen Wasserkraftbetreiber aus dem Musskatalog für die ‚ökonomische Analyse‘ ausgenommen.“ (Geiler, 2002, S. 448) Der Nutzungsbegriff ist also durchaus verhandelbar. Die Wassernutzung umfasst sowohl die *Entnahme* wie auch die

Einleitung von Wasser aus bzw. in das naturale System (vgl. Bartl u. a., 2003, S. 114f). Für die quantitative Erfassung der Inputs müssen allerdings Doppelzählungen bzw. Mehrfachnutzungen ausgeblendet werden. Eng mit den Nutzungsarten und den Funktionen von Wasser sind die NutzerInnen bzw. Akteure/Innen der Wasserwirtschaft und deren Interessen verbunden, was durchaus zu Konflikten führen kann.

Exkurs: Akteure/innen und Nutzungskonflikte in der Wasserwirtschaft

Bei einer akteursorientierten Analyse aus sozialökologischer Perspektive wird versucht ein Umweltproblem und die Suche nach möglichen Lösungswegen anhand spezifischer Akteurskonstellationen und unterschiedliche Bevölkerungsgruppen samt ihrer unterschiedlichen Interessen und Handlungsspielräume zu analysieren. Handelnde und entscheidende AkteurInnen nehmen an der Hervorbringung der sozialen, kulturellen und wirtschaftlichen Verhältnisse und deren Strukturen teil. Die Entnahme der Rohstoffe, die Herstellung der Produkte, deren Konsum und Entsorgung passiert innerhalb eines vorgegebenen Handlungsspielraums (vgl. Lackner, 2008, S. 11). Wie dieser Handlungsspielraum gelenkt bzw. erweitert werden kann, kann anhand akteurszentrierter Modelle entwickelt werden. Hilfreich zur Analyse der Beziehungsgeflechte der Akteure (Ursachen, Wirkungen und Rückkopplungen) scheint die Erstellung eines Netzplanes, wobei die Wirkung regionaler wasserwirtschaftlicher Maßnahmen auf Umwelt, Ökonomie und soziale Belange grafisch abgebildet werden wie die bestehenden und prognostizierten Nutzungsansprüche verschiedener Gruppen und Akteure (vgl. Heinrich, 2001, S. 7f).

Das soziale System der Wassernutzung ist – wie auch das naturale System des Wasserdargebotes (sh. Dargebot) - ein komplexes System. Institutionelle und individuelle Akteure mit Geschichte setzen darin und zum naturalen System hin Handlungen. Nach Max Weber ist *Handeln* ein menschliches Verhalten mit *subjektivem Sinn*, einerlei ob äußeres oder inneres *Tun*, *Dulden* oder *Unterlassen*. *Soziales Handeln* zielt auf das Verhalten anderer (vgl. Weber, 1986, S. 19). Inwiefern Handeln auf die Natur gerichtet sein kann oder nur auf innere Wertvorstellungen über die Natur kann hier nicht geklärt werden. Handlungen in bzw. an der Natur (Kolonisierungen) erfahren zwar ein Feedback bzw. Auswirkungen, diese Rückwirkungen der Natur auf kolonisierende Maßnahmen sind allerdings nicht *sinnhaft* sondern allenfalls naturwissenschaftlich erklärbar und haben kaum *Handlungsspielraum*. Katzmann spricht im Zusammenhang mit den Wasserproblemen Österreichs und der Entwicklung des Wassers als Gesamtlebensraum (Vernässungsflächen, Moore, Auen) als in „... geschichtlich beispielloser Weise heruntergewirtschaftet. ... Die ‚zielbewusste Ordnung der menschlichen Eingriffe in den Wasserhaushalt‘ geschah zu nutzungsorientiert. Einzelnutzen und Gruppeninteressen siegten stets über den Anspruch der Allgemeinheit.“ (Katzmann, 1986, S. 105)

Akteurszentrierte Sozialtheorien unterscheiden das Handlungen bzw. Praktiken *einschränkende* Potenzial von Strukturen und das Praktiken *ermöglichende* Potenzial von Strukturen hin. Akteurszentrierte Sozialtheorien gehen gemeinsam von der Dialektik von Strukturen und Praktiken aus: *Soziale* und *naturale* Strukturen strukturieren das Denken und Handeln der Akteure; deren Praxis wiederum strukturiert Gesellschaft und Natur. Struktur und Praxis bedingen einander wechselseitig (vgl. Langthaler, 2006, S. 233).

Die Schwierigkeit einer (umwelt)gerechten Wassernutzung liegt darin, dass (soziale) Interessengruppen vorhanden sind, die alle besonderen Schutz durch die Rechtsordnung verdienen. Vielfältige Interess(ent)Innen am Wasser können unterschieden werden:

- Grundeigentümer als Bereitsteller der Ressource Wasser (Landwirtschaft, Forste ...)
- ProduzentIn (Gewerbe, Industrie, Landwirtschaft, Strom)
- Sekundäre Nutznießer (Wirtschaft als Lieferanten u. Unternehmer, Ingenieurbüros für Planung und Bauleitung, Banken als Finanziers)
- KonsumentIn (Haushalt, Privatbrunnen, Wassertrinkende)
- öffentliches Interesse (Medien, lokale Bürgerinitiativen etc.)
- NGO's (ÖKOBÜRO, GLOBAL 2000, Greenpeace, WWF, VCÖ, Ökologie Institut ...)
- Wasserabnehmer = primäre Nutznießer (Privatverbraucher, Gewerbe, Industrie, Landwirte)
- Betreiber von Wasserversorgungsanlagen (Öffentliche Hand, Private, Genossenschaften)
- ArbeitnehmerInnen in Wasserversorgungsanlagen
- Unternehmen, die Dienstleistungen für Wasserversorgungsanlagen anbieten
- Gesetz- und Verordnungsgeber = Legislative (Bund, Land, Gemeinden, EU)
- Aufsicht und Regulierung = Exekutive durch das Ämter der Landesregierungen (Wasserrechtsbehörden, Wasserwirtschaftliche Planungsorgan, Sanitätsbehörde (Lebensmittelaufsicht, Hygiene), Förderstellen)
- NachbarIn (vgl. Schiller, 2002, S. 82)

Eine besondere Rolle haben die Wasserlobbies. Die Landwirtschaft und deren Vertretungen liegt schon in der Ministeriumskonstruktion in guter Verbindung mit der Wasserwirtschaft. Viele Unternehmen der Wasserbranche sind Mitglieder in folgenden Verbänden (Lobbies):

- ÖVGW - Verband Gas & Wasser (Österreichische Vereinigung für das Gas- und Wasserfach)
- ÖWAV - Österreichischer Wasser- und Abfallwirtschaftsverband (ehem. Österreichische Wasserwirtschaft)
- GRIS - Güteschutzverband Rohre im Siedlungswasserbau
- Arbeitskreis Wasser der Industriellen Vereinigung
- GWT - Gütegemeinschaft Wassertechnik (vgl. Merkel, 2002, S. 102f)

Manche sprechen in Zusammenhang mit der Entstehung und Anwendung des Wasserrechts von ‚guter Tradition‘ und von „... *Bereitschaft* der großen und mittleren Unternehmen, bei der Erarbeitung der technischen Regeln und Normen über ihre technisch-wissenschaftlichen Vereine (DVGW bzw. ÖVGW und ÖWAV) mitzuwirken Dies hat den staatlichen Behörden ermöglicht (!, Anm.), sich in der Gesetzgebung der technischen Details zu enthalten und sich auf die Generalklausel zu beschränken: ‚Die anerkannten Regeln der Technik sind zu beachten.‘ Sicher hat auch immer eine Rolle gespielt, dass die technische Aufgabe der Wasserversorgung eine fachlich so hohe Qualifikation voraussetzt, dass sich die Nichtfachleute in den Gemeinderäten insoweit doch lieber aus dem detaillierten *Hineinregieren in das Unternehmen* herausgehalten haben, d. h. man hat – Gott sei dank – die Wasserfachleute gewähren lassen!“ (Merkel, 2002, S. 102f) Andere würden dies als *Hineinregieren in die Politik* bzw. Lobbyismus in höchster Perfektion, Kniefall vor der Wirtschaft oder als Technokratie bezeichnen. Die verschiedenen Interessen werden durch die ‚Herren von der Technik und der Wasserwirtschaft‘ von einem Interesse (Auftraggebenden) betrachtet. Die Gesetzgebung bzw. Verwaltung muss die oft widerstrebenden Interessen gegeneinander ausgleichen (vgl. Peters, 1959, S. 20). Allerdings erscheinen die staatlichen Behörden auch oft hilflos, wenn es um einen gerechten Ausgleich der konkurrierenden Interessen geht. Erst recht, wenn noch alte wasserrechtliche Privilegien bestehen (vgl. Merkel, 2002, S. 87). Der professionellen Dominanz von Wirtschaft, Politik und Bürokratie fordert Möller der *Kollektivaufgabe Trinkwasserschutz* eine gestärkte Bürgerbeteiligung und VerbraucherInnenlobby entgegenzustellen. „Das Zusammenwirken von Wirtschaftspolitik

und Umweltpolitik hat sich jedoch im ‚Entscheidungsspiel von Politik, Verwaltung und Wirtschaft‘, unter dem Druck der Lobby der Produzenten in Industrie und Landwirtschaft, angesichts der anhaltenden Gefährdung des Kollektivgutes Wasser für den Schutz des Wasserhaushalts als unzureichend erwiesen.“ (Möller 2002, S. 21) Standesvertretungen sind – trotz unterschiedlicher betrieblicher Interessen – auf Standesbewusstsein und Zusammenhalt aufgebaut. Die industrielle Rieseneinheit verdrängt nicht nur die kleinere Firmen und ‚expropriert‘ ihre EigentümerInnen, sondern verdrängt die Bourgeoisie als Klasse. Die UnternehmerInnen sind nicht per se eine soziale Klasse (bürgerliche Klasse), sondern rekrutieren und reproduzieren sich aus dem Familienverband. Ferner gibt es die Masse auf der Zwischenstufe zwischen Unternehmerwagnis und bloß laufender Verwaltung eines ererbten Besitzes (vgl. Schumpeter, 1990, S. 457f).

Verbesserungen im Umweltschutz werden von produzierenden Sektoren oft mit der *Arbeitsplatz-* und *Globalisierungskeule* bekämpft. Investitionen gefährden Arbeitsplätze und den Standort. Die Arbeitsplatzsituation hängt ihrerseits stark mit den Einkommenverhältnissen und somit mit dem Konsumpotential zusammen. „Der Widerstand, der von den durch eine Neuerung im Produktionsprozess bedrohten Interessen ausgeht, wird wahrscheinlich so lange nicht aussterben, als die kapitalistische Ordnung bestehen bleibt. ... Aber jede andere Art Widerstand von Konsumenten und Produzenten gegen neuartige Dinge, nur weil sie neu sind – ist beinahe verschwunden.“ (Schumpeter, 1990, S. 456) Beim Wasser hat es allenfalls den Anschein, als dass Industrie und Landwirtschaft im Vergleich zu KonsumentInnen- und Umweltschutz die besseren LobbyistInnen bestellt. Überspitzt formuliert könnte man behaupten hat sowohl in qualitativen wie quantitativen Wasserfragen die Landwirtschaft und die Industrie gewonnen, KonsumentInnen und Umwelt verloren.

Ein weiterer wichtiger Player ist die ArbeitnehmerInnen-Interessenvertretung der Wasserwirtschaft. Hier sind Personalvertretung, Gewerkschaft und Arbeiterkammer die LobbyistInnen. Arbeitsrechtlichen Rahmenbedingungen und Weiterbildungsmaßnahmen spielen eine wichtige Rolle, um *nachhaltig* eine Versorgung am Stand der Technik gewährleisten zu können. Zudem dient Weiterbildung der Kommunikation zwischen den Wasserversorgern und wirken motivierend auf die MitarbeiterInnen (vgl. ÖVGW, 2004, S. 87). Die Akzeptanz einer höheren Zahl an Ausfalltagen kann auch – basierend auf politischem Willen – Bestandteil der Unternehmensstrategie sein, welche eine „Mindereffizienz“ zugunsten sozialer Arbeitsbedingungen bewusst in Kauf nimmt. Diese Effizienzüberlegungen spielen bei der heftig geführten Privatisierungsdebatte um die zentrale Trinkwasserversorgung eine wichtige Rolle. Die Arbeiterkammer ist in ihrer Interessenlage zwischen KonsumentInnenschutz und ArbeitnehmerInnenschutz gespalten.

KonsumentInnen haben als LetztverbraucherInnen auch oft die Doppelrolle der Wahlberechtigten und Letztverantwortlichen der Politik. Der/Die LetztverbraucherIn bzw. KonsumentIn ist meist StaatsbürgerIn und als solcheR wahlberechtigt und als solcherR nicht nur politischeR AkteurIn, sondern auch WassernutzerIn. WählerInnen tragen in einer (repräsentativen) Demokratie die Entscheidung über die politischen Verhältnisse – auch in Wassernutzungsfragen. Deutlich wird dies bei verstaatlichten bzw. öffentlich-rechtlichen zentralen Wasserversorgungsunternehmen (Bsp. Gemeinde als Betreiber). Da wird beim sensiblen Thema Wasser der/die WählerIn auch WasserkonsumentIn, wobei Fragen der qualitativen und quantitativen Versorgungssicherheit mit Interessen der Abgabenzahlenden (Preisfragen) kollidieren können. Ist ein Individuum als (Klein)AktionärIn auch Inhaber einer wasserversorgenden Betriebes, so ist es gleichzeitig WassernutzerIn und EigentümerIn. Als EigentümerInnen fühlen sich jedoch auch viele Steuern- und Abgaben zahlende EinwohnerInnen von verstaatlichten zentralen Wasserversorgern. Bei Staatsgeführten bzw.

landeseigenen teilweise privatisierten zentralen Wasserversorgern sind EinwohnerInnen oft in doppeltem Sinne EigentümerInnen. Problematisch bzw. spannend bei dieser Betrachtung sind auch die Identitäten der individuellen WasserkonsumentInnen, die sich in gleicher Person in den Machtpositionen der Wasserpolitik befinden. Die Verpflichtung von privatisierten zentralen Wasserversorgern gegenüber deren Eigentümern könnte höher sein als gegenüber den WasserkonsumentInnen, die nicht zwischen mehreren Anbietern oder gar mehreren Qualitäten bzw. Preisen wählen können.

Möller spricht von der *Kollektivaufgabe Trinkwasserschutz*, die einer wirksamen Lobby durch die VerbraucherInnen des ‚Lebensmittel Nr. 1‘ als Gegengewicht zu den Interessen der produzierenden Sektoren bedarf. Die KonsumentInnenpolitik soll sich angesichts der anhaltenden Gefährdung des Trinkwassers für Trinkwasserpolitik als ein Korrektiv in der Machtverteilung und im Entscheidungsspiel von Wirtschafts- und Umweltpolitik einsetzen. Es soll ein Wandel von der klassisch-traditionellen Verbraucherpolitik (konservative Rolle des Schutzes ökonomischer Verbraucherinteressen) zu einer innovativeren Rolle als Katalysator für sozialen und ökologischen Wandel im Interesse der Gesellschaft. Denn die Gesellschaft konstituiert letztlich auch das Kollektiv der VerbraucherInnen (vgl. Möller 2002, S. 21). Eine mehrheitsfähige Politik – Stichwort 2/3 Gesellschaft – kann untere Einkommensschichten und ökologisch-orientierte Minderheiten *overrulen*. Wenn die Mehrheit mit Mineralwasser kocht, ist der flächendeckende Gewässerschutz gefährdet, da Leitungswasser billiger wird, wenn Schutzmaßnahmen nicht investiert wird und auch Wasseraufbereitungsinvestitionen nicht getätigt werden müssen. Eine Hoffnung in dieser Frage liegt in langfristig stabilen Koch- und Trinkgewohnheiten mit Leitungswasser und im Gesundheitsbewusstsein.

Vielfältig ist das Konfliktpotential bei der Wassernutzung zur Stromproduktion. So kann es z. B. bei Speicherkraftwerken (Spülung des Stauraums) und bei Laufkraftwerken (Schwell- und Sunkbetrieb) mit der Fischerei (Laichplätze und Fischbestand) zu Konflikten kommen. Laufkraftwerke bieten durch etwaiges Absinken des Grundwasserspiegels und falsches Hochwassermanagement Konfliktpotential mit der Landwirtschaft und dem Siedlungsgebiet. Speicherkraftwerke bedrohen durch das Risiko von Störfällen (z. B. Dammbruch) das Siedlungsgebiet (vgl. Errath u. a., 2003, S. 72f).

Negativ formuliert könnte man meinen in Österreich werden Wasserprobleme hinter verschlossenen Türen von LobbyistInnen verhandelt. Die Hydrologie ist von SpezialistInnentum geprägt und fehlende Trinkwasserprobleme mobilisieren keine Massen. Positiv formuliert klingt das so: „Sowohl das Wasserrecht als auch die Fachverbände (ÖVGW, ÖWAV) haben bereits eine lange Geschichte der Konfliktvermeidung in der Wasserwirtschaft hinter sich. Die Universitäten haben sich von Anfang an der Lösung der Probleme im eigenen Land beteiligt. Solche Voraussetzungen sind häufig in den Ländern mit den großen Wasserproblemen nicht gegeben.“ (Kroiß, 1999 a, S. 127f)

Im Zusammenhang mit Wasserwirtschaft wird auch von Vorsorgeprinzip gesprochen, allerdings keinem ökologischen, sondern einem sozialen Konfliktvermeidungsaspekt der Vorsorge. Sind die VertreterInnen der Entscheidungsgremien nicht demokratisch-repräsentativ legitimiert erweckt das den Eindruck von Lobbyismus, Mauschelei und Partikularinteressenvertretung. „Durchsetzung eines strengen Vorsorgeprinzips ohne offene Konflikte zwischen den Nutzern (Industrie, Gewerbe, Gemeinden) und der staatlichen Verwaltung als Vertreter des öffentlichen Interesses am Schutz der Gewässer. An der Konfliktvermeidung hat der ÖWAV wesentlich mitgearbeitet, was die große Bedeutung von Fachvereinen dieser Art unterstreicht.“ (Kroiß, 1999 a, S. 127)

Jean Ziegler spricht von transkontinentaler kapitalistischer Gesellschaft als die neuen Feudalmächte bzw. Kosmokraten bzw. Despoten, die die transkontinentalen Privatgesellschaften ablösen - von ihrem Lobbyismus und seiner Wirksamkeit. „Die Strategien des Lobbyismus, der Infiltration und Manipulation- der Regierungen, der Parlamente, der Presse und der Öffentlichkeit -, die von den neuen Feudalmächten entwickelt werden, sind außerordentlich raffiniert und – leider! wirksam.“ (Ziegler, 2005, S. 219)

Am Beispiel des gesetzlichen flächendeckenden Grundwasserschutzes in Österreich zeigt sich, dass die Vielfalt der Interessen am Wasser (Landwirtschaft, Lebensmittelindustrie, Fischerei, Umweltschutz etc.) auch Koalitionen bildet. So kann es durchaus zur Parallelität von Eigentümerinteressen und Umweltschutzbelangen kommen (vgl. Kube, 1999, S. 22). Mindern doch z. B. Grundstückskontaminationen auch dessen Wert bzw. die etwaige Einnahmequelle Wasser. So sind oft ungewöhnliche Koalitionen möglich.

Prinzipiell gilt wohl (Regierungs)PolitikerInnen beruhigen bzw. beschwichtigen bei Umweltproblemen. Wasserfachleute sitzen meist in bürokratischen oder kapitalorientierten Positionen, die ebenfalls kaum Interesse an negativen Schlagzeilen haben. AnrainerInnen werden aufgrund ihrer spezifischen Interessenlage (Ruhe, Ausblick) kaum zugebilligt neutrale bzw. reine Umweltschutzinteressen zu haben. Eine Verrechtlichung von Umweltschutzproblemen allein wird wohl kaum befriedigende Lösung bringen.

Wassernutzung bzw. -entnahme wird von Menschen bzw. Gruppen verursacht. Verursachung soll hier nicht als politisch-moralische Frage nach der Schuld gestellt werden, sondern die rechnerische Zuweisung zu einer Akteursgruppe, deren Handlungen die Grenze zwischen Gesellschaftssystem und Umwelt überschreiten. Mit der Entscheidung für eine institutionelle Gliederung (Sektoren) nach wirtschaftlichen AkteurInnen als potentielle ‚Verursacher‘ der Wassernutzungsmengen und potentieller Umweltbeeinträchtigungen ergibt sich auch auf dieser Ebene, der in Österreich stark ausgeprägten (sektoralen) Interessenvertretung, eine Informationsgrundlage.

Die rechtlichen Regelungen der österreichischen und EU-Bestimmungen in den Bereichen Wasser, Energiewirtschaft und Klimaschutz bergen aufgrund unterschiedlicher Zielsetzungen Potenzial für Zielkonflikte (vgl. Errath u. a., 2003, S. 6).

Akteurin Umwelt

Eine Akteurin Umwelt bzw. Natur zu konstruieren bedarf einiger Phantasie. Umwelt-NGOs bieten glaubwürdige Ansatzpunkte in der Formulierung und Vertretung von Umweltinteressen. Den Vögeln ist es z. B. egal ob sie absichtlich gefüttert werden oder menschliche Essensreste finden. Aus der Perspektive natürlicher Systeme gibt es nur mehr oder minder kausale Wirkungen (vgl. Fischer-Kowalski, Sieferle, 1998, S. 51). Die Natur als Akteur und Rechtssubjekt erscheint im Rechtsstaat trotz Umweltschutzverbände und Umweltverträglichkeitsprüfung vernachlässigt. Das verfassungsmäßige Bekenntnis zum Umweltschutz gegen Wirtschaftsinteressen oft den kürzeren. „Noch schauen wir nicht hinreichend auf ökologische Zusammenhänge, achten nicht darauf, sie aus sich selbst heraus intakt und funktionsfähig zu erhalten. Wir handeln, wenn unsere Interessen, die Interessen des Erdbewohners Mensch, direkt bedroht sind.“ (Schmidt-Bleek, 1993, S. 59)

Die Natur selbst ist sinnfrei, wertfrei und hat keine Interessen. Die Ökologiebewegung bzw. –forschung hingegen unterliegt gewissen Moden oder Tendenzen bzw. in aquatischer Terminologie formuliert *Strömungen*. Verwechslung von Naturinteressen und Human- bzw. Wirtschaftsinteressen wie schöner Landschaft etc. spiegeln sich in Wasser-Tourismus-Interessen wider. Geänderte bzw. (weiter)entwickelte Interessenlagen finden sich auch im Rechtswesen wieder. „Neben der Bewirtschaftung des Wassers gehört der Schutz der wild wachsenden Pflanzen und wildlebenden Tiere zum traditionellen Bestand des Umweltschutzrechts.“ (Kube, 1999, S. 124) Tierschutzrecht, geschützte Pflanzenarten (z. U. v. Begriff des Pflanzenschutzes in der (konventionellen) Landwirtschaft) und Artenvielfalt in Habitaten werden geschützt. Das deutsche Naturschutzgesetz (NatSchG) kennt folgende Habitate: Moore, Sümpfe, Nasswiesen, Quellbereich, naturnahe und unverbaute Bach- und Flussabschnitte, Bruch-, Stumpf- und Auwälder, Fels- und Steilküsten, Dünen, Wattflächen, offene Felsbildungen und alpiner Rasen (vgl. Kube, 1999, S. 127). Viele Habitate stehen in Zusammenhang mit (Oberflächen)Gewässern.

Geboten erscheint immer die Frage: Wer ist außer der Natur Nutznießer einer Maßnahme? So hegen NGOs den Verdacht, dass Maßnahmen zur Gewässerrenaturierung die Verbesserung der Auftragslage des Baugewerbes zum Ziel haben anstelle einer kosteneffizienten ökologischen Aufwertung der jeweiligen Bäche und Flüsse (vgl. Geiler, 2002, S.48). Die Landschaft, wie sie sich uns präsentiert, ist was die Pflanzendecke betrifft fast immer kolonisierte Natur. Kolonisierungen der Geländeformen wie künstliche Gewässer (Teiche Entwässerungskanäle/Straßen/Gräben, Stauseen etc.) oder so genannte *Renaturierungen* von Flussregulierungen oder Straßenbegleitflächen sind als Modeerscheinungen und als Bauwirtschaftsförderung zu entlarven. Ließe man die Natur bzw. Gewässer, so wie sie *wolle(n)*, so würden sie sich manches schnell zurückholen.

(Geringe) Hoffnung liegt in der Perspektive, dass Wassernutzungskonflikte und ökologisch bedenkliche Übernutzungen ökonomisch gelöst werden können (Ökosteuern, Ökoförderung, Kostenwahrheit etc.). Lösungsmöglichkeiten liegen in vielen Bereichen. Ich möchte mich auf Forschung und Politik konzentrieren, wobei ich in jedem Bereich Nachholbedarf sehe. Viele nehmen auch privates Engagement wichtig. So sieht die Politik oft wenig Rückhalt in der Bevölkerung für ökologische Maßnahmen. Dies beruht wahrscheinlich auf vergleichsweise schlechten Lobbyismus dieser Gruppe. So verhalten Aufforderungen auch seitens der Forschung im öffentlichen Raum: „Der Gesetzgeber wird aufgefordert, geeignete Maßnahmen zur Verschärfung des Grundwasserschutzrechts zu treffen.“ (Sütterlin, 1989, S. 3)

Prinzipiell sind mächtige oder finanzstarke ProponentInnen die ökologische Argumente anführen kritisch zu betrachten. Lauber sieht die Tendenz der Vereinnahmung des Ökologiegedankens durch die (intensive) Landwirtschaft durch Aussagen des vereinigten Umwelt-, Landwirtschafts- und „... Lebensministers ... Pröll: ‚Ich mache keine Unterscheidung zwischen Umwelt- und Landwirtschaftspolitik.‘ ... Durch die Unterstellung, Umwelt- und Landwirtschaftspolitik hätten dasselbe Ziel, soll wohl das Image der Landwirtschaft, aber auch das der Landwirtschaftsförderungen, weiter aufgepoliert werden.“ (Lauber, 2003, S. 10)

Oft kommt es zu einer Verwechslung von Naturinteressen und Human- bzw. Wirtschaftsinteressen wie etwa bei schöner Landschaft oder Wasser-Tourismus. Ein Kraftwerksneubau stellt eine anthropogene Veränderung der Landschaft mit Auswirkungen auf Tourismus- und Freizeitnutzung eines Gebiets dar. (Radwege, Flussbädern, Freizeithäfen, Schaffung hochwassergeschützter Grüngebiete). Auch bei alpinen Speicherkraftwerken

erfolgte eine *externe Nutzen* durch die verkehrsmäßiger Erschließung für eine touristische Nutzung mit relativ hoher Akzeptanz (vgl. Errath u. a., 2003, S. 81).

Politik, Verwaltung, Recht

Staatliche Machtstrukturen sind mittelfristig orientiert (Wahl- und Konjunkturzyklen). Träge und unflexible Entscheidungsstrukturen können auf Probleme nicht rasch reagieren. Es gibt keine langfristige Orientierung für künftige Generation. Ferner ist die Politik *reaktiv* konstituiert (vgl. Jänicke, 1988, S. 19).

Entscheidungsorgan in Fragen der Wassernutzung ist die Wasserrechtsbehörde (WRB) (Bezirksverwaltungsbehörde, Landeshauptmann/frau, BMinLFUW, in Einzelfällen BürgermeisterIn) Alle größeren Oberflächengewässer sind öffentlich. Es gibt auch Privatgewässer. Dazu zählen vor allem Grundwasser und Niederschlagswasser sowie Seen, die nicht von öffentlichen Gewässern durchflossen werden und ihre Abflüsse. Ebenso zählt Wasser dazu, das auf dem Grundstück entspringt und dort auch gesammelt wird. Private Gewässer sind mit wasserrechtlichen Einschränkungen Eigentum des Grundstücksbesitzers (vgl. Schönback, 1995, S. 9f). Das österreichische Wasserrechtsgesetz (WRG) regelt im § 12 die „Grundsätze für die Bewilligung hinsichtlich öffentlicher Interessen und fremder Rechte“ „Abs. (1) Das Maß und die Art der zu bewilligenden Wasserbenutzung ist derart zu bestimmen, dass das öffentliche Interesse (§ 105) nicht beeinträchtigt und bestehende Rechte nicht verletzt werden.

Abs. (2) Als bestehende Rechte im Sinne des Abs. 1 sind rechtmäßig geübte Wassernutzungen mit Ausnahme des Gemeingebrauches (§ 8), Nutzungsbefugnisse nach § 5 und das Grundeigentum.“ (Doralt, 2000, S. 7)

Die WRB entscheidet, ob es sich bei einem Gewässer um ein privates oder öffentliches Gewässer handelt, und prüft Bewilligungsansuchen. Wesentliches Kriterium bei jeder wasserrechtlicher Entscheidung ist die Bedachtnahme auf das öffentliche Interesse und den Stand der Technik. "Weiters werden ökologische und ökonomische Kriterien angeführt. Es muss auch geprüft werden, wie groß der Vorteil im allgemeinen Interesse ist und ob die Maßnahme nicht im Widerspruch zu sonstigen wasserwirtschaftlichen Planungen oder anderen Vereinbarungen steht. ... § 105 definiert das öffentliche Interesse durch eine taxative Aufzählung verschiedener Interessensschwerpunkte, das sind vor allem Ansprüche an die Erhaltung der ökologischen Funktionsfähigkeit der Gewässer, die Gesundheit, die öffentliche Sicherheit und die Sicherung der Wasserversorgung. Im öffentlichen Interesse ist auch die Vermeidung von Wasserverschwendung. ... Parteistellung in diesem Verfahren haben der Antragsteller sowie alle von der geplanten Maßnahme Betroffenen; am Verfahren Beteiligte sind Interessenten am Gemeingebrauch sowie alle durch die Maßnahmen Betroffenen bzw. bei Widerstreit von Entwürfen alle durch die Maßnahmen möglichen Betroffenen. Die wasserrechtliche Bewilligung ist ein befristeter Bescheid.“ (Schönback, 1995, S. 8f)

Einem/r Geschädigten steht im Zusammenhang mit Wassernutzungsrechten zu auf Unterlassung oder Schadenersatz privatrechtlich zu klagen. Es muss dabei nachgewiesen werden, dass ein ursächlicher Zusammenhang zwischen den Einwirkungen eines andern auf das Grundwasser und seinem Schaden gegeben ist. Das kann aufgrund komplexer Hydrologie bei mehreren BenutzerInnen schwierig sein. Das Wasserrechtsgesetz ist prinzipiell privatrechtlich und eigentumsorientiert geregelt (vgl. Gieseke, 1959, S. 9).

Es gibt einen globalen Wettbewerb und Innovationen und bessere Technologien. Es gibt aber auch einen Wettbewerb zwischen Ländern mit entwickelter und schwacher staatlicher Steuerungskapazität (umweltpolitischer Interventionismus) (vgl. Jänicke, 1988, S. 25).

Viel Einfluss auf konkrete hydrologische Verbesserungen hat die institutionell-personelle Ausstattung (z. B. Betreuungspersonal der Gebietskörperschaften) und das Engagement der involvierten Personen auf verschiedenen politischen Ebenen. Institutionelle Plattformen zum Informationsaustausch von ökologisch-hydrologischen Projekten sind wichtig. Finanzierung und ein unkompliziertes standardisiertes Verfahren zur Evaluierung von Projekten sind mit einer einfachen und transparenten Kommunikationsstruktur zu gewährleisten (vgl. BMLFUW, 2005, S. 284f). Nicht zu unterschätzen ist die Vorbildwirkung von PolitikerInnen.

Um (gewalttätigen) Konflikten vorzubeugen hat sich Rechtsstaatlichkeit und staatliches Gewaltmonopol durchgesetzt. Aufgabe der politisch-rechtsstaatlichen Umsetzung der Partikularinteressen ist die Gewährleistung von Allgemeininteresse bzw. die Erreichung von Akzeptanz als Ziel der repräsentativen Wasserpolitik. Im öffentlich-rechtlichen Bereich besteht oft eine Doppelrolle zwischen staatsnahen Betrieben der zentralen Wasserversorgung und der Politik als Vertretung von Allgemeininteressen wie Umweltschutz. Im politisch-administrativen Bereich kommt es im ländlichen Bereich wohl öfters vor, dass Gesetzgeber, Parteileitung, Verwaltungsspitze, Wassermeister sich in der Person des Bürgermeisters fokussieren. Ohne hier einer Privatisierung oder Auslagerung das Wort reden zu wollen wäre z. B. eine strikte (personelle) Trennung von Behörde und Wasserwerk geboten. Die relativ strikte Trennung von ‚Bock und Gärtner‘ als wichtiger Aspekt der Organisation der Institutionen in der Wasserwirtschaft wird gefordert. Durch staatliche Überwachung von wasserwirtschaftlichen Dienstleistungen wird ökonomischer Ineffizienz (im Rahmen der Monopole) und ökologisch schädigendem Handeln vorgebeugt. Die Tradition bestehender Strukturen bietet Stabilität der wirtschaftlichen, administrativen und politischen Systeme. Funktionstragende Organe der Wasserwirtschaft existieren teils in veränderter Form seit weit über hundert Jahren (vgl. Kahlenborn, Krämer, 1998, S. 13). Der Umweltschutzgedanke ist da oft (noch) nicht durchgedrungen.

Umweltpolitik unterliegt einem historischen Wandel und wurde nicht neu erfunden. Die Umweltpolitik der 2. Hälfte des 20. Jh. richtete ihre Interventionen in Österreich und den meisten Industrieländern, anfangs auf die Immissionsseite (Seenreinhalteprogramm etc.). In den 1980er Jahren wurde ihr Fokus auf Emissionen und später auf die Entsorgungsfrage gerichtet. Die Symptombekämpfung wechselte vom letzten Glied der Verursacher-Wirkungskette zum vorletzten. Mit Beginn der 1990er Jahre kommt zumindest in wissenschaftlichen Kreisen die Einsicht, dass eine ökologische Modernisierung nicht erst am Ende, sondern bereits am Beginn der Aktivitätsfelder (Materialinput) ansetzen muss. Die Mengen, das Niveau und die Struktur der gesellschaftlichen Material- und Energieströme bestimmt die Umweltprobleme. „Weizsäcker (1992) hat diesen neuen Interventionszugang sehr pointiert mit der Devise ‚Megatonnen statt Nanogramm‘ umschrieben.“ (Hüttler u. a., 1996, S. 3)

Exkurs: Wasserversorgung als Aktivitätsfeld

Aktivitätsfelder oder auch (Grund-)Bedürfnisfelder zur Erfüllung menschlicher Grundbedürfnisse orientieren sich anhand aktivitätsbezogener (= funktioneller) Kriterien und sind konsumorientiert im Unterschied zur institutionellen Gliederung nach Wirtschaftssektoren (sh. u.). Aktivitätsfelder sind so wie auch die festgelegten Grenzen des

Bilanzierungsraumes Konstrukte. Hierbei werden Aktivitäten basale menschliche bzw. gesellschaftliche Nachfragekategorien interpretiert (,independent of the economical and cultural status of development'). Wasser ist wahrscheinlich überall dabei – egal wie die Bereiche abgegrenzt oder definiert werden. Baccini et al. beschreiben 4 Aktivitäten (Ernähren; Reinigen; Wohnen; Transportieren und Kommunizieren. Die Nutzungsfunktion von Wasser bzw. die Aktivität Reinigen benötigt das meiste Wasser, Wohnen und Arbeiten sowie Transportieren und Kommunizieren die meiste Energie und die größte Lagerbildung (vgl. Baccini, 1996, S. 139). Das Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie legt 8 Bedarfsfelder (Güter der letzten Verwendung) fest:

1. Wohnen
2. Ernährung
3. Bekleidung
4. Gesundheit
5. Bildung
6. Freizeit
7. Gesellschaftliches Zusammenleben
8. Sonstiges (vgl. Hüttler u. a., 1996, S. 30f)

So kommt es am Beispiel des Aktivitätsfelds Ernährung während der Gesamten Produktions- bzw. Verarbeitungstiefe zu Umweltbelastungen. Neben umweltbelastenden Effekten im Landwirtschaftssektor kommen auch noch Verteilungsprobleme (Energie, Lärm, Fläche) durch die Transportzunahme einer nicht regionalen (Land-)Wirtschaft. Der Lebensmittelhandel als Vermittler und Trendsetter hat Marktmacht zwischen KonsumentInnen und ProduzentInnen und tätigt mittels Sortimentspolitik (Bio-Produkte), Einkaufspolitik, Standort- und Transportentscheidungen und beim Gebäudemanagement wichtige Energie- und Ressourcenentscheidungen wie auch zum Wassereinsatz. Am Ende der gesamten Versorgungs- bzw. Akteurskette steht der Konsum. Über die Rückkopplung auf den Produktions- und Verarbeitungssektor liegt in den adäquaten Veränderungen des Konsumverhaltens ein großes Potential zur Reduktion des Ressourcenverbrauchs (vgl. Hüttler u. a., 1996, S. 156).

Wenn man die Wasserversorgung als ein spezielles Grundbedürfnis darstellt, kann auch Wasserversorgung als Aktivitätsfeld konstruiert und analysiert werden. Wie dies z. B für den Nationalen Umweltplan gemeinsam mit folgenden Aktivitätsfeldern erwogen wurde:

- Bauen
- Lebensmittelversorgung
- Energieversorgung
- Wasserversorgung
- Transport bzw. Mobilität (vgl. Hüttler u. a., 1996, S. 36f)

Vielfältig und enorm sind Beeinträchtigungen des Wasserkreislaufes z. B. durch das Aktivitätsfeld Mobilität (vgl. Rauh, 2002, S. 32). Straßenbauten sind von Wasser bedroht und bedrohen ihrerseits ökologische Funktionen im Zusammenhang mit Wasserhaushalt.

Beim Aktivitätsfeld *Ernährung* zeigt sich bei der Wassernutzung z. B. die Vielfältigkeit der Akteure und der Verantwortlichkeiten. So ist im Aktivitätsfeld *Ernährung* der Wassernutzung nicht nur (getrunkenen bzw. *verkochtes*) Trinkwasser, sondern auch die ökologischen Rucksäcke bzw. virtuelles Wasser z. B. in der Nahrung relevant. Dem Aktivitätsfeld Ernährung bzw. Lebensmittelversorgung kommt eine zentrale Rolle für den Umstieg auf eine nachhaltige Wirtschaftsweise zu. Der intensive Ressourceneinsatz in diesem Bereich ist vor allem auf den hohen Anteil der Fleischprodukte bzw. tierischen Produkte allgemein an der Ernährung zurückzuführen. Die Entwicklung politikfähiger ökologischer ist unmittelbar mit

der Frage der gesellschaftlichen Eßgewohnheiten verbunden. Die dafür relevanten Akteure sind nicht nur im Bereich Endnachfrage zu suchen, sondern entlang der gesamten Versorgungskette (Lebensmittelverarbeitende Industrie, Logistik), wie in der Politik. Das Lebensmittelverarbeitungs-, Lager- und Verteilungssystem ist durch Kostenwahrheit (Förderungskürzungen, Energiesteuern etc.) lenkbar. Nachhaltige Produktions- wie Ernährungsweisen sind nicht bloß in der Verantwortung der KonsumentInnen und ProduzentInnen (vgl. Hüttler u. a., 1996, S. 153ff). Die Politik hat im Akteursfeld *Ernährung* viele Einflussmöglichkeiten zur ökologischen Gestaltung. So kann sie z. B. KonsumentInnen durch Aufklärung und/oder durch ökologische Kostenwahrheit zur Fleischsubstitution oder Biolandwirtschaft oder durch Veränderungen landwirtschaftlicher Subventionen zur Ökologisierung im Bereich der Landwirtschaft beitragen (vgl. Brunner, Lampert, 1999, S. 84). Privathaushalte tragen als KonsumentInnen (Fleischverzicht) in hohem Maße Mitverantwortung für die ökologischen Belastungen durch die Landwirtschaft. Die Politik bietet mit ihrem Rechtsrahmen und Förderrichtlinien Ansatzpunkte die landwirtschaftliche Wassernutzung zu verbessern.

Infrastrukturelle Bauten der Wasserversorgung (Entnahmestellen, Wasserleitungen, Abwasserleitungen, Kläranlagen) gehören so zur Aktivitätsfeldforschung *Wasserversorgung*. Bei derartiger Betrachtung wird industrielle und landwirtschaftliche Wassernutzung zu den Aktivitätsfeldern wie *Bauen*, *Wasserversorgung*, *Lebensmittelversorgung*, *Energie* oder *Transport* gerechnet. Wasser kann auch als Aktivitätsfeld *Transport* betrachtet werden. Wasserver- und Abwasserentsorgung ist nicht der einzige Leitungstransport (Gas, Erdöl etc.). „Auch die Transportleistungen per Schiff, per Luftfahrt, per Rohr-, Nachrichten- und Elektrizitätsleitungen und per Aufstiegshilfen nehmen ständig zu.“ (Kanatschnig, Weber, 1998, S. 16) Der Ansatz der Wassernutzungsanalyse nach Aktivitätsfeldern wird hier nicht weiter verfolgt.

Sektorale bzw. institutionelle Gliederung der Wassernutzung

Mit dem Zeitalter der Industrialisierung und dessen Energieverbrauch (fossile Verbrennung, Stromproduktion etc.) begann wie dereinst mit dem Ackerbau und Bewässerungstechniken ein tief greifender Wandel, der mit den neuen Produktionstechnologien auch einen starken Anstieg des Wasserverbrauchs brachte. „Landwirtschaft und Industrie haben heute einen Anteil an der weltweiten Wassernutzung von zusammen rund 90 %, wobei allein auf die Landwirtschaft etwa 2/3 der globalen Wasserförderung entfallen.“ (Hüttler, Payer, 1997, S. 95) So ergibt sich nicht nur anhand der Datenlage sondern auch aufgrund der kulturellen Zeitalter (neolithische und industrielle Revolution) und der ministeriellen bzw. Interessensvertretungs-Situation in Österreich auch die Sektoreneinteilung. Nicht zuletzt aufgrund der Datenlage wird hier nicht eine *funktionale* Gliederung nach Aktivitätsfeldern oder Nutzungsart gewählt, sondern eine *institutionelle* Unterscheidung nach den Wirtschaftssektoren geordnet nach der Wassernutzung. Die hier angewandte Reihenfolge ergibt sich auch anhand der historischen Entwicklung bzw. der Basalität der Wassernutzung in:

1. Privathaushalte (tertiären Sektor)
2. Landwirtschaft (primärer Sektor)
3. Industrie
4. Stromproduktion (sekundärer Sektor)

Aktivitäten der Industrie (Produktion und Dienstleistungen), der Energieversorgung/Wasserkraftnutzung, der Landwirtschaft sowie Privathaushalte

(Wasserversorgung) spielen eine zentrale Rolle bei der potenziellen und tatsächlichen anthropogenen Belastung von Gewässern (vgl. Etlinger u. a., 2005, S. 3f).

Eine sektorale Betrachtung für die Inputseite ist auf der Basis vorhandener und allgemein zugänglicher Datenquellen noch relativ gut möglich. Bei einer differenzierteren Betrachtung einer Materialflussanalyse von der Makroebene (national) auf die Mesoebene wird zwischen *institutionellen* oder *aktivitätsbezogenen* unterschieden. Auf dieser Ebene können strukturelle Veränderungen des Ressourcenverbrauchs dargestellt werden können. Je nach Differenzierungsgrad können bei institutioneller Analyse innerhalb der Mesoebene die Wirtschaftssectoren oder die Wirtschaftsbranchen betrachtet werden (vgl. Hüttler u. a., 1996, S. 22). Anhand der Datenlage wird also eine Wassernutzungsanalyse anhand sozio-ökonomischer Wirtschaftssectoren durchgeführt. Eine sektorale Gliederung der Wassernutzung erfolgt hier nach produzierenden und konsumierenden Wirtschaftsbereichen. Damit soll die sozio-ökonomische Abhängigkeit von Wasser in den produzierenden (Industrie, Landwirtschaft, Elektrizität) und konsumierenden (Haushalte) Gesellschaftsbereichen dargestellt werden.

Nach der österreichischen Wirtschaftsstatistik ÖNACE 1995 werden folgende produzierende Wirtschaftsbereiche bzw. -abschnitte unterschieden:

- A Land- und Forstwirtschaft
- B Fischerei und Fischzucht

Produzierender Bereich

- C Bergbau und Gewinnung von Steinen und Erden
- D Sachgütererzeugung
- E Energie- und Wasserversorgung
- F Bauwesen

Dienstleistungssektor G-K

- G Handel; Reparatur von KFZ und Gebrauchsgütern
- H Beherbergungs- und Gaststättenwesen
- I Verkehr und Nachrichtenübermittlung
- J Kredit- und Versicherungswesen
- K Realitätenwesen, Unternehmensdienstleistungen

Öffentliche Verwaltung u. sonstige Dienstleistungen

- L Öffentliche Verwaltung und Landesverteidigung
- M-P Sonstige Dienstleistungen Sektor Landwirtschaft (Land-, Forstwirtschaft und Fischerei) (vgl. Bartl u. a., 2003, S. 15)

Privathaushalte bzw. KonsumentInnen sind der amtlichen -Wirtschaftsstatistik (ÖNACE) systemfremd, da sie weder eine produzierende Wirtschaftsbranche noch eine Komponente der Entstehung des Bruttoinlandsproduktes in der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung (VGR) sind. Privathaushalte stellen aber trotzdem einen bedeutenden sozio-ökonomischen Faktor dar, die durch deren Konsum Umweltbeeinträchtigungen verursachen. Hier werden Privathaushalte wie andere Wirtschaftssectoren behandelt. Für die umfassende Darstellung von nationalen Materialflüssen ist die Wirtschaftsstatistik unzureichend, da auch Privathaushalte Materialien verbrauchen. Die zentrale und gebühren- bzw. kostenpflichtige Wasserversorgung könnte zwar als eigene Wirtschaftsbranche betrachtet werden, würde allerdings die selbst- bzw. eigengeforderten Wassermengen der Privathaushalte Wasserentnahmen nicht berücksichtigen. Auch aus Gründen der Verantwortlichkeit der LetztconsumentInnen und der Anschaulichkeit (gute Relation) erscheint mir eine getrennte Gliederung für Privathaushalte und produzierende Wirtschaftsfaktoren notwendig.

Wenngleich auch allein die Betrachtung der Haushalte im Wasserverbrauch – wie oft gemacht - irreführend wäre. Andererseits werden in Populärliteratur oft bloß die Wassernutzungsdaten der Haushalte in Pro-Kopf-Daten genannt, was einer seriösen Gesamtdarstellung nicht dient.

Anhand der ÖNACE-Gliederung wird anschließend die Landwirtschaft mit Bewässerungstechniken und Fleischproduktion näher beleuchtet. Bei der Forstwirtschaft wird kein Wasserinput angenommen. Bei Fischerei und Fischzucht wird in der Produktion die Grenze zwischen Natur und Gesellschaft erst bei der Entnahme der Fische aus dem Gewässer gezogen. Der Handel überschreitet mehrfach eine sektorale Grenze, nämlich z. B. zwischen Landwirtschaft und weiterverarbeitender Industrie bzw. Großhandel oder auch zwischen Einzelhandel und KonsumentIn. Ab-Hof-Verkauf als Sektorengrenze zwischen Landwirtschaft und Haushalten ist wohl die ebenso Ausnahme wie privat importierte bzw. exportierte Waren.

Im Folgenden werden die 4 Wirtschaftssektoren und deren Wassernutzung nach folgenden Aspekten näher beleuchtet

- Struktur und Wandel des Wirtschaftssektors
- Wassernutzung des Wirtschaftssektors
- natürliche Wasserherkunft
- organisatorische Wasserherkunft

4. Privathaushalte – Struktur und Wandel

Mit *Privathaushalt* (oder in diesem Zusammenhang auch kurz *Haushalt*) wird meist eine Wohneinheit mit spezifischer BewohnerInnenanzahl bezeichnet. Als (einziger konsumierender) Wirtschaftssektor sind *Privathaushalte* von den produzierenden Sektoren (hier: Industrie, Landwirtschaft, Stromproduktion) zu unterscheiden. Der (Privat)Haushaltsbegriff als Wirtschaftssektor ist von Begriffen wie (natürlicher) Wasserhaushalt zu unterscheiden. Die Bezeichnung „*PrivateR*“ findet man manchmal auf alten Grabsteinen als bzw. anstelle einer Berufsbezeichnung. Aktuell würde man diese – heute nicht mehr gebräuchliche Kategorie - vielleicht als Lebensstil bzw. Identität beschreiben.

In einer komplexen arbeitsteiligen Wirtschaftswelt erscheint das (private) Handeln im Haushalt oft ökologisch unwichtig. Doch die Haushalte spielen als Endverbraucher und über ihr direktes Handeln im Haushalt bei der Belastung der Umwelt eine beachtliche, häufig allerdings unterschätzte Rolle. Das Produktions- und Konsummodell der hochindustrialisierten Länder bedarf eines ökologischen Umbaus der Wirtschaft der auch mit einem Wandel der (privaten) Lebensweise einhergeht. Im Diskurs um Nachhaltige Entwicklung stand lange die Wirtschaft und ihre Produktionstechniken im Vordergrund, während die privaten Haushalte und die durch ihre Lebensweise verursachten Umweltbelastungen als Forschungsobjekte erst in den letzten Jahren Beachtung fanden. Der ökologische Diskurs wurde auf den gesamten Zusammenhang von Produktion und Konsumption erweitert. Es entwickelte sich eine Diskussion über die ‚Ökoeffizienz‘ privater Haushalte und deren ökologischer Verantwortung, die auch vor der Wassernutzung nicht Halt machte. Die Privathaushalte wurden als strategische Größe in der Diskussion um Reduzierung der Umweltbelastungen entdeckt. Während Energieverbrauch oder Abfallaufkommen der Haushalte schon Gegenstand des öffentlichen Interesses sind, bleibt die Gesamtheit der von den Haushalten umgesetzten Materialien ein (noch) der Wissenschaft vorbehaltenes Gebiet. Die Materialflussanalyse der Privathaushalte – insbesondere der Wasserinputs - ist auch im Zusammenhang mit Ressourcennutzung und Höhe der Outputs wichtig. Für die metabolische Analyse - also auch für die Wassernutzung der Privathaushalte - wird ein geeignetes Instrument zur Bestimmung der Systemgrenzen der Privathaushalte und der Quantifizierung ihrer Flüsse und Lager benötigt. Der soziale Metabolismus bietet auch ein theoretisches Modell zur Analyse der Privathaushalte. Dabei werden Privathaushalte als konsumierender Sektor in einen interdisziplinären Forschungskontext gestellt. Die Dynamik der Haushalte liegt auch in ihrem Verbrauch (Input, Stock, Output) und deren Zusammensetzung. Eingebunden in das Wirtschaftssystem verbrauchen die Haushalte als sozioökonomischer Sektor ein komplexes und sich wandelndes Gemisch an Gütern und Ressourcen. Haushalte verwenden oder lagern Materialien und geben sie in Form von Abfällen und Emissionen wieder an die Umwelt oder andere sozioökonomische Systeme ab (vgl. Hutter, 2001, S. 7f).

Eine große Macht liegt in den (Privat)Haushalten. Diese liegt nicht nur dort, sie *ruht* förmlich in einer Renaissance der Biedermeierlichkeit - *Cocooning* als Entpolitisierung der satten aber müden (unselbständigen) Arbeitsmenschen. Doch Haushalte sind als WählerInnen und KonsumentInnen wichtige EntscheidungsträgerInnen. Politik findet kaum mehr auf der Straße statt, im Wohnzimmer regieren der Fernseher, das Kleinformat und die Werbewirtschaft am Küchentisch. Doch gerade in der Küche bzw. an der Supermarktkasse und in der Wahlzelle liegen viele ökologisch relevante Entscheidungen. Bei der abgefragten Bereitschaft zur preisgestalterischen Berücksichtigung der ökologischen Produktion sind 87,6 % der Männer

und 88,3 % der Frauen in Österreich für teurere Preise bei umweltbelastenden Produkten (vgl. ÖSTAT, 1997, S. 102).

Der Wohlstand und neue Lebensmodelle bringen Änderungen in der Haushaltsgröße sowohl in Quadratmetern als auch in Mitgliederzahl mit sich. Zwei demographische Trends sind prägnant. Haushaltszahl und Wohnnutzfläche pro Person steigen. So hat die durchschnittliche Wohnnutzfläche pro EinwohnerIn von 22 m² im Jahr 1971 auf 35 m² im Jahr 1991 zugenommen. Das entspricht einer Steigerung von 60 % in nur zwei Jahrzehnten (vgl. Hüttler u. a., 1996, S. 158). In Österreich wie in den meisten europäischen Ländern steigt die Zahl der Haushalte insgesamt kontinuierlich an. Bei stagnierender Bevölkerungszahl nimmt die Zahl der Ein- und Zweipersonenhaushalte überproportional zu, während die durchschnittliche Haushaltsgröße sinkt. Waren es 1991 noch durchschnittlich 2,54 Personen pro Privathaushalt in Österreich, waren es 1997 nur noch 2,47, und 2030 prognostizierte 2,18 Personen. Die Bevölkerungszahl Österreichs wird (nur) noch bis 2027 auf 8,43 Mio. EinwohnerInnen ansteigen. Eine höhere Lebenserwartung wird auch das Phänomen der ‚Überalterung‘ bringen (vgl. Hanika u. a., 2004, S. 18). Bau- und Wohnformen in Zusammenhang mit Pflege und behindertengerechter Ausstattung werden verstärkt zum Thema. Beim Wohnungsbau haben (nachfrageseitig) vielfältige demographische (Bevölkerungsdynamik und Migration), wirtschaftliche und soziale Faktoren (Lebensstile, Lebensentwürfe) Einfluss auf die Bautätigkeit. Wichtige Faktoren für die Siedlungsentwicklung sind ferner auch der Zuwachs an Haushalten aufgrund der Verlängerung der Lebensdauer, der Zunahme der Singles und Scheidungen sowie ein generell wachsender Wohlstand, die dynamische Entwicklung der Neben- bzw. Zweitwohnsitze und Ferienwohnungen und einem damit einhergehenden (partiellen) Wohnungsleerstand und eine Zunahme im Flächenverbrauch für Wohnen und Arbeiten (vgl. Hüttler u. a., 1996, S. 236).

Der Trend zur Reduktion der Haushaltsgröße und zu vermehrten Singlehaushalten hat auf den Materialverbrauch der Haushalte und Personen unterschiedliche Auswirkungen. Die Wassernutzung steigt proportional mit der BewohnerInnenzahl der Haushalte zum Unterschied vom Energieverbrauch (vgl. Hutter, 2001, S. 90).

Die Wirtschaftsgeschichte kann als Prozess der Arbeitsteilung bzw. Produktionsauslagerung aus dem (bäuerlichen, herrschaftlichen) Haushalt gesehen werden, der bis zur Industrialisierung (fast) autark war (vgl. Schandl, 1997, S. 76). Dieser Auslagerung der Produktion aus den Privathaushalten folgt nun ein aktueller Trend der Produktionsauslagerung in (politische) Regionen der Welt mit niedrigeren Sozial- und Umweltstandards. Diese produktions- bzw. konsumspezifischen Phänomene der gesellschaftlichen Entwicklung in Industrieländern lassen einen Übergang von der Industriegesellschaft zur Dienstleistungsgesellschaft erkennen. Die Primärproduktion - aber auch die Weiterverarbeitung und Entsorgung - wird geographisch ausgelagert und immer mehr vom Konsum getrennt. Durch diesen Übergang verschieben sich global gesehen die primären Quellen der Umweltprobleme. Umweltbelastungen verschieben sich in (Primär)Produktions- und Entsorgungsländer mit schlechteren Umweltstandards, während in hoch- bzw. postindustrialisierten Ländern punktförmige Emissionsquellen aus Industrieanlagen an Bedeutung verlieren, flächenhafte durch Konsumemissionen hingegen im Steigen begriffen sind (vgl. Hutter, 2001, S. 7).

Metabolistisch betrachtet sind Privathaushalte durch eine hohe Abhängigkeit von nicht erneuerbaren Ressourcen (48 % der von den Haushalten verbrauchten Energieträger exklusive Strom und Fernwärme), geringe Recyclingrate (6 % des Materialinputs) und geringe direkte

Naturentnahmen gekennzeichnet. Ver- und Entsorgung der Privathaushalte sind in hohem Maße von Produktionssektoren mitberücksichtigt (vgl. Hutter, 2001, S. 82f).

Wassernutzung in Privathaushalten

Wasser als größter Materialfluss ist auch im Privathaushalt unersetzbar in verschiedenen Nutzungsfunktionen. Eine sektorale Aufgliederung des österreichischen Wasserinputs soll so auch Hinweise auf die Haushaltswassernutzung in Relation zu anderen Sektoren liefern. Während der Wasserbedarf des menschlichen Metabolismus mit ca. 3 Litern um den Faktor 45 unter dem durchschnittlichen Pro-Kopf-Haushaltsverbrauch von ca. 136 l liegt, beträgt der gesamtösterreichische Wasserverbrauch für Industrie, Gewerbe, Landwirtschaft, öffentliche und private Haushalte das 300fache davon (vgl. Hutter, 2001, S.73f). Hutter konstatiert für den Privathaushaltssektor auf nationaler Ebene nur geringe Materialinputs von (direkten) Naturentnahmen – im Unterschied zu den Sektoren Landwirtschaft und Industrie. Neben Luft und Wasser ist noch ein geringer Versorgungsgrad aus Eigengärten erwähnenswert. Für die Haushalte besteht eine starke Versorgungsabhängigkeit von anderen Sektoren. „Wasser geht in industrialisierten Ländern (fast) immer den Weg - sowohl als Input wie als Output - über zentral organisierte Leitungen oder sonstige Technostrukturen. Als Materialoutput fällt bei selbstentsorgenden Haushalten ebenfalls die Kategorie Wasser an. Bei landwirtschaftlicher Entsorgung (Senkgrube) geht die Sektorengrenze oft quer durch den Hof.“ (Hutter, 2001, S. 73f) Hausbrunnen in vielen Privathaushalten gehören ebenfalls zu den direkten Naturentnahmen. Eine detaillierte Kolonisierungsanalyse erscheint im Sektor der Privathaushalte im Vergleich zur Landwirtschaft weniger geboten. Die Kolonisierung bzw. Nutzbarmachung von Wasser aus seinem natürlichen Dargebot erfolgt durch Entnahmestellen aus Grund-, Quell- (Brunnen) oder Oberflächenwasser. Der Transport erfolgt durch Fern- und Verteilungsleitungen mittels Rohren, Schwerkraft, Pumpen etc. .

Die materielle Basis bzw. der soziale Metabolismus der Privathaushalte Österreichs ist enorm. Der Gesamtinput in die Privathaushalte Österreichs betrug 1997 434 Mio. t (55 t/EW.a), wobei die Wassernutzung mit rund 394 Mio. t bzw. 91 % die mengenmäßig größte Inputkategorie darstellte, was allein eine nähere Betrachtung legitimiert. Sauerstoffbedarf hat rund 5 % (3 t/EW.a) Anteil am Gesamtinput, die sonstigen Materialien 4 % vom Gesamtinput) teilten sich in Energieträger mit 1,3 t/EW.a und die Verbrauchsgüter mit 925 kg/EW.a. Den quantitativ größten Anteil an den Verbrauchsgütern nahmen die Lebensmittel ein (748 kg/EW.a). Der Output von insgesamt 432 Mio. t/a (54,5 t/EW.a) wurde, ähnlich dem Input, von Wasser (rund 92 %) und Luft (7,6 %) dominiert. Den über die Luft entsorgten Output dominierte mit fast 61 % das durch biologische und technische Verbrennungsprozesse erzeugte Kohlendioxid ((2,5 t/EW.a). Durch Haushalte akkumulierte Bestände 647 Mio. t (82 t/EW.) wurden zu fast 99 % durch die privaten Wohngebäude dominiert (Rest (1 t/EW.) technische Geräte, KFZ, die Einrichtung und Bekleidung) (vgl. Hutter, 2001, S. 90f). Bestände für Wasser sind dabei keine ausgewiesen, da diese kürzer als ein Jahr im Haushalt verweilen. Durch Umwandlungsprozesse verändert sich die Materialzusammensetzung beim Output. Die Abwassermenge wird gegenüber dem Input nur geringfügig größer (397 Mio. t) (vgl. Hutter, 2001, S. 53f und S. 66).

Die wichtigste Aufgabe des Wassers ist zweifellos jenes zur Befriedigung der menschlichen physiologischen Bedürfnisse, dann kommen seine Funktionen als Reinigungs- und Transportmittel. (vgl. Hutter, 2001, S.74) Gender- und altersspezifische Wassernutzungscharakteristika sind keine bekannt.

Menschen leben nicht nur in ihrer Wohnung, sondern auch an Arbeitsplätzen, Freizeitstätten etc. Sanfter oder besser *leiser* Tourismus in Österreich hin oder her - enormer Wasserverbrauch ist bei Freizeitverhalten bzw. in Fremdenverkehrsgebieten und in der Branche *Gastronomie/Hotellerie*, bei KonsumentIn, Gast bzw. im Aktivitätsfeld *Freizeit/Urlaub* zu beobachten - pro Urlaubsgast bis zu 1000 Liter Wasser pro Tag (vgl. Katzmann, 1986, S. 93). Das führt uns auch zu der methodischen Erkenntnis, dass der Wasserverbrauch pro Haushalt bei weitem nicht der gesamte Wasserverbrauch einer Privatperson ist. Die *außerhäusliche* bzw. *außerhaushaltliche* Wassernutzung im Freizeit- und Arbeitsleben der EinwohnerInnen wird den anderen Wirtschaftssektoren (hier: Landwirtschaft, Industrie und Stromproduktion) zugerechnet. Diese Gesamtwassernutzungsanalyse macht letztendlich erst einen internationalen bzw. interkulturellen Vergleich in Wasserverbrauch pro EinwohnerIn möglich.

Die Größenordnung der Verwendungsarten kann auch Anhaltspunkte zu Einsparpotentialen in Privathaushalten bieten. Der so genannte *Coca-Cola-Effekt* wird stärker. Eine relative wie absolute Verstärkung der Flüssigkeitszunahme durch Leitungswasser würde positive Wirkungen bei gesundheitlichen (Stoffwechselprobleme, ungesüßt, alkoholfrei, Inhaltsstoffe ...) und ökologischen Aspekten (Energie und Lärm durch Verteilungsverkehr, Verpackung etc.) bringen. Trinkwasser und bei Nahrung der Wassergehalt sind ein Quasi-Katalysator und kein Kalorienlieferant. Ungefähr je ein Drittel werden für die Beseitigung der menschlichen Ausscheidungen (Toilettenspülung 35 %) und für die persönliche Hygiene (ca. 38%; Baden und Duschen 31 %, Körperpflege 6,6 %) verwendet. Reinigung von Geschirr und Wäsche (13 %) werden 24 l/EW pro Tag verwendet, das entspricht ca. 18 % des Gesamtinputs. Haushaltswasser deckt also nicht mehr primär die physiologischen Bedürfnisse der Menschen, sondern dient hauptsächlich als Reinigungsmittel und Transportmedium für Abfälle aller Art. Die nach dem Verwendungszweck kleineren Wasserverbraucher mit weniger als 5 % verteilen sich auf Geschirrspülen, Gartenbewässerung, Trinken und Kochen sowie Autowaschen (vgl. Hutter, 2001, S. 55). Ähnlich sind auch diese Daten zur Wasserverwendung in Österreichs Privathaushalten:

- 34 % Duschen und Baden
- 22 % Toilettenspülung
- 17 % Wäsche waschen
- 7 % persönliche Hygiene
- 6 % Geschirr spülen
- 6 % andere Verwendung
- 5 % Putzen
- 3 % Trinken und Kochen (vgl. Brandstetter u. a., 2007, S. 6)

Der Wasserinput pro Person steigt mit der Entwicklung der Gesellschaftsform. Vorindustrielle Kulturen kommen mit täglich 10 bis 30 l Wasser aus. Der physiologische und basale Wasserbedarf ist wie der organische Materialbedarf wesentlich und unumgänglich für die Kultur bzw. Gesellschaft. Die *extrasomatische* Wassernutzung ist für die kulturellen Ausprägungen charakteristisch (vgl. Fischer-Kowalski, Siefert, 1998, S. 55).

Das menschliche Grundbedürfnis *Trinken* und seine Befriedigung durch *Getränke*(konsum) macht einen signifikanten Anteil der gesamten Umweltauswirkungen des Ernährungsbereichs aus und sollte in einer Nachhaltigkeitsdiskussion um Privathaushalte nicht außer Acht gelassen werden (vgl. Lackner, 2008, S. 2). Metabolistisch betrachtet ist das getrunkene Wasser wenig relevant, vielmehr die ökologischen Rucksäcke aus dem Aktivitätsfeld Ernährung und Getränke.

Natürliche Wasserherkunft

Vor allem Gemeinden im alpinen Raum sind mit Quellwasser und teilweise Grundwasser in der Dargebotsfrage begünstigt (Geologie, Niederschlag) (vgl. Doubek u. a., 1999, S. 36). Wird nur zwischen den Kategorien Oberflächen- und Grundwasser unterschieden zählt das Quellwasser zum Grundwasser. Grundwasser im weiteren Sinn umfasst auch Quellwasser. „Wobei, ‚Quellwasser‘, das ‚von selbst‘ an die Oberfläche tritt, eigentlich genauso ‚Grundwasser‘ ist wie jenes, das aus Brunnen hochgepumpt werden muss. Trinkwasser gibt es in Österreich – bis auf wichtige regionale Ausnahmen – genug. Hingegen ist die Qualität regional sehr unterschiedlich (vgl. Fischer-Kowalski, 1988, S. 85). Daran hat sich wohl (oder übel) nichts geändert.

Wasser für die Trinkwassergewinnung wird nach der natürlichen Qualität seiner Herkunft in folgende Kategorien unterschieden:

- Quell-,
- Grund-,
- Oberflächenwasser und
- Uferfiltrat (z. B. in BRD) (vgl. Möller 2002, S. 25ff)

Wobei Quell- und Grundwasser üblicherweise die höchsten Qualitäten bieten. Die Erhebungen des ÖVGW sind gegliedert nach Grundwasser, Quellwasser und Oberflächenwasser (vgl. Hüttler u. a., 1994, S. 20). Die erfassten 188 größeren zentralen Wasserversorgungsunternehmen förderten 1996 49,3 % aus Quellwasser, 50,0 % aus Grundwasser und nur 0,7 % aus Oberflächenwasser. Die Daten der Vorjahre schwanken geringfügig um diese Werte (vgl. ÖVGW, 1998, Datenteil). Damit befindet sich Österreich im internationalen Vergleich in einer außergewöhnlich vorteilhaften Position. Nur etwa 0,7 % des Trinkwassers (vgl. ÖVGW, 2004, S. 49) kommen aus Oberflächenwasser (vor allem im Wiener Raum: Wienerwaldsee als Trinkwasserspeicher und Uferfiltrate in Nussdorf). Der Grundwasseranteil wird meist aus Porengrundwasser und das Quellwasser meist aus Karst- oder Kluftgrundwasser bezogen. In BRD stammen vergleichsweise nur 10 % aus Quellwasser, 50 % aus Grundwasser aber 40 % auf Oberflächenwasser (Uferfiltrat) (vgl. Katzmann, 1986, S. 91). Über 40 % der österreichischen Bevölkerung werden durch Karstwasser versorgt (vgl. Entner, 2000, S. 11). In einigen Gebieten Oberösterreichs und der Steiermark wird auch nicht regenerierbares artesisches Wasser (Überdruck des (fossilen) Grundwassers) für die Wasserversorgung durch Hausbrunnen herangezogen. Rund 90 bis 95 % des aus den artesischen Brunnen überfließenden Volumenstroms gehen jedoch ungenutzt verloren (vgl. Hüttler u. a., 1994, S. 20). Diese Wassernutzung ist aus ökologischen Gründen (Wasserverluste und Nicht-Erneuerbarkeit) problematisch.

Auch für die nicht erfassten zentralen Versorger und die Eigenversorgung wird eine fast gänzliche Wasserförderung aus Grund- und Quellwasser angenommen.

Organisatorische Wasserherkunft

Der Privathaushaltssektor ist gegenüber anderen Wirtschaftssektoren von (relativ) geringen Primärentnahmen aus der Natur gekennzeichnet. Während Materialinputs direkt aus der Natur den nationalen Input dominieren, spielen diese für die Haushalte auch bei der

Wasserversorgung eine untergeordnete Rolle (private Brunnen, Anschlussgrad). Andererseits entstand eine starke Abhängigkeit in der Versorgung und Entsorgung in der Siedlungswasserwirtschaft (vgl. Hutter, 2001, S.85f).

Bei der Kolonisierung des Wassers für Privathaushalte kann wie für alle Sektoren zwischen organisatorischer Kolonisierung (Eigenversorgung, Zentralversorgung) und der Kolonisierung des Wassers nach den Dargebotsformen unterschieden werden. Verschiedene Maßnahmen zur Kolonisierung von Wasser für Zwecke der Wasserversorgung der Privathaushalte sind bekannt. Trinkwasserversorgungssysteme sind regional und historisch wandelbar. Wissensformen der Errichtung und Betreuung der Versorgungssysteme sind kulturgebunden. Deshalb gibt es weder für die technologische noch die organisatorische Herkunft allgemein gültige Gestaltung von Versorgungssystemen (vgl. Hertler u. a., 2004, S. 94).

Durch Entfremdung einer breiten Bevölkerungsschicht beim Naturverständnis und bei der Wasserentnahme (weniger Hausbrunnen, Wasser kommt aus der Leitung oder Flasche) ist auch das Wissen um das lokale Wasserdargebot verschwunden und somit auch das basale Verständnis um hydrologische Zusammenhänge (vgl. Kroiß, 1999 a, S. 124). Erstaunlicherweise oder gerade deshalb schlagen Wünschelruten noch aus.

Die Entnahme und Versorgung der VerbraucherInnen mit Trinkwasser wird rechtlich geregelt und oft zentral organisiert. Die Auswahl der (zentralen) Wasserentnahmestelle folgt einem Optimum zwischen den Kategorien ‚Nähe zum Wasserverwendungsort‘, ‚Wasserquantität‘ und ‚Wasserqualität‘ und bei mehreren Entnahmestellen zur zentralen Wasserversorgung kommt noch die Streuung der Versorgungsrisiken hinzu. Bei der zentralen Wasserversorgung ist es durchaus üblich und sinnvoll aus mehreren Entnahmestellen zu liefern. Beim Szenario „Ausfall der größten Wasserressource“ (z. B. durch Kontamination der wichtigsten Gewinnungsstelle eines Wasserwerkes) wird ersichtlich, dass die Risikostreuung auf mehrere Ressourcen teilweise stärker in Betracht gezogen werden soll. Eine hohe Risikostreuung bzw. Ausfallsbedarfsdeckung ist nur gegeben, wenn die Wassergewinnung aus mehreren, voneinander unabhängigen Wasserkörpern erfolgt (vgl. ÖVGW, 2004, S. 61).

Von den insgesamt ca. 8 Millionen ÖsterreicherInnen leben zirka 7 Millionen in Gegenden, die über ein zentrales Trinkwassernetz versorgt werden. Mehr als 1 Million EinwohnerInnen beziehen ihr Trinkwasser aus privaten Brunnen oder Quellen. Mehr als 5000 Wasserversorgungsunternehmen versorgen die ÖsterreicherInnen zentral mit Trinkwasser, das den Anforderungen der Trinkwasserverordnung entspricht (vgl. Brandstetter u. a., 2007, S. 8). Es gibt regionale Besonderheiten der Trinkwasserversorgung, die sich in traditionsreichen regionalen Organisationsformen kristallisieren. Diese spiegeln sich anhand der Relation zwischen Einzelwasserversorgungsanlagen (Hausbrunnen, Quellen), Wassergenossenschaften, Gemeindeversorgungsanlagen, Wasserverbänden zur Versorgung ihrer Mitgliedsgemeinden und großen Wasserversorgungsunternehmen in öffentlichem Eigentum von Städten bzw. Land (vgl. Schiller, 2002, S. 82).

Eigenversorgung

Historisch ist bei uns keine Siedlungsstelle ohne unmittelbare Wasserstelle denkbar. Stundenlanges Wasserholen kennen wir nur aus fernen Ländern. Der Brunnen (Zisterne) ist die älteste, baulich-organisierte zentrale und kolonisierte Form der Trinkwasserentnahme aus dem natürlichen System. Zuvor war Wasserholen aus Oberflächengewässern angesagt, was nur eine Besiedelung in Ufernähe mit all ihren Gefahren ermöglichte. Dörfliche und

städtische Brunnen auf Plätzen bedurften immer schon Spezialistentums für Wasserortung und Bauausführung. Quellen und Brunnen bzw. deren EntdeckerInnen waren heilig. Der Brunnen rückte in die Sphäre der Heilquelle und erhält eine soziale Funktion, jenseits des Eigentums (vgl. Gieseke, 1959, S. 22f). Erst vor (wenigen) hundert Jahren wurde der Hausbrunnen als eine quasi-dezentrale Form der Wasserversorgung verbreitet. Für soziale bzw. öffentliche Formen der Trinkwasserentnahme wie Dorfbrunnen, Klosterbrunnen oder Bassena am Gang bleibt hier kein weiterer Platz. Der Dorfbrunnen ist verschwunden oder erfüllt ortsbildgestalterische Zwecke. Der Hausbrunnen ist in zunehmendem Maß nicht mehr die Wasserquelle für die Menschen. Zentral organisierte (öffentlich-rechtliche oder privatwirtschaftliche) Wasserentnahmestellen und Wasserversorgungsleitungen liegen meist zwischen Wasserdargebot und privatem Konsum.

Der Eigenversorgungsgrad hängt mit der Bebauungs- bzw. Bevölkerungsdichte zusammen. In locker bebauten Gemeinden werden größere Anteile der Bevölkerung bzw. der Haushalte über Hausbrunnen bzw. dezentrale Quelfassungen versorgt (vgl. Doubek u. a., 1999, S. 36).

Die Eigenversorgung der Privathaushalte mit Wasser sinkt. Laut Häuser- und Wohnungszählung hatten 1981 26,6 % (1971 noch 36,1 %) aller Gebäude (Wohn- und Freizeitgebäude, betriebliche Gebäude bzw. Arbeitsstätten etc.) eine eigene Wasserversorgung durch Brunnen oder Quelle. 1981 waren dies 1502027 Einw. bzw. 19,9 % (1971 noch 25,3 %) der Wohnbevölkerung. Bei *Gebäuden* hatten *Ferienhäusern* 1981 34,1 % eine eigene Wasserversorgung durch Brunnen oder Quelle, bei *Wohnungen* 15,5 %, bei *Wohnhäusern* 27,5 %, bei *Arbeitsstätten* nur 11,6 %. (vgl. ÖSTAT, 1986, S. xiii) Regional zeigen sich starke Unterschiede in der Eigenversorgung der Gebäude mit Wasser (Brunnen oder Quelle). So sank die Eigenversorgung der Gebäude in Wien auf 9,1 % (1981). Die höchsten Eigenversorgungsgrade fielen - trotz starker Reduktion - weiterhin in Oberösterreich und der Steiermark von fast 50 % auf ca. 40 %. Auch nach den Größeklassen der Gemeinden zeigen sich starke Unterschiede im Eigenversorgungsgrad der Gebäude. Es ergibt sich bei der vorliegenden Gliederung nach Gemeindeklassen eine klare negative Korrelation zwischen Gemeindegröße und Eigenversorgungsgrad der Gebäude mit Brunnen- oder Quellwasser. Auch bezüglich der Wohnbevölkerung sind beim Eigenversorgungsgrad starke Unterschiede festzustellen. Alle Bundesländer bis auf Wien haben z. T. sinkende Eigenversorgungsgrade bezüglich der gesamten Wohnbevölkerung. Wien hält bei 1,6 % die rote Laterne bei der Wassereigenversorgung der Wohnbevölkerung (vgl. ÖSTAT, 1986, S. xv f). In Österreich wird von nahezu vollständiger Versorgung mit Trinkwasser ausgegangen. Die Differenz der Anschlussgrade an eine öffentliche Anlage zum Wert von 100% mit dem Eigenver- oder -entsorgungsgrad gleichzusetzen. Demnach werden derzeit rund 14 % bzw. ca. 1 Mio. EinwohnerInnen Österreichs von Hausbrunnen mit Wasser versorgt (vgl. Etlinger u. a., 2005, S. 48). Eine Mengenschätzung der Wasserinputs durch Hausbrunnen beläuft sich auf 75 Mio. m³ (vgl. Katzmann, 1986, S. 91).

Die Abnahme der Eigenversorgung mit Hausbrunnen zugunsten zentraler Wasserversorgungssysteme kann auch als Zentralisierung der Entnahmestellen für Trinkwasser verstanden werden, die verbunden mit besonderem (qualitativem) Schutz für diese zentralen Entnahmestellen als Verwässerung des flächendeckenden Gewässerschutzes angesehen werden kann. Wird die Trinkwasserentnahme bzw. -versorgung hausintern erledigt spricht man von Brunnen für den Eigenbedarf.

Zentrale Wasserversorgung

Die zentrale Trinkwasserversorgung der Haushalte ist ein historisch relativ junger Teil der Wasserwirtschaft, was auch aus dem Wasserrecht ersichtlich ist. Sie ist gemeinsam mit der Abwasserentsorgung Teil der Siedlungswasserwirtschaft. Das zentrale Leitungswassersystem - mit einer oder weniger Entnahmestellen und vielen Abnehmerorten - wie es heute in (hoch)industrialisierten Ländern Standard ist verbindet zentralstaatliches Versorgungsdenken moderner Prägung mit jenem von Kaisers Gnaden (Bau der Wr. Hochquellwasserleitungen). „Die Versorgung möglichst vieler Leute aus einer Wasserleitung, die an ein zentrales Netz angeschlossen sind, gilt seit mehr als hundert Jahren als der Inbegriff moderner Trinkwasserversorgung. Ein solches System scheint alle Vorzüge in sich zu vereinen ...“. (Fischer-Kowalski, 1988, S. 86) Angesichts der Bedrohung durch Umweltgifte, Sonderrechte und finanziellen Förderungen für die zentrale Trinkwasserversorgung scheint die zentrale Trinkwasserversorgung ohne Alternative. Aufgrund des Bedeutungsverlustes (schlechte Vertretung) dezentraler Versorgungssysteme und der Zunahme der Bedeutung zentraler Versorgungssysteme (vgl. Doubek u. a., 1999, S. 35) bedarf es einer näheren Analyse.

Vom Standpunkt der Kolonisierung von Natur ist das Spezialistentum wie die Zentralisierung der Entnahme charakteristisch. Ersetzten historisch eben erst die Hausbrunnen den zentralen Dorfbrunnen am Land so machten zentralstaatliches Denken und qualitative Probleme der industrialisierten und chemisierten Landwirtschaft (Kinderkrankheit Blausucht durch Nitrat im Wasser) nach dem 2. Weltkrieg die Rückkehr eines neuen technologischen Versorgungswesens mit zentralen Entnahmestellen und Leitungsnetz zur dezentralen Entnahme mittels Druck (Schwerkraft, Pumpen) an fast jedem Ort (Küche, Bad statt Brunnen im Keller) möglich.

Trinkwasser wird von Haushaltswasser unterschieden. Möller definiert das *Haushaltswasser* in seinem Zustand am Entnahmeort (Küche) und nicht in seinem Zweck oder seiner Zielbestimmung. *Haushaltswasser* ist das Wasser, das beim Privathaushalt aus dem Leitungsnetz der öffentlichen Wasserversorgung angeliefert wird. Der/Die HaushaltswasserkonsumentIn verfügt selten und im geringen Umfang über eigene Wasservorkommen bzw. eine eigene Wasserentnahmevorrichtung. Er/Sie ist zur Befriedigung seines/ihrer Wasserbedarfs auf das Wasserangebot Dritter angewiesen. Die Sicherheit und Zuverlässigkeit der Trinkwasserversorgung und des Trinkwasserschutzes liegt deshalb im existentiellen Interesse aller VerbraucherInnen bzw. Leitungswassertrinkenden (vgl. Möller, 2002, S. 30ff), weshalb diese besorgt und ohnmächtig den Strukturwandel (Fernleitungen, Privatisierungen, Aufbereitungen) etc. verfolgen.

Bei den zentralen Wasserversorgungsbetrieben wird nach der Vertretung zwischen den Mitgliedsbetrieben der ÖWAV (Interessenvertretung großer und mittlerer zentraler Wasserversorgungsunternehmen) und anderen zentralen Wasserversorgungsbetrieben unterschieden. Genossenschaften und kleinere kommunale Wasserversorger sind selten ÖWAV-Betriebe. Nach dem Organisationsprinzip und dem Wasserrechtsgesetz sind Wassergenossenschaften und (Trink)Wasserverbände zu unterscheiden (vgl. Doralt, 2000, S. 36ff). Interessant in diesen Zusammenhang erscheint auch die Definition der zentralen Wasserversorgung als Dienstleistungssektor und nicht als Produktionssektor. Die zentrale Wasserversorgung wird dabei als *Leistungspackage* angesehen, die von einem Dienstleister für Dritte (Privathaushalte, wirtschaftliche bzw. öffentliche Einrichtungen) für eine Gebühr oder einen Preis erbracht wird. Das *Package* umfasst die Entnahme, Aufstauung, Behandlung und Verteilung von Oberflächen- und Grundwasser sowie die Sammlung und Behandlung, und Entsorgung der Abwässer. Eigenleistungen von Haushalten, Unternehmen oder Wassergenossenschaften nach WRG (Zusammenschlüsse von natürlichen Personen) werden folglich nicht als Dienstleistung betrachtet (vgl. Kletzan u. a., 2004, S. 59f).

Die Leistungen der zentralen Wasserversorgung werden in Österreich vor allem von Gemeinden und Kommunalverbänden erbracht. Fast die Hälfte der mehr als 5000 ‚Anlagen‘ zur Wassergewinnung sind kleinere Brunnen oder Quellen, die weniger als 100 Einwohner beliefern (vgl. Fischer-Kowalski, 1988, S. 86). Andere Schätzungen gehen von 4.000 bzw. 6000 zentralen Wasserversorgern aus (vgl. Hüttler u. a., 1994, S. 26f) (vgl. Abtenung, 2002, S. 31).

Die Geschichte der zentralen Trinkwasserversorgung lässt sich aus den Trinkwasser-Güteproblemen durch die vermehrte Nutzung der Gewässer zum Abtransport der Human- ‚Abfälle‘ erklären (vgl. Kroiß, 1999 a, S. 122f). So hat sich das öffentliche Interesse der Trinkwasserversorgung mit ihrer Interessenvertretung, dem ÖWAV, erst durchsetzen müssen und verfolgte anfänglich noch quantitative Ziele. Der Begriff der Wassergütwirtschaft ist noch relativ jung. Der Lobbyismus des ÖWAV zeigte Wirkung und führte zur Stärkung der zentralen Großversorger. „Die Entstehung großer Wasserverbände und Wasserwerke begünstigt eine gewisse ‚Expansionsautomatik‘.“ (Fischer-Kowalski, 1988, S. 88) Wasserrecht selbst kostet kaum etwas, beim Betrieb überwiegen fixe Kosten (Personal, Infrastruktur). Dieser Umstand und betriebswirtschaftliches Denken der Organisationen führt zu Absatzmaximierung bei Leitungsoptimierung. „Der Schwerpunkt der österreichischen Siedlungswasserwirtschaft wird in Zukunft weniger im technischen Infrastrukturausbau liegen, sondern vielmehr in Optimierung und Effizienzsteigerung von Wasserver- und Abwasserentsorgungsanlagen und Betrieben.“ (Scheicher, 2002, S. 122)

Die Organisation der österreichischen Wasserversorgung kann wie die Abwasserentsorgung als *dezentral* bezeichnet werden (kleinräumige Strukturen und eine hohe Anzahl an (vorwiegend kleinen) Ver- und Entsorgungsunternehmen. Die Kleinteiligkeit ist in der Wasserversorgung stärker ausgeprägt, da hier eine große Anzahl von Klein- und Kleinstversorgern (z. B. Genossenschaften) tätig ist. Die öffentliche Wasserversorgung und Abwasserentsorgung wird in Österreich zum überwiegenden Teil von den Gemeinden durchgeführt (wenige private Unternehmen - meist ausgelagerte der öffentlichen Hand). Die Wasserversorgung wird überwiegend durch Gemeinden (76%) oder Gemeindeverbände (8%) betrieben. In der Wasserversorgung ist auch ein höherer Anteil der Selbstversorgung (Genossenschaften, durchschnittlich 12%) erkennbar (vgl. Etlinger u. a., 2005, S. 46).

Gemäß dem *Trinkwasserreport 2006* sind 96 % der zentral versorgten KonsumentInnen *zufrieden* oder *sehr zufrieden* mit den Leistungen ihres Trinkwasserversorgers. 91 % der KonsumentInnen beurteilen die Qualität ihres Trinkwassers mit *sehr gut* (64 %) oder *gut* (27 %). Die am häufigsten dafür genannten Gründe sind der *Geschmack* (62 %) und die *Reinheit* (39 %). Viele zentrale Wasserversorger versorgen die KonsumentInnen mit natürlichem (unbehandeltem) oder aus Vorsorgegründen desinfiziertem Trinkwasser (vgl. Brandstetter u. a., 2007, S. 8f). Dass die Einzugsgebiete der Trinkwasserversorgungsentnahmestellen oft im Eigentum der WVU oder der öffentlichen Hand liegen wird als *nachhaltige Flächenbewirtschaftung der Fassungsgebiete* bezeichnet (vgl. ÖVGW, 2004, S. 81).

Anschlusszwang - Anschlussgrad

Hinter den Bestrebungen einer flächendeckenden zentralen Trinkwasserversorgung stecken Hygienevorstellungen und spezifische Ordnungsvorstellungen. Der Staat wurde zum Hüter des Wassers und der Betrieb von Hausbrunnen wurde bagatellisiert (vgl. Hertler u. a., 2004, S. 72). Der Gesetzgeber behält sich in Österreich bei der Daseinsvorsorge Zwangsrechte (zur

Finanzierung) vor. Beim Trinkwasserversorgungsnetz gibt es Maßnahmen, durch die die Wasserrechtsbehörde in fremde Rechtspositionen eingreifen kann. „Die Landesregierungen sind ermächtigt, einen Anschlusszwang an öffentliche Wasserversorgungsanlagen vorzuschreiben und die Errichtung eigener Wasserversorgungsanlagen einzuschränken oder deren Auffassung anzuordnen.“ (Schönbäck, 1995, S. 14) Die Anschlussmöglichkeit an ein zentrales Wasserversorgungsnetz bzw. ein etwaiger Anschlusszwang entscheidet meist, ob ein Brunnen zur Eigenversorgung errichtet wird. Das österreichische Wasserrecht sieht u. a. einen Anschlusszwang der Hausbesitzer als Kann-Bestimmung bei öffentlichen Wasserversorgungsanlagen § 36 (1) aus gesundheitlichen oder wirtschaftlichen Gründen vor (vgl. Doralt, 2000, S. 25f). Ein Versorgungs- bzw. Zugangsrecht bzw. ein Anschlussrecht ist hingegen nicht bekannt.

Für kommunale Wasserversorgungsbetreiber, die den Anschlusszwang nicht ausüben und ein gutes qualitatives und quantitatives Wasserdargebot haben aber eine schlechte Anschlussmoral zeigen, kann dies ein enormes ökonomisches Defizit bedeuten (vgl. Doubek u. a., 1999, S. 42). Eine fehlende Kostendeckung (hohe Fixkosten) geht dann wieder auf Kosten der Allgemeinheit. Bei Kombination des Leitungsbaus von Wasser, Abwasser, Gas, Telefon etc. werden die Kosten gesenkt. Beim Straßennetz wird von einem 100%igen Anschlussgrad ausgegangen. Auch beim Trinkwasser kann von einem 100%igen Versorgungsgrad mit Wasser ausgegangen werden. Aus ökologischen und gesundheitlichen Aspekten ist aber der Anschlussgrad an die zentrale Trinkwasserversorgung besonders interessant. Prinzipiell gilt aus ökonomischen wie ökologischen Gründen (ökologischer Rucksack des Leitungsbaues): Je dichter die Bebauung desto größer der Anschlussgrad ans zentrale Netz. „Bei den sehr locker bebauten Gemeinden zeigen sich jedoch noch erhebliche *Versorgungsdefizite*.“ (Doubek u. a., 1999, S. 42) Ein hoher bzw. steigender Anschlussgrad kann auch als Reaktion auf akute Trinkwassergefährdung (z. B. mit Nitrat) stattfinden. Welche Optionen das für Ortskaiser bietet sei Ihrer Fantasie überlassen. Regional starkes Traditionsbewusstsein (Selbstversorgung) verhindert trotz günstiger Anschlussgebühren eine steigende Bereitschaft zur zentralen Versorgung (vgl. Doubek u. a., 1999, S. 36).

In den Häuser- und Wohnungszählungen des statistischen Zentralamtes und anderen Quellen lassen sich die Anschlussgrade für die EinwohnerInnen und für die Gebäude eines Gebietes ermitteln. 1991 waren in Österreich 76,9 % Gebäude (Wohn- und Freizeitgebäude, betriebliche Gebäude bzw. Arbeitsstätten etc.) an das öffentliche Wasserleitungsnetz (Gemeinde, Wasserverband oder Wassergenossenschaft) angeschlossen (1981: 68,5 %). Der Rest hatte eine eigene Wasserversorgung durch Brunnen oder Quelle (1981: 26,6 %) eine andere bzw. unbekannte Wasserversorgung. 77,4 % der Wohnbevölkerung waren 1981 an ein öffentliches Wasserleitungsnetz angeschlossen (1971 erst 70,2 %). Der Eigenversorgungsgrad durch Brunnen und Quellen fällt von 25,3 % (1971) auf 19,9 % (1981). Sonstige oder unbekannte Wasserversorgung fällt von 3,1 % auf 2,7 %. Regional zeigen sich starke Unterschiede beim Anschlussgrad der Gebäude an ein öffentliches Wasserleitungsnetz (Gemeinde, Wasserverbände, Wassergenossenschaften). Auch nach den Größeklassen bzw. Einwohner- bzw. Bebauungsdichte der Gemeinden zeigen sich starke Unterschiede im Anschlussgrad der Gebäude. Es ergibt sich bei der vorliegenden Gliederung nach Gemeindeklassen eine klare positive Korrelation zwischen Gemeindegröße und Anschlussgrad. So sind bei Gemeinden bis 1000 EinwohnerInnen nur durchschnittlich 50 % an ein öffentliches Leitungsnetz angeschlossen bei Gemeinden bis 100000 EinwohnerInnen hingegen durchschnittlich 83,2 % (vgl. ÖSTAT, 1986, S. xiii ff) (vgl. Lassnig, 1996, S. 30). Die obere Grenze möglicher Anschlüsse scheint 1988 mit noch 80 % nahe gerückt (vgl. Fischer-Kowalski, 1988, S. 86). Ein 100%iger Anschlussgrad scheint aus ökologischen, ökonomischen und aus Gründen des Ortsfriedens wohl nicht erstrebenswert. „Die

Ausbauziele der Bundesländer lassen erkennen, dass der Anschluss von 80 bis 85 % der Einwohner im Landesdurchschnitt für ‚ökonomisch sinnvoll‘ gehalten werden.“ (Doubek u. a., 1999, S. 47). Doch Techno- und Bürokratie mit Finanzspritzen und Bauwille können mehr. Das Umweltbundesamt nennt zwischen 1990 (83 %) und 1998 (88 %) eine permanente Steigerung (vgl. UBA, 2003, S. 28). Die Bevölkerung Österreichs beläuft sich auf rund 8 Mio. Einwohner. Knapp 7 Mio. davon leben in Gebieten mit zentraler Wasserversorgung. 5,2 Mio. Einwohner Österreichs werden von Mitgliedswerken der ÖVGW versorgt (vgl. ÖVGW, 2004, S. 49). Mit den bisher getätigten Investitionen in die Siedlungswasserwirtschaft wurde in Österreich ein durchschnittlicher Anschlussgrad von über 86 % in der Wasserversorgung (87 % Abwasserentsorgung) erreicht (vgl. Etlinger u. a., 2005, S. 47). Neuere Daten bietet Eurostat für die Jahre 1995 bis 2002, für die Kategorie *‘Anschluss der Bevölkerung an die öffentliche Wasserversorgung’*, wobei der Anschlussgrad fast kontinuierlich von 86,1 % auf den bisherigen Höchststand von 89,6 % steigt (vgl. Eurostat, 2008). Eine Prognose für die zentrale Siedlungswasserwirtschaft schätzt eine Erhöhung der Anschlussgrade an ein zentrales bzw. öffentliches Wasserversorgungsnetz bis 2015 auf 91 % (bei Abwasser auf 94 %) bei weiterer Finanzierungsförderung. Das entspricht einer Erhöhung der Anschlussgrade im Vergleich zu 2002 von 5 % bei der zentralen Wasserversorgung (vgl. Etlinger u. a., 2005, S. 59).

Wasserverluste im zentralen Leitungsnetz

Die Verluste im Trinkwasserleitungsnetz sind nur ein Aspekt von unproduktiven Entnahmen. Auch bei Entnahmen aus Oberflächengewässern sind unproduktive Entnahmen (Industrie, Landwirtschaft, Stromproduktion), also Entnahmen, die ohne Nutzung wieder an die Natur abgegeben werden möglich. Hierzu sind aber keine Daten bekannt. Dargebotsseitig besteht die Entnahme der zentralen Wasserversorgung fast zur Gänze aus Grund- und Quellwasser und wird grundsätzlich bei Leitungslecks an das Grundwasser zurückgegeben. Nicht nur in maroden Wasserversorgungssystemen der 3. Welt gehen Unmengen von Trinkwasser ungenutzt durch (bis zu 40 %) durch Lecks in den Leitungen verloren auch in (hoch)industrialisierten Ländern (vgl. Moser u. a., 2001, S. 12).

Unter dem Blickwinkel des Metabolismus betrachtet sind Trinkwasserleitungslecks bzw. das dadurch verlorene Wasser Ab- bzw. Rückgaben an das naturale System. Da diese Mengen aber vorher vom sozialen System der Natur entnommen wurden waren sie Teil des sozio-ökonomischen Systems, erhöhen den ungenutzten Verbrauch und führen an beiden Stellen zu Veränderungen des natürlichen Wasserhaushalts und somit zu anthropogenen Umweltbelastungen. Wasserverluste gelten so als unproduktive Inputs bzw. Outputs. Wasserverluste bzw. Lecks sind leider die Regel in zentralen Wasserversorgungen. Der Anteil der Wasserverluste am Gesamtwasserverbrauch ist ‚beträchtlich‘ (vgl. Hüttler, Payer, 1997, S. 101). Aus der Sicht der Interessenvertretung der zentralen Wasserversorger verlaute es heißt das beschönigend: „Die Wasserverlustraten sind, mit wenigen Ausnahmen, *zufrieden stellend gering*.“ (ÖVGW, 2004, S. 68) Wasserverluste sind sowohl Teil der entnommenen Wassermenge als auch ökologische Rucksäcke bei der tatsächlich genutzten Wassermenge.

Nicht unerwähnt bleiben soll die Frage nach ökologischer und gesundheitlicher Wirkung von Trinkwasserleitungsverlusten. Für die metabolisch-systemische Betrachtung ist die Frage nach (hermetischer) Dichtheit von Leitungen in beide Richtungen des sozio-ökonomischen Systems zu klären. Ich will mich aber hier mit den Wasserverlusten der Trinkwasserversorgung näher beschäftigen. Da diese unter Druck stehen ist nur ein Wasseraustritt (Wasserverlust) möglich. Verschmutzungs- oder Gesundheitseffekte durch ins

Trinkwasser gelangende Keime bzw. Gifte bei Lecks sind beim Überdruck in den Trinkwasserversorgungsleitungen keine zu befürchten (gelegentlich durch verbotene Verbindung mit Hausbrunnenleitungen). Metabolisch betrachtet bedeutet dies, dass durch Lecks der Versorgungsleitungen aufgrund des Überdrucks (Schwerkraft, Hochbehälter, Pumpen) keine weiteren Inputs zu zählen sind. Die ökologische Wirkung kann je nach Größe des Lecks zu (Grund)Wasserspiegelveränderungen führen. Der sozio-ökonomische Wasserkreislauf ist bei Trinkwasserleitungslecks meist kleiner und weniger belastend – (Grund)Wasserentnahme und Grundwasserzuführung ohne anthropogener Verschmutzung. Bei Oberflächenwasserentnahme könnten sogar günstige ökologische Effekte (Grundwasserspeicherfüllung, Reinigungseffekte) auftreten, was ein längerer Aufenthalt des Wassers im Boden bzw. in der Region wäre.

Verluste konnten nur für den Bereich der Wasserversorgungsunternehmen bzw. für den Privathaushaltsektor quantifiziert werden. Die Kennzahl *Wasserverluste* zeigt die (technisch oder kaufmännische) ungenutzte Wassermenge bezüglich der jährlichen Systemeinspeisung und ist ein Indikator für die „Effizienz“ des Leitungsnetzes (vgl. ÖVGW, 2004, S. 68).

Es wird unterschieden zwischen Verlustraten (bezüglich verkaufter Menge) und absoluten quantitativen Verlusten, ferner zwischen:

- unechten Verlusten (Schleichverluste, Zählerabweichungen oder Wasserdiebstahl)
- und kaufmännischen Verlusten (nicht in Rechnung gestellte Wasserabgaben z. B. für Feuerwehr, Bewässerung von öffentlichen Grünflächen oder Straßenreinigung)
- realen, technischen Verlusten (ÖVGW, 2004, S. 65ff)

Die realen jährlichen Wasserverluste (auch technische Verluste genannt), sind die physikalischen Verluste aus einem unter Druck stehenden System bis hin zum Kundenzähler. Es sind dies die Verluste aus Lecks, Rohrbrüchen, Behälterüberläufen und Hausanschlussleckagen vor dem Hauswasserzähler. Die Menge hängt von der Leck-Häufigkeit, Ausflussmenge und Ausflussdauer ab.

Zu beachten ist, dass die Daten zur Errechnung der Wasserverlustrate teilweise mit großen Unsicherheiten behaftet sind. Zwar wird die Systemeinspeisung meist mit höchster Zuverlässigkeit und Genauigkeit von den Teilnehmern erhoben, nicht aber die realen Verluste. Diese sind in rund der Hälfte aller Fälle mit einem anzunehmenden Fehler von über 5 % behaftet (ÖVGW, 2004, S. 68).

Wasserverluste im (zentralen) Wasserleitungssystem sind durchaus üblich. Es stellen sich Fragen nach der Größenordnung und nach der Systematik bei der Schadensbegrenzung. Die wichtigsten Einflussfaktoren für die Leitungsdichte sind:

- Art des Versorgungssystems
- Versorgungsstruktur
- Leitungsalter (vgl. ÖVGW, 2004, S. 67)

Direktversorger haben durch die Ortsnetze grundsätzlich höhere Wasserverlustraten als Fernversorger, die hauptsächlich Transportleitungen betreiben. Städtische Versorgungsgebiete haben wesentlich höhere technische Wasserverluste als ländliche Gebiete (ÖVGW, 2004, S. 67). Auf die Unterrepräsentiertheit des Samples der ÖVGW-Mitgliedsbetriebe wird hierbei der Hochrechnung keine Rücksicht genommen.

Leistungsverluste bzw. Netzschäden sind auch Netzlängenabhängig. Versorgungseinheiten mit längeren Netzen (über 700 km) haben tendenziell höhere Schadenszahlen pro 100 km Leitungsnetz als kleinere Werke. Städtische und großstädtische Versorger haben wesentlich höhere reale Verluste als ländliche Betriebe (vgl. ÖVGW, 2004, S. 70f). Bei der

Hochrechnung der ÖVGW Daten bleiben etwaige nicht repräsentative Charakteristika des Samples der ÖVGW-Stichprobe unberücksichtigt.

Eine interessante Kennzahl lautet: Trinkwasserverluste in m³ bezogen auf 1 km Leitung (Transport-, Haupt- und Versorgungsleitung) pro Stunde realer, technischer Verlust ohne Berücksichtigung von unechten Verlusten (Schleichverluste, Zählerabweichungen oder Wasserdiebstahl). Die Werte schwanken je nach der Versorgungsstruktur zwischen 10 Liter (ländliches Versorgungsgebiet inkl. Fernversorger), 125 Liter (städtisch) und 220 Liter (großstädtisch) pro km und Stunde. Wesentlich beeinflusst wird diese Kennzahl aber auch vom durchschnittlichen Leitungsalter. (Kilometerverluste zwischen 0 und 400 Liter pro Stunde) (vgl. ÖVGW, 2004, S. 65ff).

Daten von Wasserversorgungsnetzverlusten sind für größere zentrale Wasserversorger vorhanden (Mitgliedsbetriebe ÖVGW). Die Daten zur Errechnung der Wasserverlustrate sind teilweise mit großen Unsicherheiten behaftet. Zwar wird die Systemeinspeisung meist mit höchster Zuverlässigkeit und Genauigkeit von den Teilnehmern erhoben, nicht aber die realen Verluste (+/-5 %) (vgl. ÖVGW, 2004, S. 68).

In den Betriebsergebnissen der ÖVGW (DW1) werden verschiedene Kennzahlen Anhaltspunkte zu Wasserverlusten geboten. Es gibt die Kategorien „*Verluste*“ und „*Sonstige Abgaben*“, die bis 1974 noch gemeinsam erfasst werden und allein von den erfassten Betrieben von 1969 bis 1974 absolut von 22 auf 61 Mio. m³ pro Jahr und relativ von 6,1 % auf 15,4 % der gesamten Wasserabgabe stiegen. Die *sonstigen Abgaben* haben danach 1978 mit 11 % den höchsten Wert und mit 5,9 % 1989 den niedrigsten Wert und stagnieren bei ca. 9,5 % der gesamten Abgabe. Diese sonstigen Abgaben können wohl als kaufmännische Verluste betrachtet werden. Für die Berechnung des kaufmännischen Wasserverlustes werden zu den realen Wasserverlusten auch noch die nicht in Rechnung gestellten Wasserabgaben (*sonstige Abgaben* z. B. für die Feuerwehr, Bewässerung von öffentlichen Grünflächen oder Straßenreinigung) hinzugerechnet (vgl. ÖVGW, 2004, S. 70) und wohl auch Wasserleitungs- und Kanaldurchspülungen, Eigenbedarf der Wasserversorger gezählt. Hüttler erwähnt als *sonstige Abgaben* pauschalisierte Mengen für Löschzwecke, Zeltfeste etc. auch ‚Lieferungen an andere Wasserwerke‘. Lieferungen an andere Wasserwerke unterliegen der Problematik der Doppelzählungen (vgl. Hüttler u. a., 1994, S. 20).

Die ÖVGW-Kategorie *Verlust*, die wohl als technische Verluste zu betrachten sind, haben 1988 mit 14 % die höchste, 1994 mit 8,4 % die niedrigste Rate und liegen 1996 (letzter vorhandener Wert) bei 9,8 % der *gesamten Wasserabgabe*. Bei tendenziell gegenläufigem Trend ergibt das zusammen ca. 22 % Gesamtverlust. (vgl. ÖVGW, DW1) (vgl. ÖVGW, 1998, Datenteil). Ferner ist eine unerklärbare Differenz zwischen *Gesamtfördermenge* und *Gesamtwasserabgabe* (= *Extraverluste*) ermittelbar. Diese Differenz (*Extraverluste*) bewegt sich im Zeitraum 1975 bis 1996 zwischen 10 und 18 Mio. m³ für die Mitgliedsbetriebe. Deren Zahl steigt sowie auch deren Anschlussgrade. Nimmt man die *sonstigen Abgaben* als genutztes Wasser an und kombiniert *Verluste* und *Extraverluste*. Diese Gesamtverluste pendeln unregelmäßig zwischen 51 Mio. m³ (1975) und dem Höchstwert von 72 Mio. m³ (1988) bzw. zwischen 11 und 17 % der Gesamtförderung. Daraus lässt sich eine Hochrechnung für Österreich in absoluten Zahlen pro Jahr und pro Kopf und Tag errechnen, sowie eine relative Gesamtverlustrate in % entwickeln. Dabei sind jedoch nur (technische) Netzverluste vor den Verbrauchern erfasst, nicht jedoch kaufmännische („sonstige Abgaben“) und Verluste nach dem Wasserzähler der AbnehmerIn. Für die Hochrechnung von den Mitgliedsbetrieben auf ganz Österreich ergibt sich folgendes Bild der Leitungsverluste bzw. Netzverluste zwischen Entnahme und Abgabe an die AbnehmerInnen.

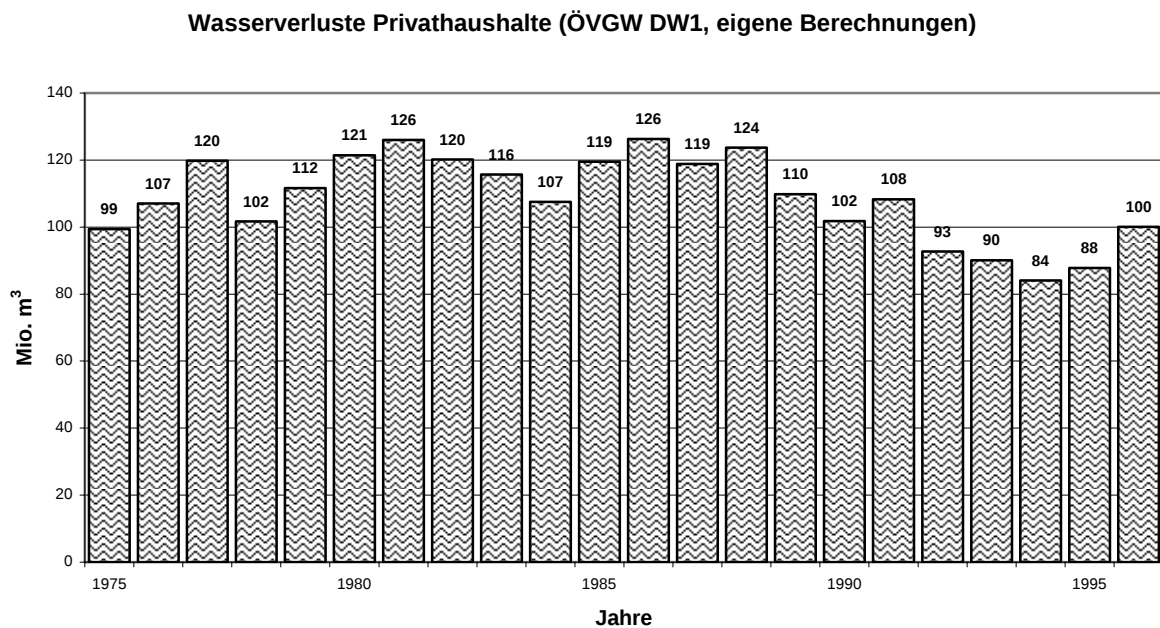


Abbildung 2: Wasserverluste Privathaushalte

Insgesamt schwanken die errechneten Wasserverluste für die Privathaushalte (Abbildung 2) für den berechneten Zeitraum von 1975 (99 Mio. m³/a) bis 1996 (100 Mio. m³/a) zwischen 84 Mio. m³/a (1994) und dem Höchstwerte von 126 Mio. m³/a (1981 und 1986) mehrmals auf und ab. Das ergibt eine Schwankung von 50 % gegenüber dem niedrigsten Wert. Die Tendenz für die errechneten Jahre ist uneinheitlich. Es ergibt sich eine Verlustrate von ca. 1/5 gegenüber der genutzten Wassermenge der Privathaushalte.

Die Hochrechnung der Wasserverluste anhand der großen zentralen Wasserversorgungsunternehmen birgt Probleme bei der Generalisierung der Verlustraten. So geht z. B. bei der Wasserförderung von artesischem Wasser für die Wasserversorgung (Oberösterreich, Steiermark) über 90 % des aus den artesischen Brunnen überfließenden Volumenstroms ungenutzt verloren (vgl. Hüttler u. a., 1994, S. 19f). Für die kleinen und kleinsten Versorgungsanlagen dürfte ein Wert von 20 % plausibel sein und eher die Untergrenze darstellen (vgl. Hüttler u. a., 1994, S. 20), womit eine Hochrechnung anhand der kombinierten ÖVGW-Verluste legitim erscheint. Ferner sind noch Verluste in den hauseigenen Leitungssystemen der Privathaushalte, Betriebe etc. zu nennen, die hier nicht quantifiziert werden können. Diese sind möglicherweise relativ niedriger aufgrund des Kostendrucks durch die Wassergebühren, die bei den zentralen Wasserversorgern nicht anfallen. Hüttler sieht unproduktive, d. h. nicht genutzte Entnahmen bei den Abnehmern selbst (also die tropfenden Wasserhähne und Klosettspülungen nach den Wasserzählern) in ähnlicher Größenordnung aber bereits im Wasserverbrauch der jeweiligen Verbrauchergruppen berücksichtigt (vgl. Hüttler u. a., 1994, S. 20). Andererseits muss für den Privathaushaltssektor erwähnt werden, dass die zentralen Wasserversorger beträchtliche Teile ihrer Liefermengen an Industrie und Landwirtschaft (1969 bis 1974 (letzter Wert) ca. die Hälfte) gehen (vgl. ÖVGW, 1974, Datenteil) und diese Mengen jenen zugerechnet werden müssen.

Der Vergleich mit den Netzverlusten anderer Arbeiten zeigt deren (richtige) Dimension. Hüttler und Payer kommen für das Jahr 1991 auf *Netzverluste* von 99 Mio. m³ Wasser pro Jahr auf bzw. 2 % des gesamten Wasserinputs. Bei der Abgabe scheinen diese als Versickerungen im Boden auf wo sie in Gemeinschaft mit undichten Senkgruben und Kanälen rund 5 % des gesamten Wasserinputs ausmachen (vgl. Hüttler, Payer, 1997, S. 100ff).

Wasserinput für den Privathaushaltssektor

Die gesamten Daten zur sektoralen Wassernutzung der Privathaushalte werden nicht zentral erfasst und veröffentlicht. In Österreich wird die Wassernutzung der Privathaushalte bzw. die tatsächlichen Trinkwasserentnahmen nicht systematisch ermittelt und aufgezeichnet. Die Wasserentnahme kann nicht direkt gemessen werden, sondern muss anhand von Modellen geschätzt bzw. hochgerechnet werden (vgl. Erb, 1999, S. 23). Um Aussagen über die gesamte jährliche Entnahme für die Wassernutzung der Privathaushalte (öffentliche Wasserversorgung und Eigenförderung) zu erhalten, müssen die Wasserinputs für den Haushaltssektor indirekt aus vorhandenen und verfügbaren Daten abgeschätzt werden. Das erfolgt hier durch Hochrechnung von Durchschnittsverbrauch der zentralen Wasserversorgung auf die GesamteinwohnerInnenzahl Österreichs.

Hier soll eine Wasserinputanalyse der Privathaushalte erfolgen und keine Stoffbilanz Wasser. Also wird ohne Wassergehalt (von Lebensmitteln, Baumaterialien, Brennstoffen etc.) gerechnet, nur mit Wasserentnahmen aus dem natürlichen Dargebot, das für die Nutzung in Privathaushalten bestimmt ist. In die Berechnung findet hier auch kein Wasser als ökologischer Rucksack bzw. virtuelles Wasser von Produkten Eingang, das die Sektorengrenze zu den Privathaushalten in Form von landwirtschaftlichen oder industriellen Produkten etc. (virtuell) überschreitet. Weiters findet - wie bei nationalen Materialinputanalysen üblich - der Außenhandel keine Berücksichtigung, der falls überhaupt vorhanden zu vernachlässigen ist.

Eine wesentliche Datenquelle bilden die jährlichen Betriebsergebnisse der Wasserwerke Österreichs (ÖVGW, Statistik Daten Wasser, DW1). Daten über Wasserinputs liegen anhand jährlicher Betriebsergebnissen für Wasserwerke vor, die auf freiwilliger Basis ihre Daten der Österreichischen Vereinigung für das Gas- und Wasserfach (ÖVGW) zur Verfügung stellen. Die Daten des ÖVGW (Mitglieder-Betriebsergebnisse) sind nach ihrer natürlichen Herkunft gegliedert (Grundwasser, Quellwasser und Oberflächenwasser). Die Jahreswasserabgaben beinhalten neben den Abgaben an die Haushalte auch den Netzbezug von Industrie und Gewerbe. Nach ihrer sektoralen Wassernutzung sind die ÖVGW Daten also nicht zuordenbar (nur bis 1974 in 2 kombinierten Kategorien). Es war daher nicht möglich, aus den vorliegenden Daten Abschätzungen der Wasserinputs für Privathaushalte allein vorzunehmen. Anhand dieser Zahlen können die Entnahmen für Trinkwasser (Bezug aus der öffentlichen Wasserversorgung und Eigenförderung) und der Netzbezug von Gewerbe und Industrie nur gemeinsam abgeschätzt werden. In den ÖVGW-Betriebsergebnissen sind die Wasserversorgungsunternehmen mit Versorgungsgebieten über 20.000 Einwohnern zur Gänze und Versorgungsgebiete zwischen 5.000 und 20.000 Einwohnern fast zur Gänze erfasst. Versorgungsgebiete mit weniger als 5.000 Einwohnern sind unterrepräsentiert. In der Frage der Versorgungs- bzw. Gemeindegröße sind die Daten also nicht repräsentativ. Eine abweichende ländliche Wassernutzung der Privathaushalte (z. B. in landwirtschaftlichen Privathaushalten) konnte nicht eruiert aber auch nicht ausgeschlossen werden, wird aber nicht angenommen. Der landwirtschaftliche Haushaltswasserverbrauch wurde bei der

Wassernutzung den übrigen Privathaushalten zugerechnet. Dabei ist ein spezifischer Haushaltswasserbedarf (Reinigungsbedarf, Kochgewohnheiten etc.) für den bäuerlichen Bereich wohl anzunehmen aber nicht quantifizierbar. Zudem sind die großen zentralen Wasserversorger tendenziell im städtischen Bereich und in dieser Frage nicht repräsentativ. Eine ständige Erhöhung des Anschlussgrades und eine Ausweitung der Absatzgebiete der ÖVGW-Mitgliedsbetriebe im Beobachtungszeitraum erhöht die Aussagekraft der Daten. Insgesamt werden von der ÖVGW Statistik (DW1) bzw. deren Mitgliedsbetrieben rund zwei Drittel der Gesamtbevölkerung erfasst (Tendenz steigend, da Anschlussgrade und Mitgliedszahlen steigend) (vgl. Hüttler u. a., 1994, S. 19f) (vgl. ÖVGW, 1998, S. 8) (vgl. ÖVGW, 1995, Datenteil) (vgl. BMLFUW, 2004, S. 22ff). Leider liegen die ÖVGW-Daten nur bis 1996 vor. Die Kategorie *Verluste* wird erst 1975 von den *sonstigen Abgaben* getrennt.

Unterschiedliche Sichtweisen herrschen auch bei der Schwankungsbreite des privaten Wasserbedarfs vor. Katzmann stellt regionale Unterschiede zwischen Stadt (200 l/Einw., d) und Land (150 l/Einw., d) und zwischen Tourismusorten (1000 l/Einw., d) fest. Inwiefern hier eine gewerbliche Nutzung ausgeklammert wurde konnte nicht eruiert werden (vgl. Katzmann, 1986, S. 91). Für Privathaushalte ergeben sich Schwankungsbreiten zwischen 55 Litern und 360 Litern pro Einwohner und Tag (vgl. Möller, 2002, S. 43f). Hutter sieht dazu im Gegensatz zum Energieverbrauch den Pro-Kopf-Wasserverbrauch nahezu unabhängig von der Haushaltsgröße und letzteren proportional zur Anzahl der BewohnerInnen steigend, da der Großteil für personenbezogene Aktivitäten wie Körperpflege und Toilettenspülung verwendet wird (vgl. Hutter, 2001, S. 90). Somit scheint eine Hochrechnung der Daten der zentralen Wasserversorgungsunternehmen bezüglich einer etwaigen Nicht-Repräsentativität der Anschlusseinheiten und bezüglich Haushaltsgröße legitim. Der Einfluss der Genossenschaftsdaten auf die Datenbasis ist gering und vernachlässigbar (vgl. Etlinger u. a., 2005, S. 17). Ferner wird angenommen, dass die Eigenversorgung (Hausbrunnen, Genossenschaften etc.) und die nicht-erfassten sonstigen zentralen Wasserversorger den gleichen Pro-Kopf-Verbrauch aufweisen, wie die Mitgliedsbetriebe der ÖVGW. Anhand der ÖVGW-EinwohnerInnenzahlen (nach Statistik Austria) werden die angeschlossenen EinwohnerInnen auf die GesamteinwohnerInnen Österreichs hochgerechnet. Auch Steuerer machte eine Hochrechnung des Verbrauchs der nicht erfassten Wasserwerke einschließlich Hausbrunnen, eigenen Quellen usw. anhand der in der ÖVGW-Statistik angegebenen einwohnerbezogenen Werte (vgl. Steuerer, 1994, S. 5). Die Daten weichen aber stark zu den hier ermittelten ab. Die Unterschiede konnten nicht aufgeklärt werden.

Zur Ermittlung der Wasserinputs für den Privathaushaltsektor wird hier anhand der ÖVGW-Daten wie folgt vorgegangen. Neben jährlichen Daten zur Kategorie bzw. *Kennzahl* ‚Wasserförderung‘ und zur ‚Wasserabgabe‘ (Gemeinschaftskategorie: ‚Haushalt, Gewerbe, Industrie und Landwirtschaft‘) und der Kategorie ‚sonstige Abgaben‘ (vermutlich kaufmännische Verluste) findet sich jedoch auch die Kennzahl ‚Haushaltsverbrauch‘ (l/Kopf/Tag). Dieser *Haushaltsverbrauch* stammt ‚aus gewählten WVU‘ anhand derer sich mit der Kennzahl ‚Einwohnerzahl von Österreich‘ und der Umrechnung auf Jahresdaten (Mio. m³/a) ein Gesamtwasserverbrauch der Privathaushalte pro Jahr, jedoch ohne Netzverluste ermitteln lässt. Die Kennzahl ‚Haushaltsverbrauch‘ steigerte seine Qualität durch Ausdehnung der ausgewählten Versorgungsgebiete und deren Auswahl. „Der in dieser Übersicht ausgewiesene ‚Haushaltsverbrauch‘ subsumiert den Wasserverbrauch in Wohngebieten inklusive der darin enthaltenen Gewerbebetriebe u. ä. – also jeglichen Verbrauch, der nicht ausdrücklich als Industrie- oder Großverbrauch ausgewiesen ist.“ (ÖVGW, 1998, S. 8) Auch andere Literatur- und Datenquellen bestätigen die gemeinsame Berechnung von Haushalt und Gewerbe: „Der Wasserverbrauch des Gewerbes ist in den Daten der Haushalte enthalten (entspricht der öffentlichen Wasserversorgung).“ (Steurer,

1994, S. 23) „Gesamtwasser, das an den Haushaltssektor geliefert wird, beinhaltet neben den Haushalten auch das Kleingewerbe.“ (UBA, 1999, S. 3) So ist also der Versuch den bereinigten Wasserinput der Privathaushalte nicht anhand der Gemeinschaftskategorien *Gesamte Wasserabgabe* bzw. der Kennzahl davon *Haushalt, Gewerbe, Industrie, Landwirtschaft* sondern mittels der Kategorie *Haushaltsverbrauch* (aus gewählten WVU und -gebieten) zu ermitteln gescheitert. Der hier angegebene Wasserinput für den Privathaushaltsektor konnte also nicht (gänzlich) um die Mengen für (Klein)Gewerbe und vermutlich Dienstleistungen und Verwaltung etc. bereinigt werden. Die gewählte Methode erscheint aber bezüglich der kalkulatorischen Bereinigung von Wassergroßabnehmer am günstigsten. Hüttler u. a. relativieren den Wasserverbrauch des Kleingewerbes bei ungefähr der Hälfte des Haushaltsverbrauchs (vgl. Hüttler u. a., 1996, S. 54). Ein kleiner Trost ist, dass auch die Statistik in der BRD ebenfalls nur den kombinierten Wasserverbrauch ‚*Haushalte und Kleinverbraucher*‘ enthält. Es lässt sich nicht genau feststellen, wie viel hiervon auf die Haushalte im engeren Sinne und wie viel auf gewerbliche Kleinverbraucher entfällt (vgl. Möller, 2002, S. 43f). Die internationale Vergleichbarkeit liegt hier wohl in den Datenproblemen und nicht in der Datenvergleichbarkeit gegeben.

Die Gesamtverluste für die Privathaushalte und das Kleingewerbe habe ich folgendermaßen ermittelt. Es wurde die (unerklärte) Differenz der Kategorie *Gesamtförderung* und *Gesamtabgabe* gebildet und dazu wurde noch die Kategorie *Verluste* gezählt, aber nicht die *sonstigen Abgaben*, da für diese eine Nutzung (Feuerwehr, Gemeinde, WVU etc.) angenommen wird und somit diesen Bereichen zuzuordnen wäre. Diese Gesamtverluste wurden anhand der Anschlussgrade der Mitgliedsbetriebe der ÖVGW auf die Gesamtbevölkerung hochgerechnet. Addiert man nun zu diesen Gesamtverlusten die Gesamtnutzung bekommt man den – für den sozio-ökonomischen Metabolismus relevanten - Wasserinput für den Sektor Privathaushalte (vgl. ÖVGW, DW1).

Der Vergleich mit Daten anderer Literaturquellen stellt sich so dar: Steuerer bietet Daten für die Kategorie ‚Haushalte und Kleingewerbe‘ für die Jahre 1969-1990. Diese schwanken uneinheitlich zwischen 754 und 647 Mio. m³/a und sind deutlich höher gegenüber den eigenen Berechnungen und gegenüber den Daten von Milota und ÖSTAT-UBA. Vielleicht greift hier die hier angewandte Hochrechnung anhand der Pro-Kopf-Verbrauchsdaten ausgewählter ÖVGW-Mitgliedsbetriebe, die versucht gewerbliche Wasserinputs bei den Privathaushalten nicht zu berücksichtigen. Steuerer bietet Hinweise auf die Verwendung der auch hier verwendeten ÖVGW-Daten, die Berechnungsweise konnte aber nicht nachvollzogen werden (vgl. Steuerer, 1994, S. 6). Milota bietet getrennte Daten zu den Kategorien ‚öffentlichen Versorgung‘ und für ‚darunter: an Haushalte abgegeben‘ für die Jahre 1980, 1985, 1990, 1995-1997 an. Für die Jahre 1995 und 1996 sind die Daten zwischen den Jahren und den Kategorien fast ident um 460 Mio. m³/a. Für die restlichen Jahre ergeben sich zwischen den Kategorien große Differenzen, wobei die Kategorie ‚*öffentliche Versorgung*‘ immer um ca. 1/3 höher ist als die Kategorie ‚darunter: an Haushalte abgegeben‘. Nähere Berechnungshinweise finden sich nicht (vgl. Milota, 2002, S. 374). Die Kategoriebenennungen von ÖSTAT und UBA sind mit den Milota-Daten ident, ebenso die Daten in den überschneidenden Jahren 1980, 1985 und 1990 (vgl. ÖSTAT, UBA, 1998, S. 59). Eurostat bietet Daten zur Kategorie "Öffentliche Wasserversorgung für den Bereich der Haushalte" für die Jahre 1994 bis 2002, wobei der erste Wert stark nach oben ausreißt mit 466 Mio. m³/a und 1995 ein Sprung auf 337 Mio. m³/a ist mit stetig leicht steigendem Trend bis 2002 auf 356 Mio. m³/a. Die Eurostat Daten schneiden sich nur im Jahr 1994 mit den ÖSTAT-UBA-Daten, wo sie ident sind. Mit den Milota Daten schneiden sie sich in den Jahren 1995 und 1996, wo sie nicht harmonieren (vgl. Eurostat, 2008). Keine dieser Daten erweist sich in seinen Größendimensionen als gut anschlussfähig zu den hier berechneten.

Wasserinput Privathaushalte (ÖVGW DW1, eigene Berechnung)

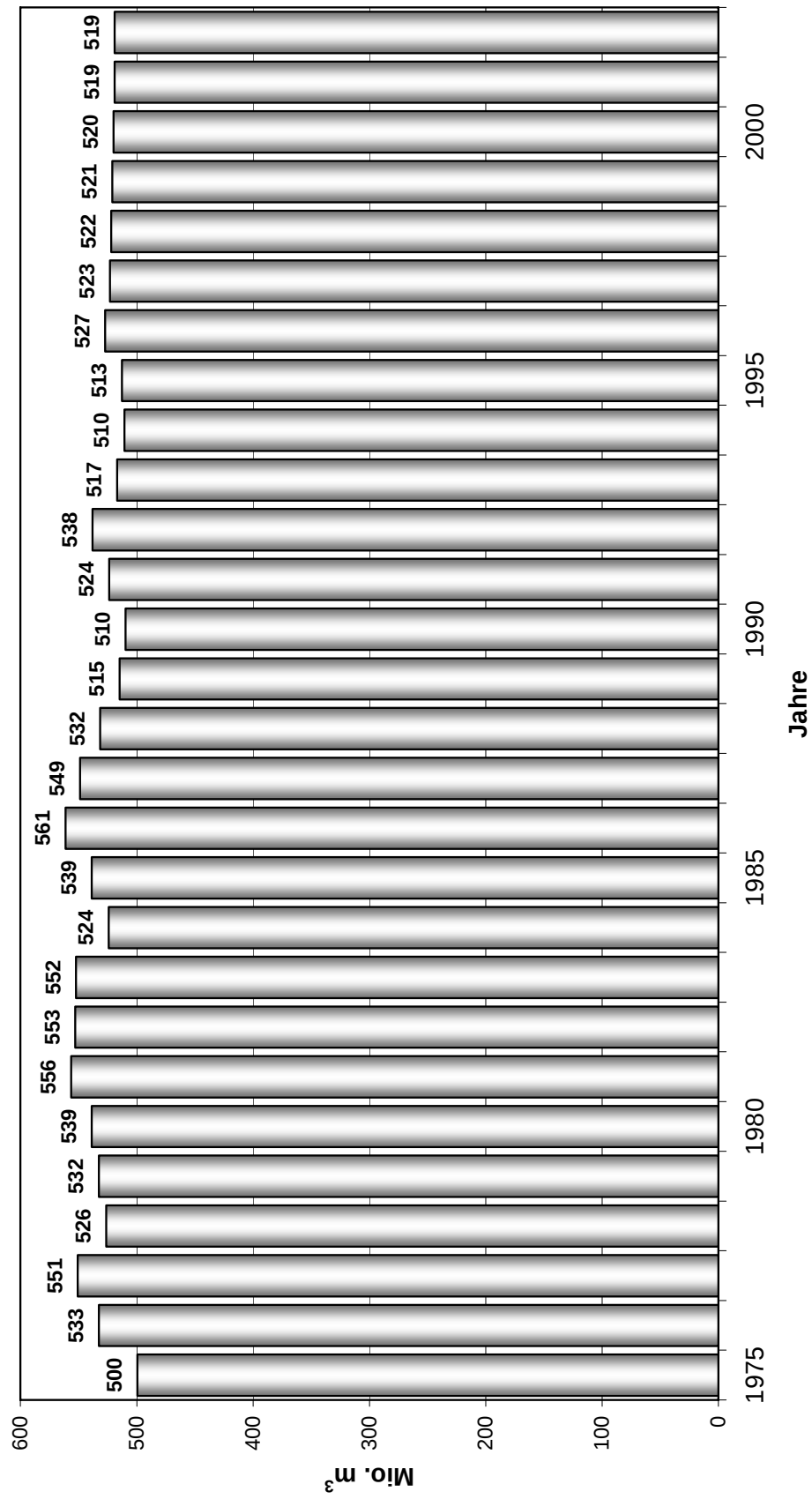


Abbildung 3: Wasserinput Privathaushalte

Insgesamt schwanken die errechneten Wasserinputs für die Privathaushalte (Wassernutzung und Wasserverluste) zwischen 500 Mio. m³/a im ersten Berechnungsjahr 1975 und dem Höchstwert von 561 Mio. m³/a 1986 mehrmals auf und ab. Das ergibt eine Schwankung von 12 % gegenüber dem niedrigsten Wert. Die Tendenz für die errechneten Jahre ist uneinheitlich. Keine der Datenquellen erweist sich als anschlussfähig. Deshalb wurde eine Extrapolierung der eigenen Berechnungen mit den ÖVGW-Daten mit einem Computerdatenprogramm (Microsoft Office Excel 2003) für die Jahre 1997 bis 2002 vorgenommen. Für die extrapolierten Jahre ergibt sich eine leicht sinkende Tendenz.

Die hier ermittelte Tendenz steht jener von Eurostat für die Kategorie "Öffentliche Wasserversorgung für den Bereich der Haushalte" entgegen, welche für die Jahre 1995 (337 Mio. m³/a) bis 2002 (356 Mio. m³/a) eine stetig (leicht) steigende Tendenz angibt (vgl. Eurostat, 2008) und im letzten Wert (2002) eine Differenz von über 50 % ausmacht.

Die hier verwendeten Werte spiegeln sich in Abbildung 3: Wasserinput Privathaushalt wider. Die Daten zum Wasserinput der Privathaushalte sind inklusive der Netzverluste. Für die betrachteten Jahre 1969 bis 2002 sind wiederholte Auf- und Abwärtsbewegungen festzustellen. Die Werte schwanken zwischen 500 Mio. m³/a (1975) und 561 Mio. m³/a (1986) mehrmals auf und ab. Das ergibt einen Schwankungsbereich von 12 % gegenüber dem niedrigsten Wert im betrachteten Zeitraum. Durch die letzten wasserinputschwachen Jahre der verfügbaren Daten ergibt sich ein leicht fallender Trend für die Jahre 1997 bis 2002 (Microsoft Office Excel 2003).

Diese leicht sinkende Tendenz der Wasserinputs von Privathaushalten entspricht fast einer Stagnation (vgl. ÖVGW, 2004, S. 49). Diese Entwicklung des Wasserinputs könnte auf effiziente Haushaltsgeräte in Verbindung mit bewusstem Umgang mit Trinkwasser zurückzuführen sein. Die Tendenz zu sinkenden Mitgliederzahl von Haushalten und mehr Wohnfläche pro EinwohnerIn fördern hingegen den Wasserverbrauch (vgl. Möller, 2002, S. 45) (vgl. Hutter, 2001, S.73f). Auslagerungen von Freizeit- und Produktionsaktivitäten aus dem Haushalt wäre auch eine Erklärung, weshalb eine Unterscheidung zwischen körper- bzw. personenbezogenem und haushaltsbezogen (private 4 Wände) Wasserinput geboten scheint.

Ein Umstieg bei den Getränken in Richtung Leitungswasser bietet vor allem gesundheitliche Effekte wirkt sich aber auch bei den ökologischen Rucksäcken (Wasserentnahme, Transport, Energie etc.) anderer Getränke bzw. Nahrungsmitteln aus.

In den österreichischen Haushalten gibt es wenig Tendenz die Brauchwassernutzung zu forcieren, weil die Ressource ‚reines Trinkwasser‘ billig ist, unerschöpflich scheint und keine Notwendigkeit zu Sparmaßnahmen aufgezeigt werden (vgl. Hutter, 2001, S.73f). Das Schema von Niedrigenergiehaus auf ein Niedrigwasserverbrauchhaus umzulegen scheint prinzipiell lobenswert. Ein Haus würde aber nicht zum Null-Liter-Wasser(entnahme)haus wenn es die Dargebotsquelle vom Grund- oder Quellwasser auf die Dargebotsquelle Regen(wasser) verlagert. Kreislaufführung oder Regenwassernutzung im Haushalt bzw. Mehrfachnutzung durch Aufbereitung ist aufgrund der ökologisch-aufwendigen Bereitstellung der Infrastruktur (ökologischer Rucksack) kaum sinnvoll solange viel gutes Dargebot und Wasserversorgungs- wie Abwasserentsorgungsinfrastruktur bereits vorhanden ist.

5. Landwirtschaft – Struktur und Wandel

Agrarsysteme können nach Lauk folgendermaßen eingeteilt werden:

- Sammelwirtschaften (Sammeln, Jagen und Fischen)
- landwirtschaftlichen Anbau bzw. Landbau
- Kombinationen aus Anbau- und Tierproduktionsmustern

Landbau nach der Art der Fruchtfolge:

- Natürliche Brache,
- Weidesysteme,
- Feldsysteme (permanenter Ackerbau)
- Dauerkultur

Landbau nach der Intensität der Fruchtfolge:

- Wanderfeldbau
- Brachesysteme
- permanenter Anbau
- kombinierter Anbau von Futterpflanzen und Ackerbau (Feldgraswirtschaft)

Landbau wird weiters nach genutzten Werkzeugen (Haue, Pflug mit Tieren oder mit Traktoren gezogen) differenziert oder nach dem Grad der Kommerzialisierung in Subsistenzanbau oder kommerzialisierte Landwirtschaft, (nach Grad des Eigenbedarfs bzw. Verkaufs). Ferner wird noch zwischen Dauerkulturen mit Plantagenwirtschaften und Kleinbauern unterschieden und nach Nomadismus und Sesshaftigkeit aber auch nach der Art der Bewässerung. Die Weltbank und FAO Studie „Farming Systems and Poverty“ zählt Wasser zu den Kriterien für die Einteilung anhand der verfügbaren natürlichen Ressourcenbasis (Wasser, Land, Wald und Weide, Klima, Landschaft, Farmgröße, Pachtverhältnis und Organisation). Aquakulturen zählen zu den dominierenden Mustern von Farmaktivitäten (Aquakulturen, Feldfrüchte, Tiere, Bäume, Jagen und Sammeln, Verarbeitung, Technologien etc.) (vgl. Lauk, 2005, S. 14f).

Innerhalb einer Industriegesellschaft wie Österreich ist auch die Landwirtschaft industrialisiert. Während der Agrarmodernisierung des 19. und 20. Jahrhunderts änderte sich das *sozialökologische Regime* (Muster des gesellschaftlichen Stoffwechsels und der Kolonisierung von Natur) von Grund auf. Krausmann unterscheidet drei Entwicklungsphasen:

1. Das vorindustrielle Agrarsystem bis zur ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts basiert auf der Nutzung kontrollierter Solarenergieflüsse.
2. Das optimierte Agrarsystem in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts stößt im Zuge der Ertragssteigerung zur Versorgung der wachsenden Industriebevölkerung an die Grenzen, die das kontrollierte Solarenergiesystem der Spezialisierung, der Konzentration und dem Wachstum setzte.
3. Das industrialisierte Agrarsystem (seit „1950er Syndrom“) überwindet auf der Basis fossiler und elektrischer Energie diese Limitierung.

Material- und Energiefluss-Analysen zeigen, dass sich die Landwirtschaft im Zuge der(en) Industrialisierung wandelte:

- von einem energieliefernden low-input–low-output zu einem energieverbrauchenden Durchfluss-System,
- von einem lokal zu einem national und global integrierten System,
- von einem energieeffizienten zu einem hochgradig arbeits- und flächenproduktiven System,
- von einem nachhaltigen und risikominimierenden zu einem ausbeuterischen und produktivitätsmaximierenden System.

- Substitution menschlicher und tierischer Arbeit durch Maschinen (Mechanisierung),
- Aufhebung der Nährstofflimitierung durch Handelsdünger und
- Ausweitung der Verkehrsinfrastruktur (vgl. Langthaler, 2006, S. 230)

Die Effizienz der Landwirtschaft ist durch Tierproduktion und – in regenarmen Regionen – durch Bewässerungstechniken gekennzeichnet. Der intensive Subsistenzackerbau erfordert den höchsten Einsatz menschlicher Zeit, insbesondere auf die Fläche bezogen, aber auch im Verhältnis zum Energieertrag. Der hohe Aufwand lässt sich durch die Notwendigkeit eines möglichst großen Verwertungsanteils auf einer bestimmten Fläche akkumulierter Energie durch den Menschen erklären. Dies wird ermöglicht durch die Verfütterung der Nebenprodukte an Tiere, der maximalen Ausnutzung der einfallenden Sonnenenergie (Südhang, optimale Dichte der Pflanzen), einer möglichst hohen Wiederverwertung der in den Exkrementen enthaltenen anorganischen Pflanzennährstoffen sowie aufwendigen Bewässerungstechniken. Dadurch wird erst eine hohe Bevölkerungsdichte (Nahrungsmittelproduktion) möglich (vgl. Lauk, 2005, S. 58f).

Auf der Stufe eines Hochindustrielandes sind für den Agrarsektor Boden- und Arbeitsverteuerung und Kapitalverbilligung fortgeschritten. Die Bodenpreise sind stärker als die Preise für Arbeit gestiegen. Die notwendige Kapitalintensivierung der Betriebe (für Maschinen, Gebäude etc.) stützt sich neben arbeits- nun auch auf bodensparende Techniken. Dies bewirkt unter rationeller Entscheidung eine intensive (oder auch konventionelle) Landbewirtschaftung. Die Amortisation der teuren Spezialmaschinen erfordert eine Mindestfläche. Während Diversifizierung nur mehr in Großbetrieben möglich ist, muss sich die Masse der Klein- und Mittelbetriebe auf wenige Betriebszweige spezialisieren. Wenig entwickelte Landwirtschaft ist arbeitsintensiv, fortgeschrittene ist kapitalintensiv. Arbeitsintensität führt zur Diversifizierung (saisonale Arbeitszeiten, Risikominderung etc.). Kapitalintensität führt zur Spezialisierung der Agrarbetriebe (vgl. Langthaler, 2006, S. 223f). Eine der Intensivierungsarten der Bodenbewirtschaftung ist die künstliche Bewässerung. Eine Intensivierung bei der Tierhaltung ist Nutztierarten mit hohem Wasserbedarf zu halten.

Die Landwirtschaft in Österreich ist der zentrale Rohstofflieferant für die Lebensmittelversorgung und neben der Forstwirtschaft verstärkt auch für die Energiegewinnung zuständig. Volkswirtschaftlich betrachtet ist der Landwirtschaftssektor allerdings ein Zwerg (exkl. Forstwirtschaft ca. 2,1 % des BIP). Sinkende Arbeitsplatzzahlen (170000 hauptbeschäftigt oder 5,2 % aller Erwerbstätigen inkl. Forstwirtschaft, 2015 etwa die Hälfte) (vgl. Schmid, Sinabel, 2004, S. 78) und Betriebsschließungen bei rund 240000 landwirtschaftlichen Betrieben (70 % im Nebenbewerb) sind zu beobachten (vgl. Hüttler u. a., 1996, S. 95). Der Anteil der Bevölkerung, der in landwirtschaftlichen Haushalten lebt, liegt in Österreich bei über 10% (1960 noch 20 %). Die ländlichen Regionen sind (beruflich und landschaftlich) landwirtschaftlich geprägt (vgl. Sinabel, 2004 a, S. 25). Betrachtet man nicht die Zahl der Betriebe, sondern die bewirtschaftete Fläche, so wird deutlich, dass der überwiegende Anteil der Flächen von Betrieben im Haupterwerb bewirtschaftet wird. Das Ausmaß der landwirtschaftlichen Flächen (18%), das von Betrieben im Besitz juristischer Personen (4%) bewirtschaftet wird, ist beträchtlich (vgl. Sinabel, 2004 a, S. 24).

Entgegen Butterberg- und anderen Agrarproduktionsmythen erwirtschaftet der österreichische Agraraußenhandel insgesamt ein steigendes Handelsbilanzdefizit. Der Anteil am gesamten Außenhandel Österreichs spielt mit 6,1 % beim Import und 3,7 % beim Export (1993) nur eine untergeordnete Rolle (vgl. Hüttler u. a., 1996, S. 98). Änderungen des (relativ geringen) Angebots bzw. Nachfrage in Österreich haben keine Auswirkungen auf Gleichgewichtspreise in der EU (vgl. Schmid, Sinabel, 2004, S. 77). Die Raiffeisen Lagerhausgenossenschaften und

Banken werden in Österreich ob ihrer Marktdominanz, Intransparenz und Verflechtungen abschätzig auch als ‚grüne Mafia‘ tituliert. Für die Bauernschaft sind sie monopolartiger Vollversorger (Finanzierung, Geräte und Betriebsmittel, Saatgut, Dünger, Pestizide, Baustoffe etc.) und Abnehmer (Ernte). Diese Branche rekrutiert sich ihrerseits aus landwirtschaftlichen Betrieben und ist fast so familiär durchdrungen wie *la familia* (vgl. Hüttler u. a., 1996, S. 95f).

Die Land- und Forstwirtschaft ist in Hinblick auf die Flächennutzung der bedeutendste Sektor der österreichischen Wirtschaft. Landwirtschaft ist die flächenmäßig bedeutendste Bodennutzung in Österreich (44 % des Territoriums) gefolgt von der Forstwirtschaft (43 %). Grünland wird vorrangig für Rinderzucht genutzt (56 % der landwirtschaftlichen Fläche). Die Agrarstruktur Österreichs ist von vergleichsweise kleinen Betrieben (15,6 Hektar landwirtschaftliche Nutzfläche) geprägt (vgl. Etlinger u. a., 2005, S. 31f).

Der Sektor Landwirtschaft gliedert sich traditionell in die Teilbereiche Pflanzenbau und Tierhaltung. Bei Futterflächen für die Fleischproduktion ist in Grünlandfutter (56 % der landwirtschaftlich genutzten Fläche für Rinderzucht) und Ackerlandfutter zu unterscheiden. Die Waldfläche hat in den letzten Jahrzehnten kontinuierlich zugenommen (43 % des Territoriums, Wald statt Wiesen) und die Ackerfläche wurde laufend geringer (Gründlandwirtschaft statt Getreideproduktion). Ein Rückgang von Kulturfläche (also land- und forstwirtschaftlich genutzter Flächen) ist vor allem auf andere Arten der Bodennutzung (Bau- und Verkehrsflächen) zu Lasten der Urproduktion zurückzuführen (vgl. Schmid, Sinabel, 2004, S. 78). Von der Gesamtbodenfläche Österreichs (83858 km²) entfallen 42 % auf landwirtschaftliche Nutzflächen (3,4 Mio. ha). Davon sind rund 1,92 Mio. ha Dauergrünland (inkl. Almflächen) und 1,38 Mio. ha Ackerflächen. Forstwirtschaftlich genutzte Fläche sind ca. 3,3 Mio. ha und sonstige Flächen 0,75 Mio. ha. Das Ackerland hat einen 60%igen Getreideanteil. In Österreich liegen geförderte 89500 ha brach, das ist ein Zehntel der Getreideanbaufläche oder 7 % der Gesamtackerfläche (vgl. Dötzl, 2004, S. 109). Die Parallelität von intensiver Landwirtschaft und Bracheförderung kann kritisch betrachtet werden. Der Flächendruck durch Bautätigkeit und Energiepflanzenproduktion verringert die Flächen zur Nahrungsmittelproduktion. Bei begrenzter Fläche und bestimmten Inlandsproduktions-, Absatz- bzw. Ernährungsanteilen (Fleisch, Gemüse, Getreide etc.) ergibt sich durch den Flächendruck durch Verkehrswege, Siedlungsbau und landwirtschaftlicher Energieproduktion (Raps etc.) und andere Faktoren (Handelsdüngerabsatz, Gewinnmaximierung der LandwirtInnen, Förderpolitik etc.) eine Logik zur Intensivierung der Bewirtschaftung (künstlicher Bewässerung weniger geeigneter Flächen, Sortenauswahl ...) verbleibender Flächen.

Folgende Flächennutzungskategorien werden unterschieden (Stand 1995 in km²), Klammerwerte prognostizierte Veränderung bis 2020 in %:

- Siedlungs- und Verkehrsfläche 3.967 (+31 %)
- Grünland 11.131 (-13 %)
- Almen 8.525 (+1 %)
- Gartenland 833 (-9 %)
- Ackerland 13.837 (-7 %)
- Wald 38.400 (+3 %)
- Gewässerflächen/Ödland 7.164 (0 %) (vgl. Adensam u. a., 2002, S. 31)

Wichtig für die Betrachtung der Landwirtschaftsstruktur ist die Landschaftsstruktur Österreichs – und die ist großflächig hügelig bis gebirgig. Auch hier ist (agrarische) Landschaft als Folge von (sozio-ökonomischer) Kolonisierung und permanenten Eingriffen

zu verstehen. Das aktuelle Ökosystem mag zwar *sensibel* sein ist aber kein ursprüngliches. Die *Bedrohung* von aktuellen Ökosystemen bzw. Kulturlandschaften erfolgt auch durch die Natur, die sich mangels Kultivierung ausbreitet (natürliche und künstliche Waldzunahme mangels Weidewirtschaft). Im klimatisch und landschaftlich benachteiligten Berggebiet fällt neben der öffentlichen Hand auch der Berglandwirtschaft die Erhaltung des Lebens- und Wirtschaftsraumes zu. Die permanente Betreuung der Landschaft reicht von der Gefahrenabwehr (Schutz vor Lawinen, Muren, Steinschlag, Hochwasser) bis zur Erfüllung der *Mindestbesiedlungsfunktion* und der (Inszenierung der landschaftlichen) Basis für den Tourismus. Die Bergbetriebe sind für den Schutz des Waldes und die Bewirtschaftung der Almflächen von größter Bedeutung. Die Ausgleichszulage als jährliche Flächenprämie (ÖPUL) leistet einen wichtigen Beitrag für die dauerhafte landwirtschaftliche Nutzung im Berggebiet (vgl. BMLFUW, 2005, S. 63).

Im Unterschied zur Industrie gibt es bei der Feldwirtschaft meist nur saisonale Produktion (Ernte, Arbeitsaufwand, Wassernutzung) und mit wenigen Ausnahmen (z. B. Wiesen, Folienhäuser) nur eine Ernte (Primärentnahme) pro Jahr und Fläche. Die landwirtschaftliche Produktion unterliegt überdies auch meist witterungsbedingten Ernteschwankungen, die vor allem durch Erhöhung bzw. Abbau von Lagerbeständen bzw. durch Importsubstitutionen abgefangen werden (vgl. Hüttler u. a., 1996, S. 139).

Die Entscheidung welche Agrargüter produziert werden hat die bedeutendste Tragweite für den Betrieb, da dadurch der Rahmen der verfügbaren Technologien determiniert ist. Die Wahl einer bestimmten Technologie (z. B. konventionelle, integrierte oder biologische Produktion) legt über weite Bereiche die spezifische Inputintensität und das mögliche Management fest. ÖkonomInnen unterstellen, dass sich rational agierende Akteure so verhalten, dass Gewinne maximiert und solche Maßnahmen umgesetzt werden (vgl. Sinabel, 2004 b, S. 51). Traditionen spielen ein verschwindendes Entscheidungskriterium im Wirtschaftsleben.

Wie kaum ein anderer Sektor wird die Landwirtschaft von Entwicklungen der nationalen wie internationalen Agrarpolitik beeinflusst. Produktionsentscheidungen hängen daher neben Änderungen von Technologie und Marktbedingungen in besonders starkem Maß von den politischen Rahmenbedingungen ab. Mit der Reform der Gemeinsamen Agrarpolitik wurde die Gemeinsame Agrarpolitik bis 2012 geschaffen (Milchquotenregelung bis 2013/14). Bis dahin sind Direktzahlungen und Marktordnungen vorgesehen. Derzeit im österreichischen Agrarumweltprogramm vorgesehene meist qualitativ-orientierte Maßnahmen zur gewässerschonenden Landwirtschaft werden auch weiterhin angeboten. Landwirte werden verstärkt an Agrarumweltprogrammen teilnehmen, die Agrarproduktion wird insgesamt extensiver (vgl. Schmid, Sinabel, 2004, S. 76ff).

Am Beispiel Fleischproduktion und am Beispiel künstliche Bewässerung zeigen sich auch die vielfältigen Verschränkungen der verschiedenen sozio-ökonomischen AkteurInnen und sozio-ökonomischen wie ökologischen Zusammenhänge. Ökonomische Zwänge zur steigenden Intensitäten und technischer Fortschritt führten in westlichen Industrieländern zu enormen Produktionssteigerungen in der Landwirtschaft. Die resultierenden Kosten bestanden aus budgetbelastenden strukturellen Überschüssen und Umweltschäden. In Verbindung mit einer steigenden Umweltsensibilität der Bevölkerung boten diese negativen Aspekte der intensiven Landwirtschaft verstärkt (öffentliche) Angriffsfläche (vgl. Hofreither, 1996, S. 1).

Das Forum (Joint Working Party) des Umwelt- und des Landwirtschaft-Komitees bei der OECD legte als internationale Agrar-Umweltindikatoren den Wasserverbrauch als eines von 6 Indikatorfeldern fest:

- Nährstoffbilanz,
- Pestizidverbrauch,
- Treibhausgas – Emissionen,
- umweltgerechte Produktionsweisen,
- Wasserverbrauch und
- Bodenqualität (vgl. Zethner, 1999, S. 117).

Sub-Indikatoren für den Indikator *umweltgerechte Produktionsweise* sind etwa:

- die Umsetzung von Regeln der guten fachlichen Praxis
- Ausbildungsniveau der Betriebsleiter,
- die Einführung von Umweltprogrammen,
- die Etablierung eines Umweltplans,
- der Anteil der Biobauern,
- die Anzahl der landwirtschaftlichen Berater,
- die Umsetzung der Integrierten Produktionsweise und/oder
- die Häufigkeit von Betrieben mit ISO14.000 Zertifikat.

Allen angeführten Indikatoren ist die ungenaue Treffsicherheit gemeinsam; es bietet sich aber wegen der einfachen Erhebbarkeit an, diese Kenngrößen nicht einzeln, sondern im Verbund zu verwenden (vgl. Zethner, 1999, S. 120).

Exkurs: Biologischer Landbau

Die Betriebsart bzw. –entscheidung nach kontrolliert biologischen Landwirtschaftsmethoden zu produzieren wirkt sich allein schon auf viele Agrar-Umweltindikatoren ökologisch positiv aus. Kontrolliert biologisch wirtschaftende Betriebe sind in der Landwirtschaft seit den 1970er Jahre in Österreich kontinuierlich zunehmend (gefördert seit 1995). Mit rund 10 % biologisch bewirtschafteter landwirtschaftlicher Nutzfläche ist Österreich Spitzenreiter in Europa. Waren 1970 erst 25 Biobetriebe in Österreich bekannt so waren es 1990 1530, 1998 lag der Spitzenwert bei 20207 Biobetrieben danach schwankte die Zahl leicht darunter (vgl. Bauer u. a., 2003, S. 4ff). Der Großteil der Flächen wird hingegen konventionell bzw. intensiv bewirtschaftet (hoher Fremdenenergieeinsatz, hoher Mechanisierungsgrad, hoher Einsatz chemisch-synthetischen Düngemittel und Pestiziden, hohe (Mengen)Erträge). Die ökonomischen Anreize für den Wechsel zur biologischen Bewirtschaftung sind angesichts der immer noch wesentlich massiveren Förderung konventioneller Bewirtschaftungsformen noch zu gering (vgl. Hüttler u. a., 1996, S. 95).

Die Prinzipien des biologischen Landbaus sind prinzipiell geeignet, die Strategien einer nachhaltigen materialschonenden Landwirtschaft wirksam zu unterstützen. In der Biolandwirtschaft sind derzeit aber keine Vorschriften bezüglich künstlicher Bewässerung oder Wassernutzung (zur Tiertränke) festgelegt. Dem (qualitativen) Schutz des Wassers wird zwar in den Biorichtlinien durch verschiedene Maßnahme (z. B. Begrenzung des Viehbesatzes pro Hektar zur Vermeidung von Nitratauswaschung in Grundwasser) Rechnung getragen, eine Einschränkung bezüglich der Wassernutzung gibt es aber nicht. 2/3 der Biobauern ist in Bioverbänden mit gering abweichenden Richtlinien organisiert. Rund ein Drittel der österreichischen Biobetriebe gehört keinem Verband an, sie wirtschaften nach EU-Verordnung 2092/91 und dem Lebensmittelcodex. Verbandsangehörige Biolandwirte haben zusätzlich die Richtlinien der freiwillig beigetretenen Verbände zu erfüllen (vgl. Bauer u. a., 2003, S. 6). Die biologische Produktion hat meist geringere Erträge aber Mehraufwand (z. B. Unkrautregulierung) im Vergleich zur konventionellen Landwirtschaft. Der Anbau von

Gemüse ist nur in Erdkultur erlaubt. Nicht zugelassen ist die Produktion auf Steinwolle, Hydrokultur und ähnlichen Verfahren (vgl. Bauer u. a., 2003, S. 14). Künstliche Bewässerung ist kein Kriterium für biologischen Anbau. Unterschiede bei der Wassernutzung zwischen intensiver und biologischer Bewirtschaftung konnten nicht eruiert werden, können aber aufgrund unterschiedlicher Umweltsensibilisierung nicht ausgeschlossen werden.

Die Einsparung der Treibhausgasemissionen beim biologischen Landbau wird mit einem Drittel bis zur Hälfte gegenüber der konventionellen Landwirtschaft gerechnet; in Veredlungsbetrieben kann die Einsparung bis zu zwei Drittel betragen (vgl. BMLFUW, 2005, S. 299), was sich langfristig über den Klimawandel auf den Wasserhaushalt auswirkt. Biologische Wirtschaftsweise und Verzicht auf chemisch-synthetische Betriebsmittel haben vorrangig Auswirkungen auf die Wasserqualität. Die Maßnahmen tragen im Ackerbereich, zur Verringerung des (künstlichen) Nitrataustrags bei. Die Steigerung der Flächenteilnahme des biologischen Landbaus an Förderprogrammen lässt eine weitere Ökologisierung der Landwirtschaft erwarten (vgl. BMLFUW, 2005, S. 205). Eine Aufnahme von Bewässerungsvorschriften für Bio-Landwirtschaft wäre ein (weiterer) Konkurrenznachteil. Ein saisonal und kleinräumig strengeres Wassernutzungsrecht in gefährdeten Gebieten für die Landwirtschaft bzw. allen Sektoren würde auch für die Biolandwirtschaft greifen.

Wassernutzung in der Landwirtschaft

Prinzipiell ist zwischen Land- und Forstwirtschaft zu unterscheiden (ÖNACE). Die meisten der 217.000 Betriebe in Österreich verfügen sowohl über Waldflächen als auch landwirtschaftlich genutzte Flächen. 16.000 Betriebe verfügen ausschließlich über forstwirtschaftliche Flächen (vgl. Sinabel, 2004 a, S. 20). Da die Wassernutzung in der Forstwirtschaft gering ist, wird die Forstwirtschaft (auch) hier nicht weiter betrachtet (vgl. Kletzan u. a., 2004, S. 1). Für den Landwirtschaftssektor hängt die Kolonisierung mit der Wassernutzung zusammen – besonders für den Bewässerungslandbau.

In vielen Ländern wird die Bereitstellung von Wasser für Bewässerungssysteme als Staatsaufgabe (Politik) verstanden, wofür die LandwirtInnen als Gegenleistung Nahrungsmittel(autarkie) produzieren (vgl. Hertler u. a., 2004, S. 85). Die Problematik inwieweit Einzelinteressen bzw. Gruppeninteressen auch Allgemeininteressen (Ernährung, Energieversorgung) sind zeigt der Sektor Landwirtschaft deutlich. „Nutzungsbedürfnissen der Allgemeinheit stehen insbesondere Bewässerungswünsche des Agrarsektors gegenüber; beide Belange wiederum sind mit Erhaltungsforderungen im Interesse einer nachhaltigen Ressourcenbewirtschaftung in Einklang zu bringen.“ (Kube, 1999, S. 168)

In Mitteleuropa lassen sich Landwirtschaft und Sesshaftigkeit (Landbau) vor ca. 7500 Jahren (Beginn der Jungsteinzeit) datieren. Die Römer brachten von ihrem Austausch mit *hydraulic civilisations* (Nil, Indus und Zweistromland) die Bewässerungstechnik und Wasserleitungen mit (vgl. Hertler u. a., 2004, S. 43). Die östlichen Gebiete Österreichs gehören zu den niederschlagsärmsten Regionen Österreichs. Landwirtschaftliche Bewässerung wird dort seit Jahrzehnten praktiziert (vgl. Kletzan, 2004, S. 66).

Die Landschaft präsentiert sich als geschaffene bzw. kolonisierte *Kulturlandschaft*. Landschaftspflege kann als Arbeit mit der bzw. gegen die Natur verstanden werden. Die Erdoberfläche stellt in Form von Wiese, Feld, Wald, Gewässer, mineralische und metallische Rohstoffe, Verkehrswege, Gebäude verschiedene Produktionsfaktoren innerhalb des sozio-ökonomischen Systems dar. Der Landwirtschaftssektor und dessen Teilaspekt des Landbaus

sind nur ein sozio-ökonomischer Teilbereich der (Erdober)Flächen nützt. Der Landwirtschaftssektor ist aus metabolischer Sicht charakterisiert durch einen hohen Anteil an Biomasse. Die Grenzziehung zwischen Gesellschaft und Natur ist im Bereich der land- und forstwirtschaftlichen Produktion mit besonderen methodischen Problemen behaftet. Natur in Form von Boden, Wald oder Vieh ist meist kolonisierte Natur und somit ein Produktionsfaktor des sozio-ökonomischen Systems. Theoretisch könnte die gesamte Entnahme von Nährstoffen aus Boden und Atmosphäre als eigentliche Primärentnahme erfasst werden. Üblicherweise wird die Primärentnahme aus der Natur bei der Ernte erfasst und nicht erst bei tierischen Produkten (Fleisch, Eier, Milch). Deren wichtigste materielle Vorleistungen sind Futtermittel und Wasser, die in den pflanzlichen Erzeugnissen und in der Wasserentnahme enthalten sind. Jagd (Wild und Fische) stellen Primärentnahmen tierischen Ursprungs dar, haben aber hinsichtlich ihrer Größenordnung nur marginale Bedeutung (vgl. Hüttler u. a., 1996, S. 50f).

Wasser war bzw. ist zugleich lebensbedrohlich und lebenssichernd bzw. -rettend für die Gesellschaft und für die Landwirtschaft. Die Geschichte der künstlichen Ent- und Bewässerung ist (fast) so alt wie die Geschichte des Ackerbaus (neolithische Revolution). Landwirtschaft mit ihren Techniken war eine frühe Form der Kolonisierung von Natur. Künstliche Be- und Entwässerung von Landflächen ist wahrscheinlich (noch immer) die wichtigste Form der Kolonisierung und des sozialen Metabolismus und in vielen Gesellschaften verbreitet. Die Abhängigkeit der Gesellschaft vom Wasser und von der Landwirtschaft ist bekannt und seine Landschaftsprägung wird durch Gewässerarten in Flur- und Ortsnamen widerspiegelt. In traditionell niederschlags- bzw. wasserbegünstigten Gebieten wie Österreich ist künstliche Bewässerung ein relativ junges Phänomen. Hier stand lange die künstliche Entwässerung zur Landgewinnung im Vordergrund (vgl. Katzmann, 1986, S. 105). Die einstigen Niedermoore und Streuwiesen der 1950er Jahre sind durch Änderungen des Wasserhaushaltes (Drainagen) in Intensivflächen verwandelt worden, die intensiv gedüngt und häufig (5-6mal) gemäht werden. Förderungen des Wasserhaushalts betreffend von extensiv bewirtschafteten Grünlandflächen sind zur Erhaltung der Feuchtwiesenlebensräume und der Niedermoorlandschaften notwendig. Bei weiter sinkendem Grundwasserspiegel können trotz optimaler landwirtschaftlicher Nutzung keine Streuwiesen erhalten werden (vgl. BMLFUW, 2005, S. 180). Auch in der Frage der Tiertränke gibt es kolonisierende Maßnahmen. Hier ist wahrscheinlich in erster Linie der/die HüterIn als Schutz vor Tieren und anderen Menschen zu betrachten. Als kolonisierende Maßnahmen der Tiertränke dienen je nach Entwicklungsstufe und Wasserdargebot Wege zu Oberflächengewässern, Brunnen und Leitungen. Die wichtigste Entscheidung ist die Tierwahl und ihr spezifischer Wasserbedarf.

Veränderungen des Wasserdargebots finden aus Sicht der Landwirtschaft zur " ... Sicherung und ... dem Schutz einer ökologisch intakten Landschaft und der landwirtschaftlichen Produktionsgrundlagen Boden und Wasser ... auch durch den gezielten Einsatz und die Bewirtschaftung der Wasserressourcen durch kulturtechnische Maßnahmen ... " statt (BMLFUW, 2005, S. 266). Ein ökologisch-historisch-wissenschaftlicher Zugang muss den Umgang des Landwirtschaftssektors mit dem Wasserkreislauf bzw. -dargebot wohl etwas anders betrachten. Nach dem Konzept der (sozialen) Kolonisierung gehen Teile der Natur durch gezielte Eingriffe der Gesellschaft in *gesellschaftliche Kolonien* über. Die Natur wird nicht mehr direkt von Menschen genutzt (Jäger- und Sammlerinnenkulturen), sondern von diesen in gezielter Weise in natürliche Systeme eingegriffen. Kolonisierende Eingriffe – auch in den Wasserhaushalt – sind vielgestaltig und lassen sich nach verschiedenen Kriterien einordnen:

- nach der Skalenebene des natürlichen Systems, das durch den Eingriff verändert wird (z. B. Organismen durch Zucht, Ökosysteme durch landwirtschaftliche Eingriffe)
- nach dem Zweck, der durch die Kolonisierungsstrategie verfolgt wird (z. B. Asphaltierung zum Zwecke schnellerer Fortbewegung)
- nach der Dimension des kolonisierten Systems (z. B. Energiehaushalt, Wasserhaushalt, Chemiehaushalt) (vgl. Lauk, 2005, S. 17f)

Neben landwirtschaftlichen Biomasse-Produkten ist Wasser das wichtigste Material in der metabolischen Betrachtung des Landwirtschaftssektors. In dieser Arbeit soll primär der Materialinput von Wasser betrachtet werden, andere landwirtschaftliche Materialien wie Grünfütter, Holz, Fleisch etc. mit ihren spezifischen stofflichen Wasseranteil auch wenn dieser nicht unerheblich ist nur am Rande. Der Großteil dieser Wassermengen verdunstet bei der Futtertrocknung, der Rest wird von Nutztieren aufgenommen und ausgeschieden (vgl. Hüttler u. a., 1994, S. 19f).

Für die Wassernutzung der Landwirtschaft ist vor allem die (Bewässerungs)Landwirtschaft für die Produktion pflanzlicher Lebensmittel (Landbau) und die Produktion tierischer Nahrungsmittel relevant (vgl. Hertler u. a., 2004, S. 77). Großzügig vergebene Wasserrechte für die Nutzung von Grund- und Oberflächenwasser führten dazu, dass noch heute die Ressource Wasser in der Regel äußerst kostengünstig zur Verfügung steht (vgl. Hüttler, Payer, 1997, S. 104). Das Interesse der Landwirtschaft am flächendeckend qualitativ und quantitativ ausreichendem Trinkwasser ergibt sich auch daraus, dass sie erstens oft eigenes besitzen – also (fast) kostenloses - da sie oft NutzerInnen der eigenen Wasserrechte sind und zweitens Trinkwasserqualität brauchen, da sie Lebensmittel produzieren. So ergibt sich eine Doppelrolle der Landwirtschaft als Nutzerin und Verschmutzerin von Wasser. Die rechtliche Forderung nach Bewässerung und Tiertränke nur mit Trinkwasserqualität lebt wohl vom Grundsatz: Wo keinE KlägerIn da keinE RichterIn. Qualitätstests und Wasseraufbereitungsmaßnahmen sind auch in der Landwirtschaft ein Kostenfaktor. In vielen Industrieländern lassen sich die erforderlichen Trinkwasserstandards nur noch mit Hilfe einer komplizierten Aufbereitung des Rohwassers erreichen (vgl. Eurostat, 1998, S. 3). Energieaufwendige Reinigungsmethoden (Membran-Technologie) sind im Vormarsch. Für die Lebensmittelproduktion sollten nicht nur für Tiertränke, sondern auch für Bewässerung strenge Trinkwasserstandards eingeführt werden. Ein Schelm ist wohl, wer da Böses denkt und als Motiv für das politische Ziel der LandwirtschaftsvertreterInnen - flächendeckend aufbereitungsfreie (ergo kostenfreie) Trinkwasserqualität von Grundwasser als Egoismus, Standesbewusstsein etc. und nicht als reinen Altruismus und Umweltliebe sieht.

Als wichtiger Bestandteil der Agrarbiozönose hat Wasser eine Rolle von elementarer Bedeutung, die in vielfältiger Weise mit der landwirtschaftlichen Bodennutzung interagiert. Wasser erfüllt folgende Funktionen:

- elementarer Baustein physiologischer Prozesse im Produktionsablauf;
- Medium der Stoffaufnahme (Grundwasser und Oberflächengewässer);
- Schadstofftransmitter (z. B. als saurer Regen und als Lösungsmittel für Abfallstoffe der Landwirtschaft, u. a. Pflanzenschutzmittelrückstände, Nitrat);
- Transportmittel (z. B. bei Wassererosion);
- Lebensraum von Arten (z. B. Feuchtwiesen);
- Element von Kulturlandschaften mit ästhetischem Wert;

Der quantitative Bedarf an Wasser der Landwirtschaft ist beträchtlich. Die Rolle des Wassers beruht vor allem auf dessen Funktion in Stoffwechselprozessen, die zum Aufbau der Biomasse nötig sind. Wasser ist in diesem Zusammenhang:

- universelles Lösungs- und Transportmittel (im Zuge von Stoffwechselprozessen),

- universeller Baustein der Biomasse (z. B. im Zuge der Assimilation),
- universeller Hilfsstoff (z. B. als Boden- oder Luftfeuchte).

Landwirtschaft gibt im Zuge des Produktionsprozesses Stoffe bzw. Materialien wieder an die Umwelt ab. Da Landwirtschaft – ähnlich dem Verkehr – im Freien in unmittelbarer Verbindung mit der Natur betrieben wird, ist die Verflechtung mit der Umwelt besonders eng. Wasser ist ein Umweltmedium zur Stoffaufnahme von Emissionen. Die Funktion bzw. Nutzung von Oberflächen- und Grundwasser liegt in diesem Fall darin, die freigesetzten Stoffe abzutransportieren, aufzunehmen und zu speichern aber auch den natürlichen Abbau zu ermöglichen. EmittentInnen nutzen diese Funktionen eines (Oberflächen- oder Grund-) Gewässers, um die Kosten einer umweltgerechten Entsorgung oder der Emissionsverhinderung zu sparen (vgl. Sinabel, 2004 a, S. 9ff).

Seit Beginn der agrarisch dominierten Gesellschaften und aktuell von Klimawandel bedrohter Gebiete spielt die künstliche Be- und Entwässerung eine wichtige Rolle. In Österreich stand lange die künstliche Entwässerung zur landwirtschaftlich nutzbaren Landgewinnung im Vordergrund. *Landeskulturelle Wasserwirtschaft* werden die Bemühungen zur Entwässerung auch bezeichnet. Diese wurden im 20. Jahrhundert verstärkt und führten zur Schaffung des ‚10. Bundeslandes‘. Seit 1950 wurden rund 2000 km² entwässert (vgl. Stalzer, 1999, S. 114f). Katzmann beschreibt die Wasser-Kolonisierungsgeschichte am Beispiel Österreichs als erste Tonröhrendrainage in Angern an der March vor 150 Jahren gebaut, und damit begann die Trockenlegung Österreichs. Flussregulierungen und Flussbegradigungen prägten das Dogma des schnellen Abflusses der Niederschläge zur Verbeugung von Hochwasser, das inzwischen vom Rückhaltebeckenbau - und zumindest theoretisch vom Rückhalt in der Fläche - abgelöst wurde. Es folgten Probleme durch (Sub)Urbanisierung der Landschaft und die Versiegelung und Entwässerung von Verkehrs- und Gebäudeflächen und durch *moderne Landwirtschaft* (vgl. Katzmann, 1986, S. 105). Die kolonisierte und landwirtschaftlich genutzte Landschaft kann vor allem in Tallagen als permanenter Kampf gegen das Wasser verstanden werden.

Die Wassernutzung in der Landwirtschaft beeinflusst das Wasserdargebot quantitativ und qualitativ. In Österreich ist die Qualitätsbeeinflussung vordergründig. In intensiv bewirtschafteten Regionen Ostösterreichs ist auch das Wasserdargebot beeinträchtigt. „Intensive Landwirtschaft verbraucht zwar das Wasser anteilig effektiver, ein genereller Druck auf die Vorräte wird aber verursacht. Damit werden aber auch bestehende Qualitätsbeeinträchtigungen beträchtlich verschärft.“ (Zethner, 1999, S. 120)

Landwirtschaftliche Praktiken haben großen Einfluss auf Bodenerosion (Schlammfracht), Pestizid- und Nährstofffracht, die in unsere Wasserläufe gelangen. Die Steigerung der landwirtschaftlichen Produktion hat auch zur Entwässerung und Umgestaltung bzw. Zerstörung von großen Bereichen österreichischer Feuchtgebiete und Wasserläufe geführt. Landwirtschaft hat viel zur ökologischen Verschlechterung unserer Gewässer beigetragen. Die Landwirtschaft kann und wird jedoch auch ein Schlüsselfaktor bei der Erreichung des qualitativ wie quantitativ „guten Zustands“ unserer Gewässer laut EU-Wasserrahmen-Richtlinie sein (vgl. Schneidergruber, 2002, S. 16).

Bei den in Österreich abgefragten am dringendsten zu lösenden Umweltproblemen steht die Kategorie ‚Wasser‘ bei ca. 13 %. Die berufsspezifisch höchste Sensibilisierung ist bei LandwirtInnen mit 17,9 % und korreliert positiv mit der Agrarquote in den Gemeinden und negativ mit der Gemeindegröße. In Gemeinden mit der höchsten Agrarquote ist auch die Sensibilisierung für Wasser am höchsten (vgl. ÖSTAT, 1997, S. 103). Ob dies mit den Problemen durch die landwirtschaftliche Produktion oder mit mangelnder Entfremdung zusammenhängt ist unbekannt.

Wasser ist ein ganz wesentlicher Produktionsfaktor in der Landwirtschaft. Neben der Versorgung der bäuerlichen Familie mit einwandfreiem Trinkwasser (Wasserkonsum, Haushalt) spielt das Vorhandensein ausreichender Wassermengen für das Pflanzenwachstum, für das Tränken der Tiere und für die Sauberkeit und Hygiene im landwirtschaftlichen Betrieb eine entscheidende Rolle (vgl. Hüttler u. a., 1994, S. 46).

Wasser ist ein essentieller Input für die landwirtschaftliche Produktion. Aufgrund günstiger klimatischer und hydrologischer Bedingungen ist Wasser in Österreich generell in ausreichendem Maß vorhanden. Nur in einer kleinen Zahl von Regionen wird Bewässerung durchgeführt. Im Jahr 1999 wurden 95.000 Hektar bewässerbare Fläche erhoben, das sind 6,5 % der Fläche, die zur Produktion von Ackerkulturen, Obst und Wein zur Verfügung steht. Bewässerung wird fast ausschließlich im Flusseinzugsgebiet Donau durchgeführt (vgl. Etlinger u. a., 2005, S. 31f).

Künstliche Bewässerung in der Landwirtschaft

Wasser ist ein essentieller Input für die landwirtschaftliche Produktion. Die ökologisch-nachhaltige Nutzung der Wasserressourcen ist auch mit der globalen Klima-, Niederschlags- und Wasserdargebotsveränderung verbunden. Steigender Wassermangel in einigen Regionen wird keine künstliche Bewässerung mehr zulassen (vgl. Hüttler, Payer, 1997, S. 97), keine Ernährung der ansässigen Bevölkerung und auch keine weitere Besiedlung. Offen bleibt, ob die „grüne Revolution“ zur globalen Nahrungsmittelversorgung beigetragen hat. Sicher sind gravierende Probleme der intensiven landwirtschaftlichen Wassernutzung (vgl. Kroiss, 2002, S. 11).

Im globalen Wasserverbrauch dienen 70 % zur Bewässerung in der Landwirtschaft; in Asien sogar 85 % - ein Drittel aller Nahrungsmittel wird mit künstlicher Bewässerung produziert (vgl. Högelsberger, 2003, S. 59). Ca. 50 % der Zunahme der Nahrungsmittelproduktion seit 1970 geht auf die Ausweitung dieser Bewässerungsflächen zurück. Etwa 1/3 der globalen Nahrungsmittelproduktion stammt mittlerweile von bewässerten Flächen. In Entwicklungsländern potentiell verfügbare Bewässerungsflächen werden auf etwa 110 Mio. Hektar geschätzt. Die tatsächliche Nutzung dürfte aufgrund der hohen Kosten der Bewässerung und der ungünstigen Lage weit darunter liegen. Eine Abnahme der jährlichen Zuwachsrates der Bewässerungsflächen ist die Folge. In der Landwirtschaft werden sowohl die steigenden Kosten für Wasser selbst als auch die Schwierigkeiten im Zuge der erforderlichen Ausdehnung von Bewässerungsflächen zu einem Anstieg der Kosten in der Nahrungsmittelproduktion führen (vgl. Hofreither, 1995, S. 26ff).

Für die Charakterisierung einer landwirtschaftlichen Betriebsform ist die Frage der Bewässerung wichtig. Landbau kann nach der Art der Bewässerung unterschieden werden in:

1. Künstlich bewässerte Landwirtschaft
2. Regengespeiste („rainfed“) Landwirtschaft

Bei bewässertem Ackerbau wird zwischen künstlicher Bewässerung und „Bewässerung“ durch reduzierten Abfluss unterschieden. In trockenen Gebieten mit Weidenomadismus brachte die Ermöglichung von Ackerbau durch künstliche Bewässerung u. a. erst die Möglichkeit zur Sesshaftigkeit (vgl. Lauk, 2005, S. 14f).

Es gibt verschiedene künstliche Bewässerungsarten bzw. -techniken:

- Überflurbewässerung (z. B. Stauverfahren bei Reis)
- Unterflurbewässerung
- Furchenbewässerung (vgl. Borchardt, 1996, S. 77ff)
- Künstliche Beregnung (Beregnungskanonen und Karussellbewässerung)
- Fluten bzw. Überschwemmen durch Aufstauen und Umleiten von Oberflächengewässern
- Tropfenweise Bewässerung aus bodennahen Schläuchen (*Trickle-Bewässerung*)
- Glashaus mit Luftfeuchtigkeit etc.

Verdunstungsarme Bewässerungsmethoden bzw. eine Änderung der Vegetation (Sortenwahl), die mit den vorhandenen Niederschlägen auskommen sind zu bevorzugen. Wassersparende Verfahren (Tröpfchenbewässerung) erscheinen wegen des technischen und ökonomischen Aufwandes mittelfristig (global) unrealistisch (vgl. Hertler u. a., 2004, S. 78).

Nach der Entnahme und Zuleitung kann zwischen brunnengeschöpften bzw. gehobenen, kanalgeleiteten Wasser und Beregnung unterschieden werden. Die Bewässerungsart ist boden- bzw. gesteinsabhängig mit Ausnahme der Beregnung. Aufstauung und Anzapfung von Oberflächen-, Grund- oder Quellwasser sind gängige Methoden Wasser verfügbar zu machen. Bei uns sind Motorpumpen gängig, die zusätzlich zum Wasserverbrauch auch den Energieverbrauch erhöhen. Künstliche Bewässerung erfordert viel Wissen über Pflanzen, Boden und Wasserqualität. Bewässerungsfeldbau war bis vor kurzem in Europa ein Sonderfall. Im 18. und 19. Jh. war die Wiesenbewässerung, ob ihres - damals noch unerklärten - Mineraldüngungseffektes und der Bodenerwärmung üblich (vgl. Borchardt, 1996, S. 77ff). In manchen (niederschlagsarmen) Regionen ist die Bewässerung eine Jahrtausend alte Kulturtechnik. In Österreich ist die Anwendung von großflächigen Bewässerungstechniken relativ neu und für die Ernährungssicherheit nicht unbedingt notwendig. Janetschek beschreibt neben den ökologischen auch ökonomische Wirkungen der landwirtschaftlichen Bewässerung wie *besitzfestigend* bzw. *existenzsichernd*.

„Gemäß den bisherigen Erfahrungen trägt die Beregnung in den landwirtschaftlichen Betrieben sehr wesentlich zur Besitzfestigung und Existenzsicherung (wirtschaftliche Stabilität) bei. Neben diesen betriebswirtschaftlichen relevanten Einflüssen der Beregnung bestehen noch ökologische Wirkungen. ... Das Hauptziel jeder Beregnung in landwirtschaftlichen Betrieben besteht in einer Verminderung trockenheitsbedingter Ertragsrisiken. Die Sicherung der Erträge lässt sich auch als direkter Nutzen einer Beregnungsmaßnahme monetär ausdrücken.“ (vgl. Janetschek, 1992, Zusammenfassung) Im agrarnahen Bereich wird gerne tiefgestapelt und vom Ziel der *Risikominimierung* anstelle von *Gewinnmaximierung* gesprochen.

Die Bundesländer mit der intensivsten Bewässerung sind Burgenland, Niederösterreich und Wien, auf die wegen der intensiven landwirtschaftlichen Nutzung und der trockenen Klimabedingungen zur Vegetationszeit über 90 % der gesamten Wassernutzung für Bewässerung entfallen (rund 70 % in Niederösterreich und Wien, rund 20 % im Burgenland). Die restlichen 10 % verteilen sich auf West- und Südösterreich (vgl. Kletzan, 2004, S. 62). Regionale Schwerpunkte bei der landwirtschaftlichen Bewässerung in Österreich sind:

- Marchfeld Marchfeldkanal
- Tullner Feld
- Seewinkel
- Welser Heide und Eferdinger Becken
- Mureck
- Leibnitzer Feld
- Haimling/Silz

- Kaunerberg
- Südliches Wiener Becken
- Wachau, Krems und Kamptal (vgl. UBA, 1999, S. 4)

Der überwiegende Teil der pflanzlichen Produktion der österreichischen Landwirtschaft kann den Wasserbedarf ohne künstliche Bewässerung decken kann. Im Prinzip ist denkbar, dass z. B. Weizen bewässert wird. Aus ökonomischen Gründen (Kosten für technische Infrastruktur) ist dies jedoch höchst unwahrscheinlich. Im Gegensatz dazu ist bekannt, dass in der Erzeugung von Obst Bewässerung (Beregnung und Frostberegnung) durchgeführt wird. Es ist zu erwarten, dass sich auch das Bewässerungsverhalten ändert, hinsichtlich Regionen, Bewässerungstechniken, Pflanzenarten etc. . Künstliche Bewässerung ermöglicht eine intensive landwirtschaftliche Nutzung mit entsprechendem Einsatz von Produktionsmitteln. Gebiete in denen in großem Maßstab Bewässerungen durchgeführt werden, zählen zu den belasteten Gebieten. In diesen Gebieten treten beide Aspekte der Knappheit, die qualitative und quantitative oft simultan auf (vgl. Sinabel, 2004 a, S. 10ff).

Die Frage, ob künstliche Bewässerung positiv auf die Nitratbelastung im Grundwasser wirkt ist perfid und will quasi den Teufel mit dem Belzebub austreiben. Die qualitative Problematik der Überdüngung mit einer quantitativ problematischen Methode der Verdünnung zu bekämpfen, anstatt mit boden- und pflanzungsgerechter Düngung. Ebenso problematisch erscheint der Ansatz bei Nitratgrundwasser durch künstliche Bewässerung eine Rückführung der Nährstoffe in den Einzugsbereich der Pflanzen (Düngung) zu ermöglichen. Janetschek meint in seiner die künstliche Bewässerung legitimierenden Marchfeldstudie: „In Gebieten mit negativer klimatischer Wasserbilanz und auf leichten Standorten besteht also die Möglichkeit, durch eine sachgemäße Beregnung einen Beitrag zum Grundwasserschutz zu leisten.“ (Janetschek, 1992, Zusammenfassung) Es bleibt das quantitative Problem der Verdunstung und der Grundwasserspiegelsenkung in wasserknappen Regionen und Saisonen.

Katzmann beschreibt besonders üble Methoden der Felddüngung: „Im Osten Österreichs wird aus tausenden genehmigten und ungenehmigten Brunnen Wasser für die Feldberegnung gepumpt. Dadurch sank hier das Grundwasser um mehrere Meter. Als Folge der Beregnung ist das Ausbringen von Dünge- und Spritzmitteln per Traktor wegen des feuchten Bodens nicht mehr möglich. Als gängigster Ausweg bietet sich der Brunnen an, in den kurzerhand diese Mittel hineingeschüttet und verregnet werden. Wird die Pumpe abgestellt, gelangen Spritz- und Düngemittel direkt ins Grundwasser.“ (Katzmann, 1986, S. 92)

Als potentielle Nutzung für die Wasserdienstleistung Bewässerung kommen folgende Feldfrüchte in Frage:

- Körnermais
- Zuckerrüben
- Frischgemüse
- Pflanzen und Blumen
- Kartoffeln
- Frischobst
- Wein (vgl. Sinabel, 2004 a, S. 13)

Der Index *Effektivität des landwirtschaftlichen Wasserverbrauchs* bei der Bewässerung erklärt die Wirkungsweise der landwirtschaftlichen Bewässerung.

$I_e = B_{Mag}/W_i \cdot n$

Legende:

I_e Effektivitätsfaktor des Wasserverbrauchs

BMag....landw. Biomasse durch Bewässerung

Wi.....Bewässerung – Wasserverbrauch

nGesamtwirkungsgrad der verwendeten Technologie

Durch Einbeziehung des Wirkungsgrades der verwendeten Technologie bei der Bewässerung können so technische Fortschritte als dynamischer Faktor inkludiert werden (vgl. Zethner, 1999, S. 121). Diese Formel wird nicht weiter verwendet.

Anlagen zur künstlichen Bewässerung sind nach dem Wasserrechtsgesetz (§§ 9, 10) bewilligungspflichtig. Bei der Erteilung der wasserrechtlichen Bewilligung wird auf die bestehenden sozio-ökonomischen (wasserwirtschaftlichen) und natürlichen Verhältnisse (Wasserdargebot nach Quantität und Qualität) Rücksicht genommen im besonderen auf den wechselnden Wasserstand, beim Grundwasser auf seine natürliche Erneuerung. Die Bewilligung für derartige Anlagen ist auf maximal 10 Jahre befristet (vgl. Etlinger u. a., 2005, S. 24).

Exkurs: Verdunstung und Grundwasserspiegelsenkung als Folge von künstlicher Bewässerung

Ein wichtiger *Pressure* im Landwirtschaftssektor ist die Übernutzung des Wasserdargebots. „*Pressures* aus Sicht nachhaltiger Entwicklung sind Aktivitäten im Rahmen der landwirtschaftlichen Produktion, deren Auswirkungen von der Gesellschaft in Abhängigkeit von den gegebenen natürlichen Rahmenbedingungen und gesellschaftlichen Werthaltungen nach heutigem Kenntnisstand negativ im Sinne einer nachhaltigen Wirtschaftsform des Gesamtsystems bewertet werden.“ (Haberl, 1999, S. 157) Zu diesen *Pressures* zählt aus Sicht der Wassernutzung und Dargebotsübernutzung primär die künstliche Bewässerung in Gebieten mit saisonal und kleinräumig ungünstigem Wasserdargebot. Liegt die Wassernutzung über den (natürlichen) Erneuerungsraten kommt es zu Problemen in der Verfügbarkeit von Grundwasser, dann kann von nicht-nachhaltiger Wassernutzung gesprochen werden.

Künstliche Bewässerung wirkt wie auch der natürliche Niederschlag auf den Wasserkreislauf der Pflanze (Nährstoffzufuhr, Bestandzuwachs, Evapotranspiration etc.), und die unbelebte Natur (Evaporation). Es wird zwischen der *produktiven* Verdunstung (über die Vegetation = Evapotranspiration) und der *unproduktiven* Verdunstung (über die unbelebte Natur (Boden Gewässer etc.) = Evaporation) unterschieden (vgl. Hüttler, Payer, 1997, S. 98). Alle agronomischen Maßnahmen, die den Ertrag oder die Evapotranspiration (Verdunstung von Pflanzen) beeinflussen, wirken sich auch auf die Wasserausnutzung (Bestandszuwachs in den Pflanzen, Wassergehalt) aus. Es sind aber auch Abhängigkeiten der Wasserausnutzung von den klimatischen Bedingungen, der Bodenart und dem Genotyp nachweisbar. Nährstoffmangel reduziert den Ertrag in der Regel ungleich stärker als den Wasserverbrauch, so dass sich die pflanzliche Wasserausnutzung deutlich verschlechtert. Eine bessere Pflanzenwasserversorgung als Folge eines größeren Wasserbereitstellungsvermögens des Bodens führt bei verschiedenen Fruchtarten zur höheren Wasserausnutzung. Die Wasserausnutzung ist in unterschiedlichen Entwicklungsabschnitten verschieden. Die höchste Wassernutzungseffizienz ergibt sich in der Regel in den Zeiträumen mit den höchsten Ertragszuwächsen, in denen auch der Wasserverbrauch meist überdurchschnittlich hoch ist. Durch züchterische Maßnahmen kann ebenfalls eine bessere Wasserausnutzung erzielt werden (vgl. Günther, 2003, S. 85ff).

In der saisonalen Bodenbedeckung (Begrünung, Aussaat, Umbruch und Bodenbearbeitung) liegt nicht nur Potential für die Nitratverringerung im Grundwasser, sondern auch für die Grundwasserneubildung. Sommer-/Herbst- und Sommer-/Winterbegrünung haben den größten Einfluss auf die Grundwasserneubildung und reduzieren diese gegenüber Schwarzbrache am stärksten. Aus mengenmäßiger wasserwirtschaftlicher Sicht sind Herbst-/Winterbegrünungen der Vorzug zu geben, da die Reduktion der Grundwasserneubildung speziell im Trockengebiet zu Problemen hinsichtlich ausreichender Grundwasserdotation als Niederschlagsversickerung führen kann. Die Auswirkungen von Begrünungen auf den Wasservorrat im Boden stehen im direkten Zusammenhang mit der Wuchsleistung der Begrünung (vgl. BMLFUW, 2005, S. 109f). Fruchtfolgegestaltung, Sortenauswahl, grüne Bodenbedeckungsdauer, Bodenbearbeitungsart und -anzahl, Saat- und Erntezeitpunkt können durch Verzicht auf Bewässerung in regional sensiblen Gebieten zu einem ökologisch verträglichen Wasserhaushalt beitragen. Die verstärkte Bewässerung bringt nicht nur ein arithmetisches Problem der Wasserverfügbarkeit, sondern auch ein bodenökologisches Gefahrenpotential (Versalzung, Erosion, etc.) (vgl. Hertler u. a., 2004, S. 78).

Die großen Grundwasservorkommen Österreichs befinden sich in landwirtschaftlich intensiv genutzten Tal- und Beckenlagen. Während im alpinen Bereich die Grundwasservorräte sowohl durch versickernde Niederschläge als auch vor allem durch den seitlichen Zufluss von Hangwasser laufend ergänzt werden, erfolgt in den großen ebenen Beckenlagen Ost-Österreichs die Grundwasser-Neubildung praktisch ausschließlich durch den Anteil des Niederschlages, der nicht verdunstet wird. Durch zu große Wassernutzung aus den Grundwasserreservoirs bzw. -strömen kann es zur Senkung der Grundwasserspiegel kommen. Grundwasserspiegelsenkung durch (landwirtschaftliche) Übernutzung ist in Österreich vor allem aus den durch geringe mittlere Grundwasserneubildung geprägten Senkungsfeldern des Marchfelds (Aderklaa, Obersiebenbrunn, Lasse) bekannt. „Bei Fortsetzung der gegenwärtig intensiven Grundwasserentnahme in dieser Region würden die Schwellen in 10 bis 100 Jahren *trockenfallen* und der Grundwasserdurchfluss aufhören. Dann würden nur mehr Reserven entnommen, die nur sehr langfristig erneuert werden können. Noch prekärer wird die Situation, wenn eiszeitliches, also fossiles Wasser den Grundwasserkörper aufbaut (z. B. im Seewinkel 20-40.000 Jahre alt) und damit überhaupt nicht erneuert werden kann.“ (Hüttler u. a., 1994, S. 30)

Fischer-Kowalski führt als Kriterien der landwirtschaftlichen Bewässerungsintensität einer Region die jeweiligen Agrarstrukturen und klimatischen Bedingungen an. „Neben der geografischen Breite als Hauptkriterium ist die Höhenlage – und damit die Niederschlagshäufigkeit – ausschlaggebend für das Ausmaß der Wasserentnahmen. Niederschlagsreiche alpine Lagen, wie sie die Schweiz oder Österreich aufweisen reduzieren den Bewässerungsaufwand deutlich, während Länder wie Italien und Spanien rund 60 % der Wasserentnahmen für landwirtschaftliche Zwecke aufwenden.“ (Hüttler, Payer, 1997, S. 108) Ernteerträge bzw. Produktionsmengen korrelieren positiv mit der Bewässerungsmenge. Künstlicher Bewässerungsbedarf korreliert negativ mit natürlichem Niederschlag. Schlechte Niederschlagswerte können abgefangen, aber nicht gänzlich kompensiert werden. Künstliche Bewässerung ist deshalb problematisch, da sie meist zu einer relativ trockenen und verdunstungsstarken Periode angewandt wird, wo am ehesten quantitative Wasserressourcenprobleme bestehen. Und Bewässerung wird auch häufig in Regionen angewandt, wo relativ wenig Niederschlag fällt (Ostösterreich, Wienversorgung, agrarisch günstige Tieflagen) und viel Verdunstung (heiße Sommer) stattfindet. Der Anbau wasserbedürftiger Vegetation bedingt bei zu geringem natürlichem Wasserdargebot die künstliche Bewässerung. Für den Bereich der landwirtschaftlichen Bewässerung bzw. der Verdunstung sind die Transpiration von nicht-regionsoptimalen bzw. nicht-

kleinklimaoptimalen Pflanzen mit zusätzlichem Bewässerungsbedarf und die Verdunstung durch (schlecht) kolonisierte Böden wichtig. So wird die landwirtschaftliche Bewässerung zum Problem für wasserarme aber verdunstungsstarke Regionen und Saisonen. Das Argument, dass eine Verwendung von Grundwasser als Beregnung gleich wieder bzw. kurz verzögert an Ort und Stelle dem Grundwasser zugeführt wird, ist durch das Verdunstungsargument widerlegt. Die Strategie *Oberflächenwasser hilft Grundwasserstand* ist also falsch, da die Bewässerung aus Oberflächenwasser keine Haltung der Wassers im regionalen Kreislauf bzw. eine Grundwasserstandserhöhung bewirkt. Erfolgt doch die Wasserentnahme meist zum niedrigsten Niveau des Grundwassers als zusätzliche Entnahme und verdunstet zum Zeitpunkt der größten Verdunstungsraten des Jahres im Sommer. Als ökologisch schlüssigere Möglichkeiten zur Grundwasserniveauerhöhung erscheinen Strategien den Abfluss zu vermindern bzw. zu stauen und lageoptimaler Pflanzenbau, statt bewässerungsbedürftiger Kulturen.

Bewässerungswasser und ein großer Anteil des Wassers, das in die Tierhaltung geht verdunsten. Der ‚flüssige Anteil‘ der tierischen Ausscheidungen (Jauche, Gülle) wird in der Regel auch auf landwirtschaftlichen Boden ausgebracht, wo das Wasser im Idealfall wieder verdunstet im ungünstigsten Fall die Inhaltsstoffe durch Regen bzw. Abfluss das Grundwasser belasten. „Für Bewässerungswasser kann eine Verdunstung von 90 bis 100 % angenommen werden.“ (Hüttler u. a., 1994, S. 22f) Global betrachtet wird die Effizienz der Bewässerung mit 43 % angesetzt, d. h. weniger als die Hälfte des Bewässerungswassers wird von den Pflanzen aufgenommen bevor das meiste wieder von diesen verdunstet (produktive Verdunstung) (vgl. Hertler u. a., 2004, S. 78). Der Rest verdunstet vom Boden. Da die Verdunstung am schwierigsten zu Messen ist ergibt sich für die Landwirtschaft wie auch bei den anderen Sektoren die Verdunstung als Restgröße (Differenz flüssiges Input zu flüssigem Output inkl. Bestandsveränderung) (vgl. Hüttler u. a., 1994, S. 22ff). Zusätzlich zum schlagbezogenen natürlichen Wasservorrat kommen noch die künstlichen Bewässerungen, die sich auch auf die Verdunstung auswirken. Die tatsächliche Verdunstung ist üblicherweise in Gebieten mit hoher Verdunstungsrate stark von der Bewässerungstätigkeit beeinflusst. Die Landwirtschaftssaison korreliert hoch mit der Sonneneinstrahlungsdauer und den Temperaturen und diese wieder hoch mit der Verdunstungsmenge. Saisonal wie regional sind hohe Unterschiede in der Verdunstungsmenge feststellbar (vgl. Eurostat, 1998, S. 18).

Die Verdunstungsmenge für Österreich liegt bei ca. 8 % der gesellschaftlichen Wasserentnahmen. Dieser Anteil fällt höher aus, wenn man auch die Wassermengen mit einrechnet, die in Form von Bewässerung, Wirtschaftsdünger und Klärschlamm auf landwirtschaftlichem Boden ausgebracht werden (insgesamt rund 6 % der Entnahmen) und von dort nicht versickern, sondern großteils verdunsten (vgl. Hüttler, Payer, 1997, S. 102).

Die intensiven Nutzungen des Grundwasservorrats zur Deckung des Wasserbedarfs für landwirtschaftlichen, industriellen und siedlungswasserwirtschaftlichen Bedarf haben im Marchfeld während der 1970er und 80er Jahre zu erheblichen Defiziten im Grundwasserhaushalt geführt. Zur Verbesserung der Grundwassersituation empfahl die Österreichische Raumordnungskonferenz die Zufuhr von Fremdwasser über einen Freispiegelkanal und die direkte Dotierung des Grundwassers mittels Versickerung. Das Marchfeldkanal-System wurde als Mehrzweckprojekt konzipiert, um die wasserwirtschaftliche und die landschaftsökologische Grundausrüstung des Marchfelds zu verbessern. Die quantitativ-hydrologischen Ziele des Marchfeldkanal-Systems waren:

- Erhaltung der Grundwasservorräte und Verbesserung der Grundwasserqualität
- dauerhafter Ausgleich des Wasserhaushalts und Sicherung der regionalen Wasserversorgung (Trinkwasser, Bewässerungswasser) (vgl. Kletzan, 2004, S. 69)

Neben der ökologisch bedenklichen Grundwasseranreicherung durch Umleitung von Oberflächenwasser - Marchfeldkanals wird immer wieder auch die Einschränkung der Wassernutzung gefordert. „Alternativ dazu wäre eine Kürzung der Wasserrechte für die Grundwasserentnahme um etwa 25 % notwendig, um die Bilanz langfristig auszugleichen.“ (Kletzan, 2004, S. 70)

Trotz des geringen Anteils der Wasserentnahmen zur künstlichen Bewässerung kann es jedoch räumlich und zeitlich beschränkt durchaus zu einer Übernutzung (*pressure*) der betroffenen Wasserkörper kommen. Aus diesem Grund wurden regional bereits Kompensationsmaßnahmen gesetzt wie z. B. Befristungen der Bewässerungsentnahmen im Marchfeld, der Bau des Marchfeldkanals zur Stabilisierung des Grundwasserspiegels oder eine Einschränkung der Bewässerung im Burgenland für bestimmte Kulturen bei Absinken des Grundwasserspiegels unter eine definierte Marke (vgl. Kletzan, 2004, S. 63).

Künstliche Bewässerung wirkt in Österreich als ökologischer *Pressure*, da diese meist in den Sommermonaten bei geringem Wasserdargebot stattfindet und (fast) das gesamte Wasser dabei verdunstet. Zudem findet die künstliche Bewässerung meist in niederschlagsarmen Regionen statt, was den Grundwasserspiegel sinken lässt und diese landwirtschaftliche Intensivierungstechnik nicht ökologisch-hydrologisch verträglich macht. Ein Verzicht bzw. eine Verminderung von künstlicher Bewässerung in saisonal und regional ungünstigen Wasserdargebotsgebieten verhindert bzw. reduziert so Wassernutzungsspitzen und ein Sinken des Grundwasserspiegels.

Wasserinput zur künstlichen Bewässerung

Es soll noch einmal darauf hinweisen werden, dass hier keine Stoffrechnung sondern eine Materialrechnung zum Wasserinput geboten werden kann. Wassergehalt von Produkten, Bestandsveränderungen oder Wasseroutput etc. können hier nur kurz erwähnt werden. Der Wassergehalt zwischen Ernte und Verzehr sinkt. Trockenmassegehalt- und Wassergehaltschätzungen bzw. Berechnungen wären für diese Arbeit zu umfangreich. Zum Unterschied von Industrieprodukten ist der Wassergehalt in den landwirtschaftlichen Produkten (Grünfutter) für eine Wasser-Stoffbilanz nicht vernachlässigbar. Bei biotischen Materialien ist man größtenteils mit relativ hohen Wassergehalten der Materialien konfrontiert (vgl. Hüttler u. a., 1996, S. 50f). Der physische Wasseranteil in Materialentnahmen (Ernte) muss von ökologischen Rucksäcken bzw. virtuellem Wasser in (landwirtschaftlichen) Produkten unterschieden werden. Der ökologische Rucksack von Fleisch oder bewässertem Gemüse ist weit höher als ihr Wassergehalt. Importe wie Exporte von Lebensmitteln und Produktionsmitteln (Maschinen, Nitrate, Energie etc.), sowie deren ökologische Rucksäcke werden hier aufgrund der Gepflogenheiten der nationalen Materialflussanalyse nicht berücksichtigt. Die Verantwortung bezüglich des Konsums (Import) der global bewässerten Flächen liegt oft bei den Import- bzw. Industrieländern bzw. den KonsumentInnen. Die erheblichen Wassermengen, die dem Boden durch Entwässerung landwirtschaftlicher Flächen entzogen werden bleiben gänzlich unberücksichtigt. Die künstliche Bewässerung von Hausgärten und Wohnungspflanzen findet hier keine Berücksichtigung, da diese üblicherweise aus dem öffentlichen Wassernetz erfolgen und zum Sektor Privathaushalte gezählt werden. Der (privat)häusliche Wasserverbrauch von Landwirtschaften wird zur Wassernutzung der Privathaushalte gerechnet.

Über *wichtige* Kenngrößen der Agrarstruktur in Österreich liegen kontinuierliche Zeitreihen seit den 1950er Jahren vor, die Datenlage für die Abschätzung der Wasserentnahme für landwirtschaftliche Bewässerung ist in Österreich generell aber als „...sehr schlecht zu beurteilen.“ (Schmid, Sinabel, 2004, S. 78) „Im Bereich der Wasserentnahmen für die landwirtschaftliche Bewässerung bestehen aber wesentliche Defizite in der Datenlage, obwohl gerade diese Entnahmen bedeutende Anteile an den regionalen Wasserhaushalten haben können.“ (Hüttler u. a., 1994, S. 46) Weshalb sich einige Autoren nicht die Mühe machen die landwirtschaftliche Wassernutzung zu berücksichtigen. „Auf eine Abschätzung des Wasserverbrauchs der Landwirtschaft für Bewässerungszwecke wird verzichtet.“ (Steurer, 1994, S. 6) „Aufgrund der unterschiedlichen Vorgehensweisen bei der *Konsensfestlegung* bzw. Überprüfung der Einhaltung der wasserrechtlichen Bewilligung, aber auch durch die regional spezifische Strukturierung der Landwirtschaft ist die Verfügbarkeit von Daten in den einzelnen Bundesländern sehr verschieden.“ (UBA, 1999, S. 3) Angaben zu den aufgetragenen Wassermengen in der landwirtschaftlichen Bewässerung sind in der Regel nur für kleinere Gebiete vorhanden. Für Österreich liegen nur grobe Schätzungen vor, wobei die tatsächlichen Mengen stark von den jährlichen klimatischen Bedingungen abhängen, welche hier aber nicht berücksichtigt werden können (vgl. Hüttler u. a., 1994, S. 19f). Die landwirtschaftliche Bewässerungsmenge wird sowohl von der jährlichen Bewässerungsfläche je Kulturart als auch von der Witterung bestimmt. Wassernutzungsschwankungen sind gering und ergeben sich aufgrund der Witterung (vgl. UBA, 1999, S. 5). Bundesweite Daten zum Volumen der tatsächlichen Bewässerung liegen nicht vor (vgl. BMLFUW, 2005, S. 299). Eine Analyse für das gesamte Bundesgebiet wurde jedoch bislang nicht durchgeführt und auch auf Ebene der Bundesländer werden entsprechende Statistiken nur teilweise geführt. Erfasst werden in der Regel lediglich die Konsensmengen (rechtliche Maximalmenge) für die Wasserentnahmen, die in den Bewilligungsbescheiden festgelegt sind. Die tatsächliche Wassernutzung kann nur geschätzt werden. Angaben über bewässerte Flächen, Kulturen und die Herkunft des Wassers sind nur teilweise verfügbar (vgl. Kletzan, 2004, S. 65).

Als Primärdaten kämen z. B. Wasserbau- und Wasserrechtsabteilungen der Bundesländer, Wasserrechtsbescheide, Technische Berichte und Protokolle von Genossenschaftsversammlungen von Bewässerungsanlagen in Frage (vgl. UBA, 1999, S. 4). In Bezug auf die Inputs der Landwirtschaft, hier im Speziellen die Vorleistungen, werden nur Gesamtsummen ausgewiesen. Es gibt auch keine laufende Statistik, in der die ökonomische Bedeutung der Wassernutzung durch die Landwirtschaft erfasst wird (vgl. Sinabel, 2004 a, S. 11). „Generell gibt es zu den tatsächlichen Wasserentnahmen für Bewässerungszwecke auf regionaler Ebene sowie zur Organisation der Bewässerung jedoch nur wenige leicht verfügbare und rezente Daten.“ (Kletzan, 2004, S. 65) Aufgrund dieser Aussagen wurde hier nicht versucht Daten neu zu ermitteln, sondern auf bestehendes Datenmaterial zurückgegriffen.

Die potentiell bewässerbare Fläche in Österreich rund 950 km², was 6,5 % des Ackerlandes, der Obstanlagen und Weingärten insgesamt und ca. 1 % der Gesamtfläche Österreichs entspricht. Der Anteil der tatsächlich bewässerten Fläche ist jedoch aufgrund des Wasserbedarfs der jeweils angebauten Kulturen und der klimatischen Bedingungen deutlich geringer. Bewässerung wird fast ausschließlich im Flusseinzugsgebiet der Donau durchgeführt. Bewässerungsanlagen und -flächen in Österreich:

- Bewässerungsanlagen feststehend: 2.551 Stück
- Bewässerungsanlagen mobil: 3.933 Stück
- Bewässerbare Flächen insgesamt: 95.441 ha (davon NÖ 64.596 ha, Bgld. 23.402 ha)
- tatsächlich bewässerte Fläche: ca. 50.000 ha (vgl. Kletzan, 2004, S. 61f)

Daraus ergibt sich ein Anteil von ca. 52 % andere Quellen sprechen von einem Anteil der tatsächlich bewässerten Flächen an den bewässerbaren Flächen von rund 45 % (vgl. BMLFUW, 2004, S. 27).

Indikatoren der direkten Gewässernutzung sind:

- Anteil der Beregnungsfläche an der landwirtschaftlichen Nutzfläche;
- Wasserentnahme aus Grund- bzw. Oberflächengewässer zu Zwecken der Bewässerung;
- Ausstattung mit Beregnungsmaschinen
- erteilte Konsense zu Beregnungszwecken in einer Region ...

Die Schwierigkeit besteht darin, jeweils aktuelle Daten dafür zu gewinnen (Kosten- und Zeitfrage) (vgl. Sinabel, 2004 a, S. 44), weshalb hier auch Neuerhebung, sondern eine Literaturrecherche umgesetzt wurde.

Die Ermittlung des zu Bewässerungszwecken verwendeten Wassers kann neben einer empirischen Methode (deutlich höherer Aufwand) auch auf der Basis von Normdaten zum Wasserbedarf der Pflanzen aus der Literatur abgeleitet werden. Eine Schätzung kann auf Basis der produzierten Trockensubstanz pflanzlicher Produkte erfolgen oder auf und die kulturartenspezifischen Transpirationskoeffizienten als Maß für den Wasserverbrauch verwenden. Dabei werden die tatsächlichen klimatischen Bedingungen der Erzeugungsregionen vernachlässigt (vgl. Sinabel, 2004 a, S. 10). Oder es werden die bewässerbaren bzw. bewässerungswürdigen oder tatsächlich bewässerten Flächen mit oder ohne Berücksichtigung der erwarteten bzw. tatsächlichen klimatischen Bedingungen der Erzeugungsregionen (Niederschläge und Verdunstung) anhand des Wasserbedarfs der Pflanzen ermittelt. Beim Zugang über Normdaten ist gegenüber einer empirischen Erhebung keine höhere Zuverlässigkeit zu erwarten. Vergangene Erhebungen bieten eine wertvolle Orientierungsgröße. Veränderungen der ökonomischen Rahmenbedingungen (z. B. andere Kulturen bewässert, Förderungen) sind zu berücksichtigen (vgl. Sinabel, 2004 a, S. 12f).

Die wenigen verfügbaren Datenquellen zu den Wasserentnahmen für Bewässerungszwecke divergieren deutlich. Die Unterschiede sind nicht bzw. nur bedingt durch tatsächliche Wassernutzungen bzw. Klimaunterschiede zu legitimieren, sondern vermutlich aus verschiedenen Modellannahmen. Abweichungen in den Größenangaben sind durch unterschiedliche Erhebungs- bzw. Ermittlungsverfahren zu erklären (vgl. Kletzan, 2004, S. 65). So kann der tatsächliche Jahreswasserverbrauch z. B. anhand von Daten der größten Bewässerungsanlagen der einzelnen Bundesländer abgeschätzt werden.

Die bewässerten Flächen, die nicht durch ‚Echtdaten‘ der Wassernutzung erfasst werden werden anhand der *bewässerten Fläche* für verschiedene Kulturarten aus der Agrarstrukturhebung mit einer spezifischen Bewässerungsmenge nach Kulturarten und klimatischen Bedingungen hochgerechnet. Richtwerte für die Bewässerungsberechnungen sind: Die Verwendung der höchstzulässigen Wasserentnahme (Jahreskonsens) wird als maximale Bewässerungsmenge in einem Trockenjahr angenommen. Annahme einer 50%igen Ausnutzung des Jahreskonsenses in einem Niederschlags-Normaljahr. Annahme von keiner Bewässerung in einem ‚feuchten Jahr‘ (vgl. UBA, 1999, S. 3f). Alles unter der Annahme der Rechtsstaatlichkeit und Unschuldsvermutung (nur genehmigte Entnahmen, kein Überschreiten der genehmigten Mengen).

Daten zur landwirtschaftlichen Wassernutzung, wobei hier nur von der Verwendungsart der künstlichen Bewässerung (ohne Tiertränke) ausgegangen wird, liegen vom Umweltbundesamt für die Jahre 1994 bis 1998 vor. Diese sind für diesen Zeitraum von 53 auf 67 Mio. m³

tendenziell steigend für diesen Zeitraum (vgl. UBA, 1999, S. 3f) (vgl. UBA, 2003, S. 7, 13, 19).

Eurostat bietet als Daten zur landwirtschaftlichen Bewässerung für die Jahre 1994 bis 2002 jeweils 100 Mio. m³. Damit ist der Teil der Wasserversorgung für die Landwirtschaft gemeint, der nicht in die Rubriken *Öffentliche Wasserversorgung* oder *Selbstversorgung* aufgenommen wurde (d. h. alle Arten von landwirtschaftlichen Bewässerungsanlagen, die nicht als individuelle Bewässerungssysteme gelten). Hierzu kann auch Wasser zählen, das aus der Selbstversorgung stammt und anderen Nutzern überlassen wird (vgl. Eurostat, 2008).

Hüttler und Payer bieten für das Jahr 1991 eine konsistente Stoffflussanalyse zur Teilbilanz Wasser für Österreich, wobei beim landwirtschaftlichen Sektor zwischen den Materialflüssen Wasser für landwirtschaftliche Bewässerung und Tierhaltung unterschieden wird. „Die Wasserentnahme für Bewässerungszwecke wird auf rund 200 Mio. t/a geschätzt.“ (Hüttler, Payer, 1997, S. 100) Aufgrund dieser konsistenten Einbettung in die landwirtschaftliche Wassernutzung wird diese Zahl linear fortgeschrieben.

Die Gegenüberstellung der unterschiedlichen Zahlen für die künstliche landwirtschaftliche Bewässerung bietet eine ungefähre Vorstellung in welcher Größenordnung sich diese bewegen. Diese Zahlen können in Relation zu anderen Bereichen der landwirtschaftlichen Produktion (Fleischproduktion) und zur Wassernutzung der anderen Sektoren gebracht werden (vgl. Sinabel, 2004 a, S.10).

Problemzone Fleisch

Als ein Produktionsbereich der Landwirtschaft spielt die landwirtschaftliche Tierproduktion unter dem Blickwinkel der ökologischen Nachhaltigkeit eine Schlüsselrolle in der Wassernutzung. Im Aktivitätsfeld Ernährung (funktionelle Gliederung) spielen auch gesundheitliche Aspekte bei der Ernährung mit (materielle Basis der Gesellschaft). Verschiedene Umweltprobleme begleiten die intensive Tierhaltung, welche insbesondere durch ihren hohen Materialbedarf und Flächenbedarf in Form von Futtermitteln gekennzeichnet ist (vgl. Hüttler u. a., 1996, S. 108). Die tierische Produktion nimmt im Landwirtschaftssektor und in dessen Wassernutzung eine Sonderstellung ein. In der institutionellen Gliederung ist die Tierproduktion im Landwirtschaftssektor integriert.

Ca. 800000 t *Fleischanfall* in Österreich ergibt ca. 100 kg Fleisch je ÖsterreicherIn und Jahr. Zusätzlich werden noch 333000 t Schlachtabfälle (Differenz zu Lebendgewicht) in Tierkörperverwertungen zu Futtermitteln verarbeitet. Die Fleischarten teilen sich auf 51 % Schweine, 38 % Rind, 8 % Hühner 3 % und sonstige auf (vgl. Hüttler u. a., 1996, S. 112). Bei den Tierprodukten ohne Tiefkühlwaren fand zwischen 1981 und 1993 beinahe eine Verdopplung der Fleischverwertung von 348001 t auf 634387 t statt. Der mengenmäßige Anteil der Futtermittelimporte am gesamten Futtermittelverbrauch liegt gesamt zwar nur bei 2,2 % (rund 0,6 Mio. t), charakteristisch ist allerdings der hohe Anteil an Eiweißfuttermittel mit hoher Importabhängigkeit (bis 53 %) in der Schweine- und Geflügelhaltung. Neben der Fleischproduktion ist auch die Milch(producte)produktion zu erwähnen, die auch zur Tierproduktion zählt. Von 1981 bis 1992 fand eine Verdopplung der Milcherzeugung von 1144936 t auf 2422188 t statt (vgl. Hüttler u. a., 1996, S. 110 und Anhang, ca. S. 300). Diskussionen um ein Verbot der Verfütterung von Tiermehl (Übertragungsgefahr von BSE) und die Entsorgung für jährlich 95.000 t Tiermehl bzw. tierische Fette durch Verbrennung in

Kraftwerken (ca. 2,5 PJ Brennstoff pro Jahr, kein Ökostrom) zeigen die Veränderbarkeit der Materialflüsse, Verwendungsmöglichkeiten und Rohstoffpreise (Knappheiten) auf. Konsequenz eines Verfütterungsverbotes von Fleischabfällen wäre die Erhöhung der Importe an Eiweißfuttermitteln und der Anbau von Ölsaaten (Extraktionsschrote als Eiweißfuttermittel) (vgl. Adensam u. a., 2002, S. 34).

Die Rinderhaltung (Milchproduktion) wird vor allem über die Fläche von Wiesen und Weiden reguliert (Förderungen). Veränderungen in der Erzeugung und im Konsum von tierischen Produkten werden über Nettoimporte (und Lagerhaltung) ausgeglichen. (vgl. Adensam u. a., 2002, S. 34) Prognosen deuten darauf hin, dass die tierische Produktion bei Rindfleisch deutlich abnimmt während die übrige Fleischproduktion überwiegend gleich bleibt (vgl. Schmid, Sinabel, 2004, S. 78). Inländische Konsumententwicklungen sind gleich bleibend im niedrig entwickelten (fernen) Ausland wird der Fleischkonsum zunehmen (Preisdruck, Flächendruck). Beim Biomasseoutput aus dem Landwirtschaftssektor wird zwischen Pflanzen und Fleisch unterschieden. Es wird generell ein Verhältnis Fleisch : Pflanzenbiomasse-Input von 1 : 10 (Trockenmasse) angenommen (vgl. Adensam u. a., 2002, S. 76).

In allen EU-Planungsräumen (große Flusseinzugsgebiete) findet Tierproduktion statt, wobei aufgrund natürlicher Standortvoraussetzungen aber auch struktureller Gegebenheiten Spezialisierungen erkennbar sind. Die Viehbesatzdichte ist ein häufig verwendeter Indikator für die Emission von Nährstoffen (Nitratbelastung im Wasser). Die Rinderhaltung ist von besonders großer Bedeutung im Donaueinzugsgebiet in Österreich. Fast die Hälfte des gesamten Schweinebestandes ist im Planungsraum Donau unterhalb Jochenstein zu finden (vgl. Sinabel, 2004 a, S. 30). Bei Futterpflanzen auf österreichischen Ackerflächen sind zwischen 1995 und 2020 Zuwächse zu prognostizieren z. B. bei Futtergetreide (19 %) und Silomais (7 %) (vgl. Adensam u. a., 2002, S. 45). Prinzipiell korrespondieren die Anbauflächen von pflanzlichen Nahrungsmitteln, Energiepflanzen und Futtermitteln auf einer begrenzten Anbaufläche. Bei einer Steigerung des Fleischanteils bei den Nettoimporten landwirtschaftlicher Biomasse wird der *Flächenimport* nach Österreich wesentlich gesteigert (vgl. Adensam u. a., 2002, S. 63). Wird etwa der Nettoimport von Schweinefleisch stark ausgeweitet führt dies zu einer deutlichen Verringerung des Flächenbedarfs im Inland. Bei einem Szenario werden die Netto-Flächenimporte Österreichs gegenüber dem Wert von 1995 um etwa 1000 km² erhöht, was 8 % der für 2020 zu erwartenden Ackerfläche entspricht – und somit keineswegs eine vernachlässigbare Größe darstellt (vgl. Adensam u. a., 2002, S. 76).

Neben der chemischen Schädlingsbekämpfung und der Kunstdüngerverwendung dürfen Überdüngung von Flächen aus der intensiven Tierhaltung und die intensive Futtermittelproduktion (Pestizide, Handelsdünger) bei einer Analyse der Fleischproduktion nicht unerwähnt bleiben. Umweltprobleme und so genannte qualitative Wasserprobleme, die ihrerseits durch flächenhaft ausgetragene Mengen (Tonnen) erklärt werden können und zu flächigen Belastungen der Gewässer führen wurden durch Rachel Carson in den 1960er Jahren einer breiten Öffentlichkeit bekannt. Carson sah damals einen *Scheideweg* zwischen biologischer Schädlingsbekämpfung und chemischer Keule an dem sich jeder LandwirtIn erneut findet (vgl. Carson, 1983, S. 278). Die Nährstoffbelastung des Schwarzen Meeres aus dem Donaauraum hat sich in 30 Jahren etwa verfünffacht. Dieser Anstieg der Belastung läuft parallel mit der Entwicklung der landwirtschaftlichen Produktionsweise unter Einsatz von Handelsdünger und dem Anstieg des Fleischkonsums, der wiederum mit den hohen Stickstoffverlusten bei der Tierproduktion zusammenhängt (vgl. Kroiß, 1999 a, S. 126f). Die Anforderungen vor allem an die Nahrungsmittelversorgung (Fleischkonsum) aber auch an die Abwasserentsorgung (Kanalisationsgrad) und an die Mobilität (Verkehrsaufkommen) sind treibende Kräfte für Nährstoffbelastungen von Gewässern (vgl. Zeßner, 1999, S. 147). Diese

Thematik hat eine internationale Relevanz und betrifft vor allem hoch entwickelte Industrienationen mit ihren industrialisierten Landwirtschaften. Diffuse Stoffeinträge durch (natürliche und künstliche) Düngemittel und Pestizide auf Pflanzen und Böden und folglich in Grund- und Oberflächengewässer können wohl nur durch die mengenmäßige Beschränkung der Inputströme vermieden werden. Probleme der Massentierhaltung (Nitrat, Methan, Ammoniak) können durch Verringerung der Viehdichten bzw. Nutztierbestände vermindert werden (vgl. Hüttler u. a., 1996, S. 154f). Ansatzpunkte zur Reduktion der Nitrat- und Pestizidbelastung im Wasser, die auch für die quantitative Wasserübernutzung relevant sind:

- flächendeckende Realisierung der guten fachlichen Praxis
- Anpassung der Gesetzgebung bei Tierhaltung und Pflanzenbaus (Bodenbearbeitung)
- Entschädigung für besondere ökologische Leistungen (z. B. Extensivierung, Flächenstilllegung, Auflagen in empfindlichen Gebieten) (vgl. Braun, 1999, S. 185)

Das Potential zur Verringerung von Fleischproduktion und -konsum muss quantifiziert und allgemein bewusst gemacht werden aus Gründen der Gesundheitsvorsorge und des Umweltschutzes. VerbraucherInnenseitig liegt großes Potential in der Umstellung von Konsumgewohnheiten wie Verringerung des bzw. Verzicht auf Fleischkonsum(s) (vgl. Brunner, Lampert, 1999, S. 84). Allein die Rückführung des Konsums auf ein ernährungsphysiologisch empfohlenes Maß würde zu einer erheblichen Reduktion des Umweltverbrauchs führen. Eine Reökologisierung der Landwirtschaft auch mittels Reintegration von tierischer und pflanzlicher Produktion zur flächendeckenden Verringerung von Inputströmen wird wohl erst durch agrar- und umweltpolitische Maßnahmen wirksam (vgl. Hüttler u. a., 1996, S. 155f).

Wassernutzung für die Tierproduktion

Neben der Nährstoffproblematik (Nitratüberdüngung) auf die Umwelt kommt es zu regionalen Wasserproblemen mitverursacht wohl auch durch Wassernutzung für Tierhaltung und Futterproduktion. Auch hier liegt in der Sortenwahl der Futtermittel und deren künstliche Bewässerung aber auch in der Nutztierwahl und Standortwahl für die Tierproduktion (Tränke, Gülleverdünnung) durchaus Potential zur Verringerung regionaler Wasserübernutzung.

In der tierischen Erzeugung wird Wasser vor allem zur Reinigung (v. a. Milchwirtschaft), Tränke und Gülleverdünnung eingesetzt. Potentielle Wassernutzung Tiere und tierische Produkte für (Viehbestand in Stück 1999):

- Rinder (2.151.429)
- Schweine (3.426.145)
- Einhufer (62.525)
- Schafe (339.980)
- Ziegen (51.125)
- Hühner, sonstiges Geflügel (14.340.232)
- Sonstige Tiere (unbekannt)
- Milch
- Eier
- Sonstige Tierprodukte (vgl. Sinabel, 2004 a, S. 12f) (Etlinger u. a., 2005, S. 33)

Bei Rindern ist der Tränkebedarf je nach Alter und Hitze zwischen 15 und 100 Litern täglich, bei Schweinen zwischen 1 und 25 l pro Tag. Zur Reinigung bei Rindern rechnet man zwischen 10 und 15 l pro Tag und bei Schweinen je 1 l pro Tag (vgl. BMLFUW, 2004, S. 77).

Die Tierhaltung pro Fläche ist ohne (fremde bzw. künstliche) aber auch mit Düngemittel oder künstlicher Bewässerung durch die natürlichen Bedingungen (vor allem Klima und Boden) nach oben hin limitiert (vgl. Lauk, 2005, S. 42). Die begrenzte Fläche und der Flächendruck bei der Energiepflanzenproduktion, durch Siedlungen und Verkehrsflächen führen zu intensiveren Flächennutzungsarten (Bewässerung, Kunstdünger, Pestizide etc.) zu negativen ökologischen Auswirkungen. So lässt sich z. B. der Flächenverbrauch zwischen veganer und fleischlicher Ernährung vergleichen. 1 kg Rindfleisch enthält 14000 Liter *virtuelles Wasser* bzw. eine *ökologischen Rucksack* von 14 t Wasser, Schweinefleisch und Hühnerfleisch ca. 4000 l. Vegetarisches Leben der Inder braucht nur 1400 Liter Wasser pro Tag. Doch gibt es auch hier große Unterschiede: 1 kg Kartoffel hat 500 l und 1 kg Reis bis 5000 l virtuelles Wasser. Ferner sind Unterschiede nach Anbauart (des Futters) und Region festzustellen (vgl. Katzmann, 2007, S. 192ff).

Der Sektor Fleischproduktion (ohne Geflügel, Eier, Milch) zeichnet sich entgegen positiven Kennzahlen (ISO 9000-Zertifizierung, neue Arbeitsplätze, hohe Hygieneinvestitionen, Erhöhung des Bioanteils) vor allem durch negative Entwicklungen im Wasser- und Stromverbrauch aus. Ebenso ist die Geflügelproduktion durch leicht steigenden Wasser- und Stromverbrauch gekennzeichnet. Auch die Eierproduktion ist in der Wassernutzung negativ auffällig. „Alle anderen Kennwerte bewegten sich in die angestrebte Richtung, nur der Wasserverbrauch nahm zu.“ (BMLFUW, 2005, S. 212f)

Die Datenlage zur landwirtschaftlichen Wassernutzung ist beim Input wie beim Output generell schlecht. Über die Größenordnung der Position 'verdunstete Wassermenge durch die Tiere' (1990: 40 und 1992: 46,9 Mio. t) besteht die größte Unsicherheit innerhalb der Teilbilanz 'tierische Produktion'. Ein geringer Teil des in die Tierhaltung eingebrachten Wassers verlässt den Sektor unter dem Titel 'landwirtschaftliche Produktion' als Wassergehalt von Milch, Fleisch, Eier (exkl. Eigenverbrauch) 1990: 4,7 und 1992: 4,1 Mio. t, Wirtschaftsdünger (inkl. Einstreu) 1992: 32,8 Mio. t (davon 12,1 Anteil aus Wasserentnahme + 20,7 restlicher Anteil) (vgl. Hüttler u. a., 1996, S. 112).

Der Wasserverbrauch in der Landwirtschaft hängt stark mit der Nahrungsmittelproduktion und der Futtermittelproduktion zusammen. Neben dem hohen produktspezifischen Wasserbedarf für tierische Produkte fällt jener für Reis, Kaffee und von Soja (Futtermittel) auf, welcher aufgrund ihres Importes in dieser Inlandswasserinputanalyse keine Zuordnung findet, aber in einer globalen Analyse berücksichtigt werden müssten (vgl. Lackner, 2008, S. 60).

Wasserinput zur Tierproduktion (Tiertränke, Gülleverdünnung)

Die Ermittlung der Wassermenge von zur Viehtränke verabreichten Wassers kann mangels Daten nicht empirisch durchgeführt werden. Oft wird auf der Basis von Normdaten aus der Literatur (durchschnittlicher Wasserverbrauch je Standplatz über ein Jahr) die Wassernutzung abgeleitet. Eine Schätzungsmethode des Wasserinputs für die tierische Erzeugung führt über den durchschnittlichen Wasserbedarf des nach Gewicht, Art und Nutzungsform differenzierten Tierbestandes (Sinabel, 2004 a, S.10ff).

Der gesamte Materialumsatz der tierischen Produktion beträgt 1992 85,6 Mio. t (1990: 78 Mio. t) wobei der Wasserbedarf des Viehs dominiert. Der gesamte Output der tierischen Produktion setzt sich zu 54 % aus verdunstetem Wasser, zu 38 % aus Wirtschaftsdünger, zu 6

% aus Lebensmitteln bzw. Lebensmittelgrundstoffen und –halbfabrikaten und zu 1 % aus sonstigem wiederverwertetem Material zusammen. Die Wasserentnahme für Tränke und Gülleverdünnung wird zusammen auf 59 Mio. t geschätzt, die Verdunstung auf 46 Mio. t. Der sonstige Input der tierischen Produktion besteht aus Futtermitteln und beträgt 26,6 Mio. t. Die Differenzen zwischen 1990 und 1992 ergeben sich zum Teil aus veränderten Annahmen hinsichtlich des Wasserbedarfes und der Wasserverdunstung in der Viehhaltung sowie veränderter Annahmen hinsichtlich der Zusammensetzung des Wirtschaftsdüngers (vgl. Hüttler u. a., 1996, S. 51f). So wurde als einziger Vergleichswert im Anhang der selben Quelle eine nicht näher erklärte Differenz am Konto *tierische Produktion* bei der Wasserentnahme zwischen 1990 57 Mio. m³ und 1992 59 Mio. m³ gefunden (vgl. Hüttler u. a., 1996, S. 300), die hier nicht weiter verfolgt wird. Eine lineare Fortschreibung der Wassernutzung für die Tierproduktion anhand dieser beiden Werte wäre über einen langen Zeitraum wohl nicht sinnvoll. Es erscheint eine gleich bleibende Tendenz des jüngeren Wertes günstiger, zumal diese im Zusammenhang mit Überlegungen zum verwendeten Wert für die künstliche Bewässerung steht.

69 % der Materialinputs in die Tierische Produktion sind Wasser (für 1992, ohne den Wassergehalt von Futtermitteln aus pflanzlicher, industrieller Produktion und Milch, da hier keine Stoffstromanalyse) (vgl. Hüttler u. a., 1996, S. 114). Den größten viehstoffwechselrelevanten Inputstrom der tierischen Produktion stellt also die Wasserentnahme für die Tränke der Tiere dar. Die Jahresmenge betrug 1991 ca. 50 Mio. t. Hinzu kommen noch rund 9 Mio. t Wasser für die Verdünnung der Gülle (vgl. Hüttler u. a., 1996, S. 112ff).

Natürliche und organisatorische Wasserherkunft

Bezüglich der natürlichen Herkunft von Bewässerungswasser wurde folgendes recherchiert. Zur Organisation der Bewässerung gibt es nur wenige leicht verfügbare und rezente Daten (vgl. Kletzan, 2004, S. 65). Der Anteil des Oberflächenwassers in der Bewässerung dürfte im Vergleich zu den Mengen aus Grund- und Quellwasser nicht von großer Bedeutung sein (vgl. Hüttler u. a., 1994, S. 19f). „Die Wasserentnahmen erfolgen aus eigenen Brunnen (nur in wenigen Fällen mit Entnahmen aus Oberflächengewässern).“ (Kletzan, 2004, S. 64) Für Porengrundwasserkörper wird angenommen, dass das gesamte Wasser für die Beregnung aus dem Grundwasser entnommen wird. In Karst- und Kluftgrundwasserkörpern wird davon ausgegangen, dass die Beregnung mittels Quellwasser bzw. Oberflächenwasser erfolgt (vgl. BMLFUW, 2004, S. 27). „Angaben über die Art des für die Beregnung verwendeten Wassers (Grund-, Quell-, Oberflächenwasser) liegen nicht vor.“ (BMLFUW, 2004, S. 27) Hinsichtlich des Dargebots im Landwirtschaftssektor wird für Bewässerungszwecke die natürliche Wasserherkunft aus dem Grundwasser angenommen (vgl. Sinabel, 2004 a, S.12). Was der folgenden Aussage - unter der üblichen Annahme, dass Quellwasser zu Grundwasser gezählt wird - nicht widerspricht: Die natürliche Herkunft von Bewässerungswasser wird als Grund- und Quellwasser angenommen. Der Anteil des Oberflächenwassers in der Bewässerung dürfte im Vergleich zu den Mengen aus Grund- und Quellwasser nicht von (großer) Bedeutung sein (vgl. Hüttler u. a., 1994, S. 19f) (vgl. Milota, 2002, S. 375). Daten des Umweltbundesamtes für die Jahre 1994 bis 1998 zeigen beim Oberflächenwasser durchgehend Null-Werte für die landwirtschaftliche Wassernutzung (vgl. UBA, 2003, S. 7). Hingegen sind die Daten für die Landwirtschaftliche Wassernutzung und die Gesamtwasserherkunft (*Total fresh water*) aus „surface + ground water“ ident für den gleichen Zeitabschnitt (vgl. UBA, 2003, S. 13, 19).

Nach dem Organisationsgrad der Wasserentnahme zur landwirtschaftlichen Bewässerung wird davon ausgegangen, dass fast das gesamte Wasserinput aus Eigenentnahme auf einzelbetrieblicher Ebene oder aus genossenschaftlicher Organisation (Beregnungs- bzw. Wassergenossenschaften nach dem WRG) stammt. Wasser, das von Genossenschaften bereitgestellt wird, gilt nach österreichischer Definition als Eigenverbrauch. Für diesen Verbrauch kann definitionsgemäß von Kostendeckung ausgegangen werden. Als einziger *Wasserdienstleister* im Bereich der landwirtschaftlichen Bewässerung im Sinne des Wasserrechtsgesetzes (Erbringung einer Leistung für Dritte gegen eine Gebühr) konnte die Betriebsgesellschaft Marchfeldkanal identifiziert werden. Generell gibt es zu den tatsächlichen Wasserentnahmen für Bewässerungszwecke auf regionaler Ebene sowie zur Organisation der Bewässerung jedoch nur wenige leicht verfügbare und rezente Daten (Kletzan, 2004, S. 64f). Ein verschwindend kleiner Teil der künstlichen Bewässerung wird jedoch über Wasserdienstleistungen (einziger Wasserdienstleister: Betriebsgesellschaft Marchfeldkanal) bereitgestellt (vgl. Sinabel, 2004 a, S. 12f), welcher hier vernachlässigt wird. Je nach organisatorischer Herkunft (eigene Wasserversorgung inkl. Genossenschaften oder zentraler Versorger) fällt dieser Wasserverbrauch unter *Wasserdienstleistungen* oder *eigene Bereitstellung* (vgl. Sinabel, 2004 a, S. 12). Bei der Wasserentnahme zur landwirtschaftlichen Bewässerung wird davon ausgegangen, dass das gesamte Wasserinput aus Eigenentnahme auf einzelbetrieblicher Ebene oder aus genossenschaftlicher Organisation (Beregnungs- bzw. Wassergenossenschaften nach dem WRG) stammt. Wasser, das von Genossenschaften bereitgestellt wird, gilt nach österreichischer Definition als Eigenverbrauch (vgl. Kletzan, 2004, S. 64f).

Auch hinsichtlich der natürlichen wie der organisatorischen Herkunft der landwirtschaftlichen Wassernutzung ist die Informationsbasis dürftig und auf Vermutungen anderer Quellen angewiesen. Für die gesamte landwirtschaftliche Wassernutzung wird die Entnahme aus Grund- und Quellwasser angenommen. Nach dem Organisationsgrad der Wasserherkunft wird Eigenförderung (Einzelförderung oder genossenschaftlich) angenommen. Es ist auch von illegaler Förderung auszugehen (vgl. BMLFUW, 2004, S. 34).

Bezüglich der natürlichen und organisatorischen Herkunft des Wassers für die Tierproduktion ist die Datenlage schlecht. „Es liegen derzeit auch keine näheren Angaben darüber vor, wie die Deckung des Wasserbedarfes für die Viehhaltung erfolgt. Es wird davon ausgegangen, dass dieser Wasserbedarf *nicht* aus dem Netz gedeckt wird.“ (BMLFUW, 2004, S. 27) Hier wird also von Eigenversorgung (Einzelförderung und genossenschaftliche) und Entnahme vom natürlichen Dargebot aus Grund- und Quellwasser ausgegangen.

Für die Wassernutzung zur Viehhaltung wird ebenfalls die gesamte Wasserentnahme aus Grund- und Quellwasser angenommen (vgl. Hüttler u. a., 1996, S. 25). Dies passt zu der Annahme, dass dieser Bereich direkt am Bauernhof und mit der Hofwasserversorgung (Trinkwasser, Eigenversorgung oder zentrale Versorgung) stattfindet.

Bei *Wasserinteressentenschaften* bzw. *Wassergenossenschaften* ist zu erwarten, dass Gemeinden den sanierungsbedürftigen Bestand übernehmen (vgl. Doubek u. a., 1999, S. 43). Der Trend ist von Einzelbrunnenversorgung auf Leitungsanschluss umzustellen. Auf Kosten der Brunnenbesitzer und zu deren Ärger werden Einzelbrunnen gesperrt, obwohl sie noch ‚Brauchwasser‘ liefern könnten. Örtliche Kleinanlagen werden zu regionalen Verbänden zusammengefasst, Fernleitungsnetze errichtet, Speicherkapazitäten ausgebaut und anderes mehr. Die Entwicklung ist vom Wasserwirtschaftsfonds gefördert worden und kostet die Gemeinden viel Geld (vgl. Fischer-Kowalski, 1988, S. 86). Die Kleinteiligkeit erhöht zwar die Identifikation der BenutzerInnen, hat aber auch Nachteile (Finanzkraft,

Investitionsförderungsabhängigkeit) (vgl. Abtenung, 2002, S. 31). Finanziellen Förderungen zur zentralen Wasserversorgung stehen einer verursachergerechten und ökologisch-orientierten Kostenwahrheit entgegen.

Die organisatorische Herkunft dürfte Großteils in Eigenversorgung liegen. Die natürliche Herkunft der landwirtschaftlichen Wassernutzung liegt fast zur Gänze in der Dargebotsform Grundwasser (inkl. Quellwasser) sowohl für die künstliche Bewässerung als auch für die Tierhaltung.

Wasserinput für den Landwirtschaftssektor (künstliche Bewässerung und Fleischproduktion)

Die Landwirtschaft gehört nicht zu den größten (sektoralen) Wassernutzern, sondern vor allem im Falle der künstlichen Bewässerung zu den ökologisch-hydrologisch problematischen. Die Verringerung von *Pressures* durch die Wassernutzung in der Landwirtschaft kann durch viele Ansatzpunkte erreicht werden. Landwirtschaftsintern bestehen z. B. Handlungsoptionen vor allem bei Bewässerung (Wasserhaushalt im Boden) und Tierhaltung. Ökologisch-hydrologisch erstrebenswert wäre eine kleinräumig abgestimmte Wassernutzung vor allem in übernutzten Gebieten. Der Wasserbedarf der Landwirtschaft verursacht vor allem dort Probleme, wo die Nutzungsraten die Erneuerungsraten des lokal verfügbaren Wasserdargebots übersteigen. Also in Regionen mit saisonal hohen Verdunstungsraten, wenig Niederschlag, geringem ober- oder unterirdischen Wasserdargebot und hoher Wassernutzung (vgl. Hüttler u. a., 1996, S. 144).

Zur Verbesserung der ökologischen Problemgebiete ist eine Verbesserung der Datenlage wichtig. „Bisher wurden in Österreich die tatsächlichen landwirtschaftlichen Wasserinputs nicht systematisch ermittelt und aufgezeichnet. Konkrete Angaben über die tatsächlichen jährlichen landwirtschaftlichen Entnahmen zum Zwecke der Beregnung dürften derzeit nur für größere Betriebe und für Wassergenossenschaften vorliegen. Angaben über tatsächliche Entnahmen aus dem Grundwasser für die Viehhaltung fehlen gänzlich. Aus diesen Gründen ist es notwendig, die jährlichen landwirtschaftlichen Entnahmen aus dem Grundwasser indirekt aus vorhandenen und verfügbaren Agrarstrukturdaten abzuschätzen.“ (BMLFUW, 2004, S. 26) Viele Daten zur Materialbilanz im Landwirtschaftssektor beruhen auf Schätzungen bzw. Hochrechnungen, so auch jene zur Wassernutzung. Die Datenlage differiert und ist schlecht. Künstlich bewässertes Tierfutter darf nicht bei Bewässerung *und* bei Tierproduktion gezählt werden (Doppelzählung).

Hüttler und Payer bieten für das Jahr 1991 eine konsistente Stoffflussanalyse zur Teilbilanz Wasser für Österreich, wobei beim landwirtschaftlichen Sektor zwischen den Materialflüssen Wasser für landwirtschaftliche Bewässerung (200 Mio. m³), Tiertränke und Gülleverdünnung (zusammen 69 Mio. m³) unterschieden wird, ferner wird noch der (stoffliche) Wassergehalt des Tierfutters (12 Mio. m³) berücksichtigt, der hier aufgrund des gewählten Materialinput-Konzepts nicht weiter verfolgt wird (vgl. Hüttler, Payer, 1997, S. 100) (vgl. Hüttler u. a., 1994, S. 23). Hüttler und Payer bieten zwar nur einen Jahreswert für die landwirtschaftliche Bewässerung (1991), sie machten allerdings die plausibelsten Überlegungen hinsichtlich der landwirtschaftlichen Wassernutzung und sparten, wie viele andere Quellen auch die Wassernutzung bei der Tierhaltung und stoffliche Überlegungen (Wassergehalt von Futter, Produkten etc.) sowie den Outputbereich (Verdunstung, Fäkalien etc.) nicht aus. In weiterer Folge wird ihre Schätzung zum landwirtschaftlichen Wasserinput mit der Wassernutzung anderer Sektoren verglichen.

In der Landwirtschaft wird also Wasser zu ca. 3/4 für die Bewässerung benötigt, das andere Viertel für die Tierproduktion. Differenzen bei der jährlichen landwirtschaftlichen Wassernutzung bei der Tierproduktion sind aufgrund veränderten Futtermitteleinsatz (Tierbestand etc.) und veränderter Annahmen hinsichtlich des Wasserbedarfes möglich (vgl. Hüttler u. a., 1996, S. 52), werden aber hier nicht weiter ermittelt. Die Zahlen für 1991 werden linear fortgeschrieben.

Literaturhinweise auf *ungenehmigte* bzw. *nicht-bewilligte Brunnen* und Wasserentnahmen aus diesen lassen die hoch angesetzten Bewässerungsdaten plausibel erscheinen. „Im Osten Österreichs wird aus Tausenden genehmigten und ungenehmigten Brunnen Wasser für die Feldberegnung gepumpt.“ (vgl. Katzmann, 1986, S. 92) „Große Anzahl bewilligter und nicht bewilligter Brunnen im Marchfeld und Seewinkel“ (BMLFUW, 2004, S. 34).

Das Umweltbundesamt sieht 1999 einen „... allgemein bekannten Trend zu weniger landwirtschaftlicher Bewässerung und ... dass eine rein rechnerische Ermittlung eine Überschätzung der tatsächlich bewässerten Mengen darstellen würde.“ (UBA, 1999, S. 5) Beidem will ich mich hier nicht anschließen. Eine Befragung in den Testgebieten Marchfeld und Thermenlinie ergab keine eindeutige Veränderung der Bewässerung zwischen 2000 und 2004 (vgl. BMLFUW, 2005, S. 299). Eine konstante Wassernutzung bietet auch Eurostat für die Jahre von 1994 bis 2002 mit jeweils 100 Mio. m³. Diese Daten betreffen allerdings nur die künstliche Bewässerung, zur Viehhaltung sind aus dieser Quelle keine Daten zu entnehmen (vgl. Eurostat, 2008). Für die Zukunft wird für die landwirtschaftliche Bewässerung im Allgemeinen ein gleich bleibendes Niveau angenommen. Eine Ausnahme stellen der Wein- und Obstbau in den Regionen Marchfeld und Wachau dar, wo es zu einer Zunahme der bewässerten Flächen kommen dürfte (vgl. Kletzan, 2004, S. 63). Diese relativ junge Einschätzung über die gleich bleibende Tendenz will ich für den Landwirtschaftssektor umsetzen und den landwirtschaftlichen Wasserinput von 269 Mio. m³ der Daten von Hüttler und Payer (vgl. Hüttler, Payer, 1997, S. 100) linear fortschreiben und auch im Sektorenvergleich verfolgen. Klimatische Schwankungen und andere Einflussfaktoren konnten hier nicht näher berücksichtigt werden.

Diese Übersicht dient in erster Linie dazu auszuweisen, welche Größenordnungen an Wasser nötig sind, um den landwirtschaftlichen Output zu produzieren (vgl. Sinabel, 2004 a, S.10). Ferner bietet sie eine Vergleichsdimension zu den anderen Sektoren. Die Wassernutzung der Landwirtschaft ist abhängig von den jährlichen klimatischen Bedingungen (Niederschlag, Temperatur, Verdunstung), welche hier nicht näher berücksichtigt werden konnten. Die Wassernutzung der Landwirtschaft liegt in der Größenordnung der Haushalte und ist für die landwirtschaftliche Produktion von zentraler Bedeutung.

6. Industrie – Struktur und Wandel

In diesem Kapitel wird versucht die jüngere Entwicklung der Wassernutzung der Industrie in Österreich zu beschreiben. Diese Analyse der Wassernutzung durch den Sektor Wirtschaft konzentriert sich auf die wasserwirtschaftliche bzw. sozio-ökonomische Perspektive der Wasserentnahme. Die spezifische Wasserverwendung der unterschiedlichen Wirtschaftsaktivitäten wird bei den Branchen kurz behandelt. Die Abwasserentsorgung und qualitativen Aspekte der Wassernutzung werden fast gänzlich ausgeblendet.

Schumpeter (1883-1950) sieht die Aufgabe des Unternehmers nicht im schöpferisch-kreativen. „Diese Funktion besteht in ihrem Wesen nach weder darin, irgendetwas zu erfinden noch sonst wie Bedingungen zu schaffen, die die Unternehmung ausnützt. Sie besteht darin, dass sie Dinge in Gang setzt.“ (Schumpeter, 1990, S. 456)

Jänicke beschreibt die industrielle Macht und ihre politisch gewährten und geduldeten Privilegien, die teilweise an der Umweltsituation schuld sind:

- Bevorzugung im Informationsgefüge
- verminderter Akzeptanzdruck (nur Rentabilität zählt)
- fehlender Innovationsdruck führt zu ökonomischen Strukturkrisen
- Externalisierung von Kosten
- globale Standortwahlmöglichkeit (Steuern, Produktion, Innovation, Rohstoffe, Entsorgung) Steuerverzicht bis Steuerungsverzicht zu Lasten nationaler und regionaler Allgemeininteressen (vgl. Jänicke, 1988, S. 18)

Der globale Trend zur Zentralisierung der Produktionsstandorte ist aus ökologischem Blickwinkel als eher nachteilig einzustufen. „Die Zentralisierung erhöht zwar die Auslastungsgrade und den Einsatz von emissions- und hilfsstoffarmen Umwelt- und Verfahrenstechnologien, die gleichzeitig induzierte allgemeine Erhöhung der Transportentfernungen sowohl in der Beschaffung wie im Vertrieb dürfte diese Effekte aber bei weitem überkompensieren.“ (Hüttler u. a., 1996, S. 155) Internationaler Wettbewerb um Betriebsansiedelungen führen zu Umweltdumping, Absiedelungen der Betriebe ins Ausland bringt einerseits dort meist noch schlechtere ökologische Produktionsbedingungen als im Inland andererseits scheinen diese Umweltbelastungen und somit auch Wassernutzungen nicht mehr in der inländischen Materialbilanz auf, da der Außenhandel nicht mit *ökologischen Rucksäcken* (Produktion, Transport) bzw. *virtuellem Wasser* gerechnet wird.

Beim Produktionsprozess wird zwischen Hilfsstoffen und Produktionsmitteln unterschieden. Beide werden durch den Produktionsprozess verändert und werden zu diesem benötigt oder gehen (teilweise) in das Produkt ein. Kohle, Öl und andere Hilfsstoffe verschwinden, zeigen sich aber in den Eigenschaften des Produkts. Ein bedeutender Sozialökonom meinte: „Das Rohmaterial bildet die Substanz des Produkts, hat aber seine Form verändert. Rohmaterial und Hilfsstoffe verlieren also die selbständige Gestalt, womit sie in den Arbeitsprozess als Gebrauchswerte eintraten. ... Produktionsmitteln, die von Natur, ohne menschliches Zutun, vorhanden sind, mit Erde, Wind, Wasser, dem Eisen in der Erzader, dem Holze des Urwaldes usw.“ (Marx, 1957, 165f) Die Arbeitsmittel (Instrument, Maschine, Fabrik) sind im Unterschied zu Produktionsmitteln nur nützlich solange sie ihre Gestalt bewahren und genutzt werden. Die *extraktive Industrie* findet ihren Arbeitsgegenstand in der Natur vor (Bergbau, Jagd, Fischerei, Landwirtschaft nur bei Urbarmachung). Alle anderen Industriezweige behandeln diese Rohmaterialien bzw. Rohstoffe, die ihrerseits schon durch Arbeit filtriert bzw. kolonisiert wurden (vgl. Marx, 1957, S. 142). Das Rohmaterial kann die Hauptschubstanz

eines Produkts bilden oder nur als Hilfsstoff beim Produktionsprozess dienen. Durch Formveränderung (Vergegenständlichung im Arbeitsprozess, Verarbeitung) erhält der aus der Natur angeeignete Rohstoff seinen Gebrauchswert. Der Hilfsstoff wird vom Arbeitsmittel konsumiert (Kohle und Öl von Maschine, Heu vom Pferd etc.). „Der Unterschied zwischen Hauptstoff und Hilfsstoff verschwimmt, weil keines der angewandten Rohmaterialien als die Substanz des Produkts wieder erscheint.“ (Marx, 1957, S. 143) Rohstoffe haben viele Eigenschaften und können sowohl als Hilfsstoff zur Produktion dienen oder als Rohstoff materiellen Eingang in unterschiedliche Produkte finden. Durch Recycling kann aus einem konsumierten Produkt wieder ein Roh- oder Hilfsstoff werden. Karl Marx meinte noch: „... Hilfsstoffe verschwinden, zeigen sich aber in den Eigenschaften des Produkts.“ (Marx, 1957, S. 165) Bei materialschonenden Produktionsverfahren wird versucht, die Eigenschaften des Produktes nicht (negativ) zu verändern, den Materialverbrauch bzw. ökologischen Rucksack aber zu vermindern.

Nach der Betriebsgröße kann anhand des Personalstandes in Klein-, Großgewerbe und Industrie unterscheiden werden. Zum Großgewerbe zählen Betriebe, die der Sektion Gewerbe der Bundeskammer angehören und 20 oder mehr Arbeitnehmer beschäftigen (vgl. Hüttler u. a., 1996, S. 277). *Kleingewerbe* hat folglich weniger als 20 Beschäftigte.

Der produzierende Bereich (ohne Landwirtschaft und öffentliche Verwaltung) umfasst entsprechend der europäischen Systematik der Wirtschaftstätigkeiten die Abschnitte

- Bergbau und Gewinnung von Steinen und Erden,
- Sachgütererzeugung,
- Energie- und Wasserversorgung
- und Bauwesen.

Der Dienstleistungsbereich besteht aus den Abschnitten

- Handel und Reparatur von Kfz und Gebrauchsgütern,
- Beherbergungs- und Gaststättenwesen,
- Verkehr und Nachrichtenübermittlung,
- Kredit- und Versicherungswesen,
- Realitätenwesen und
- Unternehmensdienstleistungen (vgl. Bartl u. a., 2003, S. 15).

Hier zeigt sich auch, dass die Wasserversorgung und der für die Wassernutzung wichtige Sektor Stromversorgung als eigener Abschnitt des produzierenden Bereiches der ÖNACE Sachgüterproduktion geführt wird, wo Arbeitsplätze, Umsatz, Unternehmen bestehen. Der Aspekt der zentralen Wasserversorgungsbetriebe wird näher beim Kapitel *Privathaushalte* behandelt.

Produktion und Dienstleistungen sind der bedeutendste Bereich der österreichischen Wirtschaft in Hinblick auf die ökonomischen Indikatoren Anteil am Bruttoinlandsprodukt (73 %) und Anteil an der Beschäftigung (62%) (vgl. Etlinger u. a., 2005, S. 37). Der produzierende Bereich erwirtschaftete im Jahr 2001 einen Beitrag zum Bruttoinlandsprodukt von 31,5 %. Rund 66 % entfallen auf den Dienstleistungssektor einschließlich der öffentlichen Verwaltung, weitere 2,5 % auf den Sektor Landwirtschaft. Innerhalb des produzierenden Bereichs entfällt der größte Anteil der Bruttowertschöpfung auf die Sachgütererzeugung, wobei die Branchen Maschinenbau, Nahrungs-, Genussmittel und Getränke, Metallerzeugnisse, Herstellung von chemischen Erzeugnissen sowie die Erzeugung und Bearbeitung von Metallen dominieren. Innerhalb des Dienstleistungssektors erwirtschaften das Realitätenwesen, der Handel sowie das Kreditwesen den größten Beitrag zum Bruttoinlandsprodukt. Neben dem Handel (Handelsvermittlung und Großhandel sowie

Einzelhandel und Reparatur) zählen auch das Beherbergungs- und Gaststättenwesen und der Landverkehr nicht nur zu den wirtschaftlich stärksten, sondern auch zu den wasserwirtschaftlich relevanten Bereichen im Dienstleistungssektor (vgl. Bartl u. a., 2003, S. 73f).

Anhand des regionalen industriellen Wasserverbrauchs in Flusseinzugsgebieten ergibt sich, dass die höchsten ökonomischen Werte bei Umsatz und Mitarbeitern im Handel und bei den restlichen Wirtschaftsbereichen mit niedrigem Wassereinsatz liegen. Dies zeigt die große volkswirtschaftliche Bedeutung dieser wenig wasserintensiven Bereiche (vgl. Bartl u. a., 2003, S. 24f).

Durch Investitionen in die Wasserver- und Abwasserentsorgung aufgrund früher Umweltstandards in Österreich wurde technologisches Know-how aufgebaut und vermarktet. Das breite Angebot österreichischer Unternehmen im In- und Ausland umfasst Planung, Ausschreibung, Lieferung, Errichtung, Inbetriebnahme, Finanzierung und Betriebsführung sowie Technologielösungen wassertechnischer Anlagen, die speziell auf die Anforderungen von Kommunen und Industriebetrieben abgestimmt sind (vgl. Scheicher, 2002, S. 121). Inländische Betriebe bieten im Bereich der Wassernutzungstechnologien (Trinkwasserversorgung, Abwasserentsorgung, Wasserkraftgewinnung etc.) eine wichtige Wertschöpfung am Exportmarkt und Arbeitsplätze.

Wassernutzung in der Industrie

„Wasser ist offenkundig nicht nur die condition sine qua non allen Lebens, sondern auch allen Wirtschaftens.“ (Payer, 1991, S. 29) Der industrielle Bereich spielt nicht nur anhand ökonomischer Faktoren eine wichtige Rolle, sondern auch in Bezug auf die Wassernutzung insbesondere der produzierende Bereich (vgl. Etlinger u. a., 2005, S. 37).

Der dargebotsseitige Wasserreichtum Österreichs stellt einen natürlichen Standortvorteil für die ansässigen Industriebetriebe dar (vgl. Hüttler u. a., 1994, S. 45). Eine bloß *historische* Bedingung für die Industrialisierung könnte man (irrtümlich) meinen. Österreich kann hinsichtlich des Wasserverbrauchs als typischer Industriestaat bezeichnet werden (vgl. Hüttler, Payer, 1997, S. 105). Die ungleiche Verteilung der natürlichen Ressourcen spiegelt sich auch beim Wasserdargebot und der Wassernutzung der Betriebe und deren spezifischer Standortwahl wider. Industriebetriebe mit hohem Wasserbedarf sind meist an Oberflächen(fließ)gewässern zu finden. Seit dem Einsetzen der Industrialisierung fand ein Zusammenwirken von neu entdeckten fossilen Energieträgern und der Verbreitung von Pumpen, die den Wasserumsatz erhöhten. Eine qualitativ neue Art der Wassernutzung brachte der Umstand mit sich, dass die exothermen Prozesse der Energiebereitstellung ein erhebliches Ausmaß an Abwärme freisetzen, die an das Wasser abgegeben wird (vgl. Hüttler, Payer, 1997, S. 96).

Der Energie- und Rohstoffmarkt zeigt sich anbieterseitig oft durch günstige Konditionen großabnehmerfreundlich. Deckelungen von Rohstoff- und Energiepreisen sind für ein umweltbewusstes Produktionsverhalten kontraproduktiv. Bei der Industrie zeigen auch relativ geringe Erhöhungen Einfluss auf Nutzungsverhalten (vgl. Lauber, 2003, S. 10). So kann die allzu kostengünstige Verfügbarkeit der Rohstoffe zum ökologischen Nachteil für den Standort werden. Die Kostenentwicklung in der Industrie (inkl. Abwasser) zeigt insgesamt eine leichte Verringerung der Wasserintensität (in m³ je produzierter Wertschöpfung) (vgl. Hüttler u. a., 1994, S. 38f).

Die Analyse der sozio-ökonomischen Bedeutung der industriellen Wassernutzung ist ein zentrales Element zur Erforschung von ökologischen Belastungen und Auswirkungen (*Pressures and Impact*) (vgl. Bartl u. a., 2003, S. 15). Wie ökologisch komplex das Ursache-Wirkungsspiel der Wirtschaft ist zeigt sich beispielsweise im Baubereich, der alle Branchen betrifft (Standort, Mobilität etc.). Dort erfolgen Eingriffe in den Wasserhaushalt nicht nur durch Entnahme aus Grund- oder Oberflächenwasser, sondern auch durch Grundwasserabsenkungen im Zuge von Bautätigkeiten und anderen Rohstoffentnahmen sowie durch unterirdische Bauteile, die den Grundwasserstrom beeinträchtigen. Die zunehmende Bodenversiegelung das Versickern von Niederschlagswässern in den Untergrund und somit die natürliche Erneuerung der Grundwasserbestände bzw. -flüsse. Baumängel bzw. -rückstände wie undichte Leitungen (Trinkwasser und Abwasser) verändern Mengen und Qualität der natürlichen Gewässer (vgl. Hüttler u. a., 1996, S. 223f).

Der intrasektorale Vergleich zwischen Branchen zeigt gravierende Unterschiede in der Wassernutzung bei Produktions- und Verarbeitungsbereichen. Im Branchenquerschnitt ergibt sich eine ungleichmäßige Verteilung des Wasserbedarfs und eine Dominanz durch wenige Bereiche bzw. Branchen. Die größten Mengen entfallen auf den Bereich der kalorischen Kraftwerke, wo Kühlwasser erforderlich ist, welche nicht in diesem Kapitel behandelt werden. Eisen- (41,5 %), Chemie- (28,5 %), und Papierindustrie (15,6 %) stellen die stärksten Wassernutzer sind um ein Vielfaches vor der Nahrungs- und Genussmittelproduktion (3,6 %) (vgl. Hüttler u. a., 1996, S. 144). Für die restlichen Produktionsbereiche beträgt die industrielle Wassernutzung bis zu 13 % (vgl. Hüttler, Payer, 1997, S. 103). Auf die drei größten Branchen (Metallerzeugung und -verarbeitung, chemische Industrie und Papiererzeugung und -verarbeitung) entfallen 88 % des Wasserverbrauchs von Produktion und Dienstleistungen (vgl. Etlinger u. a., 2005, S. 37). Papiererzeugung und Elektrobranche haben z. B. über 95 % Wasseranteils am gesamten Materialinput. Hoch ist auch der Abwasseranteil am gesamten Output (vgl. Payer, 1991, S. 29). Der industrielle Primärinput, d. h. der direkt aus der Natur bezogene Input, macht mengenmäßig einen sehr großen Teil des Input aus. Auffallend ist der hohe Wasseranteil aller Branchen. Der Anteil am gesamten Wasserinput streut von 44 % (Erdöl- und Erdgasförderung) bis 97 % (Papiererzeugung). Ein hoher Wasseranteil ist typisch für alle Produktionsbereiche. Es empfiehlt sich daher, die abgeleiteten Indikatoren immer sowohl inklusive als auch exklusive des jeweiligen Wasseranteils zu ermitteln, um etwaigen Informationsverzerrungen vorbeugen zu können.“ (vgl. Payer, 1991, S. 27) Nur geringe Mengen des verwendeten Wassers gehen physisch in Produkte ein.

Schwerpunkte werden innerhalb der Wirtschaftstätigkeiten entsprechend ihrer wasserwirtschaftlicher Relevanz gesetzt. Ausmaß und Veränderungen des gesamten industriellen Wasserbedarfs werden hauptsächlich der Bedarfsentwicklung in der eisenerzeugenden Industrie bestimmt (vgl. Hüttler, Payer, 1997, S. 103). Zur Metallproduktion und -verarbeitung werden von der Rohmaterialmanipulation, Roheisen- und Stahlherstellung bis zu Stahlguss und Fertigungsprozessen für Abkühlungsprozesse, für die Reinigung von Ölen, für Spülen und Trocknen große Wassermengen genutzt (vgl. Schnitzer u. a., 2001, S. 30). Der Großteil des Wassers wird aus Oberflächengewässern bezogen. Die Metallerzeugung und -bearbeitung ist nach den kalorischen Kraftwerken der größte industrielle Nutzer von Wasser. Charakteristisch ist eine Abwasserbelastung im Bereich der Schwermetalle, die Reinigung der Abwässer erfolgt überwiegend in betriebseigenen Kläranlagen. Im Maschinenbau und bei der Herstellung von Kraftwagen und -teilen spielt der Wassereinsatz eine untergeordnete Rolle (vgl. Bartl u. a., 2003, S. 83). Jüngste Äußerungen betreffend einer Auslagerung bzw. Abwanderung von wasserintensiven

(Stahl)Betrieben aufgrund von Maßnahmen gegen den Klimawandel würden auch die absolute und relative Wassernutzung des Industriesektors insgesamt und jene der betroffenen Branchen verändern bzw. verringern.

Die chemische Industrie zählt zu den wasserintensiven Wirtschaftszweigen. Sie ist hinsichtlich ihrer Produkte, der wirtschaftlichen und wasserwirtschaftlichen Charakteristik sehr vielfältig. Der Großteil des Wassers wird für Kühlungszwecke verwendet, wohingegen Prozesswasser einen relativ kleinen Anteil in Anspruch nimmt. Der größte Teil des verwendeten Wassers stammt aus Oberflächengewässern, rund ein Drittel wird aus Brunnen bezogen (vgl. Bartl u. a., 2003, S. 82).

Papierproduktion ist ein gutes Beispiel für Ressourcenverbrauch. In Deutschland werden durchschnittlich über 200 kg Papier und Pappe pro Jahr und Person verbraucht (global nur 45 kg). Damit hängt traditionell viel Wasserverbrauch zusammen. Technisch ist es möglich den Wasserverbrauch bei der Papierherstellung durch möglichst geschlossene Wasserkreisläufe um einen Faktor zehn, also um 90 %, zu vermindern. Dies mag zusätzliche Energie kosten, bringt aber eine deutliche Dematerialisierung. ‚Null-Optionen‘ im Verbrauch (Verpackungsreduktion, Reklameverzicht oder Zeitungsreduktion) können zu enormen Entlastungen der Umwelt beitragen (vgl. Schmidt-Bleek, 1993, S. 176). Zur Herstellung von Papier und Zellstoff werden große Mengen Wasser verwendet, vom Holzplatz bis zur Rolle ist Wasser ein wesentlicher Bestandteil im Produktionsprozess. Wesentliche Einsatzbereiche von Wasser in der Papier- und Zellstoffindustrie sind die Kühlung sowie die Prozesse der Papier- und Zellstofferzeugung selbst. Der Großteil des Wassers wird aus Oberflächengewässern bezogen, auch der Bezug aus eigenen Brunnen spielt eine Rolle (vgl. Bartl u. a., 2003, S. 84). Auch die Wasserbelastung ist bzw. war in diesen Bereichen hoch. Wasser dient in der Papier- und Pappeindustrie als Lösungsmittel, Transportmedium und zur Kühlung bzw. Beheizung (Dampf) der Maschinen. Papierbetriebe wurden aufgrund des großen Wasserbedarfes an großen Flüssen angesiedelt. Umweltprobleme und verstärktes Umweltbewusstsein und regionale Wasserknappheit aber auch ökonomische Überlegungen führten zum Ersatz von Schadstoffen, zur Errichtung von Kläranlagen und zur Schließung von Wasserkreisläufen (vgl. Schnitzer u. a., 2001, S. 20). So wurden in der Papier und Zellstoffindustrie von 1988 bis 1999 eine Reduktion des Wasserverbrauchs um den Faktor 2 bis 3 erzielt (vgl. Schnitzer u. a., 2001, S. 87).

Wasser in großen Mengen und zusätzlich in Trinkwasserqualität ist auch für die lebensmittelverarbeitende Industrie wichtig. Die industrielle und großgewerbliche Nahrungs- und Genussmittelproduktion stellt den viertgrößten Wasserverbraucher des Verarbeitungssektors dar. „Die Entwicklung des Wasserverbrauchs der Lebensmittelindustrie zeigt einen für den gesamten Verarbeitungssektor untypischen Trend. Während der gesamte Wasserverbrauch des Verarbeitungssektors im Zeitraum 1973 – 1990 relativ konstant auf hohem Niveau bleibt, reduzierte sich der Wasserverbrauch der Nahrungs- und Genussmittelerzeugung im Zeitraum 1976-1993 um ein Drittel von rund 90 Millionen m³ auf rund 60 Mio. m³. Beinahe 2/3 des Wasserbedarfes in der Lebensmittelindustrie werden über die Eigenförderung von Grund- und Quellwasser gedeckt. Der restliche Wasserbezug stammt im wesentlichen von öffentlichen Wasserwerken und der Eigenförderung von Oberflächenwasser.“ (Hüttler u. a., 1996, S. 144) Die ‘EU-Richtlinie über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch’ verlangt den Nachweis, dass die Verwendung des in der Lebensmittelindustrie verwendete Wasser die Genusstauglichkeit des Enderzeugnisses nicht beeinflusst (vgl. Doralt, 2000, S. 582), was eine Wiederverwendung von Wasser für Reinigungs- oder Spülzwecke behindert (vgl. Schnitzer u. a., 2001, S. 48). In der Bierindustrie liegt bei Kühlzwecken (Verdunstungs-, Plattenkühler) und Reinigungszwecken

viel Wassersparpotential (pro Hektoliter Bier von 1,2 m³ auf die Hälfte) (vgl. Schnitzer u. a., 2001, S. 53). „Der produktrelevante Wasserinput in der Getränkeherzeugung insgesamt verzeichnete im Zeitraum 1981 bis 1992 eine jährliche durchschnittliche Steigerungsrate von 2,8 %.“ (Hüttler u. a., 1996, S. 121) Der Lebensmittelhandel hat bezüglich der Daten ‚weiße Flecken‘ (vgl. Hüttler u. a., 1996, S. 131). Durch unterschiedliche Produkte in der Nahrungs- und Genussmittelindustrie sind Versorgungsart und Verwendungszweck des Wassers differenziert zu betrachten. Die Fleisch verarbeitende Industrie benötigt den Großteil des Wassers als Prozesswasser. In der Zuckerindustrie wird der größte Teil für Kühlzwecke verwendet. Die Wasserversorgung der Nahrungs- und Genussmittelindustrie erfolgt überwiegend mit Brunnenwasser und zum Teil aus Netzentnahme (vgl. Bartl u. a., 2003, S. 83). Der Strukturwandel in der Lebensmittelversorgung kann ökologisch und gesundheitsspezifisch als Chance betrachtet werden. Ein Paradigmenwechsel von der Mengenversorgung zur Qualität scheint nötig. Der Aufbau einer integrierten Versorgungskette von Produktion-Verarbeitung-Handel wäre neben positiven ökonomischen und sozialen Wirkungen auch mit großen ökologischen Vorteilen verbunden (vgl. Hüttler u. a., 1996, S. 91).

Die verbliebene inländische Textilindustrie verbraucht wegen des geringen Bedarfs an Kühlwasser nur 1 % des industriellen Wasserverbrauchs. Durch hohe Schadstoffbelastung und den damit verbundenen Klärbedarf bieten sich auch hier Kreislaufsysteme an (vgl. Schnitzer u. a., 2001, S. 48).

Tourismus ist ein großer Wassernutzer des Dienstleistungsbereiches. Sanfter bzw. *leiser* Tourismus hin oder her, ein enormer Wasserverbrauch ist in Fremdenverkehrsgebieten und in der Branche *Gastronomie/Hotellerie*, bei KonsumentIn, *Gast* bzw. im Aktivitätsfeld *Freizeit/Urlaub* zu beobachten - pro Urlaubsgast bis zu 1000 Liter Wasser pro Tag (vgl. Katzmann, 1986, S. 93). Je nach Unterkunfts-kategorie, Wellnessbereich, Restaurantnutzung liegen spezifische Wasserinputs zwischen 80 und 560 Litern pro Nächtigung. Wobei zu berücksichtigen ist, welche Wasser verbrauchenden Aktivitäten noch zusätzlich außerhalb der Unterkunft (Bäder, künstlich beschneite Skipisten) getätigt werden (vgl. Bartl u. a., 2003, S. 131). Im Bereich der Beherbergung sind die wichtigsten Einflussfaktoren hinsichtlich des Branchenwasserverbrauchs die Entwicklung der Nächtigungen, die Veränderung der Anteile der Unterkunfts-kategorien und betriebliche Wassermanagementsysteme (*Wasser-Contracting*). Verschiedene Szenarien lassen einen Spielraum von einer Reduktion des Jahreswasserverbrauchs 2015 im Vergleich zu 2002 von 23 % bis zu einer Steigerung um 90 % im Tourismus zu (vgl. Bartl u. a., 2003, S. 12). Ungünstig kann sich der saisonal (Sommer- oder Wintersaisondestinationen) und regional stark schwankende Tourismusbereich auch auf die kleinräumige Dargebotssituation auswirken. Die Wasserentnahme erfolgt überwiegend aus dem öffentlichen Netz, ebenso werden Abwässer vorwiegend in die öffentliche Kanalisation eingeleitet. Die Wassernutzung umfasst neben dem Einsatz in der Gastronomie und Reinigung sowie der haushaltsähnlichen Verwendung durch die Gäste auch den Einsatz in Wellness-Einrichtungen. Neben dem Wassereinsatz spielen für den Tourismus die (Oberflächen)Gewässer (Landschaft) eine zunehmende Rolle. Der Wassereinsatz von 3100 Beschneiungsanlagen für auf 23.000 ha Schipisten (0,28 % der Fläche Österreichs) kann aufgrund der Witterungsverhältnisse beträchtliche Aufwendungen (Wasser, Energie) erfordern. Das verwendete Wasser stammt fast ausschließlich aus Oberflächengewässern und versickert bzw. verdunstet über die Pisten (vgl. Bartl u. a., 2003, S. 85). Wasserentnahmen sind vor allem aufgrund des Bade- und Freizeittourismus in den letzten Jahrzehnten stark angestiegen (vgl. Etlinger u. a., 2005, S. 26).

Neben dem Beherbergungs- und Gaststättenwesen zählen auch der Handel (Handelsvermittlung und Großhandel sowie Einzelhandel und Reparatur) und der Landverkehr nicht nur zu den wirtschaftlich stärksten, sondern auch zu den wasserwirtschaftlich relevanten Bereichen im Dienstleistungssektor. Die Wirtschaftsabschnitte Realitätenwesen, Kreditwesen, unternehmensbezogene Dienstleistungen sowie öffentliche Verwaltung sind durch haushaltsähnliche Wassernutzung gekennzeichnet (vgl. Bartl u. a., 2003, S. 73f).

Die Wassernutzung im Bausektor beträgt seit Mitte der 1970er Jahre zwischen 30 und 35 Mio. m³ jährlich und hat einen Anteil von ca. 2 % am industriellen Wasserverbrauch. Innerhalb des Aktivitätsfeldes Bauen beträgt der Wassereinsatz ca. 1/3 bzw. 1/4 des Materialverbrauchs (vgl. Hüttler u. a., 1996, S. 223). Zum Unterschied am Gesamtmaterialeinsatz spielt das Bauwesen im Bezug auf den Wassereinsatz eine untergeordnete Rolle. Der Wasserbezug erfolgt zum weitaus überwiegenden Teil aus dem öffentlichen Netz, Verwendung teilt sich im wesentlichen auf Produkt und Sanitärbereich, im Prozessbereich spielen auch Versickerung und Verdunstung eine Rolle (vgl. Bartl u. a., 2003, S. 84f).

Bei der Brachenzusammensetzung der industriellen Wassernutzung konnten regionale Unterschiede festgestellt werden. So entfällt in der Flussgebietseinheit Elbe auf die Nahrungsmittelproduktion ein Anteil von 58 %, auf die chemische Industrie knapp 21 %. Der Anteil der jeweils sechs wasserintensivsten Sektoren am geschätzten Wasserverbrauch je Flussgebietseinheit insgesamt liegt zwischen 91 % (Rhein) und rund 96 % (Elbe, Donau) (vgl. Etlinger u. a., 2005, S. 38). Hinsichtlich der regionalen Charakteristik bei Wassereinsatz, Anzahl und Größe der Betriebe (Umsatz und Mitarbeiter) sind stark divergierende Wirtschaftsstrukturen festzustellen. Betrachtet man den Wassereinsatz in Produktion und Dienstleistung ohne die kalorischen Kraftwerke, so zeigt sich eine Dominanz von jeweils zwei bis drei Branchen in sämtlichen Flusseinzugsgebieten Österreichs. Die Metallerzeugung und –bearbeitung ist der größte Wasserverbraucher in fünf Planungsräumen (Donau unterhalb Jochenstein, Drau, Donau bis Jochenstein, Mur, Rhein). Im Planungsraum Raab/Rabnitz/Leitha ist die Papierproduktion und -verarbeitung der größte Wasserverbraucher. Regionale Bedeutung für den Wasserverbrauch hat die Beschneidung durch Seilbahnbetriebe im Flusseinzugsgebiet Rhein und Donau oberhalb Jochenstein (vgl. Bartl u. a., 2003, S. 64f).

Es zeigt sich eine branchenspezifische vielfältige Wassernutzungsstruktur hinsichtlich natürlicher und organisatorischer Wasserherkunft, Wasserinputmenge und Verwendungsart. Eine weitere Branchenanalyse bezüglich Wassernutzung ist hier aus Umfanggründen nicht möglich. Neben den branchenspezifischen ist auch eine betriebsspezifische Wassernutzung festzustellen. Es zeigt sich, dass mehr als die Hälfte der industriellen Wasserinputs von 3 (!) Betrieben stammt. Die 10 größten industriellen Wassernutzer verbrauchen mehr als 68 % der gesamten Menge und die 18 *wasserstärksten* Betriebe rund $\frac{3}{4}$ des gesamtindustriellen Verbrauchs (vgl. UBA, 1999, S. 8). Es konnte kein Zusammenhang zwischen dem spezifischen Wassereinsatz und der Betriebsgröße gefunden werden. Für eine nähere Analyse empfiehlt sich die Betrachtung von Großverbrauchern (vgl. Bartl u. a., 2003, S. 21f).

Veränderungen in der Betriebssystematik der amtlichen Statistik können insbesondere bei den großen Wasserverbrauchern zu Verzerrungen innerhalb der Branchenergebnisse führen. Ferner spielt die Zuordnung eines wasserintensiven Betriebes zu einer Branche eine wichtige Rolle für die branchenspezifische Wassernutzung. Ferner können Ausgliederungen in andere Betriebe und Veränderung der Haupttätigkeiten die Vergleichbarkeit der Daten im Zeitablauf

beeinträchtigen (vgl. Bartl u. a., 2003, S. 130). Auslagerungen ins Ausland bleiben bei nationalen Materialflussanalysen unberücksichtigt.

Die industriellen Hauptwassernutzer nach Branchen betrachtet stellen sich so dar:

- Papier, Druck 7 %
- Sonstige 3 %
- Nahrungs- u. Genussmittel, Getränke 3 %
- Metallherzeugung und -bearbeitung 52 %
- Chemie und Mineralölverarbeitung 35 % (vgl. Bartl u. a., 2003, S. 117)

Prinzipielle Ansätze zur Erhöhung der Effektivität des betrieblichen Wassereinsatzes – unabhängig von der Branche – sind:

- Einsparmaßnahmen bezogen auf den Zweck des Wassereinsatzes
- die Vernetzung der Wasserströme unter Berücksichtigung der gegebenen und geforderten Qualitäten und Temperaturen (vgl. Schnitzer u. a., 2001, S. 9)

Vermiedene Inputs bei der industriellen Wassernutzung bedeuten meist auch weniger problematische Outputs. Die Reduktion teurer Entsorgungskosten ist zusätzlich zum Umwelt- bzw. Gewässerschutz ein wichtiges Motiv für Industrie und Politik die Forschung auf dem Gebiet der input- bzw. abwasserarmen bzw. -freien Verfahren bzw. Technologien voranzutreiben. Für Österreichs exportorientierten Anlagenbau ist die Absatzerweiterung ein zusätzliches starkes Motiv (vgl. Schnitzer u. a., 2001, S. 2). In Bereichen wie z. B. Spültechnik kann durch verbesserte Anlagen die Verwendung von Wasser noch weiter reduziert und so auch Geld gespart werden (vgl. Schnitzer u. a., 2001, S. 88). Betriebliche Lösungen bestehen oft aus mehreren Aspekten, die erfüllt bzw. optimiert werden sollen. So ist selten ein Wasserinput minimierender Technologieeinsatz (Kreislauf) um jeden Preis erwünscht. Oft sind mehrere ökonomische wie ökologische Randbedingungen wie Schadstoffprobleme und Kostenfragen wichtig (vgl. Schnitzer u. a., 2001, S. 14).

Ökologisches Ziel muss eine quantitativ (kleinräumige) tragfähige bzw. nachhaltige Wassernutzung in der industriellen Produktion sein. Der teilweise intensive Grund- und Quellwasserbedarf verschiedener industrieller Tätigkeiten in allen Regionen mit begrenzter bzw. bereits beeinträchtigter Grundwasserverfügbarkeit stellt ein ökologisches Problem dar. Gemäß den Zielen einer nachhaltigen Nutzung der verfügbaren Wasserressourcen (kleinräumiges Wasserdargebot) müssten primär in wasserarmen und wassernutzungsstarken Regionen wirksame Maßnahmen zur Verringerung des industriellen Grund- und Quellwasserdurchsatzes getroffen werden. Hinsichtlich der natürlichen Herkunft der Gewässer der industriellen Inputs lässt sich zwischen Veränderungen des Grundwasserstands, oder des Oberflächenwasserstands unterscheiden. Lokal beeinträchtigte Grundwasserreserven durch Grundwassertransporte aus anderen Regionen oder unbelastetem Wasser aus den alpinen Stauseen von Speicherkraftwerken zu substituieren, ist mit den Prinzipien nachhaltiger Wassernutzung nicht vereinbar (vgl. Hüttler u. a., 1994, S. 45).

Natürliche und organisatorische Wasserherkunft

Die industrielle Wasserversorgung kann bezüglich der genutzten Wassermenge zum überwiegenden Teil über eigene Wasserrechte gedeckt werden (vgl. Hüttler, Payer, 1997, S. 103). Die Eigenförderung von Wasser ist prinzipiell kostenlos bzw. zahlungslos, aber auch zahlenlos. Die Industrie- und Gewerbestatistik enthält nur Angaben über jene Materialströme,

denen auch Zahlungsströme gegenüberstehen, nicht aber Primärentnahmen aus der Natur, die mittels Eigentumsrechten kostenlos erfolgen (vgl. Hüttler u. a., 1996, S. 23).

Laut Häuser- und Wohnungszählung hatten 1981 in Österreich 26,6 % aller Gebäude (Wohn- und Freizeitgebäude, betriebliche Gebäude bzw. Arbeitsstätten etc.) eine eigene Wasserversorgung durch Brunnen oder Quelle. Bei den Gebäuden entfielen auf Gebäude der Kategorie ‚Nicht land- und forstsw. Arbeitsstätten‘ - zum Unterschied von Gebäuden - waren dies 11,6 %. Diese Zahl der selbstversorgenden Arbeitsstätten ist 1981 auf 32882 gesunken bei einer Gesamtzahl der Arbeitsstätten von 281359. D. h. bezüglich der Anschlüsse an eine öffentliche Versorgung haben die meisten Wirtschaftsbetriebe einen solchen (vgl. ÖSTAT, 1986, S. xiii).

Da der überwiegende Teil des eingesetzten Wassers von den Unternehmen selbst aus Oberflächengewässern oder eigenen Brunnen entnommen wird, liegt meist eine Eigenleistung vor (vgl. Hüttler, Payer, 1997, S. 103). Neben der Kostenfrage ist die Versorgungssicherheit (ohne Produktionsunterbrechnung) mit Wasser wichtig. Eine etwaige eigene stärkt den Autonomie- und Autarkieaspekt. Das Wasserrecht bzw. die Wassernutzungsmöglichkeit ist für einige wasserintensive Betriebe bzw. Branchen eine Standortfrage (Oberflächewasser).

Die amtliche Industriestatistik des ÖSTAT zeichnete von 1973 bis 1994 den industriellen Wasserverbrauch seit Beginn der 70er Jahre in einer branchenbezogenen Gliederung auf. Sie differenzierte sowohl zwischen Eigenförderung und Fremdbezug von Wasser als auch zwischen Oberflächenwasser und Grund- und Quellwasser (vgl. Hüttler u. a., 1994, S. 33ff).

Die organisatorische Auslagerung der Wasserversorgung (Fremdbezug) beträgt rund 10 % der gesamten Abgabe der öffentlichen Wasserwerke. Für die betrachteten Mengen ist der Fremdbezug von Oberflächenwasser für die Industrie dagegen nebensächlich. „Umfangreichere Fremdbezüge von Oberflächenwasser haben im beobachteten Zeitraum nur während der zweiten Hälfte der 1970er Jahre in der eisenerzeugenden Industrie und sei Ende der 1980er Jahre in der Chemieindustrie stattgefunden. Die Ursache für den steigenden Fremdbezug von Oberflächenwasser für die chemische Produktion liegt in der aus der Novellierung des Wasserrechtsgesetzes resultierenden restriktiven Neuverteilung von Wasserrechten. Diese Entwicklung lässt eine weitere Erhöhung des Fremdbezugs von Oberflächenwasser erwarten – und zwar nicht nur innerhalb der Chemieindustrie.“ (Hüttler u. a., 1994, S. 37) Für industrielle Prozesse erforderlichen Wassermengen werden überwiegend aus eigenen Brunnen entnommen, Sanitärwasser stammt fast ausschließlich aus dem öffentlichen Netz (vgl. Bartl u. a., 2003, S. 25).

Nach der natürlichen Wasserherkunft zeigt sich, dass rund zwei Drittel des industriellen Wasserbedarfs mit Oberflächenwasser und rund ein Drittel mit Grund- und Quellwasser gedeckt werden (vgl. Hüttler, Payer, 1997, S. 103) (vgl. Hüttler u. a., 1994, S. 37). Der Lebensmittelbereich hat aus Qualitätsgründen mit 80 % an Grund- und Quellwasser den höchsten Anteil im Industriesektor (vgl. Hüttler u. a., 1996, S. 144). Regional ergibt sich für das Flusseinzugsgebiet Donau unterhalb Jochenstein folgendes Bild der natürlichen Herkunft der industriellen Wassernutzung. Beim Produktions- und Dienstleistungsbereich (ohne Kraftwerke) überwiegt die Entnahme aus Oberflächengewässern, gefolgt von Brunnenversorgung mit 18 % und Wasserversorgung aus dem öffentlichen Netz mit 5 %. Die 77 % Oberflächenwasser werden meist für Kühlzwecke eingesetzt (vgl. Bartl u. a., 2003, S.25). Mehrheitlich wird hinsichtlich der quantitativen Wasserinputs für die Industrie Eigenversorgung angenommen.

Wasserinput für den Industriesektor

Die Industriestatistik zeichnet den industriellen Wasserverbrauch seit Beginn der 70er Jahre in einer branchenbezogenen Gliederung auf (vgl. Hüttler u. a., 1994, S. 33). Hüttler konstatiert noch 1994: „Die Datenlage beim Industriesektor ist relativ günstig.“ (vgl. Hüttler u. a., 1994, S. 8f) Allerdings nur bis ins Jahr 1994 wurden jährlich die Entnahmen der Industrie und dem Großgewerbe aus Grund- und Oberflächenwasser jährlich vom ÖSTAT erhoben und konnten dann auf Bundeslandniveau ausgewertet werden (vgl. Hüttler u. a., 1994, S. 19f) (vgl. UBA, 1999, S. 7f) (vgl. Bartl u. a., 2003, S. 18). Für Industrie und Großgewerbe liegen bis dahin vom ÖSTAT jährliche Statistiken über den Einsatz an Roh- und Hilfsstoffen vor. Die Angaben über den Wasserdurchsatz sind geteilt in Eigenverbrauch von selbst gefördertem Wasser und Fremdbezug von öffentlichen Wasserwerken und von anderen Betrieben. Nach der natürlichen Herkunft wird nach Entnahmen von Grund- und Quellwasser einerseits und von Oberflächenwasser andererseits unterschieden. „Obwohl die Zahlen des ÖSTAT in diesem Bereich mit Vorbehalt zu betrachten sind, wird davon ausgegangen, dass die Größenordnungen des Wasserverbrauchs ausreichend genau dokumentiert sind.“ (Hüttler u. a., 1994, S. 19f)

Da der Wasserverbrauch seit 1995 von Statistik Austria nicht mehr erhoben wird und auch keine äquivalenten Daten für den Wirtschaftsbereich vorliegen, wurden ab diesem Zeitpunkt Ansätze gewählt, die auf errechneten spezifischen Faktoren für Wassereinsatz und Verwendungscharakteristik aufbauen (vgl. Bartl u. a., 2003, S. 20). Eine Erhebungs- und Hochrechnungsmethode für die Zeit ‚nach der amtlichen Statistik‘ bietet das Umweltbundesamt. Es legte eine Datenreihe für die Wassernutzung der Industrie (*Industry, all activities*) mit den Jahren von 1980, 1985, 1990 bis 1998 vor. Für die Jahre nach 1994 wurden die größten industriellen Wasserbezieher für 1994 ermittelt. Dabei zeigte sich die Wassernutzungsdominanz einiger weniger Betriebe. Bei den 50 größten industriellen Wasserverbrauchern wurde nach Daten für die Jahre 1995-1998 angefragt. Ein Datenrücklauf von insgesamt 73,18 % des Wasserverbrauchs von 1994 wurde erhoben. Für jene Betriebe, die nicht erfasst werden konnten (= 26,82 % der Gesamtwasserentnahmen 1994), wurde ein gleich bleibender Wasserverbrauch angenommen. Dazu addiert wurden die von den Unternehmen gemeldeten Mengen für die einzelnen Bezugsjahre (vgl. UBA, 1999, S. 7f). Eine etwaige Verzerrung durch Datenrücklauf von Daten mit positiven bzw. verringerten Verbrauchsentwicklungen konnte nicht eruiert werden. Es ist auch möglich den industriellen Wasserinput, Nutzungscharakteristik, Wasserherkunft etc. anhand Umsatz und Mitarbeiterzahl hochzurechnen (vgl. Bartl u. a., 2003, S. 22f). Beide Varianten werden hier nicht weiter verfolgt.

Es sei hier noch einmal betont, dass große branchen- und betriebsspezifische Unterschiede bei der Wassernutzung bestehen. Insofern können sich geringfügige Veränderungen bei den Annahmen zu Hochrechnungen enorm auf die Ergebnisse auswirken. Verschiedene Datenquellen mit verschiedenen Berechnungsmethoden und eine veränderte amtliche Erfassungssystematik können zu Verzerrungen der Ergebnisse und unerklärbaren Sprüngen in der Zeitreihe führen (vgl. Bartl u. a., 2003, S. 130). Sprunghafte Verringerungen sind auf Betriebschließungen bzw. auf systematische Veränderungen der statistischen Erfassung zurückzuführen (vgl. Hüttler u. a., 1994, S. 33ff). Unschärfen können sich aus der geänderten Wirtschaftssystematik (Betriebssystematik 1968 bzw. OENACE 1995) sowie aufgrund von Divergenzen zwischen berechneten und erhobenen Werten ergeben (vgl. Etlinger u. a., 2005, S. 12).

Wichtig für die (konzeptuelle) Erstellung konsistenter Wassereinputrechnungen sind die Erfassung von Eigenförderung sowie das Vermeiden von Doppelzählungen, wie in amtlichen Statistiken möglich (vgl. Hüttler u. a., 1996, S. 24). So darf z. B. ein Verkauf einer geförderten Wassermenge an einen anderen Betrieb nicht doppelt als Input in das sozio-ökonomische System bzw. den Industriesektor gewertet werden.

Eine Hochrechnung des Industriesektors aus den ÖVGW Daten ist aufgrund des nicht-repräsentativen Anschlussgrades der Industrie an die zentrale Wasserversorgung bzw. der hohen Eigenförderung nicht zulässig.

Problematisch bzw. unscharf ist die Trennung bzw. Nicht-Erfassung von Gewerbe beim Industriesektor. „Ein weiteres Problem entsteht dadurch, dass die Industrie- und Gewerbestatistik nur den Bereich der Sachgüterproduktion erfasst. Für die Bereiche Bauwesen, Elektrizitätsversorgung, Handel, Dienstleistungen, private Haushalte liegen kaum bis keine mengenmäßigen Angaben hinsichtlich ihrer Materialumsätze vor.“ (Hüttler u. a., 1996, S. 24f) Im Rahmen der Industrie- und Gewerbestatistik wurden bis 1994 die Industrie und das Großgewerbe nach ihrem Wasserverbrauch gefragt. Der Anteil des Großgewerbes ist dabei so gering (unter 1,5 % des Wasserverbrauchs der Industrie), dass auf eine separate Analyse verzichtet wird (vgl. Steuerer, 1994, S. 3). „Für Kleingewerbe und Dienstleistungen sowie den Groß- und Einzelhandel existieren keine Daten über den Materialumsatz ...“ (Hüttler u. a., 1996, S. 66). So ist vermutlich ein beträchtlicher Teil im Bereich des Kleingewerbes, nicht erfasst. Haushaltsähnliche Wasserverbräuche waren nicht quantifizierbar finden sich vermutlich beim Wassereinput von Privathaushalten. Dazu zählen wohl auch der öffentliche Sektor (Verwaltung, Schulen, Bauhöfe etc.) und der Dienstleistungssektor. Aus den vorliegenden ÖVGW Daten kann eine gänzliche Trennung zwischen dem Bezug Haushalte und dem Bezug Industrie und Gewerbe nicht vorgenommen werden. Es kann in Einzelfällen zu einer Überschätzung der Entnahmen für Industrie und Gewerbe kommen (vgl. BMLFUW, 2004, S. 22). Hüttler u. a. haben den Anteil des Kleingewerbes anhand der Daten des ÖVGW ermittelt, indem sie die Wassermenge für Haushalte von der gesamten Wassermenge der zentralen Wasserversorgungsdaten abgezogen haben. „Da für Industrie und Großgewerbe die Daten vorliegen, kann der Rest als Menge, die an das Kleingewerbe geht, interpretiert werden. Analog zu den Haushalten wurde auch für das Kleingewerbe ein Grad an Eigenförderung bzw. Bezug aus Einzelwasserversorgungsanlagen von 15 % angenommen.“ (Hüttler u. a., 1994, S. 20) Diese Annahmen werden hier nicht näher verfolgt. Aufgrund von Datenmangel und geringer quantitativer Relevanz wird auf eine Analyse von Gewerbe und dem öffentlichen bzw. administrativen Sektor verzichtet.

Wie schon bei der organisatorischen Wasserherkunft erwähnt, ist die Eigenförderung von Wasser prinzipiell kostenlos bzw. zahlungslos, aber auch zahlenlos. „Alles Material, das ohne pekuniäre Gegenleistung in das Wirtschaftssystem eingebracht und weiterverarbeitet wird, ist nicht erfasst. Diese ist insbesondere bei den Primärentnahmen aus der Natur der Fall, die mittels Eigentumsrechten kostenlos erfolgen.“ (Hüttler u. a., 1996, S. 23) Die Entwicklung des Wasserverbrauchs kann auf Basis der *Industrie- und Gewerbestatistik* bis zum Jahr 1994 nachvollzogen werden. Der in den nachfolgenden Jahren in der *Gütereinsatzstatistik* erfasste Wasserverbrauch bildet weder alle Branchen noch den gesamten Wasserverbrauch ab (vgl. Etlinger u. a., 2005, S. 12). Kritisiert wird das Fehlen einer systematischen Darstellung des industriellen Wassereinsatzes wie auch eines methodisch effizienten Zugangs zu einer innerbetrieblichen Erhebung und Bewertung des Wassereinsatzes (vgl. Schnitzer u. a., 2001, S. 90). „Bisher wurden in Österreich die tatsächlichen industriell/gewerblichen Entnahmen nicht systematisch ermittelt und aufgezeichnet. Konkrete Angaben über die tatsächliche jährliche industriell/gewerbliche Eigenförderung aus dem Grundwasser dürften derzeit nur für

größere Betriebe vorliegen. Es ist daher notwendig, die jährlichen industriell/gewerblichen Entnahmen aus dem Grundwasser indirekt aus vorhandenen und verfügbaren Daten abzuschätzen.“ (BMLFUW, 2004, S. 23) Dem schließe ich mich in dieser Arbeit an, wo die industriellen Wasserinputs nicht neu Daten erhoben wurden, sondern auf folgende bestehende Datensammlungen bzw. -erhebungen zurückgegriffen wurde: (vgl. Steuerer, 1994, S. 6) (vgl. ÖSTAT, UBA, 1998, S. 59) (vgl. Eurostat, 2008) (vgl. Milota, 2002, S. 374) (vgl. Hüttler u. a., 1994, S. 23). Hüttler u. a. bieten Sektorenwerte für das Jahr 1991 für die Kategorie ‚Industrie und Großgewerbe‘ von 1444 Mio. m³/a und für die Kategorie ‚Kleingewerbe‘ von 179 Mio. m³/a an, was zusammen 1623 Mio. m³/a ergibt. Dieser kombinierte Wert würde stark nach oben ausreißen im Vergleich mit den Nachbardaten. Der Wert für die Kategorie ‚Industrie und Großgewerbe‘ fügt sich ebenso, wie der verwendete Wert zwischen die beiden Nachbarwerte. Der hier verwendete Wert von ÖSTAT-UBA steht in einer Zeitreihe und wird somit der Vorzug gegeben (vgl. Hüttler u. a., 1994, S. 23).

Die hier verwendeten Industriedaten (1969 bis 1990) von Steuerer beziehen sich auf die Kategorie ‚Industrie und Großgewerbe‘ Für die Jahre 1969 bis 1972 liegt eine Trendschätzung vor. Der Kühlwasserbedarf der Industrieanlagen wird durch die Daten zum Wasserverbrauch in der Industriestatistik erfasst Der Anteil des Großgewerbes liegt unter 1,5 % des Jahresverbrauchs der Industrie, weshalb auf eine separate Analyse verzichtet wurde (vgl. Steuerer, 1994, S. 3f). Dieser Argumentation möchte ich mich hier anschließen.

Die verwendeten Daten von 1991 bis 1994 entstammen aus Wasserentnahmen für ‚Industriebetriebe (einschließlich Kühlwasser)‘ aber ohne der Wassermenge zu ‚Kühlung in der Elektrizitätswirtschaft‘ (vgl. ÖSTAT, UBA, 1998, S. 59). Die aus dieser Quelle vorliegenden (überschneidenden) Daten zu 1980, 1985, 1989 und 1990 passen gut zur vorher anschließenden Datenquelle bis 1990 (vgl. Steuerer, 1994, S. 6), welche Werte geringfügig höher ausfallen. Daten zur industriellen Wassernutzung der Jahre 1995 bis 2002 stammen von Eurostat: "Wasser, das die Industrie direkt aus Oberflächen- oder Grundwasser gewinnt, zusätzlich zu oder anstelle der öffentlichen Wasserversorgung. Ausgeschlossen ist die Wassergewinnung, die lediglich der Kühlung dient, sowie alle Kraftwerke." Und ohne „Wasser, das bei der Stromerzeugung zur Aufnahme oder Ableitung von Wärme eingesetzt wird.“ (Eurostat, 2008) In der Kategorie "*Wasserentnahme für das verarbeitende Gewerbe: Kühlwasser*", das ist "Wasser, das zur Aufnahme oder Ableitung von Wärme eingesetzt wird." (Eurostat, 2008) finden sich keine Daten für Österreich. Unklar bleibt, wo das Kühlwasser für industrielle Prozesse erfasst wird. Ob der Gewerbebereich vernachlässigt oder bei den Industriezahlen inkludiert ist, lässt sich nicht herauslesen.

Die hier verwendeten Eurostat-Daten überschneiden sich in den Jahren 1995 bis 1998 mit den Milota-Daten der Kategorie ‚Industriebetriebe (einschließlich des Kühlwassers)‘ und sind mit diesen ident (vgl. Milota, 2002, S. 374). Die Milota-Daten überschneiden sich auch mit den Steuerer-Daten für die Jahre 1980 1985, 1989, 1990 (vgl. Milota, 2002, S. 374). Die aus dieser Quelle vorliegenden (überschneidenden) Daten passen gut zur vorher anschließenden Datenquelle bis 1990 (vgl. Steuerer, 1994, S. 6), welche geringfügig höher ausfallen. Die Milota-Daten überschneiden sich auch mit ÖSTAT-UBA-Daten und sind mit diesen ident in den überschneidenden Jahren 1980, 1985 und 1990 (vgl. ÖSTAT, UBA, 1998, S. 59). Der einzige überschneidende Wert der Eurostat Daten für 1994 wurde zuungunsten der anderen verfügbaren Datenquelle aufgrund geringerer Differenzen dieser zu den Nachbarwerten nicht eingesetzt (vgl. ÖSTAT, UBA, 1998, S. 59).

Wasserinput Industrie (Steurer, 1994, S. 6; ÖSTAT, 1998, S. 59; Eurostat, 2008)

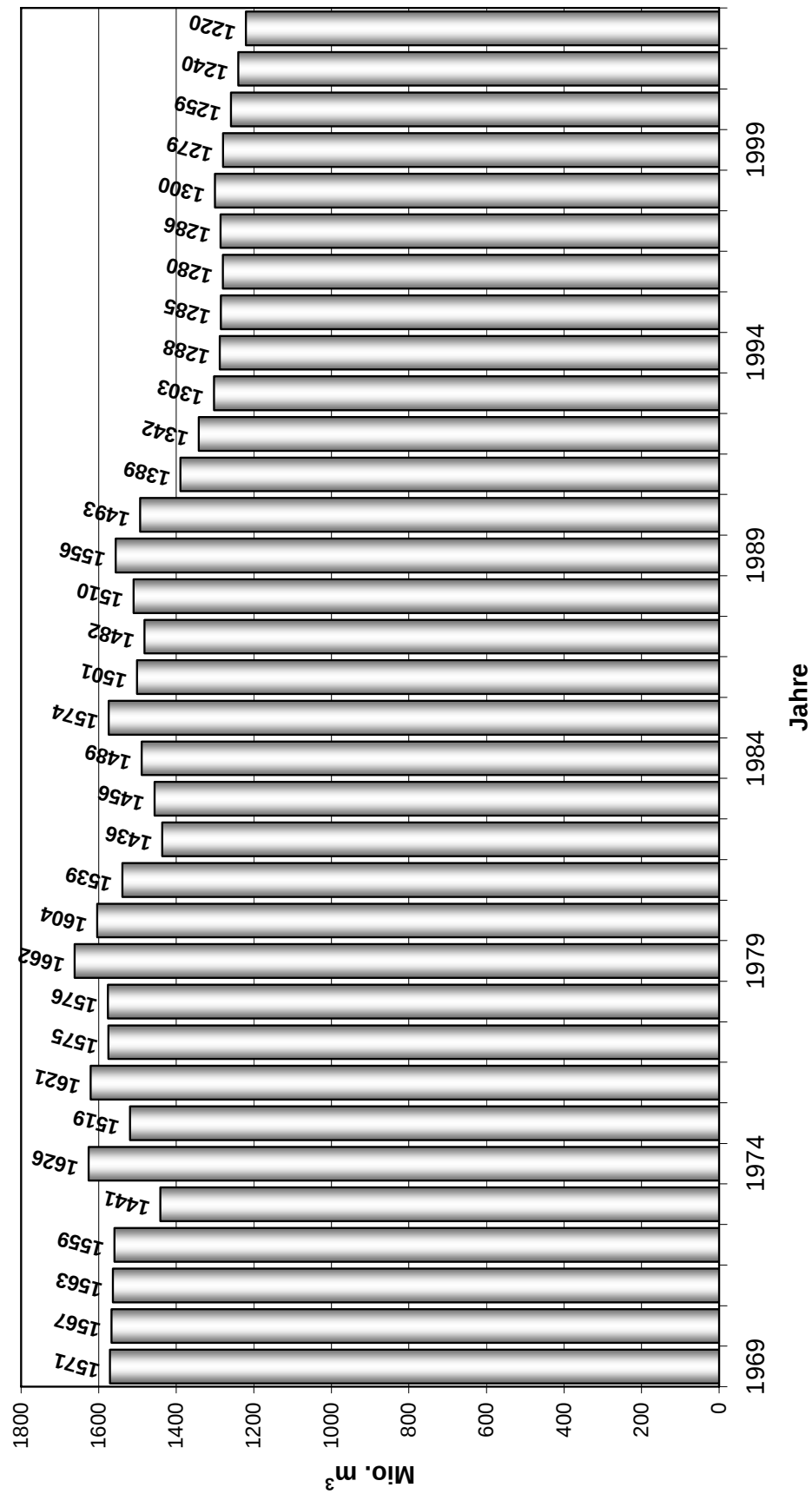


Abbildung 4: Wasserinput Industrie

Somit ergibt sich eine vollständige Zeitreihe jährlicher Wassereinputdaten für den Industriesektor von 1969 bis 2002. Die angeführten Daten zur Kühlung zur Stromproduktion beruhen auf den vorhandenen Literaturdaten ohne eigene Berechnungen und ohne eigene Primärerhebung.

Die Entwicklung des industriellen Wassereinputs (Abbildung 4: Wassereinput Industrie) ist von wiederholten unregelmäßigen Auf- und Abwärtsbewegungen in den Jahren 1969 (1571 Mio. m³/a) bis 2002 gekennzeichnet. Der höchste Wert der industriellen Wassernutzung war 1979 mit 1662 Mio. m³/a, welcher bis 2002 auf 1220 Mio. m³/a fiel. Das ergibt nicht nur einen Schwankungsbereich von 36 % gegenüber dem niedrigsten Wert sondern einer Reduktion dieses Ausmaßes in 23 Jahren.

Ein großer Teil der befragten Industriebetriebe hat aber keine entsprechenden Messvorrichtungen. Deshalb werden industrielle Wassereinputs über Kapazitäten von Wasserpumpen und –auffangbecken oder über lineare Datenfortschreibung hochgerechnet. Welchen Einfluss diese Schätzverfahren auf die Validität des Datenmaterials haben, kann hier nicht beurteilt werden (vgl. Hüttler u. a., 1994, S. 33ff). Hochgerechnete Daten stimmen mit der Realität aber umso besser überein, je größer der Betrachtungsbereich ist (vgl. Bartl u. a., 2003, S. 22f).

Der Wassereinput der österreichischen Industrie und des Großgewerbes wird von anderer Seite auf 1.300 Mio. m³ geschätzt (vgl. Sinabel, 2004 a, S.10), oder wenig darunter, was sich mit den hier verwendeten Daten von 1994 bis 2002 deckt.

Steurer sieht Veränderungen im Wasserverbrauch der Sachgüterproduktion zum Teil aus den Veränderungen der Erzeugung elektrischer Energie in den Industrieanlagen erklärbar. „Es ist jedoch ebenso möglich, dass hier einfach konjunkturelle Schwankungen gemessen werden.“ (Steurer, 1994, S. 3) Die Einführung integrierter Technologien (Kreislaufführung) in einzelnen Produktionsbereichen (Papierherzeugung, Chemieproduktion, Eisen- und Stahlerzeugung, Holzverarbeitung) war ökologisch und ökonomisch sinnvoll und bewirkte in einzelnen Bereichen eine erhebliche Verminderung des spezifischen Wassereinputs. Da aber die Produktionsmengen in Österreich stiegen, wurde der spezifische Einspareffekt jedoch durch Wachstum kompensiert. Der Gesamteffekt war aber immerhin der, den gesamten industriellen Wasserbedarf zwischen 1969 und 1990 auf einem Niveau zwischen 1436 und 1662 Mio. m³/a zu halten (vgl. Hüttler, Payer, 1997, S. 105) (vgl. Steurer, 1994, S. 6). Der letzte Spitzenwert auf diesem Niveau war 1989 auf 1556 Mio. m³/a und fiel bis 1993 auf 1303 Mio. m³/a wo er sich kurz einpendelte und von diesem Wert 1998 bis 2002 auf 1220 Mio. m³/a stetig fiel (UBA; ÖSTAT, 1998, S. 59) (vgl. Eurostat, 2008).

Auch in Deutschland ist der Durchschnittswasserverbrauch bedingt durch den industriellen Verbrauchsrückgang seit Jahren rückläufig (vgl. Möller, 2002, S. 44). Die Reduktion der industriellen Wassereinputs wird nicht nur durch Effizienzsteigerung (Kreislaufschließung), sondern auch durch Auslagerung wasserintensiver Produktionsschritte erreicht, was eine Verlagerung der Gewässerbelastung in andere Länder beziehungsweise Flusseinzugsgebiete zur Folge hat (vgl. Bartl u. a., 2003, S. 129). Der generelle Trend beim industriellen Wassereinput ist sinkend, was vermutlich auf effizientere und modernere Produktionsverfahren erklärt werden kann (vgl. Milota, 2002, S. 375).

Der industrielle Wassereinput zeigt keinen relevanten Zusammenhang mit den ökonomischen Parametern (Arbeit, Umsatz). Es zeigt sich, dass die größten Wassernutzer kaum wesentliche

Anteile bei den ökonomischen Parametern (Mitarbeiter, Umsatz) aufweisen (vgl. Bartl u. a., 2003, S. 65f). In vielen Branchen lassen bisherige Entwicklungen und Umweltprogramme maßgeblicher Unternehmen auf weitere Reduktionsmaßnahmen schließen, insbesondere im Bereich der Kreislaufschließung und Kaskadennutzung. Aufgrund der bereits realisierten Wassereinsparungsmaßnahmen wird die weitere Entwicklung der industriellen Wassernutzung geringere Potenziale aufweisen (vgl. Bartl u. a., 2003, S. 121f).

Als treibende Kraft für das Sinken des industriellen (spezifischen) Wasserinputs in den letzten beiden Jahrzehnten „... sind weniger die Kosten der Wasserentnahme, sondern vielmehr Kosten und Auflagen betreffend die Abwasserreinigung, Energiekosten sowie Kosten zur Wasseraufbereitung.“ (vgl. Bartl u. a., 2003, S. 118)

Verschiedene Trend-Szenarios sind möglich. Im *pessimistischen* Szenario wie auch beim *Business-as-usual*-Szenario spielt die Wirtschaftsentwicklung die größte Rolle. Bei letzterem wird bezüglich der angewendeten Technik angenommen, dass keine weiteren Verbesserungen in der Effizienz des Wassereinsatzes getätigt werden, da die Einsparpotenziale weitestgehend ausgereizt seien, nachdem der starke Druck seitens Gesetzgeber, Behörden und Gesellschaft in den 1990er Jahren bereits zu deutlichen Verbesserungen, Verlagerungen und auch zur Schließung ineffizienter Anlagen geführt haben. Das *pessimistische* Szenario (ohne zusätzliche Anwendung Wasser sparender Technologien) führt zu einem Anstieg des Jahreswasserverbrauchs in der Sachgütererzeugung von 2000 bis 2015 um rund 400 Millionen Kubikmeter bzw. rund 27 % (jährlich Steigerung von 1,6 %) (vgl. Bartl u. a., 2003, S. 125f).

7. Elektrizitätsproduktion – Struktur und Wandel

Die Stromproduktion ist für die Wassernutzung ein wichtiger Bereich und umgekehrt. Sie wird gelegentlich auch als *Subsektor der Wasserkraftnutzung in Österreich* unter den Bereich der Industrie subsumiert (vgl. Errath u. a., 2003, S. 14) (vgl. Etlinger u. a., 2005, S. 37). Hier soll der Bereich Stromproduktion und Wassernutzung nicht zuletzt wegen seiner spezifischen Charakteristika der Wasserverwendung (Wasserherkunft, Wassermenge) und ökologischen Probleme separat dargestellt werden.

Die Energieversorgung gesamt (Elektrizitätsversorgung, Gasversorgung, Fernwärmeversorgung) erwirtschaftete im Jahr 2001 mit einer Bruttowertschöpfung von 3,95 Milliarden Euro einen Beitrag von ca. 2 % zum Bruttoinlandsprodukt. In den durch die Statistik Austria erhobenen 253 Unternehmen der Elektrizitätsversorgung werden 26954 Personen beschäftigt (Stand 2000: 1,2 % des Segments Produktion und Dienstleistung). Die Stromproduktion selbst ist nicht personalintensiv, ein Beschäftigungseffekt ist durch den Bau von Kraftwerken gegeben (vgl. Errath u. a., 2003, S. 32ff). 14000 Arbeitsplätze davon werden durchschnittlich bei Bau und Betrieb der Kraftwerke gehalten (vgl. Kotek, 2000, S. 53).

Die österreichische Bruttostromerzeugung gliedert sich folgendermaßen:

- 64 % von 559 Laufkraftwerken (45 %) und 95 Speicherkraftwerken (19 %)
- knapp 3 % von 1.507 sonstigen Kleinwasserkraftanlagen
- 33 % durch 149 Wärmekraftwerke
- 0,3 % durch 699 Ökostromanlagen (Wind-, Photovoltaik- und Geothermieranlagen)
- sonstige 0,1 % Kraftwerke

Der Anteil der Wasserkraft an der Bruttostromerzeugung in Österreich betrug 2002 67 % (42000 GWh) und gliedert sich in:

- rund zwei Drittel durch Laufkraftwerke,
- knapp 4 % durch Kleinwasserkraftwerke (Ökostromstatistik: 2085 Werke)
- rund 28 % durch Speicherkraftwerke (vgl. Etlinger u. a., 2005, S. 44) (vgl. Errath u. a., 2003, S. 36ff)

44 Groß-Kraftwerken (Engpassleistung > 100 MW) erzeugen 2002 mehr als 53 % der gesamten österreichischen Bruttostromerzeugung (18 Wärmekraftwerke, 17 Speicherkraftwerke und 9 Laufkraftwerke). In Wasserkraftwerken über 10 MW wurden 2002 37460 GWh Bruttostrom erzeugt. Das entspricht ca. 89 % der Bruttostromerzeugung. Die Stromerzeugung mit Wasserkraftwerken unter 10 MW („Kleinwasserkraftwerke“) betrug 4544 GWh oder 10,8 %. Die Bruttostromproduktion *anerkannter* Kleinkraftwerke betrug 4243 GWh. Das entspricht 10,1 % der Bruttostromerzeugung durch Wasserkraft (vgl. Errath u. a., 2003, S. 36ff). Unter ökologischen Gesichtspunkten der Stromproduktion ist das eine beachtliche Menge.

Die gesamte Elektrizitätsversorgung inklusive Verbrauch für Pumpspeicherung liegt 2002 mit 62,7 TWh Jahresstromproduktion. Damit gehört Österreich zu den kleineren Stromproduzenten in Europa. Der Inlandsstromverbrauch (60,89 TWh für 2002) entwickelte sich seit den Nachkriegsjahren schwächer als der Aufbau der Erzeugungskapazitäten. Österreich zählte bis vor kurzem zu den Nettoexporteuren (2000 1,3 TWh Exportüberschuss). Der Trend geht jedoch langsam Richtung Stromimport (2002: + 699 GWh Importüberschuss). Es wird mit einem langfristigen Importanteil von rund 2-3 % gerechnet, um den seit 1990 durchschnittlich jährlich mit 2 % wachsenden Inlandsstromverbrauch zu decken. Trotz der

Kooperation von Versorgungsunternehmen ist Österreichs Stromproduktion im europäischen Vergleich klein strukturiert. Die EU wacht als Wettbewerbshüter über die ‚österreichische Stromlösung‘, einer wechselseitige Beteiligung und Kooperation von Energie AG, EVN, BEWAG, BEGAS, Wien Energie GmbH, Linz AG im Rahmen der „Energie Allianz“ gemeinsam mit Verbund. Ein Großteil der Kleinkraftwerksbetreiber ist im Österreichischen Verein zur Förderung von Kleinkraftwerken (ÖVFK) organisiert. Klein- und Kleinstwasserkraftwerke haben aus historischen Gründen eine enge Verbindung zu Gewerbe- und Industriestandorten. Zahlreiche Anlagen sind aus einer werkseigenen Energieproduktion hervorgegangen. Häufig bei diesen Anlagen ist eine Verwendung der Stromproduktion oder eines Teils davon in privaten, gewerblichen oder industriellen Anlagen. Charakteristisch für diese zumeist sehr kleinen Anlagen ist die hohe Einzelinitiative der privaten Betreiber. Viele Kleinkraftwerke stehen in Besitz von Gemeinden und regionalen Energieversorgungsunternehmen. Probleme beim Ausbau von Großkraftwerken machen Kleinkraftwerke für große Energieversorgungsunternehmen interessant (vgl. Errath u. a., 2003, S. 24ff).

Die wirtschaftlichen Rahmenbedingungen sind wesentlich durch die Liberalisierung des Strommarktes gekennzeichnet. Die Bestimmungen der Elektrizitätsbinnenmarkttrichtlinie von 1997 zielen auf die Schaffung eines offenen, transparenten Marktes mit gleichen Bedingungen für die Marktteilnehmer ab. Wesentlich sind die verpflichtende Einrichtung einer Regulierungsbehörde und die so genannte Entflechtung (*Legal Unbundling*) also die Unabhängigkeit von Übertragungs- und Verteilungsnetzbetreibern (vgl. Errath u. a., 2003, S. 16f). Ein Effekt der Liberalisierung war eine Verstärkung des Großhandelsstrommarkts und ein Florieren von Strombörsen mit relativ transparenten Marktpreisen. Die Knappheit von Wasser für Laufkraftwerke und teilweise gegenläufige Nachfrage von Strom spiegelt sich in Strompreisen und deren tages- und jahreszeitlichen Schwankungen aufgrund unterschiedlicher Angebots- und Nachfrageverhältnissen wider. Als „*Baseload*“ wird die Grundlast über 24 Stunden bezeichnet, „*Peakload*“ die Zeit mit der höchsten Nachfrage nach Strom (Mittagszeit). Die Abflüsse der Niederschläge in den Oberflächengewässern der Alpen zeigen aufgrund der Schneeschmelze einen typischen Verlauf mit kleinen Abflüssen im Winter und großen im Sommer. Laufkraftwerke entlang der Donau zeigen einen regelmäßigeren Durchfluss. Begünstigt für die Preissituation im Tagesverlauf an den Großhandelsmärkten sind Speicherkraftwerke, die die Produktion gesteuert zu Hochpreiszeiten starten können. Die Strompreise am Endkundenmarkt (Haushalte und Großkunden) sind dagegen relativ stabil aber verstärkt der Wettbewerbssituation der einzelnen Anbieter unterworfen (vgl. Errath u. a., 2003, S. 30f).

Der Bruttoinlandsstromverbrauch steigt von 1980 von unter 40000 GWh bis 1995 auf ca. 52000 GWh auf über 60000 GWh im Jahr 2002. Das ist in den letzten 22 Jahren ein Anstieg um insgesamt 63 %. Die jährliche Steigerungsrate betrug im Schnitt 2,13 % pro Jahr. Für die nächsten Jahre werden je nach Quelle Steigerungsraten von 1,6–2 % pro Jahr prognostiziert (vgl. Errath u. a., 2003, S. 45, S. 109). Die österreichische Stromabnehmerstruktur, die für die Wassernutzung am Energiesektor und deren ökologische Belastungen verantwortlich gemacht werden könnte, präsentiert sich nach Anteilen an der elektrischen Gesamtenergie folgendermaßen:

- Industrie 34 %
- Gewerbe mit weiteren 13 %
- Haushalte 23 %
- öffentlichen Anlagen 10 %
- Verkehr 6 %
- Landwirtschaft 3 %

- Eigenbedarf der Energieversorger 5 %
- Verluste 6 %

Abnehmer im Bereich Verkehr sind die Österreichischen Bundesbahnen, welche auch zehn eigene Wasserkraftwerke betreiben. Fast ein Drittel des jährlich verbrauchten Stroms (rund 2,1 Milliarden kWh) stammt aus eigenen Wasserkraftwerken (vgl. Errath u. a., 2003, S. 29).

Beim Vergleich der nationalen Wassernutzungen zur Stromproduktion ist auffällig, dass der Kühlwasserbedarf der Elektrizitätsversorgung in der BRD wesentlich höher liegt. Dies erklärt sich möglicherweise aus dem wesentlichen Anteil an Wasserkraft in Österreich (über zwei Drittel der Elektrizitätserzeugung). Andererseits ist für die BRD ein deutlich höherer Anteil von Kühltürmen (in Österreich praktisch nicht existent) anzunehmen (vgl. Steurer, 1994, S. 23). Um einen Ländervergleich plausibel zu machen wäre immer eine Erläuterung zur Energiegewinnungscharakteristik anzuführen. Ferner müsste unterschieden werden in Wassernutzung bzw. Kühlwassermenge bzw. -anteile (m^3/MWh ; Prozent) für:

- Wasserkraft
- Kalorische Kraftwerke – Kühlung
- Atomstrom – Kühlung etc.

Österreichs Abstimmung gegen die Atomenergie wirkt sich auch auf den Energiemix in der Stromproduktion und im -verbrauch (Importe) aus.

Die regionale Wassernutzung (Flussgebietsansatz) bietet folgendes Bild. Die größte Nutzungsdichte bei Wasserkraftwerken bezüglich Anzahl, Regelarbeitsvermögen und Engpassleistung liegt am Rhein. In den Flusseinzugsgebieten (= (EU-)Planungsräumen) der Donau und der Mur ist eine hohe Anzahl von Laufkraftwerken zu finden, während Speicherkraftwerke besonders häufig im Gebiet der Donau bis Jochenstein vorzufinden sind. Neben jenen der großen Energieversorgungsunternehmen existieren zahlreiche kleine und kleinste Wasserkraftwerke. Die betriebenen Kleinwasserkraftwerke mit einer Engpassleistung unter 10 MW sind in den Flusseinzugsgebieten der Donau konzentriert (90 % der Anlagen, der Engpassleistung und des Regelarbeitsvermögens). In diesen beiden Planungsräumen befinden sich knapp zwei Drittel der erfassten Kleinwasserkraftwerke (vgl. Errath u. a., 2003, S. 6f).

Das *ausbaufähige* Potenzial an Wasserkraftwerken (in Bau und projektiert) wird vom *ausbauwürdigen* Potenzial, das auch ökologischen Kriterien genügt, unterschieden. Ökologisch relevante Faktoren (mit sozialem Konfliktpotential) im Zusammenhang mit Neubau oder Ausbau von Wasserkraftprojekten sind:

- bei Großprojekten in Schutzgebieten (Hainburg, Wachau, Hohe Tauern) und im alpinen Bereich
- Umsetzung des Kyoto-Protokolls mit 13 % Treibhausgasreduktion auf Basis 1997
- Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie
- weitere Entwicklungen im Naturschutz-Recht
- Bedeutung des Versorgungssicherheitsauftrags, (EU-Grünbuch)
- effizienter Ausbau bereits bestehender Wasserkraftanlagen statt Neubau
- Realisierung von Projekten, wo eine Verringerung bereits bestehender Umweltauswirkungen zu erwarten ist (z. B. Schwall von oberliegenden Kraftwerken)
- (Europaweiter) Ausstieg aus der Atomenergie (vgl. Errath u. a., 2003, S. 110f)

Interessenvertretung für die Nutzung des Wassers als Energieträger ist seit ca. 100 Jahren ÖWAV. Ziel ist der Interessenausgleich verschiedener Wassernutzer und die Interessenvertretung in der Gesellschaft (vgl. Kroiß, 1999 a, S. 122f).

Dass Strom nicht aus der Steckdose kommt sollte bekannt sein. Die Gestaltbarkeit am Energiesektor (Politik, Produktion, Verbrauch etc.) hat viele Möglichkeiten. Positive ökologische Aspekte in der Energiewirtschaft deuten in Richtung Effizienzsteigerung, Entwicklung neuer Technologien, Energiesparen und Entkopplung von Wirtschaftswachstum und Energieverbrauch (vgl. Kotek, 2000, S. 96). Eine präventive Umweltschutzpolitik in der Energiewirtschaft wird durch folgende Aspekte verhindert:

- krisenhafte Öleinsparung bewirkt subventionierte Kernenergie
- Verwicklung von Politik mit Monopolstellung
- Ausbau der Sekundärenergie Strom, nicht zuletzt durch Expansion am Wärmemarkt
- schwache Lobby der neuen bzw. rationellen Energieerzeuger
- Preisnachlässe für Großkunden (vgl. Jänicke, 1988, S. 23)

Wassernutzung zur Stromproduktion

In Österreich ist die Betrachtung des Stromsektors ohne Berücksichtigung der Wassernutzung undenkbar, wobei prinzipiell zwischen der Nutzung des Wassers und dessen Energie durch Strömungsgeschwindigkeit, Fallhöhe und Fallmenge und der Wassernutzung zur Kühlung unterschieden werden muss. Ein kWh Strom aus Laufkraftwerken erfordert im Durchschnitt knapp 40 m³ Wasser, aus Speicherkraftwerken wegen der größeren Fallhöhen dagegen nur 0,6 m³. Bezogen auf die gesamte Stromerzeugung aus Wasserkraft ergibt sich eine durchschnittlich erforderliche Wassermenge von gut 27 m³/kWh (vgl. Hüttler u. a., 1994, S. 26f). Hier will ich auf die Funktionen der Wassernutzung für die Stromproduktion samt deren Auswirkungen auf die Umwelt und deren sozio-ökonomischen Metabolismus näher eingehen.

Seit über hundert Jahren werden in Österreich Wasserkraftwerke gebaut. Anhebungen und Absenkungen des Grundwasserspiegels sind in den Bereichen von Flusskraftwerken eingetreten (vgl. Lassnig, 1996, S. 24f). Durch hohen Baumwuchs im Uferbereich scheinen die oberflächlichen Wunden der ökologischen Zerstörung meist geheilt. Künstliche gefällige Uferlandschaften sind entstanden - inzwischen selbst oft ökologische Nischen in einer benachbarten Agrarwüste. Die langsam fortschreitende Kolonisierung des Naturraums stand immer stärker gegen die soziale Sensibilisierung von Umweltthemen. Mit dem geplanten Bau vom Donaukraftwerk Hainburg und mit dem nicht in Betrieb genommenen Atomkraftwerk Zwentendorf hatte die *Unschuld* der Stromgewinnung in Österreich ein Ende. Aber auch ohne die ökologisch-motivierte Selbstbeschränkung ist das Wasserkraftpotential (natürlich) beschränkt (vgl. Kotek, 2000, S. 94ff). Aktuell scheint die Wasserkraft sauber und nachträglich durch den Klimawandel rehabilitiert. Die aktuelle Beeinflussung von Fließgewässern durch Wasserkraftwerke ist mit über 65 % jedoch enorm. Die restlichen Strecken sind selten in *ursprünglichem* Zustand (vgl. Kotek, 2000, S. 95). „Seit 1945, wo nur 11 % der größeren Flüsse durch Wasserkraftwerke beeinträchtigt waren, stieg dieser Wert bis 1990 kontinuierlich an.“ (Kotek, 2000, S. 71) Übrig geblieben sind nur problematische Flussabschnitte, die in Kombination mit einem gestiegenen Umweltbewusstsein, (physischem) Widerstand und hohen Kosten gegen Kraftwerksneubauten sprechen.

Die wasserrechtliche Bewilligungspflicht für die Energiegewinnung ist im WRG § 9 festgelegt. Seit 1985 ist dafür die *Beeinträchtigung der ökologischen Funktionsfähigkeit*, seit 2003 jene des *ökologischen Zustandes* zu ermitteln. Seit 1990 ist das Maß der Wasserbenutzung in der Weise zu beschränken, dass ein Teil des jeweiligen Zuflusses zur Erhaltung eines ökologisch funktionsfähigen Gewässers erhalten bleibt (vgl. Etlinger u. a., 2005, S. 26).

Für die Energieversorgung durch Wasserkraftwerke ist die empirische Niederschlags- bzw. Abflussverteilung in Österreich übers Jahr schlecht, da im Winter hoher Energieverbrauch aber geringe Wasserstände sind. Eine hypothetische Umkehrung dieser Tendenz wäre zumindest für die Energieversorgung besser. Eine Strategie der E-Wirtschaft zur (kurzfristigen) Stromspitzenabdeckung sind (hochalpine Speicher-)Staudämme bzw. Pump-Speicher-Kraftwerke. Fragwürdiger jüngster Nebeneffekte dieses Kraftwerkstyps ist die Umetikettierung von importiertem Atom- und Fossilstrom zu hochpreisigem *Ökostrom*.

Zur Wassernutzung zur Stromgewinnung ist die Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie (EU-WRRL oder WR-RL) mit ihrem *Flusseinzugsgebietsansatz* wichtig. Die örtliche Zuordnung der Wasserkraftwerke und der stromproduzierenden Kraftwerke mit Wassernutzung (kalorische) zu (großen) Flussgebietseinheiten ist aber nur ein (kleiner) Schritt in Richtung ökologischer Bewirtschaftung kleinräumiger Wasserdargebotsnutzung. Für die Elektrizitätswirtschaft im Bereich Wasserkraft ist vor allem der integrierte Beurteilungsansatz für Oberflächengewässer von Bedeutung, der neben biologischen und chemisch-physikalischen Merkmalen auch hydrologisch-morphologische Parameter berücksichtigt. Bis 2015 ist der *gute ökologische Zustand* zu erreichen (vgl. Errath u. a., 2003, S. 11ff).

Wichtig im Zusammenhang mit Wassernutzung und Energieproduktion ist auch die Richtlinie zur Förderung der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energiequellen (2001/77/EG). Sie sieht die Erhöhung des Anteils der erneuerbaren Energiequellen am Gesamtstromverbrauch der EU von 13,9 % (1997) auf 22 % (2010) vor. Dazu zählen erneuerbare nichtfossile Energiequellen wie Wind, Sonne, Erdwärme, Wellen- und Gezeitenenergie, Biogas, Biomasse, Deponiegas, Klärgas und auch Wasserkraft. Für Österreich bedeutet dies eine Steigerung des Anteils der erneuerbaren Energiequellen am Bruttoinlandsstromverbrauch von 70 % (Basis 1997) auf 78,1 % (2010). Wasserkraft nimmt im Spektrum der erneuerbaren Energieträger eine dominierende und auszubauende Rolle ein. Österreich liegt im EU-Vergleich somit deutlich vor dem Zweitplatzierten Schweden mit 49 % (vgl. Errath u. a., 2003, S. 17f). Gesamteuropäisch weisen nur Island und Norwegen einen höheren Anteil an Erzeugung durch Wasserkraft auf (vgl. Errath u. a., 2003, S. 41).

Wasserwirtschaftliche Projekte stehen im Spannungsfeld unterschiedlichster Nutzungs- und Schutzinteressen. Die Errichtung und der Betrieb von Kraftwerksanlagen mit Wassernutzung gehen mit Kolonisierungen von Natur bzw. anthropogener Veränderung von Landschaft einher. Die ökonomische Sicht, dass Umwelt und Landschaft in gewisser Weise öffentliche Güter sind, deren Nutzung der Allgemeinheit zur Verfügung steht, steht einem öffentlichen Versorgungsauftrag mit Strom, Hochwasserschutz oder Verbesserung der Schiffbarkeit gegenüber. Dieser *Nutzenzuwachs* für die Allgemeinheit wird als „externer Nutzen“ bezeichnet. Die durch die Wassernutzung hervorgerufenen Veränderungen (Flussmorphologie, Landschaftsbild, Gewässerhaushalt, Fauna und Flora) führen zu Nutzeneinbußen, die als „externe Kosten“ bezeichnet werden. Die Wirkungen von Kraftwerksanlagen mit Wassernutzung sind vielfältig und umfassen komplexe Wirkungsbeziehungen. Es können Umwelteinwirkungen während der Bauphase und des Betriebs des Kraftwerks unterschieden werden wie auch kurzfristige und langfristige Umweltveränderungen oder anhand der Ursache der Beeinträchtigung:

- Beeinträchtigung durch Aufstau (Sedimentation, Erwärmung, Uferstrukturen)
- Beeinträchtigung durch Schwellbetrieb
- Beeinträchtigung durch Wasserableitung (Ausleitung)
- Beeinträchtigung durch Querverbauung und seitliche Dämme
- Beeinträchtigung durch bauliche Veränderung
- Beeinträchtigung durch Bau-, Instandhaltungsarbeiten und Störfälle

- Beeinträchtigung durch die Turbine (vgl. Errath u. a., 2003, S. 68f)

Viele kolonisierende Eingriffe sind in Zusammenhang mit Kraftwerksbauten nötig. Auch die Entnahme von Baumaterial wirkt (andernorts) landschaftsverändernd. Durch Errichtung und Betrieb eines Wasserkraftwerks können bestehende (touristische etc.) Nutzungsformen verändert werden (Bsp. Kaprun, Hainburg) (vgl. Errath u. a., 2003, S. 70ff).

Bei Wasserkraftwerken lassen sich Laufkraftwerk, Schwellkraftwerk, Ausleitungskraftwerk (Mühlbach) und Speicherkraftwerk unterscheiden. Durch Aufstauung, Ableitung und Schwallbildung kommt es im Ober- und Unterwasser zu verschiedenartigen (steuerbaren) Einflüssen auf die hydrologische Umwelt bzw. auf Funktionen des Gewässerzustands:

- tages- und jahreszeitliche Wasserspiegelschwankungen (Hochwassermanagement)
- Schwalleffekte, Sedimentation, Geschiebeveränderung, (Erosion und Eintiefung)
- Veränderung der Fließgeschwindigkeit
- Verringerter Durchfluss bei Restwasserstrecke (Verdünnung der Abwässer)
- Regionale Veränderung des Grundwasserspiegels und
- Reduktion der Grundwasserdynamik (vgl. Kotek, 2000, S. 7f)
- Reinigung des Gewässers von Abfällen durch die Entnahme von Rechengut
- Regulier- und Einflussmöglichkeit bei Hochwasser
- Schaffung neuen Lebensraumes im Gewässer (vgl. Errath u. a., 2003, S. 83)
- Wassertemperaturveränderungen
- geringere Verfügbarkeit von Brunnenwasser
- Schwall (Rückstau in Kanäle, Personengefährdungen (Freizeit & Tourismus)
- ökologische und optischen Beeinträchtigung (Verlust von Erholungsgebieten)
- Gefahr der Eutrophierung etc. (vgl. Errath u. a., 2003, S. 72f)

Als Beispiele für ‚externen Nutzen‘ und mögliche Koalitionen für KraftwerksplanerInnen oder -betreiberInnen mit Wassernutzung gelten:

- Hochwasserschutz (Anstieg der Grundstückspreise)
- Verbesserung der Schiffbarkeit
- Verringerung bereits bestehender Umweltbeeinträchtigungen
- Verbesserung der Erzeugungssituation bei Kraftwerksketten
- Einsparung von klimarelevanten Gasen in der Energieerzeugung
- Tourismus- und Freizeitnutzung (vgl. Errath u. a., 2003, S. 78)

Ein Großteil der in Österreich durchgeführten Bautätigkeiten im Zusammenhang mit Wasserkraftanlagen bezieht sich auf Revitalisierungen. Beim *Upgrading* von Kleinwasserkraftwerken bis 1 MW liegen Stromgestehungskosten zwischen 4,4 bis 10,9 Cent/kWh. Die durchschnittliche Nutzungsdauer bei Wasserkraft(bau)werken bzw. ihren Anlageteilen liegt zwischen 20 und 100 Jahren (vgl. Errath u. a., 2003, S. 62ff).

Die österreichischen Fließgewässer verfügen insgesamt über ein *Energiepotenzial* von rund 53700 GWh/a. 64 % davon werden schon genutzt und Anlagen für weitere 2 % sind in Bau (Ö ähnlich BRD, Schweiz Ausbaugrad: 80 %). Entscheidend für den (bisherigen und weiteren) Ausbau der Wasserkraft sind der *Bedarf* an elektrischer Energie und eine etwaige alternative Energiebereitstellung einerseits und andererseits die (Akzeptanz der) ökologischen Auswirkungen des anthropogenen kolonisierenden Eingriffes in den Wasserkörperhaushalt zur Stromerzeugung (vgl. Brandstetter u. a., 2007, S. 16).

Die Entnahme von Oberflächenwasser für Kühlzwecke bei kalorischen Kraftwerken wird im Rahmen von Materialflussanalysen ebenso als Systeminput betrachtet. Ökologische

Auswirkungen entstehen durch die z. T. erheblichen Aufwärmungen des entnommenen Wassers (im Mittel 10°C) und den damit verbundenen Wärmeeintrag in die Gewässer. Ergänzend dazu kann auch das Triebwasser für die Stromerzeugung in Wasserkraftwerken in die Rechnung aufgenommen. Beim Triebwasser erfolgt die Aneignung von potentieller Energie verbunden mit Veränderungen in der Wasserqualität einer Stauhaltung (O₂-Gehalt, Druck), gravierenden Eingriffen durch Um- und Ausleitungen (insbesondere bei Speicherkraftwerken) sowie dem Verlust natürlicher Dynamik in den betroffenen Ökosystemen. In vielen Fällen (z. B. bei den Laufkraftwerken) kann eigentlich nicht von ‚Entnahme aus der Natur‘ gesprochen werden, andererseits finden im speziellen bei Speicherkraftwerken oft massive Aus- und Umleitungen von Oberflächengewässern statt. Es wurde daher der gesamte Wasserdurchsatz der Wasserkraftwerke zwar quantifiziert, aber in der Wasserbilanz nicht den ‚klassischen‘ Wasserentnahmen der Sektoren zugerechnet (vgl. Hüttler u. a., 1994, S. 16ff) nicht zuletzt aufgrund der Dimensionsunterschiede. Schmidt-Bleek wirft in Zusammenhang mit MIPS und der Gewichtung der eingesetzten Materialien die Frage auf: „Darüber hinaus muss auch noch die Frage geklärt werden, welche Art Wasser wie verrechnet wird. Werden bei einem Speicherkraftwerk z. B. die durchlaufenden Wassermengen oder die einmalige Füllmenge des Speichers veranschlagt?“ (Schmidt-Bleek, 1993, S. 121)

Wasser wird als *nicht-stofflicher Energieträger* im Rahmen der Produktionsstatistik des ÖSTAT bezeichnet. „Nicht-stoffliche Energieträger wie Wasserkraft, Fernwärme oder Solarenergie werden definitionsgemäß nicht mitgerechnet.“ (Payer, 1991, S. 19) Wasser kann als Betriebsmittel betrachtet werden bzw. als Speichermedium bei Fernwärme, Solarenergie, Wasserkraftnutzung (physikalisch–kinetisch, Wärme) nicht aber als nutzbarer Träger von (chemischer) Bindungsenergie.

Kühlwassernutzung der kalorischen Kraftwerke

Eine qualitativ neue Art der Wassernutzung brachte der Einsatz fossiler Energie, wobei mittels exothermer Prozesse der Energiebereitstellung ein erhebliches Ausmaß an Abwärme freigesetzt wird, die an das Wasser abgegeben bzw. durch das Wasser abgeleitet wird. Der Kühlwasserbedarf kalorischer Kraftwerke ist dadurch zu einem der quantitativ bedeutendsten Faktoren der industriegesellschaftlichen Wassernutzung geworden (vgl. Hüttler, Payer, 1997, S. 96). Die 149 Wärmekraftwerke liefern in Österreich 33 % der Bruttostromerzeugung. 18 davon haben eine Engpassleistung > 100 MW und können somit als ‚Großkraftwerke‘ bezeichnet werden (vgl. Errath u. a., 2003, S. 38ff).

Bei Gas- und Dampfanlagen wird alle 20 Jahre die Erneuerung der Gasturbine und alle 40 Jahre die Erneuerung des Kraftwerks angenommen, was sich auf Abschreibung und Stromerzeugungskosten (vgl. Errath u. a., 2003, S.65) aber auch auf die Planbarkeit von Technologieumstellungen auswirkt. Die Wärmekraftwerke in Österreich sind überwiegend mit Durchlaufkühlsystemen ausgerüstet (vgl. Milota, 2002, S. 375).

Mit der Diskussion um den Klimawandel und den hohen Energiepreisen für fossile Energieträger kommen auch die kalorischen Kraftwerke ins ökologische Visier. Die abgasemittierenden exothermen Wärmekraftwerke greifen nicht nur ins Klima, sondern mit ihren Kühlwassersystemen unmittelbar in die Gewässerökologie ein. Ökologisch negative Nebenerscheinungen der betrieblichen Fließwasserkühlung sind hingegen noch weitgehend unbekannt (vgl. Kotek, 2000, S. 84f).

Die Wassernutzung bietet die wichtige Funktion als Kühlwasser für Produktionsprozesse der Industrie und bei der Stromgewinnung. Nicht nur in der Stromproduktion auch in vielen anderen (industriellen) Bereichen wird Wasser für Kühlzwecke verwendet. Die sozio-ökonomische Wärmeveränderung des Wassers kann als qualitative Veränderung betrachtet werden. Aufgrund der oftmals alleinigen Verwendung für Kühlzwecke ist der mengenmäßig überwiegende Teil des Abwassers nur thermisch belastet. Prozesswasser wird zumeist in betrieblichen Kläranlagen gereinigt und in Vorfluter geleitet. Für den gesamten Industriesektor ergeben sich als relevante qualitative Belastungen neben der thermischen sowohl im Bereich der Schwermetalle als auch der organischen Belastungen. Das Kühlwasser der Nahrungs- und Genussmittelindustrie wird großteils einem Vorfluter zugeführt (vgl. Bartl u. a., 2003, S. 82).

Die Entnahme von Wasser zu Kühlzwecken ist eine quantitative Veränderung des Wasserdargebots und kann zu ökologischen Belastungen z. B. durch das Sinken des Gewässerspiegels führen. Die Einleitung von (erwärmtem) Kühlwasser und die vorangegangene Entnahme des Wassers ist an beiden Stellen eine anthropogene Veränderung der Natur. Die Temperaturveränderung von industriell genutztem Wasser zwischen der Entnahme und der Abgabe ist eine qualitative Veränderung des Wassers. Im Zusammenhang mit Kreislaufführung von Wasser kann sich neben verringertem Wasserverbrauch auch ein verringerter Energieverbrauch ergeben. Erstrebenswert wäre die (unerwünschte) Prozesswärme dort zuzuführen, wo sie sinnvoll verwendet werden kann. Problematisch kann das gleichzeitige Auftreten von Schadstoffen und Wärme (chemische Reaktion etc.) sein. Durch eine geeignete Anordnung von Wärmetauschern kann hingegen der innerbetriebliche Energiebedarf minimiert werden. Bei Kühlwässern ist die Schließung der Kühlkreisläufe lange bekannt und angewandt. Die anfallende Abwärme wird meist noch ungenutzt über Kühltürme o. ä. an die Umgebung abgeführt. Hier wäre die Energienutzung durch Wärmepumpen möglich und sinnvoll. Zu niedrige Kühlwassertemperaturen stehen einer wirtschaftlichen Verwendung oft entgegen (vgl. Schnitzer u. a., 2001, S. 14ff).

Je nach Art des Kühlverfahrens (z. B. Kühlung in Zusammenhang mit der Wiederverwertung begrenzter Wassermengen in Kühltürmen) verdunstet ein Teil des Wassers. Insbesondere bei Kühltürmen wird die Wärme, die mit Hilfe des Kühlverfahrens abgeleitet werden soll, zur Verdunstung genutzt. Darüber hinaus kommt es nach der Ableitung des Kühlwassers in das Oberflächenwasser noch zu einer zusätzlichen Verdunstung, die davon abhängt, wie stark sich die Wassertemperatur insgesamt erhöht. Dieser Effekt wird im Allgemeinen nicht gemessen und bleibt somit unberücksichtigt (vgl. Eurostat, 1998, S. 14). Bei inputseitiger Betrachtung sind die verdunsteten Wassermengen inkludiert.

Die Nutzung als Kühlwasser ist kaum eine Qualitätsfrage. Ein grober Rechen (Technostruktur) als Vorbehandlung des Oberflächenwassers genügt meist. Kühlwasser und Wasserkraftwerkswasser braucht keine Trinkwasserqualität. Das Wasser wird fast unverändert bzw. unbehandelt durch- bzw. umgeleitet. In der Technostruktur ergeben sich Unterschiede bei der Entnahme der Kühlwassermenge zur Trinkwasserentnahme. Aufgrund der erforderlichen Menge wird meist Oberflächenwasser in teils offenen Kanälen geführt. In diesem Zusammenhang sind geschlossene Leitungen (Rohre) gegen Verunreinigungen von geschlossenen Kreisläufen (zur Mehrfachnutzung) strikt zu unterscheiden. Das natürliche Dargebot der Flüsse und Seen wird durch diese Verwendung je nach Mengen und Temperatur verändert ebenso wie die Gewässerökologie (vgl. Bartl u. a., 2003, S. 20).

Regional anhand von Flusseinzugsgebieten bietet sich folgendes Bild. In den Flussgebietseinheiten Elbe und Rhein gibt es keine kalorischen Kraftwerke (vgl. Etlinger u.

a., 2005, S. 37). Kalorische Kraftwerke sind nur in der Flussgebietseinheit Donau zu finden. Bei den Wärmekraftwerken ist der Großteil im Flusseinzugsgebiet *Donau unterhalb Jochenstein*. Der Anteil der kalorischen Elektrizitätserzeugung am Wasserverbrauch von Produktion und Dienstleistungen liegt bei 43 %. Dieser Anteil der Wassernutzung ist in den Flusseinzugsgebiet der *Donau bis Jochenstein* bei 35 % und bei der Mur bei 28 %. Im Flusseinzugsgebiet Drau liegt der Wassereinsatz der Wärmekraftwerke unter 20 %. Im Planungsraum March/Thaya gibt es kein Wärmekraftwerk (vgl. Etlinger u. a., 2005, S. 44f).

Zwischen den Flusseinzugsregionen gibt es aufgrund der spezifischen wirtschaftlichen Strukturen und natürlichen Gegebenheiten (Wasserdargebot, Bauland etc.) große Unterschiede in der Wassernutzung. Rund 80 % der kalorischen Kraftwerksaktivitäten sind im Flusseinzugsgebiet „Donau unterhalb Jochenstein“ konzentriert (vgl. Bartl u. a., 2003, S. 11). Fasst man die gesamten Zuflüsse der Donau zusammen, so zeigt sich die Dominanz der kalorischen Kraftwerke im Wassereinsatz (vgl. Bartl u. a., 2003, S. 68). Die Kraftwerksaktivitäten sind in den Flusseinzugsgebieten:

- Mur 7,7%
- Drau 1,2%
- Donau bis Jochenstein 8,2%
- Donau unterhalb Jochenstein 82,9% (vgl. Bartl u. a., 2003, S. 64)

Natürliche und organisatorische Wasserherkunft

Wie sich aus Daten des Umweltbundesamtes zeigt kommt fast das gesamte Wasser für die Kühlung der kalorischen Kraftwerke ‚*Production of electricity (cooling)*‘ aus Oberflächenwasser. Für die Jahre 1990 bis 1998 schwanken die Werte aus Oberflächenwasser zwischen 2,26 (1990) und 6,64 Mio. m³/a (1994) wobei die letzten Jahre um 3,5 Mio. m³/a schwanken. Für den gleichen Zeitraum schwanken die Werte für Oberflächenwasser zwischen 1140 Mio. m³/a (1993) und 1642 Mio. m³/a (1991), woraus sich ein Anteil des Oberflächenwassers für die Kühlung zur Stromproduktion zwischen 0,15 und 0,5 % ergibt (vgl. UBA, 2003, S. 9, 15, 21). Die meisten Betriebe haben zwar einen Anschluss an das zentrale Versorgungsnetz (Fremdversorgung). Die organisatorische Herkunft des Wassers für die Stromproduktion (Kühlung) kann bezüglich ihrer Mengenrelation aber als Eigenversorgung betrachtet werden.

Wasserinput für die Stromproduktion (Kühlung)

Die genutzte Wassermenge für Kühlwasserzwecke wird nicht gemessen. Eine Methode die Kühlwassernutzung der kalorischen Kraftwerke zu ermitteln ist die Hochrechnung aufgrund des durchschnittlichen Kühlwasserbedarfs pro erzeugter kWh. Diese Methode klappt auch für Laufkraftwerke und für Speicherkraftwerke (durchschnittliche gewichtete Fallhöhen multipliziert mit den erzeugten Strommengen) (vgl. Hüttler u. a., 1994, S. 19f). Der Wasserdurchsatz von Laufkraftwerken und Speicherkraftwerken kann so mittels durchschnittlicher gewichteter Fallhöhen und den erzeugten Strommengen lt. Bundeslastverteiler ermittelt werden. „Der Kühlwasserbedarf der kalorischen Kraftwerke wurde auf der Basis der jährlich vom BMWA erstellten Betriebsstatistik über die Energieversorgung (Bundeslastverteiler) und anhand des durchschnittlichen

Kühlwasserbedarfs pro erzeugter kWh (Steurer 1992) abgeschätzt.“ (vgl. Hüttler u. a., 1996, S. 53). Vermutlich also auch für die Steuerer Daten. Hier wurde nicht neu ermittelt, sondern auf bestehende Zahlenreihen für die Kühlung von kalorischen Kraftwerken zurückgegriffen.

Eine Methode die Wassereinputs für kalorische Kraftwerken festzulegen wäre leistungsbezogene Faktoren aus Umweltberichten zu ermitteln und damit den Wassereinsatz der einzelnen Standorte nach Kraftwerkstyp und installierter Kapazität zu errechnen. Seit 1994 liegen keine Angaben über die tatsächliche Auslastung der Anlagen mehr vor. Somit können nur Maximalwerte und keine tatsächlich genutzten Wassernutzungen für den Kraftwerksbereich ermittelt werden (vgl. Bartl u. a., 2003, S. 21f). Eine andere Methode zur Hochrechnung bietet das Umweltbundesamt. Die Daten des Umweltbundesamtes zur Kühlung bei der Elektrizitätserzeugung wurden anhand der Werte für die einzelnen kalorischen Kraftwerke angegeben. Nach Auskunft mehrerer Energieversorger wird der tatsächliche Wasserverbrauch meist nicht gemessen und kann nur abgeschätzt werden. „Gemessen am errechneten Gesamtwasserverbrauch konnten etwa 40 % des Wasserverbrauchs für Kühlung in kalorischen Kraftwerken durch Angaben der Energieversorgungsunternehmen erfasst werden (STEWEG, Wienstrom und Verbund-Kraftwerke). Der Rest wurde über die thermische Erzeugung elektrischer Energie in den Landesversorgungsgebieten (lt. Betriebsstatistik des BMWA) und über die vom Verbund angegebenen spezifischen Kühlwassermengen für die einzelnen Jahre ermittelt.“ (UBA, 1999, S. 7f)

Die Betrachtung des *mittleren Kühlwasserbedarfs der Wärmekraftwerke* (vgl. Hüttler, Payer, 1997, S. 99) bietet Probleme hinsichtlich der relativ starken (thermischen) Nutzung der (niedrigen) Fließwassermenge aufgrund geringem Wasserkraftpotentials, was für die Flüsse eine starke Umweltbeeinträchtigung darstellt. Die Entwicklung des Inlandsstromverbrauches ist nur bedingt für die Entwicklung der Wassernutzung für die Kühlung kalorischer Kraftwerke relevant. Wichtiger dafür ist wohl die Entwicklung der Oberflächenwasserfließmenge, der Technologieeinsatz (Kreislaufsysteme) oder die Entwicklung der im Inland produzierten Strommenge durch kalorische Kraftwerke.

Während bei der *Kühlwasserbedarf für die öffentlichen Wärmekraftwerke* zwischen 1954 und 1991 der spezifische Kühlwasserbedarf von ca. 40 m³/MWh auf über 200 m³/MWh tendenziell sinkt und somit die Effizienz je eingesetztem Kubikmeter Wasser steigt, so steigt im gleichen Zeitraum durch den Ausbau der kalorischen Kraftwerke der Gesamtkühlwasserverbrauch von ca. 300 m³ auf ca. 1500 m³ (vgl. Steurer, 1994, S. 5).

Die hier verwendeten Daten (1969 bis 1990) von Steurer beziehen sich auf einen Schätzwert für den Kühlwasserbedarf von 116,62 m³ je thermisch erzeugter MWh. Der Kühlwasserbedarf der Industrieanlagen wird durch die Daten zum Wasserverbrauch in der Industriestatistik erfasst (vgl. Steurer, 1994, S. 4).

Die verwendeten Daten von 1991 bis 1993 stammen aus der Kategorie ‚*Kühlung in der Elektrizitätserzeugung*‘ (ohne industrielles Kühlwasser) (vgl. ÖSTAT, UBA, 1998, S. 59). Die aus dieser Quelle vorliegenden (überschneidenden) Daten zu 1980 1985, 1989, 1990 und 1994 passen gut zu den anderen beiden Datenquellen (Steurer, 1994, S. 6) und (Eurostat, 2008) bzw. sind mit diesen ident.

Die hier verwendeten Daten zur Kühlwassernutzung der Stromproduktion für die Jahre 1994 bis 2002 stammen von Eurostat aus der Kategorie ‚*Wasserentnahme für Kühlwasser bei der Elektrizitätserzeugung und –verteilung*‘ und überschneiden sich mit Milota-Daten und mit

ÖSTAT-UBA-Daten fügen sich gut ein bzw. sind gar ident (vgl. Eurostat, 2008) (vgl. ÖSTAT, UBA, 1998, S. 59) (Milota, 2002, S. 374). Zu den Eurostat-Daten gibt es die folgende Zusatzinformation: „Wasser, das bei der Stromerzeugung zur Aufnahme oder Ableitung von Wärme eingesetzt wird.“ Nicht inkludiert hingegen ist das industrielle Wasser folgendermaßen: „Wasser, das die Industrie direkt aus Oberflächen- oder Grundwasser gewinnt, zusätzlich zu oder anstelle der öffentlichen Wasserversorgung. Ausgeschlossen ist die Wassergewinnung, die lediglich der Kühlung dient, sowie alle Kraftwerke.“ Die Kategorie ‚Wasserentnahme für das verarbeitende Gewerbe: Kühlwasser‘ ist "Wasser, das zur Aufnahme oder Ableitung von Wärme eingesetzt wird." Es sind für Österreich keine Daten angegeben (vgl. Eurostat, 2008). Es ist unklar, wo das industrielle Kühlwasser zugerechnet ist.

Die bereits erwähnten Milota-Daten sind für die Jahre 1980, 1985, 1989, 1990, 1995 bis 1998 vorhanden und enthalten Daten der Kategorie ‚Industriebetriebe (einschließlich des Kühlwassers)‘ (vgl. Milota, 2002, S. 374). Die aus dieser Quelle vorliegenden (überschneidenden) Daten werden hier nicht verwendet passen aber gut zur vorher anschließenden Datenquelle (vgl. Steurer, 1994, S. 6), welche geringfügig höher ausfallen. Milota-Daten sind sehr ähnlich bzw. ident mit den ÖSTAT-UBA-Daten der überschneidenden Jahren 1980, 1985, 1990 und 1995 (vgl. ÖSTAT, UBA, 1998, S. 59).

Hüttler u. a. bieten Sektorenwerte für das Jahr 1991 für die Kategorie ‚Kühlwasser Kalorische Kraftwerke‘ von 1642 Mio. m³/a. Dieser Wert würde etwas stärker nach oben ausreißen im Vergleich mit den Nachbardaten als der verwendete Wert. Der hier verwendete Wert von ÖSTAT-UBA steht in einer Zeitreihe und ihm wird somit der Vorzug gegeben (vgl. Hüttler u. a., 1994, S. 23).

Somit ergibt sich eine vollständige Zeitreihe jährlicher Wasserinputdaten für den Industriesektor von 1969 bis 2002. Die angeführten Daten zur Kühlung zur Stromproduktion beruhen auf den vorhandenen Literaturdaten ohne eigene Berechnungen und ohne eigene Primärerhebung (sh. Abbildung 5: Wasserinput Stromproduktion – Kühlung). Der Wasserinput zur Kühlung (Stromproduktion) für die betrachteten Jahre 1969 bis 2002 ist von wiederholten Auf- und Abwärtsbewegungen gekennzeichnet. Die Werte schwanken zwischen 846 Mio. m³/a (1970) und 1884 Mio. m³/a (2001) mehrmals auf und ab. Das ergibt einen Schwankungsbereich von 123 % (!) gegenüber dem niedrigsten Wert im betrachteten Zeitraum. Durch die letzten wasserinputstarken Jahre ergibt sich ein steigender Trend.

Bei den Kühlwassermengen für kalorische Kraftwerke besteht eine starke Abhängigkeit von den jährlichen klimatischen Bedingungen (vgl. Hüttler u. a., 1996, S. 59f). Bei strengen Wintern mit niedrigem Wasserpegel der Flüsse verringert sich der Anteil der Stromproduktion der Wasserkraft und steigt der Anteil der kalorischen Kraftwerke. „Der Kühlwasserverbrauch der kalorischen Kraftwerke im Jahr 1991 lag aufgrund eines besonders kalten Winters deutlich über dem Durchschnitt der letzten 10 Jahre (rund 1200 Mio. m³/a), was auf die Gesamtbilanz einen *gewichtigen* Einfluss hat.“ (Hüttler u. a., 1996, S. Anhang) Schwankungen der Jahresnutzungsmengen bei der Stromproduktion können großteils witterungsbedingt erklärt werden (vgl. Milota, 2002, S. 375). Kurzfristige Verbrauchsspitzen (1977, 1990) sind auf den überdurchschnittlichen Kühlwasserbedarf der kalorischen Elektrizitätsversorgung in kalten Wintern zurückzuführen (vgl. Schandl, 1998, S. 22).

Wasserinput Stromproduktion - Kühlung
(Steurer, 1994, S. 6; ÖSTAT, 1998, S. 59; Eurostat, 2008)

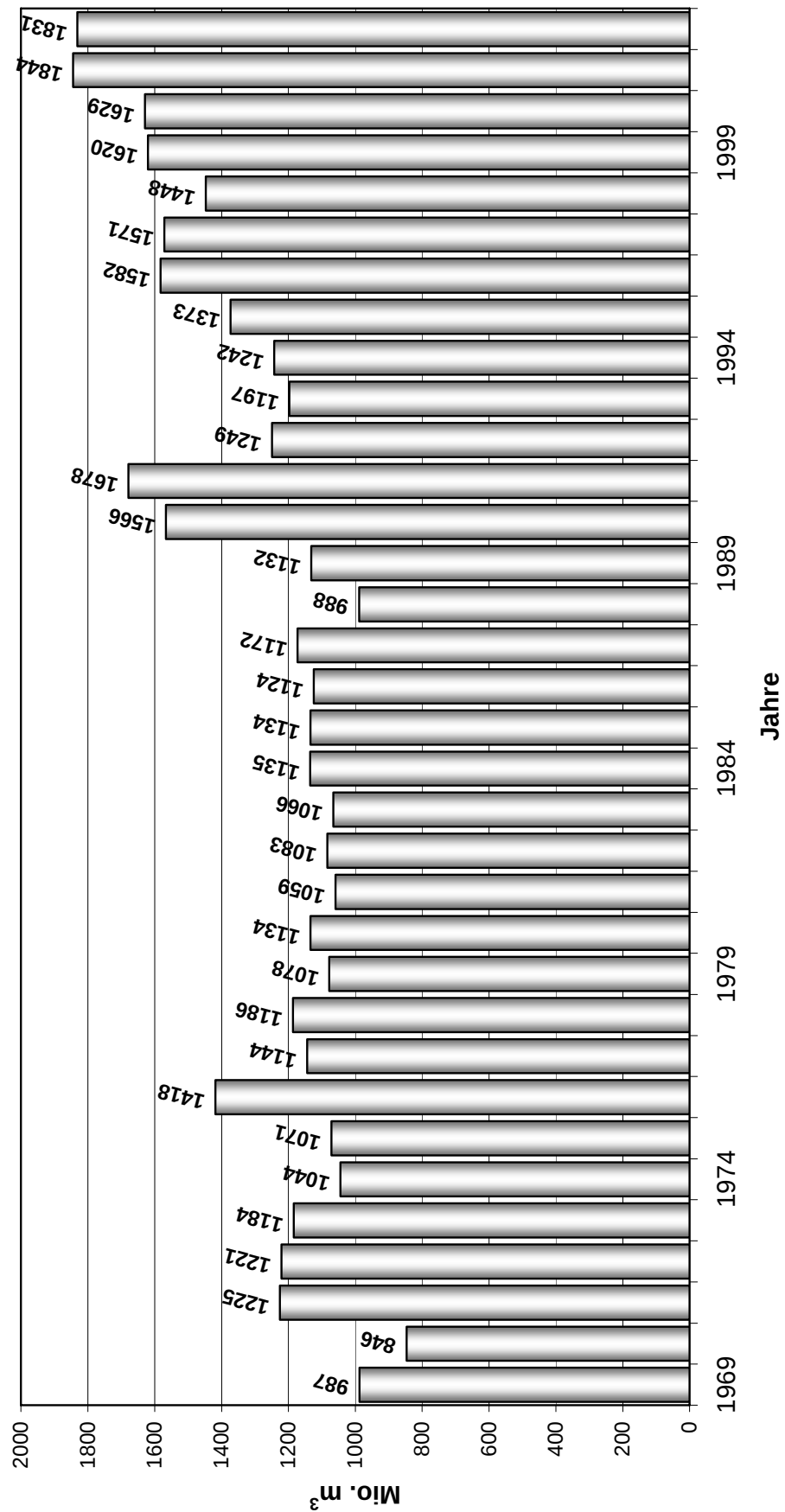


Abbildung 5: Wasserinput Stromproduktion – Kühlung

Es herrschen aber sichtlich Interpretationsunsicherheiten bei der Wassernutzungsentwicklung. Veränderungen im Wasserverbrauch der Sachgüterproduktion können zum Teil aus den Veränderungen der Erzeugung elektrischer Energie in den industrieeigenen Anlagen (Wärmekeerzeugung) erklärt werden. „Es ist jedoch ebenso möglich, dass hier einfach konjunkturelle Schwankungen gemessen werden.“ (vgl. Steurer, 1994, S. 3)

Wichtig im internationalen Vergleich ist der spezifische nationale Energiemix. Prinzipiell ist wohl eine Reduktion des Einsatzes von – für den Kühlwasserinput wichtigen - exothermen Energiequellen zum Erhalt der Industriegesellschaft möglich. „Grundsätzlich scheint ein industrielles Regime auf Basis von Solarenergie, das auf der Nutzung eines Portfolios verschiedener erneuerbarer Energietechnologien von Wind- und Wasserkraft, Bioenergie, thermischer und elektrischer Nutzung von Solarenergie beruht, denkbar. Aufgrund der Größe des industriellen Metabolismus kann aber keine dieser erneuerbaren Technologien alleine die fossilen Energieträger ersetzen.“ (Krausmann, Schandl, 2006, S. 34)

Die künftige Entwicklung der Wassernutzung für Kühlung in der Stromproduktion hängt eng mit dem Inlandsstromverbrauch, dem Energie(produktions)mix, der Klimapolitik und den tatsächlichen klimatischen Verhältnissen zusammen. Je nach Annahmen sind mehrere Szenarien zur Entwicklung des Stromverbrauchs denkbar. Bei einer Fortschreibung der bisherigen Entwicklung ist eine jährliche Stromverbrauchssteigerung um 1,6 Prozent (1000 GWh) bis 2010 zu erwarten. Die ambitioniertesten Zukunftsszenarien werden aber zu keiner Stromverbrauchsreduktion, sondern noch immer zu Steigerungsraten von ca. 0,5 % pro Jahr führen. Die Umsetzung der Vorgaben in der EU-Richtlinie 2001/77/EG108 zur Reduktion des Stromverbrauchs bis 2010 entsprechend um ca. 8 % bis 2010, sind wohl – wenn überhaupt - nur durch massive Maßnahmen möglich. Derartig tief greifende und schnelle Stromsparinitiativen auf allen Ebenen sind derzeit nicht zu erkennen (vgl. Errath u. a., 2003, S. 87f), was sich wohl auch nicht günstig auf den Wasserverbrauch der Stromproduktion (Kühlung) auswirken dürfte.

Für die Wassernutzung der Stromproduktion ist der rechtlich-politisch-administrative Rahmen (Vorschriften, Förderungen etc.) wichtig. Gesteigertes Umweltbewusstsein führt zu ambivalenten Tendenzen in der Wassernutzung zur Stromproduktion. Wasserkraftwerke liefern zwar klimaneutralen Strom aber andere Umweltstörungen, weswegen neue Großkraftwerke kaum durchzusetzen sind. Die Forcierung von Kleinwasserkraftwerken wird die fehlende Nutzung der Stromsarpotentiale nicht wettmachen können. Die Kühlwassernutzung der kalorischen fossil-betriebenen Kraftwerke bietet wohl einigen Einsparungsbedarf beim Wasser.

8. Sektorenvergleich und Gesamtergebnisse

Nach den intrasektoralen Analysen soll in diesem Kapitel die gesamte sozio-ökonomische Entwicklung der Wassernutzung in Österreich sowie ein intersektoraler Vergleich geboten werden. Die spezifischen sektoralen Charakteristika beim Wasserinput sollen dargestellt, zusammengefasst und analysiert werden. Ferner soll noch auf sektorale Spezifika wie natürliche und organisatorische Wasserherkunft und Nutzungsarten eingegangen werden.

Bei der Kolonisierung des Wassers für Privathaushalte kann wie für alle Sektoren zwischen organisatorischer Kolonisierung (Eigenversorgung, Zentralversorgung etc.) und der Kolonisierung des Wassers nach den Dargebotsformen unterschieden werden. Verschiedene Ausprägungen der Kolonisierung von Wasser für die sektoralen Wasserinputs werden dargestellt.

Sektorenabgrenzung – Trennschärfe

Die Datenlage bei den Wasserinputs ist hinsichtlich der Sektorenabgrenzung nicht immer trennscharf bzw. doppelzählungsfrei. Unklarheiten bestehen bei der Kühlung zwischen industriellen Produktionsprozessen und der Kühlung für die Stromerzeugung. Ferner ist die Zuweisung bzw. Trennschärfe des Kleingewerbes zu Haushalten oder Industrie nicht klar. Wobei die Dimension des Wasserverbrauchs des Kleingewerbes ungefähr die Hälfte des Haushaltsverbrauchs beträgt (4 % bezogen auf den Gesamtwasserverbrauch) (vgl. Hüttler u. a., 1996, S. 54). Für die Wasserinputanalyse der Privathaushalte ist die Unterscheidung in 2 Modelle bzw. Berechnungsansätze *menschenbezogen* und *haushaltsbezogen* möglich:

- Menschenbezogen: Materialflüsse werden für Menschen ermittelt, unabhängig von deren Aufenthaltsort (Urlaub, Freizeit, Arbeit, Haushalt etc.).
- Haushaltsbezogen: Hier werden nur Materialflüsse erfasst, die tatsächlich in den eigenen 4 Wänden erfolgen. Der Vorteil des *haushaltsbezogen* Ansatzes ist, dass die Schnittstelle zur Dienstleistung offen bleibt und bei Aggregation Doppelzählungen vermieden werden (vgl. Hutter, 2001, S. 43)

Hier wird ein haushaltsbezogener Ansatz verfolgt, wobei die fehlende Trennschärfe zum Kleingewerbe (Arbeitsplatz, Freizeit etc.) einen menschenbezogenen Ansatz interpretierbar ließe. Netzverluste sind beim Wasserinput der Privathaushalte bereits inklusive. Ferner ist die sektorale Aufgliederung der zentralen Wasserversorgungsdaten nicht möglich (vgl. ÖVGW, DW1). Beim produzierenden Bereich - ohne Stromproduktion und Landwirtschaft - hier kurz *Industrie* genannt – werden Unschärfen in der Trennung zum Privathaushaltbereich vor allem im Dienstleistungssektor, bei der *öffentlichen Verwaltung und sonstigen Dienstleistungen* mit haushaltsähnlichen Wasserbedarf vermutet, die mit der Wassernutzung aus der zentralen Trinkwasserversorgung zusammenhängen. Auch die Trennung der Wasserinputs zwischen Industrie und Stromproduktion ist unklar hinsichtlich der Wasserkraftnutzung und Wassernutzung zur Kühlung bei der Stromproduktion ergibt.

Die Abgrenzung bei der Landwirtschaft ist hinsichtlich der landwirtschaftlichen Privathaushalte und etwaiger kombinierter Gewerbebetriebe (z. B. Gasthaus bzw. Ferienhaus mit Bauernhof) nicht eruierbar. Bei landwirtschaftlicher Wasserversorgung wie -entsorgung (Senkgrube) geht die Sektorengrenze zwischen Haushalt und Landwirtschaft oft quer durch den Hof (vgl. Hutter, 2001, S. 73f). Die landwirtschaftlichen Haushalte wurden bei der Wassernutzung den übrigen Privathaushalten zugerechnet (vgl. Hüttler u. a., 1994, S. 19f).

Dabei ist ein spezifischer Haushaltswasserbedarf (Reinigungsbedarf, Kochgewohnheiten etc.) für den bäuerlichen Bereich wohl anzunehmen aber nicht quantifizierbar. Zudem die großen zentralen Wasserversorger tendenziell im städtischen Bereich und in dieser Frage nicht repräsentativ sind. Die potentielle Wassernutzung als Prozesswasser für nichtlandwirtschaftliche Nebentätigkeiten ist nicht trennbar. Neben den beiden Hauptnutzungen von Wasser in der Landwirtschaft (Bewässerung und Viehtränke) dürfte der Verbrauch zu Reinigungszwecken (in der Milcherzeugung) oder als Prozesswasser (zum Zweck der Verarbeitung landwirtschaftlicher Rohstoffe am Betrieb) nur sehr untergeordnete Bedeutung zukommen, weshalb dieser hier vernachlässigt wird (vgl. Sinabel, 2004 a, S. 13f) bzw. in den behandelten Wassernutzungen inkludiert angenommen wird.

Ferner tauchen hier auch noch einmal Fragen nach den Systemgrenzen zwischen naturalem und sozio-ökonomischen System auf. Inputseitig werden Drainagierungen bzw. Entwässerungen (Landwirtschaft, Siedlungen, Verkehr etc.) üblicherweise bei Wasserflussanalysen nicht berücksichtigt. Für die Landwirtschaft (Pflanzenbau) gelten Niederschlag und Verdunstung als natürliche Wasserflüsse, da auf lokaler Ebene keine direkten Eingriffsmöglichkeiten bestehen und auch keine ‚Berührung‘ mit Technostrukturen stattfindet (vgl. Hüttler u. a., 1994, S. 16ff). Nicht unerwähnt bleiben soll die Wassernutzung durch die Stromproduktion von Wasserkraftwerken. Auf einen Vergleich der Wassernutzung durch die hier verwendeten Wirtschaftssektoren mit jener von Wasserkraftwerken wird hier trotz eines Aufenthaltes (Stauration) in bzw. einer Berührung mit der ‚Technostruktur‘ (Turbine) verzichtet. Ein solcher Vergleich würde die Dimensionen der anderen Sektoren sprengen. Hier wurde hingegen versucht verschiedene Wirtschaftssektoren in (anschauliche) Relation zu einander zu stellen. Bei der Wasserkraftnutzung werden ca. das 10fache des jährlichen Abflusses (Dargebotsmenge) Österreichs ins Ausland also 840 000 Mio. m³/a. Das bedeutet, dass durchschnittlich jeder Liter Wasser, der Österreich verlässt, 10mal durch eine Turbine geflossen ist (vgl. Hüttler u. a., 1996, S. 55) (vgl. Hüttler u. a., 1994, S. 26f). Abgesehen von dieser Verwendungsart wird von kompletter Erfassung der Wasserinputs ausgegangen.

Wasserinput Österreich – relativ und absolut

In diesem Überblick soll über die Entwicklung in den letzten Dekaden der absoluten und relativen Größen der Wasserinputs in das österreichische sozio-ökonomische System anhand der (kumulierten) Daten für die Wirtschaftssektoren (Haushalte, Landwirtschaft, Industrie, Stromproduktion - Kühlung) betrachtet werden. Sektorale Wasserinputzahlen wurden bundesweit im Sektorenvergleich zusammengefasst und bieten nun Grundlage zur näheren Analyse. Auf eine Berechnung von Wasserinputmengen pro Tag und/oder pro Kopf wird verzichtet. Sie könnten fälschlicherweise eine Gleichverteilung der Wassernutzung pro EinwohnerIn suggerieren.

Die Wassernutzung der verschiedenen Wirtschaftssektoren stellt einen Parameter dar, der die quantitativen wasserbezogenen Umweltauswirkungen beschreibt. Insofern gilt der Wasserinput als Indikator für Umweltbelastungen. Ziel von Materialfluss- bzw. Materialinputanalysen ist es ein Monitorringinstrument zur Verfügung zu stellen, das die Wirkung umweltpolitischer Maßnahmen überprüfen und zukünftige Entwicklungen abschätzen kann. Dazu ist ein periodisches Berichtssystem notwendig. Durch Darstellung und Analyse des zeitlichen Trends von materiellem Stoffwechsel in Form von Zeitreihen wird eine Aussage über die (nachhaltige) Entwicklung des Metabolismus der Sektoren gemacht,

die hinsichtlich ökologisch-nachhaltiger Nutzung evaluiert werden kann (vgl. Hutter, 2001, S. 84) (vgl. Schandl, 1997, S. 76f). Die Aussagekraft von Materialindikatoren wird erst durch die Herstellung von Zeitreihen erreicht. Ein einzelnes Referenzjahr liefert keine vergleichbaren Daten und keine Aufschlüsse über Entwicklungsverläufe (vgl. Payer, 1991, S. 39). Bei Materialflussrechnungen wird üblicherweise in Jahren bilanziert – so auch hier, trotz der Problematik der Vernachlässigung der saisonalen und tageszeitlichen Dargebote und Wasserinputschwankungen.

Tiefgreifende Detailuntersuchungen (regional, kurzfristig, branchen oder betriebsbezogen etc.) wurden hier ausgespart. Es wurde versucht die Dimensionen und Relationen der sektoralen Wasserinputs durch Gegenüberstellung der Entwicklung einzelner Sektoren darzustellen. Addiert man die absoluten Wasserinputwerte der Sektoren etc. so zeigen sich Trends in der Gesamtwassernutzung.

Eine detaillierte Materialflussanalyse des Wassers für Österreich in das, durch das und aus dem sozio-ökonomische(n) System Österreich(s) hinaus findet sich bei Hüttler und Payer (vgl. Hüttler, Payer, 1994, S. 22ff) für das Jahr 1991. Zeitreihen zu den sektoralen Wasserinputs finden sich in verschiedener Qualitäten vor allem in folgenden Quellen: (Steurer, 1994, S. 6) (ÖVGW, DW1) (ÖSTAT, UBA, 1998, S. 59) (Milota, 2002, S. 374) (Hüttler, Payer, 1997, S. 100) (Eurostat, 2008). Aufgrund einer fehlenden anschlussfähigen Datenquelle für die Privathaushalte wurden diese nicht für die Jahre vor 1975 extrapoliert, sondern nur für die Jahre 1997 bis 2002. Die zusätzlich ermittelten Daten für die Industrie und Stroproduktion für die Jahre 1969 bis 1974 finden sich bei den jeweiligen Sektorenanalysen.

Die vorliegenden sektoralen Daten wurden in den (wenigen) Jahren der Überschneidung auf Plausibilität geprüft und nach Anschlussfähigkeit an andere Datenquellen der Zeitreihe ausgewählt. Eine Plausibilitätskontrolle der verwendeten Daten zeigte zufrieden stellende Übereinstimmung bei den Datenüberschneidungen der Jahresmengen der Sektoren Industrie und Elektrizität (Kühlung) (Steurer, 1994, S. 6) (ÖSTAT, UBA, 1998, S. 59) (Milota, 2002, S. 374) (Eurostat, 2008). Bei den Privathaushalten und der Landwirtschaft war eine Aneinanderreihung von verschiedenen Datenquellen aufgrund unerklärbarer Wertsprünge und Datenqualitäten nicht möglich. Bei den Privathaushalten wurde anhand der vorliegenden Daten der Jahre 1975 bis 1996 (vgl. ÖVGW, DW1) bis in die Jahre 1997 bis 2002 extrapoliert (Microsoft Office Excel 2003) um einen intersektoralen Vergleich zu ermöglichen. Noch schlechter anschlussfähig waren die verschiedenen Datenquellen beim Landwirtschaftssektor. Hier wurde die plausibelste Zahl (vgl. Hüttler, Payer, 1997, S. 100), die nur für ein Jahr vorliegt anhand eines stagnierenden Trends einer anderen Quelle (Eurostat, 2008) für den gesamten Vergleichszeitraum von 1975 bis 2002 ermittelt.

Anhand der Datenlage konnten durchgehende Vergleichswerte für die Jahre 1975 bis 2002 mit den sektoralen Zeitreihen zusammengestellt werden (Abbildung 6: Wasserinput gesamt Österreich (absolut)). Eine valide Prognose scheint schwierig zumal die jüngsten Daten nicht aktuell sind. Eine Trendberechnung in die Gegenwart nzw. darüber hinaus erscheint auch nicht sinnvoll.

Am aussagekräftigsten in diesem Zusammenhang hinsichtlich der ökologischen Tragfähigkeit wirtschaftlicher Entwicklung sind die absoluten Veränderungen des Ressourcenverbrauchs – und zwar unabhängig von den Veränderungen der BIP-Wachstumsrate (vgl. Schandl, 1997, 78f), wie hier verwendet. Die Zahlen für den Wasserinput werden hier absolut dargestellt, also nicht mit der Produktivität verglichen.

Die Entwicklung der absoluten Gesamtwasserinputs für Österreich schwankt im betrachteten Zeitraum mehrfach uneinheitlich auf und ab. Der niedrigste Wert ist für 1993 mit 3286 Mio. m³/a. Höchster Wert ist 2001 mit 3872 Mio. m³/a. Daraus ergibt sich eine Differenz bzw. eine Zunahme von 18 % oder ca. ein Fünftel in 20 Jahren. Nach oben herausragende Spitzenwerte zeigen sich für die Jahre 1976, 1990 und 1991. Aufgrund der relativ hohen Werte in den letzten Jahren ergibt sich eine steigende Tendenz. Unter der Annahme eines tendenziell gleich bleibenden Dargebots können die ermittelten steigenden Wasserinputs als eine nicht nachhaltige Nutzung der Wasserressourcen interpretiert werden.

Die steigende Tendenz des absoluten Wasserinput für ganz Österreich ergibt sich vor allem aufgrund des stark steigenden Trends beim sektoralen Wasserinput für die Stromproduktion (Kühlung). Während die Sektoren Privathaushalte und Industrie leicht fallende Trends (Microsoft Office Excel 2003) aufweisen und die Landwirtschaft – falls aufgrund der Datenlage zulässig - einen gleich bleibenden Trend erkennen lässt.

Insgesamt schwanken die errechneten Wasserinputs für die Privathaushalte (Wassernutzung und Wasserverluste) zwischen 500 Mio. m³/a im ersten Berechnungsjahr 1975 und dem Höchstwert von 561 Mio. m³/a 1986 mehrmals unregelmäßig auf und ab. Das ergibt eine Schwankung von 12 % gegenüber dem niedrigsten Wert. Die Tendenz für die errechneten Jahre 1997 bis 2002 ist leicht fallend (Microsoft Office Excel 2003).

Wasserinput gesamt Österreich (absolut)
(ÖVGW DW1, eig. Ber.; Steurer, 1994, S. 6; ÖSTAT, 1998, S. 59; Eurostat, 2008)

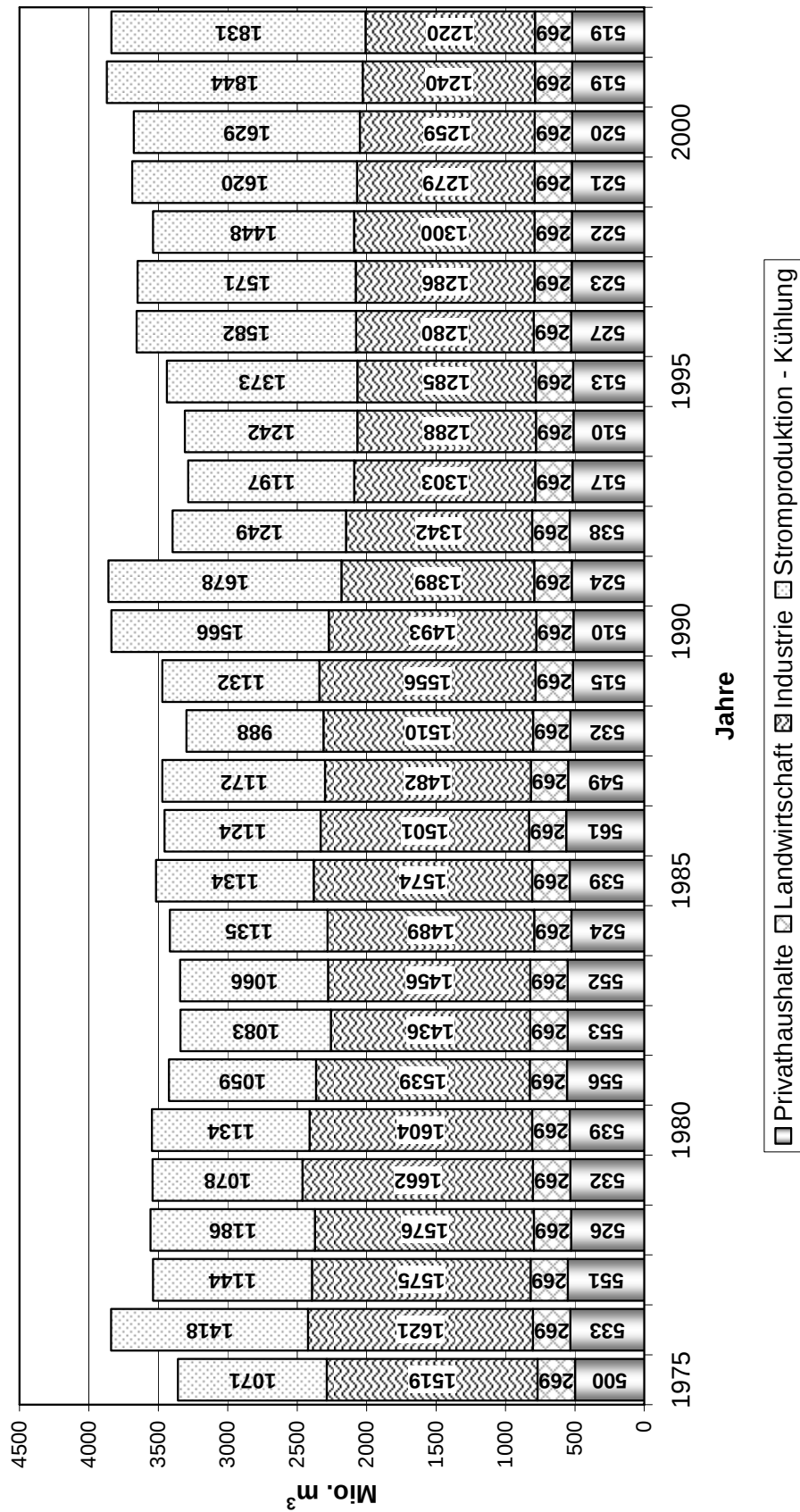


Abbildung 6 Wasserinput gesamt Österreich (absolut)

Die Entwicklung des industriellen Wasserinputs ist von wiederholten unregelmäßigen Auf- und Abwärtsbewegungen in den Jahren 1969 (1571 Mio. m³/a) bis 2002 gekennzeichnet. Der höchste Wert der industriellen Wassernutzung war 1979 mit 1662 Mio. m³/a, welcher bis 2002 auf den niedrigsten Wert von 1220 Mio. m³/a fiel. Das ergibt nicht nur einen Schwankungsbereich von 36 % gegenüber dem niedrigsten Wert sondern einer Reduktion dieses Ausmaßes in 23 Jahren und eine fallenden Trend (Microsoft Office Excel 2003).

Der Wasserinput zur Kühlung (Stromproduktion) für die betrachteten Jahre 1969 bis 2002 ist von wiederholten Auf- und Abwärtsbewegungen gekennzeichnet. Die Werte schwanken zwischen 846 Mio. m³/a (1970) und 1884 Mio. m³/a (2001) mehrmals auf und ab. Das ergibt einen Schwankungsbereich von 123 % (!) gegenüber dem niedrigsten Wert im betrachteten Zeitraum. Durch die letzten wasserinputstarken Jahre ergibt sich ein steigender Trend (Microsoft Office Excel 2003).

Die relative Entwicklung der betrachteten Sektoren für den Zeitraum 1975 bis 2002 ergibt folgendes Bild (Abbildung 7: Wasserinput gesamt Österreich (relativ)).

Beim Sektor Privathaushalte sind die niedrigsten relativen Werte der Wasserinputs bezogen auf das österreichische Gesamtwasserinput 13,3 % (1990) bzw. 13,4 % (2001) und die höchsten Wert 16,5 % (1982, 1983). Das sind 24 % Unterschied gegenüber dem niedrigsten Wert bzw. 3,2 Prozentpunkte.

Auch die Landwirtschaft hat trotz angenommener absoluter gleicher Werte für den Wasserinput verschiedene relative Ausprägungen gemessen am österreichischen Gesamtwasserinput. Der niedrigste relative Wert ist 6,9 % (2001) und der höchste 8,2 % (1993). Das ergibt einen Schwankungsbereich von 19 % bzw. 1,3 Prozentpunkten trotz gleich bleibender absoluter Werte.

Der industrielle relative Wasserinput bewegt sich zwischen dem Höchstwert von 46,9 % (1979) und dem niedrigsten Wert 31,8 % im letzten Vergleichsjahr (2002). Daraus ergibt sich ein Schwankungsbereich von und eine Verringerung um 47 % gegenüber dem niedrigsten Wert oder 15,1 Prozentpunkten.

Beim Wasserinput für die Stromproduktion (Kühlung) ist 1988 der niedrigste Wert 30,0 % vom Gesamtwasserinput im Sektorenvergleich und der höchste 44,7 % im letzten Jahr der Zeitreihe (2002). Das ergibt einen Schwankungsbereich von fast 15 Prozentpunkten oder fast 50 % Anstieg gegenüber dem niedrigsten Wert.

Für das letzte betrachtete Jahr (2002) ergeben sich folgende relative Nutzungen für die Sektoren gemessen am Gesamtwasserinput für Österreich (= 100 %):

- 13,5 % Privathaushalte (519 Mio. m³/a)
- 7,0 % Landwirtschaft (269 Mio. m³/a)
- 31,8 % Industrie (1220 Mio. m³/a)
- 47,7 % Stromproduktion (Kühlung) (1831 Mio. m³/a)

Die weltweite Süßwasserverwendung nach Sektoren beträgt im Vergleich dazu:

- 70 % Landwirtschaft
- 22 % Industrie
- 8 % Haushalte (vgl. Brandstetter u. a., 2007, S. 6)

Somit ist wohl *Industriegesellschaft* eine Haupteckklärung der Wasserinputrelationen in Österreich.

Wasserinput gesamt Österreich (relativ)
(ÖVGW DW1; eig. Ber. Steuerer, 1994, S. 6; ÖSTAT, 1998, S. 59; Eurostat, 2008)

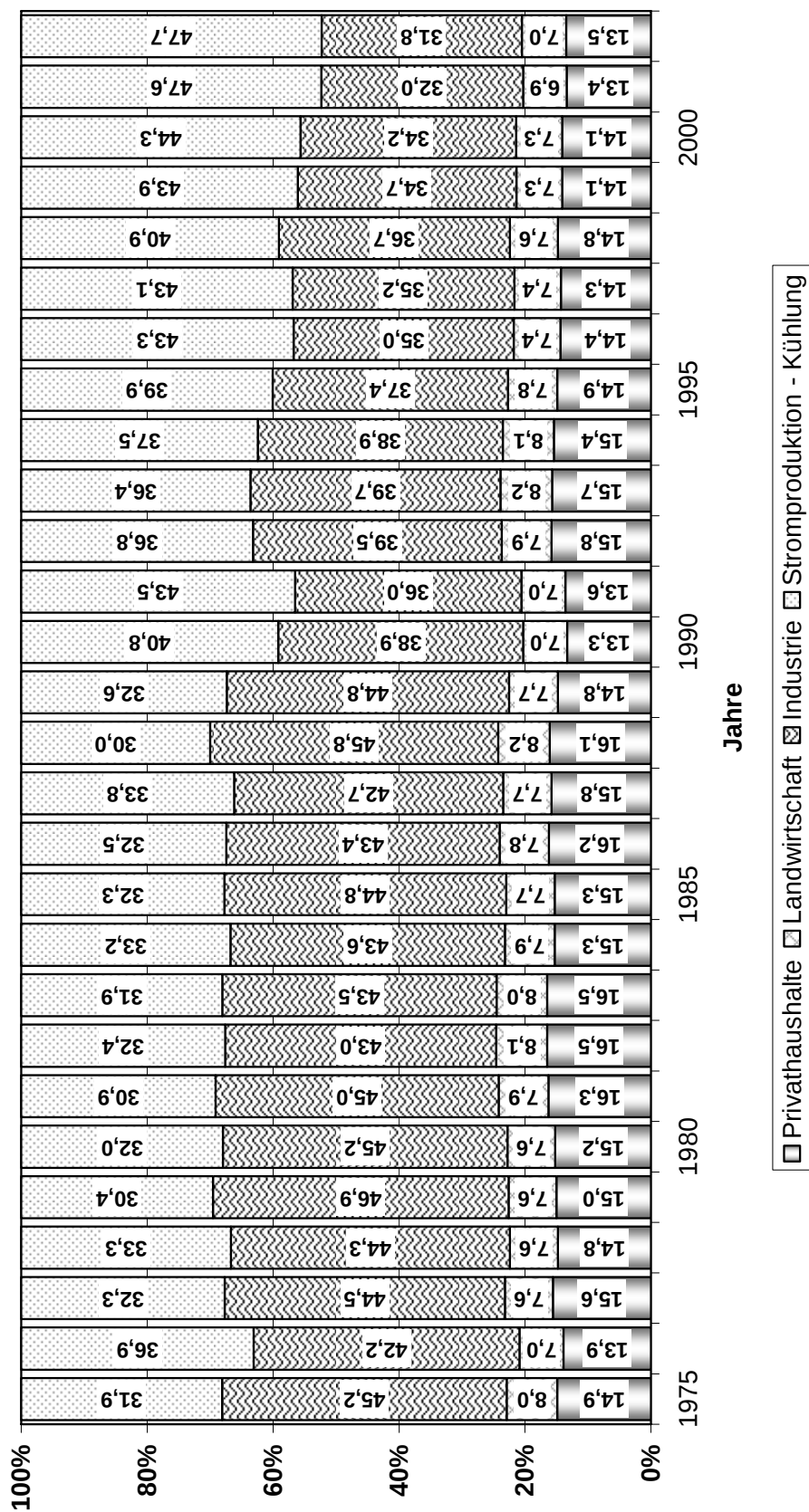


Abbildung 7 Wasserinput gesamt Österreich (relativ)

Die Faktoren für den Wasserverbrauch sind vielfältig. Veränderungen bzw. Schwankungen bzw. Prognosen der sektoralen wie der gesamten Wassereinputmengen können auf verschiedene Ursachen zurückgeführt werden, so z. B. auf:

- konjunkturelle Schwankungen
- Produktionsschwankungen
- Verbrauchsschwankungen
- Produktionsauslagerungen (ins Ausland, in andere Sektoren)
- Außenhandel
- Bevölkerungsveränderungen (vgl. Etlinger u. a., 2005, S. 56)
- klimatischen Bedingungen (Wasserdargebot, Temperatur) witterungsbedingt (Stromproduktion, Landwirtschaft) etc. (vgl. BMLFUW, 2005, S. 115)

Auslagerung erfährt neben einer internationalen bzw. globalen Dimension auch eine kleinräumige im Sinne der Arbeitsteilung im Produktionsbereich aber auch im Konsumbereich (Haushalte).

Natürliche Wasserherkunft

Wasser ist nicht gleich Wasser. Gewässertypen bzw. Teildargebotsarten (Grund-, Oberflächen-, Quell- und Regenwasser etc.) unterscheiden sich in qualitativer wie quantitativer Nutzbarkeit erheblich. Als Entnahmearten bzw. -orte kommen prinzipiell (technologisch) alle Wasserdargebotsarten in Frage. Grund- und Quellwasser sowie Oberflächenwasser sind die herkömmlichen. Die Wasserentnahme vom Niederschlag ist keine relevante sozio-ökonomische Wasser-Entnahmeform. Niederschlag auf land- und forstwirtschaftliche Flächen wird nicht zum sozio-ökonomischen Input gezählt. Regenwasserentnahmen für Brauchwasserbedarf von Haushalten und Gießzwecke im Haushalt finden hier keine nähere Betrachtung. Die Entnahmedauer muss zumindest zeitweilig und absichtlich stattfinden. Verluste im Leitungsnetz zentraler Wasserversorger und Fremdwasser, das in Kanäle eindringt betragen fast 1/5 der gesamten Grund- und Quellwasserentnahmen (vgl. Hüttler, Payer, 1997, S. 101).

Eingriffe des Menschen in den natürlichen Wasserhaushalt sind beträchtlich und können unabhängig von der Entnahmeabsicht nach den betroffenen Dargebotsformen bzw. Wasserkörpern in Oberflächenwasser und Grundwasser unterschieden werden (vgl. Fischer-Kowalski u. a., 1991, S. 44).

Ein Ziel dieser Arbeit war die Ermittlung von vergleichbaren Gesamtinputs. Hier soll nur kurz auf die natürliche Herkunft nach den Dargebotsarten Oberflächenwasser und Grundwasser (Quellwasser) eingegangen werden. Die sozio-ökonomischen Inputs aus Oberflächenwasser überwiegen. Im Zeitraum 1980-1997 sind Entnahmen aus Oberflächenwasser gestiegen (65 % - 69 % der Gesamtentnahmen), während die Grundwasserentnahmen zurückgingen (von 35 % auf 31 %). Die Oberflächeninputs sind hauptsächlich für das Abkühlen in den thermoelektrischen Zentralen bestimmt. 1997 waren 17 % der Gesamtentnahmen für das öffentliche Netz bestimmt, das durch Entnahmen aus dem Grundwasser versorgt wurde. Dieser Anteil blieb relativ stabil (vgl. Eurostat, 2001, S. 45).

Es zeigen sich große strukturelle Unterschiede bei der natürlichen Wasserherkunft im intersektoralen Vergleich. Nach der Oberflächenwassernutzung zur Kühlung der

Wärme­kraftwerke ist die zweitwichtigste sektorale Entnahme jene der Industrie. Wenig Bedeutung hat Oberflächenwasser für die Wasserversorgung der Privathaushalte bzw. die zentrale Wasserversorgung, wie für die Landwirtschaft, nur 2 Promille am gesamten Wasserinputs aus Oberflächenwasser (vgl. Milota, 2002, S. 375). Bei der Entnahme von Oberflächenwasser entfallen über ein Drittel auf Industrie und Großgewerbe und knapp zwei Drittel auf kalorische Kraftwerke. Auch bei den Grund- und Quellwasserentnahmen haben Industrie und Großgewerbe den größten Anteil (1991: 31 %), gefolgt von Haushalten (1991: 22 %), Landwirtschaft (1991: 16 %) und Kleingewerbe (1991: 11 %) (vgl. Hüttler u. a., 1996, S. 56).

Die Wassernutzung aus Grund- und Quellwasser ist relativ stabil. Der bedeutendste Wassernutzer aus dieser Dargebotsart ist die zentrale Wasserversorgung und die Wasserentnahme für die Privathaushalte (inkl. Hausbrunnen) rund 58 %. Der Industriesektor entnimmt 35 % und die Landwirtschaft 7 % der Gesamtinputs von Grund- und Quellwasser. Die zentralen Wasserversorger bzw. die Privathaushalte entnehmen ihre Wasserinputs fast zur Gänze aus Grund- und Quellwasser, so wie auch die Landwirtschaft (Bewässerung) (vgl. Milota, 2002, S. 375).

Ca. 99 % der Wasserinputs für den Privathaushaltsektor wird aus Grund- und Quellwasser und nur ca. 1 % aus Oberflächenwasser gewonnen (vgl. ÖVGW, 1998, Datenteil).

Die natürliche Herkunft der landwirtschaftlichen Wassernutzung liegt fast zur Gänze in der Dargebotsform Grundwasser (inkl. Quellwasser) sowohl für die künstliche Bewässerung als auch für die Tierhaltung. Fast der gesamte Wasserinput für den Landwirtschaftssektor (Bewässerung, Tierhaltung) wird dem Grund- und Quellwasser zugeordnet (vgl. Kletzan, 2004, S. 64) (vgl. Sinabel, 2004 a, S.12) (vgl. UBA, 2003, S. 7).

Nach der natürlichen Wasserherkunft zeigt sich, dass rund zwei Drittel des industriellen Wasserbedarfs mit Oberflächenwasser und rund ein Drittel mit Grund- und Quellwasser gedeckt werden (vgl. Hüttler, Payer, 1997, S. 103). Dabei sind starke branchen- und betriebsspezifische Unterschiede festzustellen. Es gibt einen starken Zusammenhang zwischen der Nutzung (Kühlung) und der natürlichen Wasserherkunft (Oberflächenwasser) (vgl. Etlinger u. a., 2005, S. 40). Die Wasserinputs für die Stromproduktion im Besonderen das Kühlwasser für die kalorischen Kraftwerke kommt fast komplett aus Oberflächenwasser (vgl. UBA, 2003, S. 9, 15, 21).

Wenn (quantitativ) möglich bzw. qualitativ notwendig wird Grundwasser genutzt bzw. gefördert. Im internationalen Vergleich liegt in Ländern mit großen internen Wasserressourcen der Anteil der Grundwassernutzung im Vergleich zum Oberflächenwasser höher. Industriegesellschaften haben unabhängig von den jeweiligen naturräumlichen Gegebenheiten, einen bestimmten „Mindest-Wasserbedarf“, jedenfalls für Industrie, Gewerbe und Haushalte, der im Fall mangelnder interner Ressourcen durch verstärkte Nutzung von Oberflächenwasser ausgeglichen wird (vgl. Hüttler, Payer, 1997, S. 107).

Organisatorische Wasserherkunft

Auch bezüglich der Organisationsformen der Wasserbeschaffung sind Unterschiede in der Charakteristik der Sektoren festzustellen.

Prinzipiell ist zwischen Fremd- und Eigenversorgung (Genossenschaften und Hausbrunnen), aber auch zwischen zentraler Versorgung (kommunale, privatwirtschaftliche, PPP-Modelle und genossenschaftlich) und dezentraler Versorgung (Hausbrunnen, kleine Genossenschaften) zu unterscheiden. Bezüglich der Trennschärfe zwischen zentraler Wasserversorgung und Fremdversorgung (Bsp. Genossenschaften) sind Ungenauigkeiten in der Literatur nicht auszuschließen.

Die zentrale Verteilung des Trinkwassers ist eine Funktion (Organisationsbereich) im gesellschaftlichen Metabolismus von Wasser, die durch verschiedene Akteure abgedeckt wird. Diese Träger sind meist Gemeinden als kommunale Wasserversorger, Genossenschaften (WRG 73 – 86) und überregionale Trinkwasserverbände (WRG 87 – 97). Manchmal bestehen dezentrale und zentrale Versorgungssysteme in Gemeinden nebeneinander (vgl. Doubek u. a., 1999, S. 35).

Vom Standpunkt der Kolonisierung von Natur ist das Spezialistentum wie die Zentralisierung der Entnahme charakteristisch. Ersetzten historisch eben erst die Hausbrunnen den zentralen Dorfbrunnen am Land so machten zentralstaatliches Denken und qualitative Probleme der industrialisierten und chemisierten Landwirtschaft (Kinderkrankheit Blausucht durch Nitrat im Trinkwasser) die Rückkehr eines neuen technologischen Versorgungswesens mit zentralen Entnahmestellen und Leitungsnetz zur dezentralen Entnahme mittels Druck (Schwerkraft, Pumpen) an fast jedem Ort (in Küche und Bad statt am Brunnen vor dem Tore) möglich und praktisch.

Der Privathaushaltssektor ist gegenüber anderen Sektoren von geringen Primärentnahmen aus der Natur gekennzeichnet. Während Materialinputs direkt aus der Natur den nationalen Input dominieren, spielen diese für die Haushalte auch bei der Wasserversorgung eine untergeordnete Rolle. Es entstand eine starke Abhängigkeit in der Wasserversorgung (vgl. Hutter, 2001, S.85f). Zentral organisierte (öffentlich-rechtliche oder privatwirtschaftliche) Wasserentnahmestellen und Wasserversorgungsleitungen liegen meist zwischen natürlichem Wasserdargebot und privatem Konsum. Die Abnahme der Eigenversorgung mit Hausbrunnen zugunsten zentraler Wasserversorgungssysteme kann auch als Zentralisierung der Entnahmestellen für Trinkwasser verstanden werden, die verbunden mit besonderem (qualitativem) Schutz für diese zentralen Entnahmestellen als Verwässerung des flächendeckenden Gewässerschutzes angesehen werden kann. Der Privathaushaltssektor ist mit einem stetig steigenden Anschlussgrad (2002: 89,6 %) an zentrale Wasserversorger stark fremd versorgt (vgl. Eurostat, 2008).

Bezüglich der organisatorischen Herkunft des Wassers für die landwirtschaftliche Wassernutzung ist die Datenlage schlecht. Es wird davon ausgegangen, dass fast das gesamte Wasserinput für die künstliche Bewässerung aus Eigenentnahme auf einzelbetrieblicher Ebene oder aus genossenschaftlicher Organisation (Beregnungs- bzw. Wassergenossenschaften nach dem WRG) stammt. Wasser, das von Genossenschaften bereitgestellt wird, gilt nach österreichischer Definition als Eigenverbrauch. Generell gibt es zu den tatsächlichen Wasserentnahmen für Bewässerungszwecke auf regionaler Ebene sowie zur Organisation der Bewässerung jedoch nur wenige leicht verfügbare und rezente Daten (Kletzan, 2004, S. 64f). Ein verschwindend kleiner Teil der künstlichen Bewässerung wird jedoch über Wasserdienstleistungen bereitgestellt (vgl. Sinabel, 2004 a, S. 12f). Es wird davon ausgegangen, dass auch der Wasserbedarf für die Tierhaltung nicht aus dem Netz gedeckt wird (vgl. BMLFUW, 2004, S. 27). Die organisatorische Herkunft in der Landwirtschaft dürfte Großteils in Eigenversorgung liegen.

Nicht der Entnahmebetrieb ist für diese Studie der Wassernutzer, sondern der jeweilige Abnehmersektor Haushalt bzw. Industrie. Mehrheitlich wird hinsichtlich der quantitativen Wasserinputs für die Industrie Eigenversorgung angenommen. Daten für die Eigenversorgung sind für Privathaushalte und Landwirtschaft praktisch nicht vorhanden.

Die organisatorische Herkunft des Wassers für die Stromproduktion (Kühlung) kann bezüglich ihrer Mengenrelation fast gänzlich als Eigenversorgung betrachtet werden. Die meisten kalorischen Kraftwerksbetriebe haben zwar einen Anschluss an das zentrale Versorgungsnetz (geringe Fremdversorgung). Die organisatorische Herkunft des Wassers für die Stromproduktion (Kühlung) kann bezüglich ihrer Mengenrelation aber zur Gänze als Eigenversorgung betrachtet werden (vgl. UBA, 2003, S. 9, 15, 21).

Verwendungsart

Zur sozio-ökonomischen Beanspruchung des Wasserdargebots zählt jener Teil des verfügbaren Dargebots, der zur menschlichen Nutzung entnommen wird. Dazu gehört nach dem Konzept des sozialen Metabolismus und der Kolonisierung von Natur nicht nur die Wasseraufnahme durch Personen und für Privathaushalte, sondern auch die Wasseraufnahme durch domestiziertes Vieh und Kulturpflanzen (Bewässerung) sowie für industrielle Zwecke und zur Stromproduktion unabhängig von ihrem Verwendungszweck (Kühlwasser, Brauchwasser, Reinigung etc.) (vgl. Eurostat, 1998, S. 14).

Üblicherweise sind sektorale Wasserinputanalysen nicht nach Verwendungs- bzw. Nutzungsart aufgeschlüsselt. Es sind kaum Informationen über die vielfältigen gesellschaftlichen Eingriffe in den Wasserhaushalt sowie die unterschiedlichen Nutzungsfunktionen des Wassers enthalten (vgl. Hüttler, Payer, 1997, S. 98). Diese Nutzungsfunktionen können allerdings wichtige Ansatzpunkte zur Ökologisierung der Wassernutzung bieten. Deshalb möchte ich hier eine kurze Analyse versuchen.

Die vielfältigen Nutzungsarten beim Privathaushaltswasserinput können großteils auf Reinigung und Schmutztransport reduziert werden:

- 34 % Duschen und Baden
- 22 % Toilettenspülung
- 17 % Wäsche waschen
- 7 % persönliche Hygiene
- 6 % Geschirr spülen
- 6 % andere Verwendung
- 5 % Putzen
- 3 % Trinken und Kochen (vgl. Brandstetter u. a., 2007, S. 6)

Beim Landwirtschaftssektor sind 2 Nutzungsarten auffällig. Einerseits die künstliche Bewässerung mit ihren ökologischen Problemen der (saisonalen) Übernutzung des regionalen Grundwasserdargebots (Verdunstung), andererseits die Tierhaltung zur Lebensmittelproduktion. Neben den beiden Hauptnutzungen von Wasser in der Landwirtschaft (Bewässerung und Viehtränke) dürfte die Wassernutzung zu Reinigungszwecken (in der Milcherzeugung) oder als Prozesswasser (zum Zweck der Verarbeitung landwirtschaftlicher Rohstoffe am Betrieb) nur sehr untergeordnete Bedeutung zukommen, weshalb diese hier vernachlässigt werden (vgl. Sinabel, 2004 a, S. 13f).

Die Entwicklung beim Wassereinput im industriellen Sektor ist leicht rückläufig. Dies wird auf eine Reduktion beim industriellen Kühlwasser zurückgeführt, der Prozesswassereinput weist aber in vielen industriellen Bereichen Steigerungen auf (vgl. Hintermeier u. a., 2003, S. 29). Eine Branchenanalyse bzw. Betriebsanalyse der wasserstärksten Einheiten nach deren Verwendung böte hier weitere Erkenntnisse. Auffällig ist das hohe und steigende Niveau des Gesamtwassereinputs, das hauptsächlich auf den Kühlwasserbedarf in der kalorischen Elektrizitätsversorgung und auf die Verwendung von Wasser als Verdünnungs- und Transportmedium für Emissionen zurückgeht (vgl. Schandl, 1998, S. 20).

Die regionale Wasserverwendung gestaltet sich spezifisch wie hier im Flusseinzugsgebiet Donau unterhalb Jochenstein (ohne Kraftwerke):

Wassernutzungscharakteristik:

- Verwendung in Prozessen 18 %
- Verwendung als Sanitärwasser 3 %
- Verwendung zur Kühlung und anschließend in Prozessen 1 %
- Verwendung zur Kühlung 78 % (Bartl u. a., 2003, S. 26)

Aus dem Wissen um die Wassernutzungen ergeben sich mögliche Wassereinsparungslösungen.

9. Diskussion um die Nachhaltigkeit der Wassernutzung

Anhand der unterschiedlichen Dimensionen der Wassernutzung wurde die sozio-ökonomische Abhängigkeit von Wasser in den produzierenden (Industrie, Landwirtschaft, Stromproduktion) und konsumierenden (Privathaushalte) Gesellschaftsbereichen in der jüngeren Vergangenheit dokumentiert. Dies ist somit ein inputseitiger Beitrag zur Erstellung periodischer wasserspezifischer Materialbilanzen für Österreich. Ferner wurden methodische Grundlagen zur Operationalisierung für die empirische Erfassung des gesellschaftlichen Wasserumsatzes weiterentwickelt (vgl. Hüttler u. a., 1994, S. 8f).

Zu den *funktionellen* (z. U. v. territorialen) Erfassungskonzepten bzw. Betrachtungsebenen zählen als *institutionelle* Ansätze die Wirtschaftssektoren (z. U. v. aktivitätsbezogenen oder produktbezogenen Ansätzen) (vgl. Hüttler u. a., 1996, S. 253). Sektorale Wasserinputzahlen wurden bundesweit intrasektoral und im Sektorenvergleich zusammengefasst und analysiert. Alle Sektoren haben bezüglich der Wassernutzung eine spezifische Charakteristik hinsichtlich natürliche und organisatorische Wasserherkunft, Verwendungsart und Wassernutzungsdimension. Es zeigt sich eine branchenspezifische vielfältige Wassernutzungsstruktur hinsichtlich natürlicher und organisatorischer Wasserherkunft, Wasserinputmenge und Verwendungsart.

Ausgehend vom Konzept des gesellschaftlichen Metabolismus und einer ökologisch-nachhaltigen Entwicklung und werden in der vorliegenden Arbeit die Wasserinputs der Wirtschaftssektoren analysiert. Die Gesamtheit der (sektoralen) Wasserinputs ist ein noch wenig erfasstes Gebiet. Daher war ein Ziel der Arbeit ein inputorientierter Ausschnitt des gesellschaftlichen Wasserflusses anhand zugänglicher Datenquellen zu bieten und somit ein adäquates Berichtssystem zu diesem monomateriellen Ressourcenverbrauch. Ausgehend von den natürlichen Rahmenbedingungen wurde als methodische Basis die Form von nationalen und sektoralen Materialinputanalysen gewählt. Die etablierte Methodik des ‚material flow accounting‘ wurde auf den Ausschnitt der Wasserentnahmen übertragen. Es wurden sektorale wie gesamte bundesweite Inputrechnungen erstellt, die die spezifischen Charakteristika der Sektoren hinsichtlich natürlicher und organisatorischer Wasserherkunft und Nutzungsart berücksichtigen.

Problemlösungsansätze für Maßnahmen einer nachhaltigen Wasserpolitik sowie ein weiterführender Forschungsbedarf soll hier erörtert werden. Im diesem Schlussteil wird nun versucht, anhand der ermittelten empirischen Ergebnisse für Österreich Strategien für eine ökologisch-nachhaltige Wassernutzung zu beleuchten. Diese sektoralen Charakteristika bezüglich Wasserinput, natürlicher und organisatorischer Wasserherkunft, sowie Verwendungsart können dabei wichtige Ansatzpunkte zur Ökologisierung der Wassernutzung bieten.

Hier wurde versucht - und anhand der Datenlage handelt es sich bloß um einen Versuch - eine inputorientierte Materialflussanalyse für die nationale Teilrechnung Wasser zu bieten und keine stoffliche Bilanz (z. B. kein Wassergehalt, Verdunstung). Für die konzeptuelle Festlegung der Systemgrenzen zwischen sozio-ökonomischem System (Gesellschaft) und Natur wird ein kombinierter Ansatz von absichtsvoller Entnahme aus der Natur und einer (sinnvollen) Nutzung des Wassers gewählt.

Am aussagekräftigsten hinsichtlich der ökologischen Tragfähigkeit wirtschaftlicher Entwicklung sind die absoluten Veränderungen des Ressourcenverbrauchs (unabhängig von

ökonomischen Bezugsgrößen wie BIP) (vgl. Schandl, 1997, 78f). Deshalb wurde versucht eine Teilrechnung für Wasser in Österreich zu erstellen.

Für das letzte betrachtete Jahr (2002) ergeben sich folgende relative Nutzungen für die Sektoren gemessen am Gesamtwasserinput für Österreich (= 100 %):

- 13,5 % Privathaushalte (519 Mio. m³/a) (inkl. Netzverluste)
- 7,0 % Landwirtschaft (269 Mio. m³/a)
- 31,8 % Industrie (1220 Mio. m³/a)
- 47,7 % Stromproduktion (Kühlung) (1831 Mio. m³/a)

Die Entwicklung der absoluten Gesamtwasserinputs für Österreich schwankt im betrachteten Zeitraum (1975 bis 2002) mehrfach uneinheitlich auf und ab. Niedrigster Wert ist 1993 mit 3286 Mio. m³/a. Höchster Wert ist 2001 mit 3872 Mio. m³/a. Daraus ergibt sich eine Differenz von 18 % oder ca. ein Fünftel. Schwankungen können viele Gründe haben ergeben sich aber verstärkt aufgrund der Temperatur- und Wasserstandverhältnisse im Winter und dem hohen Anteil an Kühlwasser für die Stromproduktion (vgl. Hüttler u. a., 1994, S. 26f). Aufgrund der relativ hohen absoluten Gesamtwasserinputs in den letzten Jahren ergibt sich eine steigende Tendenz. Unter der Annahme eines tendenziell gleich bleibenden Dargebots können die ermittelten steigenden Wasserinputs als eine langfristig ökologisch nicht nachhaltige Nutzung der Wasserressourcen interpretiert werden.

Auffällig war der Rangtausch zwischen den Wirtschaftssektoren Industrie und Stromproduktion (Kühlung) in Österreich. Geändert hat sich das Sektoren-Ranking nur zwischen den ersten beiden Plätzen. Der Stromkühlungssektor hatte erstmals im Jahr 1990 die Wasserinput-Nase vorn und baut sie seither tendenziell auf fast die Hälfte aus. Mit einem Anteil von knapp einem Drittel und fallender Tendenz am gesamten gesellschaftlichen Wasserinput stellen die Industriebetriebe in Österreich den zweitgrößten Wassernutzer dar. Der Wasserinput der Privathaushalte beträgt ca. 14 % am Gesamtinput der Teilrechnung Wasser. Der Wasserinput der Landwirtschaft hingegen nur 7 % am österreichischen Gesamtinput von Wasser, sofern eine derart genaue Berechnung anhand der Datenlage und Sektorenabgrenzung sinnvoll ist.

Bei der natürlichen und organisatorischen Wasserherkunft, sowie nach der Wasserverwendung ergeben sich deutliche sektorale Unterschiede.

Bei der Wasserherkunft nach der natürlichen Dargebotsform entnehmen die Sektoren Privathaushalte und Landwirtschaft ihre Wasserinputs fast zur Gänze aus Grund- und Quellwasser, während die Stromproduktion zur Kühlung fast ausschließlich Obeflächenwasser entnimmt. Die Industrie entnimmt rund zwei Drittel ihrer Wasserinputs aus Oberflächenwasser und rund ein Drittel aus Grund- und Quellwasser.

Bezüglich der natürlichen Wasserherkunft muss auf die natürliche Dargebotmenge und ihren ökologischen Wirkungsweisen Rücksicht genommen werden. Für die natürliche Herkunft der Entnahmen ergibt sich für 1991 folgendes Bild: knapp 40 % der gesamten Entnahmen entstammen dem Grund- und Quellwasser (oder knapp 600 l/E, d), 60 % dem Oberflächenwasser (oder 900 l/E, d) (vgl. Hüttler u. a., 1994, S. 26f).

Bei der organisatorischen Wasserherkunft sind die Privathaushalte stark fremdversorgt bei einem steigenden Anschlussgrad an zentrale Wasserversorger von 89,6 % (2002) (vgl. Eurostat, 2008). Die organisatorische Herkunft in der Landwirtschaft dürfte Großteils in Eigenversorgung liegen. Mehrheitlich wird hinsichtlich der quantitativen Wasserinputs für die

Industrie Eigenversorgung angenommen. Die organisatorische Herkunft des Wassers für die Stromproduktion (Kühlung) kann bezüglich ihrer Mengenrelation zur Gänze als Eigenversorgung betrachtet werden (vgl. UBA, 2003, S. 9, 15, 21). Bezüglich der Eigenversorgung kann eine kostenlose Wasserentnahme aus der Natur festgestellt werden, was keinen ökologisch sorgsam Umgang mit dieser Ressource gewährleistet.

Die vielfältigen Nutzungsarten beim Privathaushaltswasserinput können größtenteils auf Reinigung und Schmutztransport reduziert werden (vgl. Brandstetter u. a., 2007, S. 6). Beim Landwirtschaftssektor sind 2 Nutzungsarten hinsichtlich der Wasserinputs auffällig. Einerseits die künstliche Bewässerung mit ihren ökologischen Problemen der (saisonalen) Übernutzung des regionalen Grundwasserdargebots (Verdunstung), andererseits die Tierhaltung zur Lebensmittelproduktion. Beim industriellen Wasserinput sind einerseits eine Reduktion beim Kühlwasser andererseits beim Prozesswasserinput in vielen Bereichen eine Steigerung zu bemerken (vgl. Hintermeier u. a., 2003, S. 29). Auffällig ist das hohe und steigende Niveau des Gesamtwasserinputs, das hauptsächlich auf den Kühlwasserbedarf in der kalorischen Elektrizitätsversorgung und auf die Verwendung von Wasser als Verdünnungs- und Transportmedium für Emissionen zurückgeht (vgl. Schandl, 1998, S. 20).

Diese betrachteten Aspekte der Wassernutzung bieten Anhaltspunkte zu einer Diskussion um eine ökologisch nachhaltige Nutzung der Wasserressourcen bzw. des natürlichen Dargebots.

Bezüglich der Wasserinputmenge ist eine Analyse in Richtung Übernutzung – Nutzungsrate des Dargebots dienlich. Ebenso in der Frage der natürlichen Wasserherkunft nach Teildargeboten.

Die organisatorische Wasserherkunft bietet den Aspekt der kostenlosen Nutzung von bei der Eigenversorgung von Primärentnahmen.

Die Verwendungsart der Wasserinputs zielt auf den Aspekt der potentiellen Mehrfachnutzung durch Kreislaufschließung.

Hinsichtlich einer ökologischen Nutzung bieten all diese Aspekte beim sozio-ökonomischen Wasserinput den Gedanken des Wassersparens bzw. der Dematerialisierung.

Luhmann entwirft den Risikobegriff als Gegensatz zu Gefahr und ermöglicht so eine Einbettungsmöglichkeit in die Theorie von Kolonisierung und sozialem Metabolismus, zwischen technisch-naturwissenschaftlichen und sozialwissenschaftlichen Aspekten. Risiko ist nach Luhmann entscheidungsabhängig. Gefahr hingegen kommt von außen. In einem evolutionären Gesellschaft-Natur-Verhältnis verwandeln die Gesellschaften Gefahren zu Risiken. Die kulturelle Verfügungsgewalt über die Natur ist kultural definiert (vgl. Fischer-Kowalski, Weisz, 1998, S. 166f). Entsprechend dieser entscheidungsdefinierten Ansicht wird hier versucht Aspekte, die auf Entscheidungen zur Wassernutzung wirken, zu betrachten.

Prinzipien ökologisch-nachhaltiger Wassernutzung

Die Diskussion um die "*Nachhaltigkeit*" von Wachstumsprozessen ist in den 1970er Jahren entstanden. Sie machte deutlich, dass die traditionelle, güterorientierte Wohlfahrtsmessung unvollständig ist. Eine nachhaltige Entwicklung wird im Brundtland-Bericht definiert als "Entwicklung bei der die Bedürfnisse der heutigen Generation befriedigt werden, ohne die

Bedürfnisse kommender Generationen zu gefährden". (Sinabel, 2004 a, S. 5f) Dabei sind ökonomische, ökologische und soziale Aspekte gleichermaßen zu berücksichtigen.

Die Debatte um ökologische Nachhaltigkeit beim Wasser hat viele Aspekte (Klimawandel, Qualitätsprobleme). Die quantitative Dargebotsseite ist da nur ein Aspekt. Ausgehend von der Dargebotsseite kann es über verschiedene Arten der Dargebotsverminderung zu natürlichen oder auch sozio-ökonomischen Wassermangel kommen. In dieser umweltsoziologischen Diplomarbeit möchte ich mich verstärkt den sozio-ökonomischen Faktoren der Dargebotsbeeinträchtigung widmen.

Eine ökologisch-nachhaltige Nutzung von Wasser soll auf die Abstimmung der Nutzungsinteressen mit dem lokalen und regionalen Wasserdargebot und damit auf die langfristige Erhaltung der Wasserressourcen abzielen (vgl. Hüttler u. a., 1994, S. 47f).

Ein verkürzter und irreführender *Gemeinschaftsgut*-Begriff beim Wasser als *freies Gut* (klassische Nationalökonomie) hilft nicht Übernutzungsprobleme zu lösen. Eine wichtige Kontroverse zum Phänomen der gemeinsamen (ungeregelten) Nutzung von Ressourcen löste der 1968 in *Science* publizierte Artikel, *The Tragedy of the Commons*, von Garrett Hardin aus. Hardin behandelte genauer gesagt jedoch weniger das Problem der Kollektivgüter als das des ‚offenen Zugangs‘. Hardin diskutierte die Tragik der Allmende am Beispiel der jahrhundertealten britischen Viehweiden und sah ein Funktionieren dieser abhängig von niedriger Bevölkerungszahl (durch Kriege, Krankheiten etc.), die nicht über die *Erhaltungskapazität des Landes* hinausreicht. „Aber einmal kommt der Tag der Abrechnung, dann nämlich wenn das lang erwünschte Ziel sozialer Stabilität Wirklichkeit wird. Von diesem Punkt an beginnt die allem Gemeingut innewohnende Logik: ihre tragische Entwicklung. Als rational denkendes Wesen strebe jeder Viehhalter danach seinen Gewinn zu erhöhen. Explizit oder implizit, mehr oder weniger bewusst stellt er sich die Frage: Was nützt es mir, wenn ich meiner Herde ein weiteres Stück Vieh hinzufüge. Diese Nutzung hat eine positive und eine negative Komponente.“ (Hardin, 1970, S. 35) Dahinter steckt die Erfahrung, dass öffentliche Gemeingüter (wie z. B. öffentliche Weiden oder Wasserplätze) nur so lange funktionieren, so lange es nicht zu einer Verknappung und egoistischen Übernutzung auf Kosten der Allgemeinheit z. B. Bodenerosion und Ver(un)krautung kommt. Diese Übernutzung wird als unausweichliche Folge zunehmender Attraktivität und Nutzung angesehen. Einer Übernutzung von allgemeingütern muss also vorgebeugt werden. So wie das Leitbild ökologisch-nachhaltiger Entwicklung (nicht nur) Zielvorstellungen für die nachhaltige Nutzung von Wasser in metabolischer Hinsicht braucht (vgl. Hüttler, Payer, 1997, S. 110).

Hatten frühere Gesellschaften oft mit lokalen Umweltproblemen (Knappheiten, Überschwemmungen) zu kämpfen, akkumulieren nun zusätzliche Probleme in globalem Maßstab (Klimawandel, Biodiversität) (vgl. Krausmann, Schandl, 2006, S. 34). Komplexe globale Umweltprobleme verlangen vielschichtige Maßnahmen.

Maßnahmen können sich gut anhand der von Kahlenborn und Kraemer (1998) umfangreichen Zusammenstellung von *Prinzipien einer nachhaltigen Wasserwirtschaft* orientieren:

- *Regionalitätsprinzip* - regionale Ressourcen und Lebensräume sind zu schützen
- *Integrationsprinzip* - Wasser als Einheit mit den anderen Umweltmedien
- *Verursacherprinzip* - Kosten der Ressourcennutzung sind Verursacher anzulasten.
- *Kooperations- und Partizipationsprinzip* - Interessen berücksichtigen, Möglichkeit zur Selbstorganisation und zur Mitwirkung

- *Ressourcenminimierungsprinzip* - direkter und indirekter Ressourcen- und Energieverbrauch der Wasserwirtschaft ist zu vermindern
- *Reversibilitätsprinzip* - veränderbare Maßnahmen, Folgen reversibel
- *Intergenerationsprinzip* - Betrachtungshorizont erweitern
- *Vorsorgeprinzip* (Besorgnisgrundsatz) - Extremschäden und unbekannte Risiken ausschließen etc. (vgl. Kahlenborn, Krämer, 1998, S. 4)

Es bedarf eines Strategie-Mixes. *Präventiver Umweltschutz* will Schadenskompensation möglichst ausschließen und entsorgenden Umweltschutz minimieren. Jänicke sieht viele Nachteile im praktizierten *nachsorgenden Umweltschutz* (kurativ, entsorgend, reaktiv - Filtereinbauten, Kläranlagen oder Schallschutzwände) und plädiert für staatliche ökologische Prävention. Der Staat wird zur Entsorgungs- und Reparaturinstanz aufgrund fehlender Umweltvorsorge (vgl. Jänicke, 1988, S. 13ff). Leider ähnlich wichtig in der Realumweltpolitik wie das *Nachsorgeprinzip* ist das *Florianiprinzip*.

Hofreither beschreibt diese 3 Anreizsysteme regulativer Verhaltenssteuerung in der europäischen Praxis:

- gesetzliche Einschränkung des Handlungsspielraums
- ökonomische Einschränkung des Handlungsspielraums
- technische Einschränkungen ‚best available technology‘ (vgl. Hofreither, 1996, S. 10ff)

Nutzungsgrade – Übernutzung

Auch durch die Anwendung innovativer Kolonisierungstechnologien werden bloß wenige natürliche Parameter geändert. Das meiste wird der Selbstregulationsfähigkeit der natürlichen Systeme überlassen (Bsp. Landbau, Wasserkreislauf etc.). Wir sind weit weg von ‚totaler Kolonisierung‘. Es kommt hingegen noch zu unerwünschten Nebeneffekten der Kolonisierung (Überschwemmungen durch Versiegelung) (vgl. Fischer-Kowalski, Weisz, 1998, S. 162f). Umweltprobleme gibt es länger als deren Wahrnehmung. „Die Vorstellung, der Mensch könne die Natur so radikal gefährden, dass er damit seine eigenen Lebensgrundlagen in Frage stellt, ist ein relativ junges Phänomen ... “ (Fischer-Kowalski, 1997, S. 3). Übernutzung kann zu Risiken führen.

Ziel einer nachhaltigen Wasserpolitik ist die Sicherung des vorhandenen Wasserpotenzials (Naturraumpotential) inklusive der erneuerbaren Wassermengen (jährliches Nutzungspotential). „Das zentrale Kriterium für die *nachhaltige Nutzung von Wasserressourcen* ist das Verhältnis der jeweiligen Nutzungs- zur Erneuerungsrate.“ (Hüttler u. a., 1994, S. 47f) „Eine der Hauptforderungen der Diskussion um nachhaltige Entwicklung lautet, dass der Verbrauch nicht erneuerbarer Ressourcen absolut reduziert werden soll und der Verbrauch erneuerbarer Ressourcen deren Regenerationsfähigkeit nicht übersteigen darf.“ (Hüttler u. a., 1996, S. 239) Probleme bei der Nachhaltigkeit können also natürliche Knappheiten oder Übernutzung des Dargebots bedeuten – je nach Sichtweise. Übernutzung hat zwei Aspekte das Dargebot und die Nutzung. Bei wenig Dargebot genügt eine geringe Nutzung zur Übernutzung. Bei großem Dargebot reicht oft eine gewaltige Nutzungsmenge nicht bis zur Übernutzung. Übernutzungen können auch an beiden Seiten (Input oder Output) des sozialen Stoffwechsels unabhängig von Wirtschafts- und Lebensweisen auftreten (vgl. Fischer-Kowalski, Weisz, 1998, S. 155).

Auf den ersten Blick gibt es in Österreich kaum öffentliche Konflikte oder qualitative bzw. quantitative Probleme rund ums Wasser, d. h. vordergründig besteht wenig Themenlegitimation zur Wassernutzungsanalyse. Bei näherer Betrachtung zeigen sich allerdings auch in Österreich aufgrund seiner natürlichen Rahmenbedingungen und seiner sozio-ökonomischen Wassernutzung einige regionale wie saisonale, quantitative wie qualitative Probleme mit der Wassernutzung, die der Frage nach einer nachhaltigen Nutzung von Wasser auch hierzulande hohe Aktualität verleihen (vgl. Hüttler, Payer, 1997, S. 108). Das Problem ist oft nicht die Einzelnutzung, sondern eine kumulierte (sektorale) Entnahme. Ferner kann das hohe Verbrauchsniveau unserer Lebensführung bzw. (globalen) Wirtschaftsweise nicht global übertragen werden (vgl. Hutter, 2001, S.86).

Der aus dem erneuerbaren Dargebot entnommene Wasseranteil, schwankt innerhalb der EU zwischen 2 % und 62 % bezogen auf das *interne erneuerbare Dargebot* (vgl. Eurostat, 1998, S. 1). Je nach Berechnungsart und jährlichem natürlichen Dargebot beträgt die Beanspruchung des Süßwasserdargebots durch die Süßwasserentnahme österreichweit zwischen 2 und 8 %. Die Beanspruchung des Grundwasserdargebots schwankt zwischen 1980 und 1993 zwischen 4 und 5 %. Die Beanspruchung des Oberflächenwassers schwankt für die Jahre 1980 bis 1993 zwischen 1 und 4 % (vgl. Eurostat, 1998, S. 70ff). Eine großräumige Übernutzung des Gesamtwasserdargebots oder der Teildargebote Oberflächenwasser oder Grundwasser ist also nicht erkennbar. Dieser im Vergleich zu anderen Ländern relativ geringe Nutzungsgrad der Wasserressourcen darf jedoch nicht darüber hinwegtäuschen, dass lokal und regional - teils durch quantitative Übernutzung, teils durch qualitative Beeinträchtigungen – drastische Beeinträchtigungen der Wasserreserven verursacht werden. Dazu kommt – abhängig von Geologie, Morphologie und Klima – eine sehr ungleiche Verteilung der Wasserressourcen in Österreich.“ (Hüttler, Payer, 1997, S. S. 108) Die (relative) Entnahme von Wasser gemessen am Dargebot bedeutet eine gewisse Beanspruchung des Dargebots.

Eindeutig für den schlechten mengenmäßigen Zustand eines Grundwasserkörpers verantwortlich ist eine Entnahmeart dann, wenn deren Anteil an der Gesamtentnahme aus diesem Grundwasserkörper mehr als 75% beträgt. (BMLFUW, 2004, S. 35f) Es wird auch von *Gleichgewicht* bzw. *guten mengenmäßigem Zustand* gesprochen, wenn die Summe aller Entnahmen kleiner als 75 % als die verfügbare Grundwasserressource ist (vgl. BMLFUW, 2004, S. 54) bzw. die Beanspruchung des Wasserdargebots 50 % beträgt (vgl. Eurostat, 1998, S. 14). „Schlussfolgerungen, dass der Wasserverbrauch eines Landes erhöht werden kann, solange die Nutzungsraten auf nationaler Ebene unter 100 % liegen, sind jedenfalls nicht zulässig. Insofern ist ein Vergleich der Nutzungsraten auf nationaler Ebene nur bedingt – als Orientierungsgröße im internationalen Vergleich – aussagefähig.“ (Hüttler, Payer, 1997, S. 106) „Übernutzung wird häufig als ein relativ eindeutiger Zustand betrachtet, bei der die Entnahmevolumina (das dem Grundwasserleiter entnommene Wasser) die geschätzte langfristige Neubildung (Wasser, das dem Aquifer zufließt) überschreiten.“ (UBA, 2004, S. 123) „Die erste Art von Wasserknappheit ist die quantitative Knappheit. Sie tritt z. B. in Form einer Absenkung des Grundwasserspiegels durch Wasserentnahme auf oder durch Ausleiten von Oberflächengewässern und ist in Österreich ein regionales Problem.“ (vgl. Sinabel, 2004 a, S. 10)

Die Nutzung von Wasserkraft wird bei der Berechnung des Wasserinputs oft ausgeklammert. Ergäbe dies doch eine ca. 10fache Übernutzung des Wasserdargebotes, da in Österreich jedes abfließende Wasser durch Wasserkraft genutzt wird (vgl. Hüttler u. a., 1994, S. 26f), was bei der Nutzungsgradberechnung ein günstiges Bild ergibt.

Ein Analyse der österreichische Grundwasserstandsverhältnisse von 1966 bis 1990 ergibt neben regional sehr verschiedenen Dargeboten auch Übernutzungen durch Wasserentnahmen für Wasserversorgung und Bewässerung im Osten Österreichs und ein Absinken des Grundwasserspiegels von 3-4 Metern, welche auch im Zusammenhang mit einem verringerten Niederschlag im Osten zu sehen sind. Veränderungen des Grundwasserspiegels sind auch vor und nach Flusskraftwerken zu beobachten (vgl. Lassnig, 1996, S. 24). Auf eine langjährige Übernutzung des kleinräumigen Grundwasserdargebots durch industrielle Brunnenentnahmen deutet eine Zeitungsmeldung, wonach bei der Schließung eines Industriebetriebes (St. Pölten, Glanzstoff) der Grundwasserpegel um 2 (!) Meter steigen soll (vgl. Bezirksblätter, 2008, S. 2f).

Die Wassernutzung der verschiedenen Sektoren verursacht vor allem dort ökologische Probleme, wo die Nutzungsraten die Erneuerungsraten des lokal verfügbaren Wasserdargebots übersteigen - so in der landwirtschaftlichen Bewässerung in Regionen mit saisonal hohen Verdunstungsraten, wenig Niederschlag, geringem ober- oder unterirdischen Wasserdargebot und (relativ zum Dargebot) hohen Wasserentnahmen (vgl. Hüttler u. a., 1996, S. 144). Dies ist prinzipiell unabhängig von der Verwendungsart. Da die Zeiten intensiver Wassernutzung für landwirtschaftliche Bewässerung auf wenige Monate pro Jahr beschränkt sind, kann räumlich und zeitlich beschränkt durchaus eine Übernutzung der betroffenen Wasserkörper auftreten. Als Kompensationsmaßnahmen gelten einerseits z. B. der ökologisch bedenkliche Marchfeldkanal und andererseits eine Einschränkung der Bewässerung, bei Unterschreiten eines definierten Grundwasserspiegels (vgl. Milota, 2002, S. 375f).

Wasser wird durch Übernutzung zum knappen Gut. In vielen Ländern der Erde ist die (basale) Wasserversorgung der Bevölkerung nicht gesichert. Das quantitative Problem liegt in der Übernutzung des Grundwassers. Eine übermäßige Entnahme von Grundwasser kann ein Sinken der Grundwasserstände, verringerte Quellmengen und sinkende Oberflächenwasserstände mit vielfältigen Auswirkungen auf die Umwelt bewirken. Die für Gesamtösterreich günstigen Erneuerungsraten des Grundwasserdargebots, dürfen nicht darüber hinwegtäuschen, dass kleinräumige Übernutzungen des Dargebots stattfinden.

Oft erscheint es schwierig objektive Kriterien für eine ökologische Wirtschaftsweise darzulegen, da immer subjektiv wertende Elemente hineinspielen. „Der Naturhaushalt ist beeinträchtigt, wenn seine Funktionsfähigkeit objektiv herabgesetzt ist; über eine Beeinträchtigung des Landschaftsbildes hingegen ist nicht ohne Zugrundelegung subjektiv-sinnlicher, wertender Wahrnehmung zu urteilen.“ (Kube, 1999, S. 134) Ferner ist es undenkbar ökologische Richtlinien für die Natur ohne Menschen festzulegen.

Mineralwasser, Heilquellen oder Gletscher fallen wegen ihrer fehlenden Regenerationsfähigkeit nicht in ein Schema der nachhaltigen Nutzbarkeit in form von Wasserinputs. Die Ausbeutung nicht regenerierbarer Trinkwasservorkommen ist nicht nachhaltig. Aus naturwissenschaftlich-ökologischer Sicht lässt sich ein nachhaltiger Nutzungsbegriff für die Wassernutzung folgendermaßen festlegen. „Innerhalb eines gegebenen Einzugsgebietes darf die jährliche Entnahme die jährliche Erneuerungsrate nicht übersteigen. Die organische und anorganische Belastung darf die Aufnahmekapazität (qualitative Erneuerung) nicht übersteigen. Die saisonalen Differenzen zwischen Dargebot und Nutzung müssen berücksichtigt werden. ... Die regionale Übernutzung und weiträumige Kontamination des Grundwassers sowie zahlreiche irreversible Eingriffe in aquatische Ökosysteme (Stauhaltungen) bestätigen den in der Praxis oft wenig nachhaltigen Umgang mit Wasser.“ (Hüttler, Payer, 1996, S. 20) Je kleinräumiger und kurzfristiger die Wasserentnahme die natürliche Erneuerung nicht übersteigen darf desto strenger kann die Bestimmung

angesehen werden. Eine Fernnutzung mittels Transportleitung darf das Einzugsgebiet nicht übernutzen. Hinsichtlich intergenerationaler Konflikte sind Nutzungsansprüche möglichst reversibel zu gestalten. Österreich wird dem ökologisch und sozial nachhaltigen Leitbild nur teilweise gerecht. Ein dominantes *Versorgungsparadigma* kombiniert mit einem unverhandelbaren *Wasserbedarfsbegriff* führt regelmäßig zur Neuerschließung und zum Ausbau der Wasserversorgungs-Infrastruktur. „Die Übernutzung von Wasserressourcen wird so zu einem systemimmanenten Phänomen, wobei in Österreich, bedingt durch seinen außerordentlichen Wasserreichtum bislang ‚nur‘ regional und zeitlich begrenzte Knappheiten (z. B. Marchfeld) aufgetreten sind.“ (Hüttler, Payer, 1996, S. 20f)

„Verfügbares Grundwasser für die jährliche Entnahme: Schätzwert der maximalen Wassermenge, die dem nationalen Grundwasserdargebot unter den bestehenden wirtschaftlichen und technischen Bedingungen jährlich entnommen werden kann, ohne langfristig zu einer Erschöpfung der Ressourcen zu führen.“ (Eurostat, 1998, S. 87) „Die Beanspruchung des Oberflächenwasserdargebots ist das Verhältnis der entnommenen Wassermenge zum verfügbaren Oberflächenwasserdargebot. ... dass es in Südeuropa Probleme hinsichtlich des Wasserdargebots gibt und die Beanspruchung des Oberflächenwasserdargebots Werte von nahezu 100 % erreicht und in Spanien sogar über 150 % liegt.“ (Eurostat, 1998, S. 15)

Auflagen zur Restwasserdotation dienen der Erhaltung der natürlichen Beschaffenheit des Gewässers. Wiederverleihung von Wasserrechten und Änderung von Anlagen, unter bestimmten Voraussetzungen auch bei bereits bestehenden Anlagen und Wasserrechten. Die Grundlagen dazu wurden durch Novellen des Wasserrechtsgesetzes (1985, 1990) geschaffen, wodurch die ökologische Funktionsfähigkeit des (natürlichen) Gewässers zu einer normativen Vorgabe wurde. Die aktuelle Praxis der Festsetzung der Restwassermenge orientiert sich stark an anlagen- und standortspezifischen Rahmenbedingungen. Zur Erreichung von breiten ökologischen Zielsetzungen ist die Restwasserdotation allein jedoch im Allgemeinen nicht ausreichend, während andere Faktoren im Wasserkörper und am Ufer sowie in der weiteren Umgebung ebenfalls dafür verantwortlich sind, ein „naturnahes“ Habitatangebot zu schaffen (vgl. Errath u. a., 2003, S.77).

Saisonalität und Regionalität der Wasserinputs

Die globale Wassergesamtmenge bzw. mehrjährige und großräumige Durchschnittswerte bleiben relativ stabil. Das ändert nichts an lokalen bzw. saisonalen Dargebotsknappheiten. Auch die lokale und regionale Verfügbarkeit ist durch den globalen Wasserkreislauf angetrieben. Im Zuge der Klimaveränderung stellt sich auch die Frage nach der Stabilität bzw. Nachhaltigkeit des Wasserkreislaufs und des Wasserdargebots. Der konkrete *direkte* Indikator zur Messung der Übernutzung des Grundwasserdargebots ist die *Veränderung des Grundwasserspiegels*. Sie wird in mm/Jahr und möglichst oft und kleinräumig zu gemessen (vgl. Dachler, 1999, S. 140).

Einer ökologisch nachhaltigen Wassernutzung wird auch im wasserreichen Österreich nicht jede Region gerecht. Die regionale und saisonale Übernutzung von Wasserressourcen zeigt die Dominanz des Versorgungsparadigmas (vgl. Hüttler, Payer, 1996, S. 23).

Die Festlegung einer kleinräumigen Nachhaltigkeit auf Gemeindeebene bietet Identifikation und politische Verantwortung. Städte wären selten nachhaltig in ihrer Wassernutzung, da sie

das Wasser oft zuleiten aus der Ferne. Hier konnte keine saisonale und kleinräumige Analyse der sektoralen Wassernutzung aus Gründen des Umfangs und der Datenlage geboten werden. Übernutzungen des Wasserdargebotes sind konkret am Standort und Zeitpunkt (Saison) zu bewerten und nicht anhand von großflächigen und langfristigen Durchschnittswerten.

Der Wasserbedarf der Landwirtschaft verursacht vor allem dort Probleme, wo die Nutzungsraten die Erneuerungsraten des lokal verfügbaren Wasserdargebots übersteigen. So z. B. im Marchfeld also in Regionen mit saisonal hohen Verdunstungsraten, wenig Niederschlag, geringem ober- oder unterirdischen Wasserdargebot und hohen Wasserentnahmen (vgl. Hüttler u. a., 1996, S. 144). Der Wasserreichtum in Österreich nicht gleichmäßig verteilt. Während in den alpinen Regionen bis auf wenige Ausnahmen genügend Quellwasser zur Verfügung steht, kann es insbesondere im Norden und Osten Österreichs regional zur akuten Wasserknappheit kommen (vgl. Schneidergruber, 2002, 15).

Dematerialisierung zur ökologischen Nutzung des Wasserdargebots

Dematerialisierung oder *Entmaterialisierung* im Sinne einer absoluten Verringerung des gegenwärtig hohen jährlichen Materialeinsatzniveaus erscheint als adäquate Strategie nachhaltiger Entwicklung. Der Begriff ‚*Entkopplung*‘ steht in Relation zum Wirtschaftswachstum und ist ambivalent zu betrachten. So hat die relative Entkopplung des Wirtschaftswachstums vom Wachstum des Material- und Energieeinsatzes allein noch keine umweltentlastenden Effekte. Es bieten sich drei mögliche Entwicklungsszenarien für den sozio-ökonomischen Wassereinput:

- Fortschreibung des aktuellen Steigerungsniveaus
- Stabilisierung der Wassereinputs auf hohem Niveau
- absolute Reduktion des Material- und Energieeinsatzes durch Abkehr vom material- und energieintensiven Wohlstandsmodell. „Nur eine absolute Verminderung des Wassereinputs kann als Schritt in Richtung einer ökologisch tragfähigen Nutzung des Wasserdargebots gesehen werden.“ (Schandl, 1997, 78f)

Der Wassereinput macht für das Jahr 1991 den mengenmäßig größten Anteil am gesellschaftlichen Stoffwechsel aus. Mit ca. 87 % des gesamten Materialinputs der österreichischen Volkswirtschaft entfällt auf Wasser der mengenmäßig bedeutendste Anteil am sozio-ökonomischen Materialbedarf (8 % Luft, 5 % sonstige Materialien) (vgl. Hüttler u. a., 1996, S. 56f). Wassereinput der Privathaushalte Österreichs betrug rund 91 % (50 t/EW.a) (vgl. Hutter, 2001, S.85f).

Österreich kann hinsichtlich seiner Wassernutzung als typisches Industrieland bezeichnet werden (vgl. Hüttler, Payer, 1997, S. 107f). Materialinput gilt für die Umwelt und Lebensqualität belastend. Deshalb ist es zielführend diese Materialflüsse zu reduzieren. Bei der Dematerialisierung für die Umwelt und Lebensqualität geht es nicht um Prozente der Verringerung der Materialverbräuche, sondern um einen Faktor. Diskutiert wurden Faktoren 4 bzw. 10 zur Senkung industriegesellschaftlicher Materialflüsse. Materialintensive Länder wie Österreich müssten um den Faktor 10 dematerialisiert werden, um ihrer globalen Verantwortung gerecht zu werden. „Aus technischer Sicht ist eine durchschnittliche Dematerialisierung um den Faktor 10 in vielen Fällen machbar.“ (vgl. Schmidt-Bleek, 1993, S. 161ff) Für die Gesamtwassernutzung einer industriellen Gesellschaft wie Österreich bietet sich Wasser als erstes für eine Faktorreduktion beim Ressourcenverbrauch an, da Wasser den größten Materialfluss in Industrieländern darstellt und ein großes Sparpotential hat. Egal um welchen Faktor wir versuchen die Sozio-Ökonomie(n) zu dematerialisieren, wir sollten

mit den stoffstromreichsten Ländern beginnen und mit den inputstärksten Materialien beginnen – also mit Wasser (vgl. Schmidt-Bleek, 1994, S. 168f). Zur Dematerialisierung ist einerseits eine Entkopplung der ökonomischen Entwicklung anzustreben andererseits Strategien zur Inputschonung.

Wachstumsparadigma, Absatzmaximierung, Expansionsdynamik, Konsumfreuden, Neuerschließung und Versorgungsdogma prägen schon lange (auch) die Wasserwirtschaft anstelle einer Politik des sparsamen Umgangs mit Naturressourcen (vgl. Fischer-Kowalski, 1988, S. 85ff). Und plötzlich soll die materielle Keuschheit eine quasi-religiöse Erfüllung unserer Lebensqualitäts-Träume sein? Einsichtig ist das kaum, werden doch die negativen Einflüsse durch die Wasserentnahme kaum wahrgenommen bzw. bewusst (gemacht). Wenig sichtbare Wirkungen (Grundwasserspiegelsinken), schleichende (Vegetationsveränderung), seltene Leitungsbautätigkeit im verbauten Gebiet, minimalinvasive Umwelteinflüsse kaum in der *unberührten* Natur (kleine nette Brunnenhäuschen), unaktuelle Tatbestände (alte Entwässerungsgräben, alte Wasserrechte etc.) und angesichts eines quantitativ üppigen Wasserdargebots in der Alpenregion kaum Dargebotsübernutzungen und Grund zur Sorge.

Weder eine systematische Analyse noch eine Schätzung der bestehenden Potentiale zur Verringerung des gesellschaftlichen Materialdurchsatzes und seiner negativen Auswirkungen konnte im Rahmen der Studie nicht durchgeführt werden (vgl. Hüttler u. a., 1996, S. 265). Doch die ökologisch relevanten Sparpotentiale beim Wasserinput liegen bei:

- Lecks der Versorgungsnetz (z. B. unproduktive Entnahmen zentralen Wasserversorger),
- bei Wassersparende Technologien beim industriellen Einsatz (Kreisläufe) und
- beim wasserschonender Umgang in der Landwirtschaft durch Pflanzensortenauswahl, Bewässerungstechnologie etc. liegen.

Wasserpolitik

Umweltpolitik zeigt sich als Aufgabe der Materialstromgestaltung (vgl. Huber, 2001, S. 158). Maßgeblich für eine effiziente ökologische Wasserpolitik ist die Bereitstellung ausreichender sozialökonomischer Ressourcen wie Personal und Geld (vgl. Nadlinger, 2002, S. 38). „Politikrelevanz soll im Hinblick auf langfristige Aussagen und Steuerungsoptimierung bezüglich des Materialaufkommens einer Volkswirtschaft als Indikator für die Nachhaltigkeit der Wirtschaftsweise einen zentralen Stellenwert einnehmen.“ (vgl. Hüttler u. a., 1996, S. 59)

Umweltpolitisches Handeln sollte unterschieden werden von Verlautbarungen von PolitikerInnen. Noch so kluge Einzelmeinungen sind oft nicht kompatibel mit staatlichen Handlungsmöglichkeiten und verbessern höchstens die moralische Aura der Person, nicht aber die praktische Problemhandhabung. „Der demokratische Etatismus erzeugt Staatsversagen durch Aufgabenüberhäufung bei strukturbedingt geringer direkter Problembearbeitungs-Kompetenz. ... Staatsversagen hat in erster Linie damit zu tun, dass man von der Regierung Dinge erwartet, die der Staat seiner Eigenart nach nicht kann. Der Staat ist ... eine Zwangsanstalt ...“ (Huber, 2001, S. 346f).

Die technische Aufgabe der Wasserversorgung mag zwar eine fachlich hohe Qualifikation voraussetzen, eine Entpolitisierung dieses Bereiches mag aber auch Umweltprobleme hervorrufen. Verwaltungsreform und Anlagenrecht scheinen 2 wichtige umweltpolitische Ansatzpunkte (vgl. Kroiss, 2002, S. 11).

Die umweltpolitischen Strategien für die Wasserwirtschaft lauten:

1. Vorausschauende wasserwirtschaftliche Planung und Analyse der wasserwirtschaftlichen Entwicklung
2. Gezielter Einsatz der Instrumente in den Bereichen Recht, Förderung und Beratung
3. Einzugsgebietsbewirtschaftung (vgl. Rathgeb, 2002, S. 73)

Die Tendenz zur Vertuschung ist wohl ein bürokratisches Übel geblieben. Freiwilligkeit hat auch bei der (Selbst)Kontrolle Grenzen. Eine erfolgreiche Umsetzung der freiwilligen Umweltprogramme erfordert daher auch eine begleitende Kontrolle der Einhaltung gesetzlicher Vorschriften bei Nichtteilnehmern. In Rechtssystemen sind Strafen legitime Konsequenzen bei Nichteinhaltung der Regeln. Ohne Kontrolle – keine Strafen – keine Regeleinhaltung – da beißt sich wohl die Katze in den Schwanz. Eine konsequente Schließung der Vollzugslücken bei illegaler Wassernutzung, sei es durch gänzlich fehlende Wasserrechtsbescheide oder durch Überschreitung gewährter Nutzungsrechte, ist anzustreben. „So hüllen sich illegale Verhaltensweisen, skandalöse Legalitäten und Vollzugsdefizite von Behörden in ein gemeinsames Dunkel.“ (Fischer-Kowalski, 1988, S. 127) Vollzugsdefizite nicht zuletzt aufgrund von Personalmangel sollen zugunsten einer besseren Kontrolle der (bestehenden) Wasserrechte behoben werden. „Ohne wirksame Kontrolle bleiben die Verordnungen Papier.“ (Fischer-Kowalski, 1988, S. 102) Ferner sind strengere Regelungen bei der Vergabe von Wasserrechten bzw. das Infragestellen bestehender Wasserrechte zu prüfen. „Das Umweltstrafrecht bietet nur in Ausnahmefällen eine wirksame Handhabe gegen Betriebe, die offensichtlich und bewusst Normen umgehen.“ (Hofreither, 1996, S. 21f) Ein Mangel an Vollzug zeigt sich beim *Wegschauen*: „Große Anzahl bewilligter und nicht bewilligter Brunnen im Marchfeld und Seewinkel“ (BMLFUW, 2004, S. 34). „Im Osten Österreichs wird aus Tausenden genehmigten und ungenehmigten Brunnen Wasser für die Feldberegnung gepumpt.“ (Katzmann, 1986, S. 92)

Jänicke prägt den Begriff des Staatsversagens in der Umweltpolitik und meint eine spezifische Interventionsschwäche zur Prävention. Erklärungen für das umweltpolitische Staatsversagen sind:

- Problemvermarktung,
- Problemverstaatlichung
- Industrialisierung und Bürokratisierung von Umweltproblemen
- Kostenexternalisierung inkl. fiskalischer Krisen
- legitimatorische Kosten für Interventionsverzicht
- Kniefall und Ohnmacht vor Globalisierung (vgl. Jänicke, 1988, S. 17)

Der Staat ist im Nachteil gegenüber der Industrie. „Die allgemeine Nicht-Zuständigkeit des Staates für Forschung und Entwicklung der Privaten setzt einer ex-ante-Intervention enge Grenzen. eine bürokratische Kontrolle technologischer Entwicklungen und Produktionsinnovation scheint dagegen weder möglich noch sinnvoll.“ (vgl. Jänicke, 1988, S. 19) Die Prüfung der bestehenden Wasserrechte auf ihre Nachhaltigkeit und die Überlegung für ein zeitlich befristetes Auslaufen von Durchlaufwasseranlagen konzentriert sich am besten auf Großverbraucher und konkrete Umweltprobleme. Eine *Stand-der-Technik*-Regelungen plädiert für wassersparende, schadstoffarme bzw. abwärmearme Abwässer. Eine Neuverteilung des Wasserkuchens scheint anhand der geänderten ökologischen und gesundheitlichen Werte geboten. Eine Kontingentierung (Versteigerung) des Wasserangebotes anhand ökologisch definierter Verträglichkeit und regelmäßiger Neuvergabe scheint dienlich.

Die Einschränkung der Umwelteffekte der Wassernutzung im industriellen und kommunalen Sektor wird in Österreich nicht durch steuerliche Instrumente geregelt sondern durch den

Einsatz regulatorischer Instrumente (Standards). Einerseits betrifft dies die Genehmigung von Konsensmengen bei der Wasserentnahme, die regelmäßig überprüft und gegebenenfalls angepasst werden (vgl. Etlinger u. a., 2005, S. 62). Auf die Notwendigkeit eines sinnvollen Nebeneinanders von administrativ-regulierenden und marktwirtschaftlichen Instrumenten für eine effiziente Erreichung des erforderlichen Gewässerschutzes hingewiesen.

Von der Kostenwahrheit zur Ökosteuer

Kostenwahrheit leitet sich vom Verursacherprinzip ab. Wasser ist meist ein zu billiger/günstiger Rohstoff. Die Erschließung neuer „Quellen“ ist billiger als sparsamere Technologien. Wasserrecht selbst kostet kaum etwas, im Betrieb überwiegen fixe Kosten. Weder die Aufwendungen für die Eigenförderung noch für den Fremdbezug von Wasser haben einen nennenswerten Einfluss auf die Fertigungskosten von Industriebetrieben.

Jänicke plädiert für einen präventiven Umweltschutz als ökonomische Strategie auch im Sinne der Erzielung eines ökologisch-ökonomischen Doppelnutzens. Die Strategie der ökologischen Modernisierung zielt auf die Erhöhung der ökologischen und ökonomischen Effizienz, auf technologische Innovation und Kostensenkung durch Prävention. „Ökologische Rationalisierung ist zu verstehen als betriebliche Kostensenkungsstrategie, bezogen auf den Ressourcenverbrauch ...“ (Jänicke, 1988, S. 23).

Im Wirtschaftsleben gilt der Grundsatz *money talks*. Der Weg zur *ökologischen Wahrheit* (vgl. Schmidt-Bleek, 1993, S. 52) muss (auch) über die ökonomische Wahrheit führen. Finanzspritzen über hunderte Mio. Euro für die Siedlungswasserwirtschaft (Tiefbau) führen nicht zwangsläufig zur Umweltschonung (vgl. Brandstetter u. a., 2007, S. 17). Stichwort: ökologische Rucksäcke der Wassernutzung durch Infrastruktur (Leitungsbau). Auch Finanzförderungen im Landwirtschaftssektor (Bewässerung) sind kritisch zu betrachten (vgl. BMLFUW, 2005, S. 15).

Vorteil einer Preisregulierung ist die Entscheidungsfreiheit der BürgerInnen. Grundsätzlich können diese Maßnahmen entweder auf der Preis- bzw. Kostenebene ansetzen (vgl. Hofreither, 1996, S. 14f). Abgaben auf Primärinputs wie Wasser (Wassercent) wären erst nach der konsequenten Umsetzung des Verursacherprinzips zu erwägen. Mit einer Entnahmeabgabe würden wohl auch Datenprobleme bei der Inputanalyse verringert. Jede Wasserentnahme soll schon bei der Entnahme aus der Natur etwas kosten. Also auch (betriebsinterne oder zentrale) Wasserverluste und Eigenförderung von Wasser aus eigenem Wasserrecht. Ein derartiger Wassergroschen bzw. Wassercent wäre rechtlich als Abgabeschuld der Entnahmeperson bzw. -organisation (zentraler Wasserversorger, Industrie-, Landwirtschaftsbetrieb) zu konstruieren. Dies hat leider nicht unbedingt (durch Überwälzbarkeit auf KonsumentInnen), aber eher als bisher dichte Wasser(haupt)leitungen zur Folge. Technisch hätte dies einen Einbau von Zählern bei jeder Entnahmestelle zur Folge und bürokratisch ein regelmäßiges Ablesen dieses Zählers und eine Gebührenvorschreibung an den/die BetreiberIn der Wasser-Entnahmestelle.

BürgerInnen - Bildung – Privathaushalte

Je nach Harmoniebedürfnis werden zur Erreichung ökologischer Ziele staatliche Interventionen bzw. Zwangsmaßnahmen oder bloß eine Bewusstseinsänderung im Umgang mit Wasser gefordert (vgl. Kroiß, 1999, S. 127).

Durch die zunehmende Fremdversorgung geriet das Wasserwissen aus dem Bewusstsein der BürgerInnen. Dabei besteht die Gefahr, dass der persönliche Bezug zu der gesetzlichen Verpflichtung des Gewässerschutzes verloren geht (Entfremdung). Dies muss durch ‚Aufklärungsarbeit‘ in Medien und Schulen wettgemacht werden (vgl. Kroiß, 1999 a, S. 124). Die Wasserpolitik verschiebt die Probleme räumlich (Fernleitungen) und zeitlich (Nutzung nicht erneuerbarer Vorkommen). Damit einhergehende Entfremdung und zentralisierte Organisation der Wasserversorgung machen es schwieriger die Öffentlichkeit zu sensibilisieren und zu mobilisieren (vgl. Hertler u. a., 2004, S. 72). Sichtbare Wasserzähler und Produktinformation über ökologische Wasser-Rucksäcke könnten da helfen.

Konsequenzen der globalen Umweltprobleme werden vor allem von den Industrienationen als Produzenten wie auch als Konsumenten gefordert (vgl. Schmidt-Bleek, 1993, S. 50). Für die politische Akzeptanz von Lösungsansätzen können Unterschiede in der Problemverursachung von wesentlicher Bedeutung sein, weil die ‚Schuldfrage‘ sehr unterschiedlich interpretiert werden kann (vgl. Hofreither, 1996, S. 6f).

Natur, Umwelt und Gesellschaft sind hochkomplex. Die Auswirkungen des individuellen wie sozio-ökonomischen Handelns auf komplexe ökologische Gefüge sind kaum erkennbar. Zudem ändert sich die Wahrnehmung von der Umwelt. Was heute als umweltfreundlich gilt kann morgen sozial verpönt sein oder in Wahrheit ökologisch negativ. Dieses Wissensdefizit bestätigt die Maxime ‚weniger ist besser als mehr‘. Die Frage nach Kriterien für nachhaltige Lebensstile ist weder einfach noch pauschal zu beantworten. In der Diskussion zur Bewertung von Verhaltensweisen als ökologisch oder nicht, herrscht auf vielen Gebieten nach wie vor noch Uneinigkeit (vgl. Hutter, 2001, S. 82ff).

Wassersparappelle von öffentlichen Institutionen werden immer wieder propagiert. Verhaltensänderungsappelle wie ‚Duschen statt Baden‘, ‚WC- Spül-Stop betätigen‘, ‚Tropfende Wasserhähne reparieren‘, ‚Rasensprengen am Morgen‘ oder ‚Wasch- und Spülmaschinen nicht halbvoll laufen lassen‘ haben im intersektoralen Vergleich wenig Sparpotential. Damit wird jedoch von den eigentlichen Problemen der Wasserversorgung abgelenkt. Der Anteil der Haushalte am gesamten sozio-ökonomischen Wasserinput beträgt nur rund 14 %. Angesichts der Größenrelationen wird deutlich, dass Wasserpolitik bei Privathaushalten nur ‚peanuts‘ bewirken können. Der Eindruck, dass es sich bei der derzeitigen Struktur der Wassernutzung um eine gigantische Fehlallokation kostbarer natürlicher Ressourcen handelt, verstärkt sich noch, wenn die Struktur der Wasserherkunft (Grund-, Quell-, Oberflächenwasser etc.) für die verschiedenen Nutzungszwecke in Haushalt und Gewerbe berücksichtigt wird (vgl. Möller, 2002, S. 39ff). Umweltethik, Umweltbildung, Erziehungskampagne, Werbung sollen Umweltschäden in konkrete Handlungen mit einbeziehen und gegebenenfalls auch über monetäre Entscheidungskriterien hinaus zu einer ethisch-ökologischen Anschaffungs- oder gar Vermeidungsentscheidung führen. „Praktische Bedeutung erlangt das Instrument ‚Moral Suasion‘ erst dann, wenn bei einer größeren Personengruppe eine Bewusstseinsänderung in Bezug auf Umweltprobleme eintritt.“ (Ey, 1997, S. 11) Ferner wäre noch die Frage der Veröffentlichung bzw. Ent-Anonymisierung der Wasserverbrauchsdaten (Industrie) öffentlich zu erörtern. Dies trüge zur Bewusstmachung der Größenordnung und Mengentrends bei den VerbraucherInnen bei und diene als Motivation bzw. Erkenntnisgrundlage für Einsparpotential.

Umweltpolitische Präventionsstrategien sollten sich an industriellen Makroakteuren orientieren und nicht an Mikroakteure (KonsumentInnen, WählerInnen, BürgerInnen). Ihre Strukturkrisen und Interessenlage sind auszunutzen (vgl. Jänicke, 1988, S. 14).

Kreislauf – Wirtschaft - am Stand der Technik

Umsetzungsbedarf von umweltpolitischen Prinzipien ist in vielen Wirtschaftsbereichen gegeben. Politikrelevanz soll im Hinblick auf langfristige Aussagen und Steuerungsoptimierung bezüglich des Materialaufkommens einer Volkswirtschaft als Indikator für die Nachhaltigkeit der Wirtschaftsweise einen hohen Stellenwert einnehmen (vgl. Hüttler u. a., 1996, S. 59). Dematerialisierung ist vor allem bei den großen Wassernutzern Industrie und Stromproduktion (Kühlung) auch aufgrund ihrer Verwendungsart relativ einfach. Wasserkreislauftechnologie ist eine Recyclingstrategie zur Dematerialisierung. Der Wasserinput ist nicht gleichverteilt weder Personenbezogen (Lebensstil) noch Betriebsbezogen oder Produktbezogen, deshalb sind vorrangig die großen und ökologisch problematischen Wassernutzungen einer Analyse zu unterziehen.

Bieten Recycling-Strategien bieten gesamtwirtschaftlich bei den meisten sonstigen Materialien nur geringe Effekte bei der Reduktion der Materialströme bzw. der Lösung der Ressourcenprobleme (nur in der Landwirtschaft relevant) (vgl. Hüttler u. a., 1996, S. 58), so ist die Kreislaufführung bei minderwertigen großvolumigen Wassereinsatz ideal. Wasser als größter sozio-ökonomischer Materialfluss und die Industrie als größter wassernutzender Wirtschaftssektor in Österreich hätten dabei das größte (Faktor)Potenzial. Wassersparende Technologien und kreislaufführende Produktionsprozesse böten vor allem in industriellen Abläufen und in Kühlsystemen (mit Wärmeabgewinnung) immense Materialflusseffekte.

Bei großem Wasserreichtum bzw. wenig Wasserkonkurrenz ist es oft nicht nötig bzw. kostenintensiv Wasser mehrfach zu nutzen. Die Möglichkeit von Kreislauf statt Durchfluss ist von Wasser-Pump- und -Hebesystemen altbekannt. Kreislaufsysteme brachten Wassernutzung statt bloßem Wasserdurchfluss in die Industrie – nach dem Motto: Mehrweg statt Einweg(wasser). In der Kreislaufwirtschaft z. U. v. der Kreislauftechnologie werden die Stoffströme durch alle am Produktzyklus Beteiligten weitgehend so geführt, dass eine möglichst häufige und möglichst emissionsarme und ressourcenschonende Nutzung von Stoffen auf hohem Wertschöpfungsniveau stattfindet. Der Begriff *Kreislauf* ist insofern missverständlich, als es aufgrund von thermodynamischen Gesetzmäßigkeiten und des Unterschiedes zwischen idealen und realen Prozessen ‚Kreisläufe‘ nur unter Energiezufuhr und Ein- und Ausschleusung von Stoffen geben kann, Kreisläufe im Wirtschaftssystem also nie geschlossen sind (vgl. Hüttler u. a., 1996, S. 278f). Bei der Kreislauftechnologie kann es sich in Bezug auf das Wassersystem um eine (fast) geschlossene Technologie handeln. Ferner ist die Geschlossenheit von Kreisläufen von der Dichtheit von Leitungen zu unterscheiden.

Die Kreislauftechnologie wird hier als eigene Systemkategorie zum Unterschied von noch so wassersparenden Durchflusssystemen (vgl. Schnitzer u. a., 2001, S. 2). Man kann eine bestehende Kreislauftechnologie in Bezug auf ihre Umwelt im Idealfall bezogen auf den Materialfuß Wasser als Zero-Input und Zero Output System oder als geschlossenes System beschreiben. Die Kreislauftechnologie kommt meist von einer Systemumstellung des Durchflussverfahrens. Eine Weiterentwicklung der internen Wiederverwendung der Betriebswässer ist die vollständige Schließung des betriebsinternen Wasserkreislaufes, wobei

nur feste Abfälle (waste) Öle, Gase etc. aus den Reinigungsstufen anfallen (vgl. Schnitzer u. a., 2001, S. 12f).

Die Kreislauftechnologie eignet sich bei Wassernutzung tendenziell für wenig belastete Großmengen, d. h. für industrielle Prozesse, da nur Wasser minderer Qualität ohne der Notwendigkeit von Trinkwasserqualität in Frage kommt. Nicht geeignet hingegen erscheint die Kreislauftechnologie für Kleinmengen wie auch in Haushalten. Da hier der Aufwand für Wiederverwerten bzw. Wiederaufbereiten zu groß und die Mengen kaum relevant. Ferner sind hier klein dimensionierte Rohrleitungen mit vielen Trinkwasserentnahmestellen notwendig und relativ große bzw. problematische Schmutzfrachten (Krankheiten) zu bewältigen.

Die Debatten um den *Stand der Technik* bei der Wassernutzung können qualitativ oder quantitativ input- oder outputseitig betrachtet werden und waren lange toxikologisch (und) outputorientiert (Abwasserreinigung). Doch auch am Inputbereich bringt ein Produzieren am *Stand der Technik* eine Materialersparnis bzw. Ökologisierung. Die Anwendung von (neuen) Technologien bietet verschiedene Möglichkeiten für das Wassersparpotential innerhalb eines Betriebes bzw. des produzierenden Sektors (Industrie) bzw. einer Volkswirtschaft. Technologieeinsatz meets Ressourcenschonung als Bestseller (vgl. Hüttler u. a., 1996, S. 23). Der Stand der angewendeten Technik in der Wasserverwendung drückt sich vor allem im spezifischen Wasserverbrauch aus (vgl. Bartl u. a., 2003, S. 117).

Die Wasserrechtsbehörde prüft und entscheidet über Bewilligungsansuchen zur Wassernutzung. Prioritäres Kriterien bei jeder wasserrechtlicher Entscheidung sind *öffentliches Interesse* und der *Stand der Technik* (vgl. Schönback, 1995, S. 8f). Die staatlichen Behörden haben in der Gesetzgebung der technischen Details nur die vage aber flexible Formel ‚Die anerkannten Regeln der Technik sind zu beachten.‘ zu berücksichtigen (vgl. Merkel, 2002, S. 102f). Als öffentliche Interessen gelten die Erhaltung der ökologischen Funktionsfähigkeit der Gewässer und der Möglichkeiten zum Gemeingebrauch sowie die Vermeidung einer Gefährdung der Wasserversorgung (Bartl u. a., 2003, S. 86).

Der rechtliche Stand der Technik beruht einerseits auf den am Markt verfügbaren *Best-Available-Technologies* und pusht diesen Markt bzw. Umsatz seinerseits mit seinem In-Kraft-Treten. Für Österreichs exportorientierten Anlagenbau kommt da eine umwelt(recht)orientierte Technologiespielwiese Österreich für neue Produkte gerade recht (vgl. Schnitzer u. a., 2001, S. 2).

Die Kreislauftechnologie wird hier als eigene Systemkategorie zum Unterschied von noch so wassersparenden Durchflusssystemen betrachtet. Bei ‚wasserfreien‘ Verfahren hingegen wird die Aufgabe des bei der Produktion eingesetzten Wassers von einem anderen Medium (Luft, Alkohol etc.) übernommen. Hier steht die Entwicklung noch am Anfang. Es ist schwierig, die optimalen physikalischen, wirtschaftlichen und ökologischen Eigenschaften des Wassers zu ersetzen. Erfolge wurden mit Gasen (CO₂, Luft ...) erzielt (vgl. Schnitzer u. a., 2001, S. 2). Wichtig für eine wassersparende bzw. gar wasserfreie Produktion wäre die Prüfung auf die grundsätzliche Notwendigkeit von Wassereinsatz. Die Frage ist: Gibt es physikalische (Luftreinigung) oder chemische Alternativen mit weniger gesamtökologischer Belastung (vgl. Schnitzer u. a., 2001, S. 89) als Wasser?

Das Wissen um die eingesetzten Stoffe bzw. Materialien über den gesamten Produktionszyklus erleichtert das Verständnis für die Produktverantwortung und für den Produktlebenszyklus bzw. das MIPS (vgl. Schmidt-Bleek, 1993, 196).

Bei wassersparenden Verfahrensumstellungen wird versucht die Durchflussmenge von Wasser zu reduzieren. Die Effizienz der Wassernutzung wird bei vielen Beispielen um bis zu 50 % erhöht - manchmal auch mehr. Die neu angewandten Technologien sind also oft doppelt so effizient wie die alten (vgl. Schnitzer u. a., 2001, S. 2). Der methodische Ansatz von wassersparenden Technologien liegt in der Ausschöpfung der Möglichkeiten der internen Wiederverwendung der Wasserströme. Durch interne also nahe bzw. leitungskurze Rückführungen gelangt das verwendete Frischwasser (Input) erst nach mehrmaliger Wiederverwendung von Prozessabwässern und dem Durchlaufen von Reinigungsstufen in den Kanal bzw. die natürlichen Gewässer (Output) (vgl. Schnitzer u. a., 2001, S. 12).

Das österreichische Wasserrechtsgesetz (WRG) kennt den Terminus (technicus) ‚Stand der Technik‘, welcher als Standard für Anlagen im Wasserrechtsgesetz (§ 12a) verankert ist. ‚Der Stand der Technik beruht auf einer erprobten und erwiesenen Funktionstüchtigkeit (vgl. Doralt, 2000, S. 7), was sich in der Auslegung als Haken erweisen könnte. Ebenso wie dass die Gewerbeordnung (GewO § 356b (1) die wasserrechtliche Bewilligung unter bestimmten Voraussetzungen im Rahmen der Betriebsanlagengenehmigung durch die Gewerbebehörde erfolgt und eine eigene wasserrechtliche Bewilligung entfällt (vgl. Bartl u. a., 2003, S. 88).

Eine Umsiedlung von Produktionsbetrieben, nur um dem Dogma einer regionalen nachhaltigen Wassernutzung zu entsprechen wäre kaum nachhaltig bzw. ökologisch. Vielmehr sind Sparstrategien auszuschöpfen um neuerliche Wassererschließungen hinten zu halten.

Verlorenes Wasser

Netzverluste und unproduktive Entnahmen bieten Einsparpotential bei den Wasserinputs. Netzverluste der zentralen Wasserversorger sind beim Wasserinput der Privathaushalte inkludiert. Sie betragen zwischen Entnahme und Abgabe beim Kunden ca. 1/5 des gesamten Wasserinputs der Privathaushalte. Bezüglich der Wasserverluste bzw. unproduktiven Entnahmen bei den KundInnen der zentralen Wasserversorgern, bei Eigenförderungen etc. und in den anderen Sektoren ist nichts bekannt. „Die Entnahmen aus Grund- und Quellwasser sind durch einen hohen Anteil an *unproduktiven Entnahmen* gekennzeichnet. Dieser setzt sich zusammen aus Verlusten im Bereich der Wasserversorgung und den Mengen, die als Fremdwasser aus dem Untergrund in die Kanäle eindringen. Bezogen auf die Gesamtbevölkerung ergibt sich eine unproduktive Entnahme aus Grund- und Quellwasser von mehr als 100 l/E, d.“ (Hüttler u. a., 1994, S. 26f) Die hitzig geführte Debatte um die Privatisierung der zentralen Wasserversorgungsunternehmen und einer etwaigen damit einhergehenden Verlotterung des Leitungsnetzes ist angesichts der hohen Leitungsverluste bei den öffentlich-rechtlichen zentralen Wasserversorgern unangebracht.

Wie auch bei den zentralen Wasserversorgern liegt bei den betriebseigenen Wasserleitungen viel Einsparpotential durch Sanierung der Leitungen im eigenen Betriebsgelände (vgl. Schnitzer u. a., 2001, S. 53). Kommt das Wasser von einem zentralen Versorger kommen etwaige hausgemachte Wasserverluste zu den zentralen Wasserverlusten hinzu. Die Lecks in den Wasserversorgungsleitungen werden ungenutzt wieder an das Grundwasser abgegeben und können als ökologische Folge Veränderungen des Grundwasserspiegels verursachen. Wasserzähler, Rohrkameras, Distriktwasserzähler (Fernsteuerung) und Inliner-Verfahren bieten gute Dienste zur Feststellung und Behebung von Wasserverlusten (vgl. ÖVGW, 2004, S. 68). Die Problematik liegt aber nicht nur am Wissen um die Lecks, sondern an der

Budgetierung der Finanzmittel zu deren Behebung bzw. am politischen Willen die Wasserverluste zu verringern. Hier zeigt sich auch das Wasserinputsparpotential von Leitungslecks und unproduktiven Entnahmen.

Zu den betriebsinternen Wasserverlusten sind keine Daten bekannt. Auch bei Entnahmen aus Oberflächengewässern sind unproduktive Entnahmen (Industrie, Landwirtschaft, Stromproduktion), also Inputs, die ohne Nutzung wieder an die Natur abgegeben werden möglich. Hierzu sind aber keine Daten unbekannt.

Eine Dokumentation der technischen Infrastruktur der Wasserversorgung kann hilfreich sein bei der Wasserverlustprophylaxe. Eine dauerhafte gezielte Reduktion der Schadenszahlen ist durch kontinuierlichen Austausch oder Sanierung der schadensanfälligsten Leitungsstücke bzw. schadensintensiver Materialgruppen möglich (vgl. ÖVGW, 2004, S. 71) und anzustreben. Für Österreich sind die Netzverluste bzw. der Zustand der Wasserleitungen und die Versorgungssicherheit zwar (aus Dargebotsgründen) weniger Besorgnis erregend als in Durstregionen, bezüglich der propagierten Wertschätzung gegenüber dem kostbaren Nass und des Wohlstands aber unverständlich.

Datenprobleme - offene Forschungsfragen

Bezüglich des Datenzugangs bin ich mit Eurostat in bester Gesellschaft. „Nicht selten konnte man beobachten, dass die vom meteorologischen Dienst erstellten Daten für die wissenschaftliche Analyse nicht zugänglich waren.“ (Eurostat, 1998, S. 17) Aufgrund der schlechten Datenlage mussten für die Sektoren Industrie und Stromproduktion (Kühlung) verschiedene Datenquellen miteinander kombiniert werden. Die Verknüpfung von Daten verschiedener Quellen und Datenqualitäten kann als nicht günstig betrachtet werden. Ein Überblick über die sektorale Datenlage war so nur schwer möglich. Bezüglich der Abweichung der Daten stellt sich die Landwirtschaft besonders schlecht dar. Bezüglich der Aktualität der Datenlage bestehende große Defizite. Die verwendeten Datenquellen wurden bei den sektoralen Wasserinputs bekanntgegeben.

Hinter den qualitativen Differenzen der aneinander gereihten Zeitreihen verbergen sich methodische Grundsatzentscheidungen, die unterschiedliche Ergebnisse bzw. Datensprünge bei den Übergängen zur Folge haben können. Während die Daten der ÖVGW teilweise vollständiger (erfasst) werden, werden amtliche Berichtssysteme gänzlich aufgegeben. Hinsichtlich Plausibilität und Präzision der Datenerfassung (vgl. Payer, 1991, S. 39) ist beim Wasserinput noch immer viel zu tun.

Defizite bei den Daten – falls überhaupt welche vorhanden – sind vielschichtig. Bei den Wasserinputs ergeben sich auch Probleme hinsichtlich der Annahmen für die Berechnungen bzw. Hochrechnungen der verwendeten Daten. Diese Annahmen waren meist spärlich vorhanden bzw. im Detail nicht immer nachvollziehbar. Ferner sind Sektorenabgrenzungsprobleme in allen Sektoren zu finden. Neben dem sektoralen Vergleich wäre für den Industriesektor eine Branchendifferenzierung bzw. eine nach den wasserintensivsten Betrieben anzustreben. So hat z. B. die Metallerzeugung und -bearbeitung nach den kalorischen Kraftwerken den größten Wasserinput (vgl. Bartl u. a., 2003, S. 83).

Adäquates empirisches wie theoretisches Wissen ist die Voraussetzung für Planen, Handeln und Entscheiden. „Die Operationalisierung einer ökologisch tragfähigen Entwicklung benötigt daher adäquate Berichtssysteme, die eine umfassende und regelmäßige

Informationsgrundlage für den laufenden gesellschaftlichen Ressourcenverbrauch liefern.“ (Hüttler u. a., 1996, S. 250)

In der Frage der Stichprobengröße wäre folgende Vorgehensweise zu empfehlen:

- lückenlose Feststellung (=Vollerhebung) der Verbrauchsdaten von GroßmengenwasserverbraucherInnen
- lückenlose Feststellung der Verbrauchsdaten in Problemgebieten
- regelmäßige repräsentative Stichprobenerfassung von Klein- und KleinstverbraucherInnen
- repräsentative Stichproben zur Ermittlung von saisonalen und tageszeitlichen Verbrauchs- und Dargebotsschwankungen (vgl. Hüttler u. a., 1996, S. 243)

Bei Wasser - so wie bei anderen Roh- und Hilfsstoffen (mineralische Rohstoffe) - sollte ein Schwerpunkt bei der Verbesserung der Datenqualität die Schließung noch bestehender Lücken bei den Primärdaten sein. Mängel haben die Daten der Primärentnahmen, die kostenlos (Qua Eigentumsrecht) als Rohstoff eingesetzt werden. Eine Verbesserung der Primärentnahmedatenlage und Herstellung der institutionellen Rahmenbedingungen ist erforderlich. Die rechtliche Basis hierfür wäre im Rahmen einer adäquaten Anpassung der Auskunftspflichten nach dem Umweltstatistikgesetz zu schaffen (vgl. Hüttler u. a., 1996, S. 242).

Ferner wäre ein verbesserter Schutz aller Brunnen, also auch kleiner Hausbrunnen anzudenken. Als Alternative bzw. Zusatzangebot zur zentralen Trinkwasserversorgung wäre ein öffentlich gut betreutes (privates) Hausbrunnenwesen denkbar. In weniger dicht besiedelten Streulagen haben private Brunnen ökologische Vorteile gegenüber langen Leitungsbauten. Eine Kopplung der bereits bestehenden Entnahmestellen an regelmäßige Probenziehung, Wasserstandmessungen und Wasseruhren böte wichtiges Datenmaterial für die Forschung, zur Ökologisierung und Gesundheitsvorsorge. Die dezentrale Gewinnung des Wassers (z. B. in Hausbrunnen) bietet die flächenhafte Gelegenheit der Untersuchung der Trinkwasserqualität und -menge, deren Erkenntnisse auch für die zentrale Wasserversorgung wichtig wären. Der Mehraufwand aus einer flächenhaften hydrologischen Erforschung (regelmäßige Probenziehung) erscheint zum Nutzen und im Vergleich zur zentralen Wasserversorgung und etwaiger Störungen gering. Vorteil einer dezentralisierten Wasserversorgung gekoppelt mit regelmäßigen Wasseruntersuchungen, wäre eine bessere Datenlage zur (Grund)Wassersituation (Stände, Flüsse und Qualität) in Österreich. Einhergehend müsste das Augenmerk verstärkt auf flächendeckenden Grundwasserschutz gelegt werden anstatt auf vereinzelte Brunnenschutzgebiete, verbunden mit verstärkten Kontrollen der EmittentInnen und Ausbringungsflächen.

Wichtig wäre auch, daß der Wasserverbrauch seit 1994 endlich wieder im ÖSTAT erfaßt wird (vgl. Fürhacker u. a., 1999, S. 54). Am besten wäre eine Vollerhebung oder eine mit einem hohen Erfassungsgrad.

Forschungsbedarf herrscht generell an der Inputseite des Produktionsprozesses und der Entlastung der Umwelt durch geringeren Energie-, Wasser- und Materialverbrauch (vgl. Jänicke, 1988, S. 23). Es besteht also noch Legitimation in Umweltfragen zu forschen. Eine Differenzierung in der Wassernutzung innerhalb der Sektoren und Verwendungsarten ist anzustreben. Es muss nach Branchen- und Verwendungsspezifischen Einsparpotentialen gesucht werden. Verwendungsartbezogene bzw. produktionsprozessbezogene Materialflussanalysen können eine wichtige Informationsgrundlage bei der Planung, Durchführung und Kontrolle branchenbezogener Umweltschutzaktivitäten darstellen.

Forschungsbedarf besteht hinsichtlich des Wasserdargebot und deren naturräumlicher kleinräumiger Heterogenität in den Alpen, die bei einer hier angewandten großräumigen Ressourcenabschätzung weitgehend vernachlässigt bleiben muss. Die vorliegende Studie kann somit nur eine erste Grundlage sein, die Detailuntersuchungen im Falle einer konkreteren Planung auf keinen Fall ersetzen kann.

Eine internationale, bundesländerweise wie sektorweise Harmonisierung der Wasserstatistiken ist anzustreben (vgl. Hüttler, Payer, 1997, S. 107).

Methodische Zugänge a la „quick and dirty“ sind zugunsten der Genauigkeit eines Indikators und einem hohen Informationswert zu überdenken. Aufwendige Erhebungen und Recherchen sind allerdings nur dann gerechtfertigt, wenn durch diese eine grundlegend andere Interpretation der Situation erwartet werden kann (vgl. Schandl, 1998, S. 8). Eine Serie von Fallstudien, basierend auf systematischen Analysen wäre für eine Verbesserung der Wassereffizienz nötig (vgl. Schnitzer u. a., 2001, S. 90f).

Spezialistentum bei WissenschaftlerInnen führt in der Regel dazu dass Einzelsysteme, selten aber das Gesamtsystem der Wasserwirtschaft optimiert werden (vgl. Pinnekamp, S. 50). Über die bloße Bereitstellung von Primärdaten hinaus müsste in einigen Bereichen die derzeit gegebene Datenqualität noch verbessert werden (vgl. Hüttler u. a., 1996, S. 247).

Transparenz von Schätzgrundlagen und Hochrechnungen der Wassereinputdaten lassen zu wünschen übrig. Leistungsverluste bzw. unproduktive Entnahmen sind über die gesamte Ver- und Entsorgungskette zu erforschen. Ebenso wäre eine genauere Recherche der Unterschiede von Selbstversorgern (Brunnen) und Genossenschaftsbeziehenden wünschenswert. Und Stichprobenartige Erhebungen von Gemischten Wohn- und Wirtschaftseinheiten in Landwirtschaft und Kleingewerbe. Ferner sind personenbezogene und haushaltsbezogene Forschungen zum Wassereinput zu leisten. Ein ständiges Monitoring ist einzurichten. Anzustreben ist ferner die Datenwahrheit der Industrieländer vor allem mit Hilfe von ökologischen Rucksackberechnungen der importierten/exportierten Materialien. Handlungsoptionen und Maßnahmenbündel an die Politik und WassernutzerInnen sind zu entwickeln.

Ebenso wäre eine genauere Recherche der Unterschiede von Selbstversorgern (Eigen Brunnen) und genossenschaftsbeziehenden Privathaushalten wünschenswert. Und Stichprobenartige Erhebungen von Gemischten Wohn- und Wirtschaftseinheiten in Landwirtschaft und Kleingewerbe.

„Sie (diese Arbeit, Anm) hat ihren Zweck erreicht, wenn jemand mit größeren Spezialkenntnissen die Methode dazu verwenden wollte, eine gründlichere und bessere Untersuchung zu machen. Ich glaube, ich habe diese Aufgabe leicht gemacht.“ (Lantz, 1977, S. 7)

Zusammenfassung – Abstract

Im Rahmen dieser Forschungsarbeit wurde mittels Literaturrecherche die Wassernutzung in Österreich untersucht. Als Einstieg diente die Beschreibung des natürlichen Wasserhaushaltes mit seinem natürlichen Wasserkreislauf und seinen Teildargeboten, sowie der Erkenntnis von saisonalen und regionalen Dargebotsschwankungen. Im Rahmen des Konzepts des sozialen Metabolismus und der Kolonisierung von Natur wurde dann versucht eine Materialinputanalyse für die Teilrechnung Wasser zu operationalisieren. Eine kurze Recherche bezüglich der Akteure und Konfliktfelder führte zu einer Gliederung der Wassernutzungsanalyse nach den Sektoren

- Privathaushalte,
- Landwirtschaft,
- Industrie und
- Stromproduktion (Kühlung).

Anhand der Literatur wurde versucht charakteristische Aspekte der Wassernutzung anhand der 4 Sektoren zu beschreiben. Nach einer kurzen Strukturbeschreibung der einzelnen Sektoren folgte jeweils

- die sektorale Beschreibung der Wasserverwendung bzw. Nutzungsart der Wasserinputs,
- die sektorale Beschreibung der natürlichen Wasserherkunft nach Dargebotsarten (Grundwasser, Oberflächenwasser)
- die sektorale Beschreibung der organisatorischen Wasserherkunft nach Eigenversorgung und Fremdversorgung und
- die Ermittlung und Darstellung von sektoralen Zeitreihen des Wasserinputs als monomaterielle Teilrechnung.
- Ferner wurde in den Sektorenkapitel auf spezifische sektorale ökologische Probleme bei der Wassernutzung eingegangen.

Im Sektorenvergleich wurden die sektoralen Ergebnisse zur Wassernutzung anhand der zuvor ermittelten Ergebnisse verglichen und die Gesamtwasserinputs analysiert.

Eine Reihe von Ergebnissen zur Wassernutzung in Österreich wurde erzielt. So hat z. B. jeder der hier betrachteten Sektoren (Privathaushalte, Landwirtschaft, Industrie und Stromproduktion – Kühlung) eine spezielles Setting nach Wasserinput, natürlicher und organisatorischer Wasserherkunft sowie Nutzungsart.

Nach der Menge des Wasserinputs der Sektoren ergab sich im betrachteten Zeitraum zwischen 1975 und 2002 nur ein Rangwechsel Anfang der 1990er Jahre zwischen dem erst- und dem zweitplatzierten. Der sozio-ökonomische Sektor Stromproduktion (Kühlung) liegt im letzten betrachteten Jahr (2002) mit einem Wasserinput von 47,7 % (1831 Mio. m³/a) vor dem Industriesektor mit 31,8 % (1220 Mio. m³/a). Drittgrößter relativer Wassernutzer sind die Privathaushalte mit 13,5 % (519 Mio. m³/a) und viertgrößter Wirtschaftssektor gemessen am Wasserinput ist die Landwirtschaft. Unter der Annahme eines tendenziell gleich bleibenden Dargebots können die ermittelten steigenden Gesamtwasserinputs für Österreich als eine nicht nachhaltige Nutzung der Wasserressourcen interpretiert werden.

Die natürliche Wasserherkunft ist bei den Sektoren Landwirtschaft und Privathaushalte fast gänzlich durch Grundwasser gedeckt. Der Industriesektor ist mehrheitlich und der Stromproduktionssektor (Kühlung) ist fast gänzlich aus dem Dargebot Oberflächenwasser versorgt.

Die organisatorische Wasserherkunft ist nur bei den Privathaushalten mehrheitlich fremdversorgt. Die anderen (produktiven) Sektoren haben zumindest mehrheitlich Eigenversorgung.

Die Wassernutzung setzt sich beim Industriesektor aus Prozesswasser und aus Kühlwasser, welches aus dem Stromsektor dominiert. Beim Landwirtschaftssektor sind die Nutzungsarten hauptsächlich die künstliche Land- bzw. Pflanzenbewässerung und die Tierhaltung. Der Privathaushaltsektor nutzt das Wasser hauptsächlich zu Reinigungszwecken.

Anhand der organisatorischen Wasserherkunft ergibt sich für die eigenversorgenden Wirtschaftssektoren eine (fast) kostenlose Wasserentnahme aus der Natur, was den ökologisch-nachhaltigen Umgang mit dem Wasser nicht fördert. Bei den Privathaushalten ergibt sich anhand der (zentralen) Fremdversorgung ein beträchtlicher Anteil an ungenutzten Leitungsnetzverlusten. Für den Landwirtschaftssektor ergibt sich hinsichtlich der künstlichen Bewässerung eine saisonal und regional ungünstige Situation für das Wasserdargebot (Grundwasser). Diese charakteristischen ökologischen Sektorenprobleme führen zur abschließenden Beschäftigung mit der wissenschaftlichen Debatte um die ökologisch-nachhaltige Wassernutzung.

Die erfahrenen Probleme mit der Datenlage und -qualität lassen mich schließlich offene Forschungsgebiete skizzieren.

Quellenangaben – Literaturverzeichnis

Abtenung Johannes, Rechtspolitische Bedeutung des wasserwirtschaftlichen Strukturwandels in Österreich und Europa, S. 31-33, in Wasser – Lebensraum, Lebensmittel, Wirtschaftsfaktor; Tagungsband oberösterreichischer Umweltkongress 2002, Oberösterreichische Akademie für Umwelt und Natur, Land Oberösterreich (Hg.), Linz, 2002

Adensam Heidi, Erb Karl Heinz, Haberl Helmut, Krausmann Fridolin, Schulz Niels, Biomasseinsatz und Landnutzung - Österreich 1995-2020, Interuniversitäres Institut für interdisziplinäre Forschung und Fortbildung (IFF) Social Ecology Working Paper 65, Wien, 2002

<http://www.uni-klu.ac.at/socec/downloads/wp65.pdf> (3. 10. 2008)

Astleithner Florentina, Das Leitbild „Nachhaltige Stadt“, IFF, Social Ecology Working Paper 59, Wien, 1999

<http://www.uni-klu.ac.at/socec/downloads/wp59.pdf> (3. 10. 2008)

Baccini Peter, Regionaler Stoffhaushalt - Erfassung, Bewertung und Steuerung, Spektrum Akademischer Verlag; Oxford, Heidelberg, Berlin, 1996

Bartl Barbara, Fischer Maria, Hintermeier Gerhard, Kaltenbrunner Willibald, Lamm Sandra, Plas Christian, Schön Aloisia, Windsperger Andreas, Windsperger Brigitte, Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie in Österreich - Wirtschaftliche Analyse der Wassernutzung für den Produktions- und Dienstleistungssektor, Denkstatt, Institut für industrielle Ökologie, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (Hg.), Wien, 2003

<http://www.wassernet.at:80/article/articleview/19764/1/5642> (3. 10. 2008)

Bauer Herbert, Fankhauser Hannes, Fischl Martin, Gadermaier Waltraud, Köstenbauer Heinz, Pohl Alexandra, Six Roswitha, Schütz Robert, Waldenberger Franz, Walzl Karl, Wutte Helmut, Wie werde ich ein Biobetrieb? Wege und Anforderungen im modernen Biolandbau, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (BMLFUW), Abteilung II/2 – Schule, Erwachsenenbildung und Beratung, Wien, 2003

Bezirksblätter, Droht Hauptstadt-Norden abzusaufen? S. 2-3, Ausgabe St. Pölten (Niederösterreich), 1. 10. 2008

Borchardt Christoph, Agrargeographie, Teubner Studienbücher der Geographie, Stuttgart, 1996

BMLFUW (Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft Umwelt und Wasserwirtschaft), Strategiepapier Grundwasserentnahmen, Wasserrahmenrichtlinie Arbeitskreis E Grundwasser, Wien, 2004

http://gpool.lfrz.at/gpoolexport/media/file/Strategiepapier_Grundwasserentnahmen_Maerz_2004.pdf (10. 11. 2008)

BMLFUW, Evaluierungsbericht 2005, Update-Evaluierung des Österreichischen Programms für die Entwicklung des ländlichen Raums Wien, 2005

<http://www.landnet.at/filemanager/download/14162/> (10. 11. 2008)

Brandstetter Susanne, Eisenhut Manfred, Gaul Andreas, Wasser in Österreich - Zahlen und Fakten, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (BMLFUW), Österreichische Vereinigung für das Gas- und Wasserfach (ÖVGW), Österreichischer Wasser- und Abfallwirtschaftsverband (ÖWAV) (Hg.), Wien, 2007

Braun Marc, Erfahrungen der internationalen Kommission zum Schutze des Rheins mit der Reduzierung von Nährstoffen, S. 175-190, in Wiener Mitteilungen Band 155, ÖWAV, ÖWAV Seminar 1999, TU-Wien, Kroiß H. (Hg.), Wien, 1999

Brunner Paul, Lampert Christoph, Nährstoffbilanzen der Donauanrainerstaaten, S. 69-86, in Wiener Mitteilungen Band 155, ÖWAV, ÖWAV Seminar 1999, TU-Wien, Kroiß H. (Hg.), Wien, 1999

Carson Rachel, Der stumme Frühling, Beck'sche Schwarze Reihe Band 144, Beck Verlag, München, 1983

Dachler Michael, Arbeitskreis Landwirtschaft – Diskussionsverlauf und Ergebnismatrix, S. 133 – 145, in Umweltindikatoren in Österreich, Regionale und nationale Maßzahlen zur Dokumentation der Umweltsituation auf dem Weg zu einer nachhaltigen Entwicklung, Workshop, 16.-17. November 1998, Schloß Wilhelminenberg, Tagungsberichte Band 26, Wien, 1999
<http://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/CP026.pdf> (17. 10. 2008)

Doralt Werner (Hg.), Wasserrecht - Kodex des Österreichischen Rechts, 5. Auflage, Orac Verlag, Wien, 2000

Dötzl Martina, Anbau auf dem Ackerland 2003, S. 107-118, in Statistische Nachrichten, Statistik Austria (Hg.), Wien, 2004

Doubek Claudia u. a., Siedlungsstruktur und öffentliche Haushalte, Gutachten des österreichischen Instituts für Raumplanung (ÖIR), Österreichische Raumordnungskonferenz (ÖROK) Schriftenreihe Nr. 143, Wien, 1999

Entner Ilse; Österreichische Umweltforschung im Bereich „Nachhaltige Nutzung von Wasservorkommen“ im internationalen Kontext (Kurzfassung), Österreichisches Netzwerk Umweltforschung (ÖNUF), im Auftrag des BMBWK, 2000

Erb Karlheinz, Die Beeinflussung des oberirdischen Standing Crop und Turnover in Österreich durch die menschliche Gesellschaft; Diplomarbeit, IFF Soziale Ökologie, Wien, 1999

Erb Karlheinz, Krausmann Fridolin, Schulz Niels B., Der Ökologische Fußabdruck des österreichischen Außenhandels, Synthesebericht, Im Auftrag des WWF Österreich, IFF- Soziale Ökologie, Working Paper Number 62, Wien, 2002
<http://www.uni-klu.ac.at/socec/downloads/wp62.pdf> (3. 10. 2008)

Errath Birgit, Kapfer Margit, Rainer Clemens, Schön Aloisia, Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie in Österreich - Wirtschaftliche Analyse der Wassernutzung für den Teilssektor Elektrizitätswirtschaft, Denkstatt Umweltberatung und -management GmbH, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien, 2003
<http://www.wassernet.at:80/article/articleview/19764/1/5642> (3. 10. 2008)

Etlinger Erna, Kletzan Daniela, Vogl Charlotte, EU Wasserrahmenrichtlinie 2000/60/EG, Österreichischer Bericht der IST – Bestandsaufnahme, Ökonomische Analyse der Wassernutzung, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (Hg.) Wien, 2005

Eurostat, Wasser in Europa – Teil 1 Erneuerbares Wasserdargebot, Europäische Kommission (Hg.), Luxemburg, 1998

Eurostat, Regionale Umweltstatistiken - Erste Ergebnisse der Datenerhebung, Daten 1980-1999, Brüssel, 2001

http://www.eds-destatis.de/downloads/publ/de8_regio_umwelt.pdf (24. 10. 2008)

Eurostat (Daten)

http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page?_pageid=1996.45323734&_dad=portal&_schema=PORTAL&screen=welcomeref&open=/data/envir/env/env_wat&language=de&product=EU_MAIN_TREE&root=EU_MAIN_TREE&scrollto=446 (9. 9. 2008)

Feess Eberhard, Umweltökonomie und Umweltpolitik, 2. Auflage, Vahlen Verlag, München, 1998

Fischer-Kowalski Marina; Wasserwirtschaft – Alles in den Kanal, S. 85 – 133, in Marina Fischer-Kowalski (Hg.), Öko-Bilanz Österreich – Zustand, Entwicklungen, Strategien; Falter Verlag, Wien; Kiepenheuer & Witsch, Köln, 1988

Fischer-Kowalski Marina, Haberl Helmut, Payer Harald, Steurer Anton, Zangerl-Weiß Helga, Verursacherbezogene Umweltindikatoren, Kurzfassung, Institut für interdisziplinäre Forschung und Fortbildung - IFF, Schriftenreihe - Soziale Ökologie Band 10, Wien, 1991

Fischer-Kowalski Marina u. a. (Hg.), Gesellschaftlicher Stoffwechsel und Kolonisierung von Natur, G+B Verlag Fakultas, Amsterdam, 1997

Fischer-Kowalski Marina, Sieferle Rolf Peter, Der sozial-ökologische Wirkungszusammenhang, Ein Modell der Interaktion zwischen Gesellschaft und Natur, S. 45–58, in Technologische Zivilisation und Kolonisierung von Natur, IFF Texte, Band 3, Haberl Helmut, Kotzmann Ernst, Weisz Helga, Grossmann Ralph (Hg.), Springer Verlag, Wien, 1998

Fischer-Kowalski Marina, Weisz Helga, Gesellschaft als Verzahnung materieller und symbolischer Welten, S. 145–172, in Brand Karl Werner (Hg.) Soziologie und Natur, Theoretische Perspektiven, Brand, Hildebrandt, Soziologie und Ökologie Band 2, Leske und Budrich, Opladen 1998

Fischer-Kowalski Marina, Exploring the history of industrial metabolism, S. 16-26, in A Handbook of Industrial Ecology, Ayres Robert U., Ayres Leslie W., (Eds.), Edward Elgar, Cheltenham, 2002

Fischer-Kowalski Marina, Wie kann Wissenschaft gesellschaftliche Veränderung bewirken? Eine Hommage an Alvin Gouldner, und ein Versuch, mit seinen Mitteln heutige Klimapolitik zu verstehen. IFF, Social Ecology Working Paper 102, Wien, 2008
[http://www.uni-klu.ac.at/socec/downloads/WP102_web\(1\).pdf](http://www.uni-klu.ac.at/socec/downloads/WP102_web(1).pdf) (3. 10. 2008)

Geiler Nikolaus, Lebensraum Wasser – Wieviel ist uns der Gewässerschutz wert? S. 41-51 in Wasser – Lebensraum, Lebensmittel, Wirtschaftsfaktor; Tagungsband oberösterreichischer Umweltkongress 2002; Oberösterreichische Akademie für Umwelt und Natur, Land Oberösterreich (Hg.), Linz, 2002

Gieseke Paul, Eigentum und Grundwasser, Arbeitsgemeinschaft für Forschung des Landes Nordrhein-Westfalen, Heft 79, Westdeutscher Verlag, Köln und Opladen, 1959

Günther Reinhardt, Zur Wasserausnutzung landwirtschaftlicher und gärtnerischer Kulturen, in 10. Gumpensteiner Lysimetertagung, 29. und 30. April 2003, Bundesanstalt für alpenländische Landwirtschaft Gumpenstein, A-8952 Irnding, 2003

Haberl Helmut, Nachhaltigkeitsindikatoren für den Energiebereich: Ansätze für Strategische Umweltinformationen, S. 146–158, in Umweltindikatoren in Österreich, Regionale und nationale Maßzahlen zur Dokumentation der Umweltsituation auf dem Weg zu einer nachhaltigen Entwicklung, Workshop, 16.-17. November 1998, Schloß Wilhelminenberg, Tagungsberichte Band 26, Wien, 1999
<http://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/CP026.pdf> (17. 10. 2008)

Hanika Alexander, Lebhart Gustav, Marik Stephan, Zukünftige Bevölkerungsentwicklung Österreichs bis 2050 (2075), S. 15-33, in Statistische Nachrichten, 59. Jahrgang Heft 1, Statistik Austria, Wien, 2004

Hardin Garrett; Die Tragik der Allmende; in Lohmann Michael (Hg.), Gefährdete Zukunft – Prognosen angloamerikanischer Wissenschaftler, Carl Hanser Verlag, München, 1970

Heinrich Ralph, Leitfaden Nachhaltige Wasserwirtschaft – ein Weg zur Entscheidungsfindung, Wasserforschung e.V. Interdisziplinärer Forschungsverbund Berlin (Hg.), Berlin, 2001

Hertler Christine, Hummel Diana, Janowicz Cedric, Lux Alexandra, Niemann Steffen, Versorgungssysteme als Gegenstand sozial-ökologischer Forschung: Ernährung und Wasser, demons working paper 2, Frankfurt am Main, 2004

Hintermeier Gerhard, Windsperger Andreas, Windsperger Brigitte, Nachhaltigkeit im Industriebereich, Situation und Perspektiven, Institut für industrielle Ökologie, St. Pölten, 2003

Hofreither Markus F., Ökonomische Anreize für eine gewässerverträgliche Landwirtschaft, Diskussionspapier Nr. 48-W-95, Institut für Wirtschaft, Politik und Recht (wpr) Universität für Bodenkultur, Wien, 1995
http://www.boku.ac.at/wpr/wpr_dp/dp-48.pdf (3. 10. 2008)

Hofreither Markus F.; Landwirtschaft und Nitrataustrag – Ökonomische Instrumente zum Schutz des Grundwassers, BMLF- Wasserwirtschaftskataster (Hg.), Wien, 1996

Högelsberger Heinz, GATS und Wasser, S. 59-66, in Was kostet die Umwelt? GATS und die Umweltrelevanz der WTO-Abkommen, Tagungsband, Lauber Wolfgang (Hg.) AK, Informationen zur Umweltpolitik Nr. 154, Wien, 2003

Huber Joseph, Allgemeine Umweltsoziologie, Westdeutscher Verlag, Wiesbaden, 2001

Hutter Dagmar, Metabolismus der Privathaushalte am Beispiel Österreichs, Diplomarbeit am Interuniversitäres Institut für Interdisziplinäre Forschung und Fortbildung (IFF), Wien, 2001

Hüttler Walter, Payer Harald, Schandl Heinz, Wasser und Wirtschaftswachstum – Untersuchung von Abhängigkeiten und Entkopplungen, Erstellung einer Wasserbilanz Österreich, Kriterien für die nachhaltige Nutzung von Wasserressourcen; Interuniversitäres Institut für interdisziplinäre Forschung und Fortbildung (IFF), Schriftenreihe Soziale Ökologie 38, Wien, 1994

Hüttler Walter, Payer Harald, Schandl Heinz, Materialflussrechnung Österreich; Gesellschaftlicher Stoffwechsel und nachhaltige Entwicklung; Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie (BMUJF) (Hg.), Schriftenreihe des BMUJF Band 1, Wien, Oktober 1996

Hüttler Walter, Payer Harald, Der Wasser-Stoffwechsel, S. 95-110, in Fischer-Kowalski Marina et al. (Hg.), Gesellschaftlicher Stoffwechsel und Kolonisierung von Natur – Ein Versuch in Sozialer Ökologie; Verlag Fakultas; Wien; 1997

Janetschek H., Wirtschaftlichkeit der Feldeberegnung auf der Hochterrasse des Marchfeldes, Bundesanstalt für Agrarwirtschaft, Schriftenreihe Nr. 68, Wien, 1992

<http://www.awi.bmlf.gv.at/docs/3.offer/public/allgemein/inhaltd.htm> (15. 4. 2004)

Jänicke Martin; Ökologische Modernisierung, Optionen und Restriktionen präventiver Umweltpolitik; S. 13-26, in Simonis Udo Ernst (Hg.), Präventive Umweltpolitik, Campus Verlag, Frankfurt am Main, New York, 1988

Kahlenborn Walter, Krämer Andreas R., Nachhaltige Wasserwirtschaft in Deutschland (Identifizierung gegenläufiger Trends und Handlungsempfehlungen), Zusammenfassung, Ecologic – Gesellschaft für Internationale und Europäische Umweltforschung, Berlin, 1998

Kanatschnig Dietmar, Weber Gerlind, Nachhaltige Raumentwicklung in Österreich, Österreichisches Institut für Nachhaltige Entwicklung, Wien, 1998

Katzmann Werner; Wasser - Ungeklärte Verhältnisse; S. 88-109, in Umweltreport Österreich; Katzmann Werner und Schrom Heinrich (Hg.), Kremayr & Scheriau, Wien, 1986,

Katzmann Karo, Schwarzbuch Wasser, Verschwendung, Verschmutzung bedrohte Zukunft, Molden Verlag, Wien, 2007

Kletzan Daniela, Sinabell Franz, Schmid Erwin, Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie für den Sektor Landwirtschaft – Ökonomische Analyse der Wassernutzung, Entwicklung von methodischen Ansätzen, Österreichischen Instituts für Wirtschaftsforschung (WIFO), Wien, 2004

<http://www.wassernet.at:80/article/articleview/19764/1/5642> (3. 10. 2008)

Kletzan Daniela, Abschätzung der Kostendeckung in der Landwirtschaft, S. 59-74, in Kletzan Daniela, Sinabell Franz, Schmid Erwin, Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie für den Sektor Landwirtschaft – Ökonomische Analyse der Wassernutzung, Entwicklung von

methodischen Ansätzen, Österreichischen Instituts für Wirtschaftsforschung (WIFO), Wien, 2004

<http://www.wassernet.at:80/article/articleview/19764/1/5642> (3. 10. 2008)

Kotek Traude, Bewertung der Auswirkungen von Wasserkraftwerken in Österreich, Diplomarbeit, Universität für Bodenkultur Wien, Institut für Wasserwirtschaft, Hydrologie und Konstruktiven Ingenieurbau, Endbericht zu Modul MU 11 im Rahmen des Forschungsschwerpunkts ‚Nachhaltige Entwicklung österreichischer Kulturlandschaften‘, Wien, 2000

Krausmann Fridolin, Schandl Heinz, Ein Blick auf die historische Nachhaltigkeitsforschung, Industrialisierung als sozialökologischer Regimewechsel, S. 30 – 34, in Ökologisches Wirtschaften 4.2006, oekom verlag, München, 2006

http://www.univie.ac.at/igl.geschichte/umweltgeschichte/ws2006/%D6kologisch_Wirtschaften_Krausmann.pdf (10. 11. 2008)

Kriechbaum Dietmar, Vorwort, S. 3-4, in Wasser – Lebensraum, Lebensmittel, Wirtschaftsfaktor; Tagungsband oberösterreichischer Umweltkongress 2002; Oberösterreichische Akademie für Umwelt und Natur, Land Oberösterreich (Hg.), Linz, 2002

Kroiß H., Wassergütemwirtschaft im nächsten Jahrhundert – Global denken – lokal handeln, in Österreichische Wasser- und Abfallwirtschaft, BMLFUW (Hg.), Heft 5/6, S. 122-129, Wien, 1999 a

Kroiß Helmut, Elemente eines zukunftsweisenden Gewässerschutzes im Donau- und Schwarzmeerraum, S. 191-217, in Wiener Mitteilungen Band 155, ÖWAV, ÖWAV Seminar 1999, Kroiß H. (Hg.), TU Wien, Wien, 1999 b

Kroiss Fritz, Die neue Wasserrahmenrichtlinie der EU, S. 10-14, in Rio plus 10: „Wasserreich Österreich“ - Kostbares Nass zwischen Nachhaltigkeit und Wirtschaftlichkeit, ÖKOBÜRO (Hg.), Wien, 2002

Kube Hanno, Eigentum an Naturgütern: Zuordnung und Unverfügbarkeit, Schriften zum Umweltrecht Band 91, Duncker und Humblot, Berlin, 1999

Lackner Maria, Sozialökologische Dimensionen der österreichischen Ernährung. Eine Szenarienanalyse, IFF, Social Ecology Working Paper 103, Wien, 2008

http://www.uni-klu.ac.at/socec/downloads/WP103_web_new.pdf (3. 10. 2008)

Langthaler Ernst, Agrarsysteme ohne Akteure? Sozialökonomische und sozialökologische Modelle in der Agrargeschichte, S. 216–238, in Jahrbuch für Geschichte des ländlichen Raumes 3, Wien, 2006

Lassnig M., Eckdaten der Wasserwirtschaft in Österreich, Wasserwirtschaftskataster - BMLF (Hg.), Wien, 1996

Lauber Wolfgang (Hg.), Wasser zwischen öffentlichen und privaten Interessen – internationale Erfahrungen Perspektiven für ArbeitnehmerInnen und KonsumentInnen, Informationen zur Umweltpolitik 150, AK, Wien, 2002

Lauk Christian, Sozial-Ökologische Charakteristika von Agrarsystemen, Ein globaler Überblick und Vergleich, IFF, Social Ecology Working Paper 78, Wien, 2005

Londong Jörg, Unsere Siedlungswasserwirtschaft ist nicht nachhaltig! Was tun?, S. 57–71, in Gegenwart und Zukunft der Siedlungswasserwirtschaft, Krauth Kh., Pinnekamp J. (Hg.), Stuttgarter Berichte zur Siedlungswasserwirtschaft Band 161, Oldenbourg Industrieverlag, Stuttgart – München, 2000

Marx Karl, Das Kapital, Kritik der politischen Ökonomie, ausgewählt und eingeleitet von Kautsky Benedikt, Kröners Taschenausgabe Band 64, Alfred Kröner Verlag, Stuttgart, 1957

Merkel Wolfgang, Wasserwirtschaft im Wettbewerb, S. 85-114, in Wasser – Lebensraum, Lebensmittel, Wirtschaftsfaktor; Tagungsband oberösterreichischer Umweltkongress 2002; Oberösterreichische Akademie für Umwelt und Natur, Land Oberösterreich (Hg.), Linz, 2002

Microsoft Office Word 2003 - verwendetes Textverarbeitungsprogramm

Microsoft Office Excel 2003 - verwendetes Datenverarbeitungsprogramm

Milota Eva, Regionale Wasser-, Abwasser- und Abfalldaten, S. 361-365, in Statistische Nachrichten 5/2001, Statistik Austria (Hg.), Wien, 2001

Milota Eva, Regionale Wasser-, Abwasser- und Abfalldaten 1980 - 1999, S. 374–380, in Statistische Nachrichten 5/2002, Statistik Austria (Hg.), Wien, 2002

Möller Hans-Werner, Trinkwassergefährdung und Trinkwasserpoltik, Nomos Verlagsgesellschaft, Baden-Baden, 2002

Moser Bernhard, Peter Reinhard, Kratschmar Andreas, Der Wasserhahn - ein Geschäft für die österreichischen Gemeinden? Fragen, Meinungen, Positionen, Interessen, Politische Akademie, Wien, 2001

Müller Günter, Sauberes Wasser – auch in Zukunft? Strategien für Oberösterreich – Oberflächengewässer, S. 61-69, in Wasser – Lebensraum, Lebensmittel, Wirtschaftsfaktor; Tagungsband oberösterreichischer Umweltkongress 2002, Oberösterreichische Akademie für Umwelt und Natur, Land Oberösterreich (Hg.), Linz, 2002

ÖSTAT (Österreichisches Statistisches Zentralamt, Hg.), Häuser- und Wohnungszählung 1981 – Siedlungswasserwirtschaft, Beiträge zur österreichischen Statistik, Heft 640/11, Wien, 1986

ÖSTAT (Österreichisches Statistisches Zentralamt, Hg.), Industriestatistik 1994, 2. Teil, Beiträge zur österreichischen Statistik, Heft 1.211., Wien, 1996

ÖSTAT (Österreichisches Statistisches Zentralamt, Hg.), Umweltbedingungen Umweltverhalten, Ergebnisse des Mikrozensus Dezember 1994, Beiträge zur Österreichischen Statistik, Heft 1.222, Wien, 1997

ÖSTAT (Österreichisches Statistisches Zentralamt), UBA (Umweltbundesamt) (Hg.), Umweltdaten 1997, Wien, 1998

ÖVGW (Österreichische Vereinigung für das Gas- und Wasserfach), Betriebsergebnisse der Wasserwerke Österreichs DW 1, (Zusatzname seit 1984: Daten – Wasser Statistik DW1, jährlich

ÖVGW (Österreichische Vereinigung für das Gas- und Wasserfach), Betriebsergebnisse der Wasserwerke Österreichs 1996, Daten – Wasser Statistik DW1, 1998

ÖVGW (Österreichische Vereinigung für das Gas- und Wasserfach Hg.), Benchmarking und Best Practices in der österreichischen Wasserversorgung, Abschlussbericht zum ÖVGW-Pilotprojekt 2003/04, Wien, Wr. Neustadt, Graz, 2004

http://gpool.lfrz.at/gpoolexport/media/file/Benchmarking_WV_Endbericht_062004.pdf
(10. 11. 2008)

Payer, Harald, Indikatoren für die Materialintensität der österreichischen Wirtschaft, Forschungsbericht des IFF und des österreichischen Ökologie-Instituts, IFF Schriftenreihe Soziale Ökologie Band 14, Wien, 1991

Rathgeb Josef, Sauberes Wasser – auch in Zukunft? Strategien für Oberösterreich – Grundwasser, S. 71-79, in Wasser – Lebensraum, Lebensmittel, Wirtschaftsfaktor; Tagungsband oberösterreichischer Umweltkongress 2002; Oberösterreichische Akademie für Umwelt und Natur, Land Oberösterreich (Hg.), Linz, 2002

Rauh Wolfgang, Konsequenzen menschlichen Mobilitätsverhaltens für die Ressource Wasser, S. 31-38, in Rio plus 10: „Wasserreich Österreich“ - Kostbares Nass zwischen Nachhaltigkeit und Wirtschaftlichkeit, ÖKOBÜRO (Hg.), Wien, 2002

Schandl Heinz, „Material Flow Accounting“ als Konzept zur Operationalisierung nachhaltiger gesellschaftlicher Entwicklung, Diplomarbeit, IFF, Wien, 1997

Schandl Heinz, Materialfluss Österreich - Die materielle Basis der Österreichischen Gesellschaft im Zeitraum 1960-1995, IFF Social Ecology Working Paper 50, Wien, 1998

Scheicher Alois, Disposition zur Podiumsdiskussion ‚Wasserwirtschaft im Wettbewerb‘ 2002, S. 121-123, in Wasser – Lebensraum, Lebensmittel, Wirtschaftsfaktor; Tagungsband oberösterreichischer Umweltkongress 2002, Oberösterreichische Akademie für Umwelt und Natur, Land Oberösterreich (Hg.), Linz, 2002

Schiller Franz, Zukunft der Trinkwasserversorgung, S. 81-83, in Wasser – Lebensraum, Lebensmittel, Wirtschaftsfaktor, Tagungsband oberösterreichischer Umweltkongress 2002, Oberösterreichische Akademie für Umwelt und Natur, Land Oberösterreich (Hg.), Linz, 2002

Schmid Erwin, Sinabell Franz, Die Entwicklung von Österreichs Landwirtschaft bis 2015, S. 75-84, in Kletzan Daniela, Sinabell Franz, Schmid Erwin, Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie für den Sektor Landwirtschaft – Ökonomische Analyse der Wassernutzung, Entwicklung von methodischen Ansätzen, Österreichischen Instituts für Wirtschaftsforschung (WIFO), Wien, 2004
<http://www.wassernet.at:80/article/articleview/19764/1/5642> (3. 10. 2008)

Sinabell Franz, Die ökonomische Bedeutung der Wassernutzung in der Landwirtschaft, S. 5-46, in Kletzan Daniela, Sinabell Franz, Schmid Erwin, Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie für den Sektor Landwirtschaft – Ökonomische Analyse der

Wassernutzung, Entwicklung von methodischen Ansätzen, Österreichischen Instituts für Wirtschaftsforschung (WIFO), Wien, 2004 a

<http://www.wassernet.at:80/article/articleview/19764/1/5642> (3. 10. 2008)

Sinabell Franz, Instrumente und Maßnahmen zur Senkung der Belastung von Gewässern, S. 47-58, in Kletzan Daniela, Sinabell Franz, Schmid Erwin, Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie für den Sektor Landwirtschaft – Ökonomische Analyse der Wassernutzung, Entwicklung von methodischen Ansätzen, Österreichischen Instituts für Wirtschaftsforschung (WIFO), Wien, 2004 b

<http://www.wassernet.at:80/article/articleview/19764/1/5642> (3. 10. 2008)

Schmidt-Bleek Friedrich, Wieviel Umwelt braucht der Mensch? MIPS – das Maß für ökologisches Wirtschaften, Birkhäuser Verlag, Basel, Berlin, Boston, 1993

Schneidergruber Markus, Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie - Eine Herausforderung, S. 15-20, in Rio plus 10: „Wasserreich Österreich“ - Kostbares Nass zwischen Nachhaltigkeit und Wirtschaftlichkeit, ÖKOBÜRO (Hg.), Wien, 2002

Schnitzer Hans u. a., Schließung industrieller Wasserkreisläufe, Möglichkeiten und Grenzen abwasserfreier Produktionsverfahren, Joanneum Research – Institut für nachhaltige Techniken und Systeme – JOINTS, Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (Hg.), Graz, 2001

Schönbäck Wilfried (Hg.); Kosten und Finanzierung der öffentlichen Wasserversorgung und Abwasserentsorgung in Österreich; Informationen zur Umweltpolitik; Studie des Instituts für Finanzwissenschaft und Infrastrukturpolitik der TU Wien (Band 110) im Auftrag der AK, Wien, 1995

Schumpeter Joseph, Das Ende des Kapitalismus, S. 454-458, in Münkler Herfried (Hg.), Politisches Denken im 20. Jahrhundert, Piper Verlag, München, Zürich, 1990

Stadler Richard, Das Donauschutzübereinkommen und andere überregionale Aktivitäten zum Gewässerschutz im Donaauraum, S. 1–23, in Wiener Mitteilungen Band 155, ÖWAV, ÖWAV Seminar 1999, TU-Wien, Kroiß H. (Hg.), Wien, 1999

Stalzer W., Österreichs Wasserwirtschaft – aktuelle Entwicklungen, S. 110-122, in Österreichische Wasser- und Abfallwirtschaft, Heft 5/6, Wien, 1999

Starmayr Birgit, Wasser – Mythos mit Zukunft; Umfrage zum Thema Wasser, S. 55-59, in Wasser – Lebensraum, Lebensmittel, Wirtschaftsfaktor, Tagungsband oberösterreichischer Umweltkongress 2002, Oberösterreichische Akademie für Umwelt und Natur, Land Oberösterreich (Hg.), Linz, 2002

Steurer Anton, Stoffstrombilanz Österreich 1970 - 1990 – Wien, Institut für Forschung und Fortbildung (IFF), Schriftenreihe Soziale Ökologie Band 34, 1994

Stowasser Horst, Freiheit pur, Die Idee der Anarchie, Geschichte und Zukunft, Eichborn-Verlag, Frankfurt am Main, 1995

Sütterlin Dirk, Grundwasserschutz durch Ausweisung von Wasserschutzgebieten als Konkretisierung der Sozialbindung des Eigentums, Dissertation, Kiel, 1989

UBA (Umweltbundesamt), Regionale Wasserbilanz für Österreich, Wasserentnahmen 1980-1997, Abteilung Aquatische Ökologie, Wien, 1999
(per email von michael.nagy@umweltbundesamt.at vom 12. 12. 2003)

UBA (Umweltbundesamt), Regional water indicators – Österreich, im Auftrag von EUROSTAT (per email von michael.nagy@umweltbundesamt.at vom 12. 12. 2003)

Wassernet, <http://www.wassernet.at/article/articleview/32985/1/5700> (9. 9. 2008)

Weber Max, Soziologische Grundbegriffe, 6. Auflage, UTB für Wissenschaft 541, Mohr Verlag, Tübingen, 1986

Winiwarter Verena, Was ist Umweltgeschichte? Social Ecology Working Paper 54, Interuniversitäres Institut für interdisziplinäre Forschung und Fortbildung – IFF, Wien, 1998

Zeßner Matthias, Der Beitrag Österreichs zur Belastung des Schwarzen Meeres mit Nährstoffen, S. 107-152, in Wiener Mitteilungen Band 155, ÖWAV, ÖWAV Seminar 1999, Kroiß H. (Hg.), TU Wien, Wien, 1999

Zethner Gerhard, Umweltindikatoren in der Landwirtschaft – das OECD-Konzept, S. 117 – 124, in Umweltindikatoren in Österreich, Regionale und nationale Maßzahlen zur Dokumentation der Umweltsituation auf dem Weg zu einer nachhaltigen Entwicklung, Workshop, 16.-17. November 1998, Schloss Wilhelminenberg, Tagungsberichte Band 26, Wien, 1999
<http://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/CP026.pdf> (17. 10. 2008)

Ziegler Jean, Das Imperium der Schande, Der Kampf gegen Armut und Unterdrückung, 3. Auflage, Bertelsmann Verlag, München, 2005

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: natürliches Wasserdargebot in Österreich.....	18
Abbildung 2: Wasserverluste Privathaushalte.....	83
Abbildung 3: Wasserinput Privathaushalte	87
Abbildung 4: Wasserinput Industrie	127
Abbildung 5: Wasserinput Stromproduktion – Kühlung	141
Abbildung 6 Wasserinput gesamt Österreich (absolut).....	147
Abbildung 7 Wasserinput gesamt Österreich (relativ).....	149

Erklärung zum selbständigen Verfassen der Arbeit

Ich versichere, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig verfasst habe.

Ich habe keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt.

Ich habe die Arbeit bzw. Teile davon weder im In- noch im Ausland einer Beurteilerin / einem Beurteiler zur Begutachtung als Prüfungsarbeit vorgelegt.

3200 Ober-Grafendorf an der Pielach / Mariazeller Bahn / Krumpe

November 2008

Andreas Braunauer

Lebenslauf

Andreas Franz Braunauer

Geboren am 22. August 1971 in St. Pölten

Österreichische Staatsbürgerschaft

Wohnhaft seit 1971 in Obergrafendorf an der Pielach, Mariazeller Bahn, Krumpe,

Volksschule und Hauptschule Obergrafendorf

Matura an der Bundeshandelsakademie St. Pölten

Studium der Soziologie (geisteswissenschaftlicher Studienzweig)
mit gewählten Fächern (anstelle einer zweiten Studienrichtung) aus

- Publizistik- und Kommunikationswissenschaften,
- Politikwissenschaft,
- Philosophie und
- Psychologie

an der Universität Wien

