

Ökologisch-ökonomische Bewertung von Optionen des regionalen Trinkwasserschutzes im Kontext von Nachhaltigkeit

Stefan Geyler

1 Einleitung

Dieser Beitrag stellt ein ökologisch-ökonomisches Bewertungsverfahren zur Evaluierung von regionalen Optionen des Trinkwasserschutzes vor. Dieses Verfahren soll regionalen Entscheidungsträgern helfen, die den Trinkwasserschutz betreffenden Entscheidungen rational zu fundieren. Ausgehend vom Konzept der nachhaltigen Entwicklung werden die ökonomischen und ökologischen Effekte, die sich durch eine Veränderung von Trinkwasserschutzmaßnahmen ergeben, bewertet. Diese Bewertung von Trinkwasserschutzoptionen soll den dauerhaften Schutz dieser lebenswichtigen Ressource als einen wichtigen Aspekt der nachhaltigen Entwicklung in der Bundesrepublik unterstützen.

Die Untersuchungen konzentrieren sich auf Grundwasser, da es eine entscheidende Ressource für die Trinkwassergewinnung in Deutschland darstellt. Die Nutzung der Grundwassersysteme als Trinkwasserressource hängt von deren hydrogeologischen Eignung und dem Grundwasserdargebot ab. Darüber hinaus bestimmen gesellschaftlich bedingte Einflußgrößen, welche der nutzbaren Systeme für die Trinkwassergewinnung in Anspruch genommen werden. Solche gesellschaftlichen Einflußgrößen sind zum Beispiel die technologischen Förder- und Aufbereitungsmöglichkeiten, der Trinkwasserbedarf, das Gefährdungspotential durch historische und gegenwärtige Landnutzungen sowie die Strategie der Trinkwasserversorgung. Bei der Trinkwasserversorgung ist zwischen der örtlichen Wasserversorgung, der regionalen Wasserversorgung sowie der Fernwasserversorgung zu unterscheiden. Durch die oben genannten Faktoren ergeben sich regional differenzierte Nutzungsintensitäten der Grundwassersysteme. Die Trinkwassernutzung unterliegt zudem einer zeitlichen Dynamik in Abhängigkeit von den gesellschaftlichen Einflußfaktoren.

Gegenwärtig wird ein räumlich differenzierter Schutzansatz verfolgt. Er wird durch die Ausweisung von Wasserschutzgebieten und durch die damit verbundenen Restriktionen gewährleistet. Das Instrument der Wasserschutzgebiete kann entsprechend § 19 Wasserhaushaltsgesetz vom 12. November 1996 (WHG) für den Schutz der Trinkwasserressourcen, aber auch für den Schutz von Gewässern, die nicht als Trinkwasserressourcen fungieren, eingesetzt werden. Mit den hohen Schutzansprüchen in Trinkwasserschutzgebieten sind wirtschaftliche Auflagen und Nutzungsverbote für die vom Trinkwasserschutz betroffenen Landnutzungen und in Folge Einkommensverluste verbunden. Darüber hinaus sind auch die regionalen Entwicklungsmöglichkeiten durch den Trinkwasserschutz eingeschränkt (Regionaler Planungsverband Westsachsen 1998). Der Trinkwasserschutz für *die Sicherung der Fernwasserversorgung* verursacht zusätzlich einen überregionalen Verteilungskonflikt aufgrund der räumlichen Trennung von Kostenträgern und Nutznießern des Grundwasserschutzes für die Fernwasser-

versorgung. Diese ökonomischen Konflikte äußern sich beispielsweise in der derzeitigen Diskussion um die Verringerung der für die Wasserversorgung genutzten Fläche (SMU und LfUG 1998, S. 22). Eine solche Diskussion ist auch im Untersuchungsgebiet, dem Torgauer Raum, anzutreffen. Hintergrund der Diskussion ist der stark gesunkene Wasserbedarf im Regierungsbezirk Leipzig. Dieser hat sich zwischen den Jahren 1990 und 1995 fast halbiert und soll bis zum Jahr 2010 um weitere 13% sinken (SMU und LfUG 1998, S. 23).

Die generelle Argumentation für die Schließung von Wasserwerken und Aufhebung von Wasserschutz-zonen zielt vor allem auf Kosteneinsparungen für die übrigen Landnutzer, aber auch für die Behörden und Wasserversorgungsverbände. Aus der Sicht der Wasserbehörden spricht für eine Verkleinerung der Gesamtschutzfläche, daß sich die flächenbezogenen Ausgleichszahlungen verringern lassen, zumal die Einnahmen durch die Wasserentnahmegebühr aufgrund des gesunkenen Wasserverbrauchs drastisch abgenommen haben.¹ Mit einer Konzentration der Wasserförderung auf leistungsstarke Wasserwerke läßt sich zudem die Wasserversorgung effektiver gestalten. Die gegen die Verringerung der Schutzflächen vorgebrachten Argumente verweisen auf die damit verbundenen Gefahren vor allem hinsichtlich eines langfristigen Schutzes der Trinkwasserressourcen. Der Bedarf an Trinkwasser für die nähere und mittelfristige Zukunft kann prognostiziert werden (SMU und LfUG 1998). Der langfristige Bedarf ist jedoch ungewiß. Daraus ergibt sich die Notwendigkeit einer langfristig ausreichenden Sicherung der Trinkwasserressourcen. Der gegenwärtige, räumlich differenzierte Schutzansatz läßt jedoch außerhalb der Schutzgebiete Landnutzungen zu, die einen nachhaltigen Trinkwasserschutz zumindest gefährden können (Meyer et al. 1995, S. 15ff.). Eine Aufgabe von Schutzgebieten kann daher nicht als umkehrbarer Prozeß gesehen werden. Schon heutzutage ist eine Neuausweisung von Schutzgebieten sehr konfliktrichtig und mit hohen Kosten verbunden (Meyer et al. 1995 S. 15ff.; Junge und Stolpe 1998). Außerdem ist Grundwasserschutz nicht nur aus der Sicht der Sicherstellung der Trinkwasserversorgung, sondern auch hinsichtlich seiner Funktionen im Wasserhaushalt und im Ökosystem zu beurteilen.

Bei der Diskussion regionaler Trinkwasserschutzoptionen sind daher die regionalen Interessen mit den Anforderungen an eine Sicherung der Trinkwasserförderung und mit den Interessen eines nachhaltigen Grund- und Trinkwasserschutzes zu vergleichen. Ein Bewertungsverfahren für Trinkwasserschutzoptionen darf daher nicht nur nach naturwissenschaftlichen Kriterien bewerten, sondern muß insbesondere die zugrundeliegenden ökonomischen Konflikte betrachten. Gleichzeitig erfordert die essentielle Bedeutung des Grundwassers im Wasserkreislauf und als Trinkwasserressource, daß bei der Bewertung von der Zielstellung eines nachhaltigen Trinkwasserschutzes ausgegangen wird. Die Bewertung soll auf der Ebene der Landnutzungen ansetzen. Dies erscheint die geeignete Ebene, um auf Landschaften bezogene, regionale Konflikte zu bewerten. Die Landnutzungen lassen sich untereinander durch ihren qualitativen und quantitativen Einfluß auf das Grundwasser differenzieren. Dabei können sowohl punktuelle als auch diffuse Belastungen mit in die Bewertung einbezogen werden.

¹ Vgl. Horsch in diesem Bericht.

Im folgenden soll der konzeptionelle Ansatz für ein solches Bewertungsverfahren dargelegt werden. Dazu werden zunächst die Zielstellungen „Verbesserung der ökonomischen Effizienz“ und „Nachhaltiger Grundwasserschutz“ vorgestellt. Im Anschluß soll die Bewertungsmethode entwickelt werden. Es wird von der Nutzen-Kosten-Analyse als state-of-the-art-Verfahren ausgegangen und diskutiert, inwieweit sie geeignet ist, die ökonomischen Konflikte aus der Sicht der Nachhaltigkeit angemessen zu bewerten. Im Anschluß wird eine Erweiterung der Nutzen-Kosten-Analyse zu einem ökologisch-ökonomischen Bewertungs-konzept, dem ein multikriterieller Ansatz zugrunde liegt, vorgeschlagen. Das letzte Kapitel konzentriert sich auf die empirische Anwendung des Bewertungsverfahrens auf die Problematik des Torgauer Raumes. Es werden, ausgehend von den zur Diskussion stehenden Veränderungen des Trinkwasserschutzes,² Szenarien abgeleitet, welche im weiteren einer Bewertung unterzogen werden sollen.

2 Theoretische und methodische Grundlagen des Bewertungskonzeptes

In diesem Kapitel sollen die der ökonomischen Bewertung zugrunde liegenden Kriterien dargelegt werden und darauf aufbauend das methodische Bewertungskonzept entwickelt werden.

2.1 Das Kriterium der ökonomischen Effizienz

Das Kriterium der ökonomischen Effizienz betrachtet die Wohlfahrtseffekte, die durch die zur Entscheidung anstehenden Veränderungen induziert werden. Das Ziel ist es, diejenige Veränderungen zu bestimmen, bei denen sich der größte positive Wohlfahrtszuwachs ergibt. Ein Wohlfahrtszuwachs ist dann zu verzeichnen, wenn mindestens eine potentielle Paretoverbesserung vorliegt und somit die Nutznießer der Veränderung potentiell in der Lage wären, die Verlierer für deren Verluste zu kompensieren, so daß keine Person schlechter gestellt und noch mindestens eine Person besser gestellt wäre als vor der Durchführung der Maßnahme. Die gesellschaftliche Wohlfahrt läßt sich durch die gesellschaftliche Nutzenstiftung im Zuge der Inanspruchnahme von Konsumgütern, Dienstleistungen und Naturdiensten ausdrücken, vermindert um die gesellschaftlichen Kosten für die Bereitstellung dieser Güter und Dienstleistungen. Als Repräsentant für die gesellschaftliche Nutzenstiftung wird dabei die aggregierte Zahlungsbereitschaft der betroffenen Individuen herangezogen. Somit folgt die ökonomische Bewertung der Wohlfahrtseffekte dem Prinzip des methodologischen Individualismus, nach dem gesellschaftliche Werte nur aus Bewertungen von Individuen abgeleitet werden können. Außerdem ist der Ansatz vom marktwirtschaftlichen Prinzip geleitet, nach dem die Intensität eines Bedürfnisses über die kaufkräftige Nachfrage signalisiert wird (Endres und Holm-Müller 1998, S. V).

Für die ökonomische Bewertung wird das Kriterium der Effizienzverbesserung instrumentalisiert, indem die Handlungsmöglichkeiten anhand der dadurch induzierten Nettonutzen ver-

² Der Begriff Trinkwasserschutz wird im Sinne von Maßnahmen verstanden; eine Aussage zur Quantität und Qualität von Grundwasser ist damit nicht verbunden.

glichen werden. Die zu unterschiedlichen Zeitpunkten anfallenden Nutzen- und Kostenströme müssen dabei mit Hilfe der Diskontierung homogenisiert werden. Somit gehen letztendlich die diskontierten Nettonutzen der Handlungsmöglichkeiten in die Bewertung ein. Die Berücksichtigung des Zeitfaktors mit Hilfe der Diskontierung ist notwendig, um der Dynamik des ökonomischen Systems und der individuellen Bewertung von zu unterschiedlichen Zeiten anfallenden Nutzen und Kosten gerecht zu werden. Somit wird beispielsweise berücksichtigt, daß die Individuen aufgrund von Myopie und dem Sterberisiko gegenwärtige Nutzen den zukünftigen vorziehen, daß aufgrund des Wirtschaftswachstums der Grenznutzen über die Zeit abnimmt und daß zudem aufgrund der Ungewißheit über die zukünftigen Angebots- und Nachfragesituation zukünftige Nutzen und Kosten abgewertet werden. Häufig wird dabei für den Diskontfaktor eine positive, zeitunabhängige Konstante angesetzt und somit zukünftige Nutzen und Kosten gegenüber gegenwärtigen abgewertet (Schönbäck et al. 1997, S. 6ff.; Endres und Holm-Müller 1998, S. 134ff.). Das Prinzip der Bewertung von Handlungsalternativen ist in der Gleichung 1 dargestellt. Das Ziel ist es, den diskontierten Nettonutzen NN in Abhängigkeit von den Handlungsalternativen i zu maximieren. Hierzu müssen sämtliche Nutzenkomponenten N und Kostenkomponenten K der einzelnen Handlungsalternativen ermittelt werden. Diese werden dann mit Hilfe des Diskontfaktors D diskontiert und summiert.

$$\text{Max } NN(i) = \sum_{t=0}^T [N(i,t) - K(i,t)]D(t) \quad (1)$$

2.2 Erweiterung des Effizienzkriteriums um das Nachhaltigkeitskriterium

Im Zuge der immer deutlicher werdenden Umwelt- und Ressourcenprobleme in den siebziger und achtziger Jahren kam die Forderung nach Nachhaltigkeit als generelle Zielstellung für die gesellschaftliche Entwicklung auf. Dieser Zielstellung liegt die Annahme zugrunde, daß das Handeln der heutigen Generation das Wohl der zukünftigen Generationen negativ zu beeinträchtigen vermag und daß das Wohl der zukünftigen Generationen auch bei der gesellschaftlichen Zielfindung berücksichtigt werden sollte (Pearce 1993). Bei der Bewertung von Trinkwasserschutzoptionen für Grundwasser ist diese Annahme berechtigt. So stellt Grundwasser nicht nur eine wesentliche Trinkwasserressource dar, sondern spielt auch eine entscheidende Rolle im großräumigen Wasserkreislauf. Quantitative und qualitative Beeinträchtigungen von Grundwassersystemen können verschiedenste Folgeeffekte in Ökosystemen bewirken, wobei Langzeitwirkungen und für menschliche Verhältnisse Irreversibilitäten auftreten können. Irreversible Effekte sind aus der Nachhaltigkeitsperspektive besonders problematisch, weil die durch Grundwasser erbrachten ökologischen Funktionen und ökonomischen Dienste nicht generell durch menschlich produzierte Dienstleistungen und Güter ersetzt werden können.

Die generelle Zielstellung von Nachhaltigkeit wurde im Brundtland-Bericht beschrieben als dauerhafte Entwicklung der Gesellschaft, welche die Bedürfnisse der gegenwärtigen Generationen befriedigt, ohne zu riskieren, daß zukünftige Generationen ihre eigenen Bedürfnisse

nicht befriedigen können (Hauff 1987, S. 43).³ Daly (1992) leitete drei politisch-ökonomische Zielstellungen ab, die betrachtet werden müssen, um eine nachhaltige Umweltnutzung, die ökologisch verträglich, gerecht und effizient ist, zu erreichen: das optimale „Scale“⁴ der Umweltnutzungen, die intra- und intergenerationell gerechte Verteilung der als zulässig erachteten Umweltnutzungen und die effiziente Allokation der erlaubten Umweltnutzungen. Diese unterschiedlichen Ziele müssen separat auf unterschiedlichen Betrachtungsebenen beantwortet werden. Bei allen drei Zielstellungen spielen aber auch wohlfahrtsökonomische Abwägungen eine Rolle.

Für die Gewährleistung eines nachhaltigen Trinkwasserschutzes müssen diese drei Zielstellungen für die zu betrachtenden Grundwassersysteme konkretisiert werden. Dabei ist die Multifunktionalität der Grundwassersysteme zu berücksichtigen, die neben ihrer Funktion als Trinkwasserressource weitere wesentliche ökonomische Dienste und ökologische Funktionen erbringen. Innerhalb gewisser Grenzen ist Grundwasser eine regenerierbare Trinkwasserressource. Sie kann jedoch qualitativ und quantitativ überlastet werden mit der Folge von langfristigen Störungen der Grundwasserfunktionen.

Für die Erfüllung der Zielstellung des optimalen „Scale“ muß die erlaubte quantitative und qualitative Belastung der Grundwassersysteme bestimmt werden. Entsprechend Daly (1992) muß auf jeden Fall die ökologische Tragekapazität der Grundwassersysteme gewahrt werden.⁵ Ein optimales „Scale“ jedoch erfordert darüber hinaus die Betrachtung, welche weiteren Eigenschaften der Grundwassersysteme zu erhalten sind. Diese Diskussion ist allerdings auch unter Berücksichtigung von wohlfahrtsökonomischen Argumenten zu führen. Für Grundwasser als multifunktionales System *mit konkurrierenden Nutzungen* ergibt sich damit die Frage, welche ihrer ökologischen Funktionen und ökonomischen Dienste wo und in welchem Ausmaß zu erhalten sind, um die ökologische Tragekapazität zu gewährleisten und welche Funktionen darüber hinaus zu erhalten sind. Obgleich Grundwasser als erneuerbare Trinkwasserressource gilt, kann es doch durch viele Landnutzungen langfristig und irreversibel beeinträchtigt werden. Beispiele sind der Rohstoffabbau, die quantitative Beeinträchtigung durch Versiegelung und qualitative Belastung durch Gewerbegebiete, Siedlungen und Verkehrsflächen. Notwendige Bedingung für die Bestimmung des „Scale“ ist die Beantwortung der Frage, welche Grundwasserquantität und –qualität die Voraussetzung für den Funktionserhalt der verschiedenen Grundwasserfunktionen in räumlicher und zeitlicher Hinsicht bildet und wie das Selbstreinigungs- und Schutzpotential einzubeziehen ist.

Die zweite Zielstellung muß das Verteilungsproblem der aufgrund des gewählten „Scale“ möglichen Grundwassernutzungen lösen. Dabei müßte über die intragenerationelle und intergenerationelle Aufteilung der erlaubten Nutzungsrechte (bzw. Belastungsrechte) sowie eventuelle Transferleistungen entschieden werden. Operationalisierbare Ansätze für die Beant-

³ Vgl. Horsch und Ring in diesem Bericht.

⁴ Der Begriff „Scale“ bedeutet Maßstab, Umfang (Langenscheidt 1994). „Scale“ der Umweltnutzungen bezieht sich auf das Ausmaß oder Niveau der Umweltnutzungen infolge des ökonomischen Handelns.

⁵ Daly (1992) bezeichnet die Einhaltung der ökologischen Tragfähigkeit als „good scale“ in Unterscheidung vom „optimal scale“.

wortung des intergenerationellen Verteilungsproblems sind beispielsweise die Managementregel zur Nutzung von natürlichen erneuerbaren Ressourcen (vgl. Pearce und Turner 1990, S. 44). Bei der Diskussion der Verteilungsgerechtigkeit sind nach Daly (1992) ebenfalls wohlfahrtsökonomische Überlegungen zugrunde zu legen. Das betrifft beispielsweise die Frage nach den Kosten zum Erreichen einer gerechteren Verteilung.

Unter Berücksichtigung der ersten beiden Ziele kann dann eine wohlfahrtsoptimierende Allokation der erlaubten Grundwassernutzungen angestrebt werden. Diese erfolgt dann durch den Vergleich der zur Wahl stehenden Alternativen der Grundwassernutzung anhand deren diskontierter Nettonutzen entsprechend der Gleichung 1.

Aus dieser theoretischen Betrachtung heraus sind folgende Informationen für die Effizienzbewertung regionaler Trinkwasserschutzoptionen nötig: Die ökologische Tragekapazität der betrachteten Grundwassersysteme muß bekannt sein. Darüber hinaus müssen im Sinne des optimalen „Scale“ die gesellschaftlichen Zielvorstellungen hinsichtlich der zu erhaltenden Eigenschaften und Funktionen des Grundwassersystems festgelegt worden sein. Aus diesen Informationen müssen die erlaubten Nutzungsrechte abgeleitet werden und das Verteilungsproblem der Nutzungsrechte gelöst werden. Schließlich kann auf der Grundlage dieser Informationen die Bewertung der Trinkwasserschutzoptionen erfolgen. Die geforderten Anforderungen an eine Bewertung sind unrealistisch hoch und können derzeit auch nicht von einem zu qualifizierenden Bewertungsverfahren geleistet werden. Im folgenden Kapitel soll erläutert werden, wie jedoch möglichst viele Informationen in ein Bewertungsverfahren integriert werden können.

3 Erarbeitung des theoretischen Bewertungsansatzes

Als Ausgangspunkt soll die Eignung der Nutzen-Kosten-Analyse diskutiert werden, um die für die Bewertung von Trinkwasserschutzoptionen relevanten Informationen zu verarbeiten. Im Anschluß daran wird auf die Notwendigkeit einer Erweiterung der Nutzen-Kosten-Analyse zu einer multikriteriellen Bewertung eingegangen, um abschließend die Gesamtstruktur des Bewertungsverfahrens zu beschreiben.

3.1 Relevanz der Nutzen-Kosten-Analyse als ökonomisches Bewertungsinstrument

Die state-of-the-art-Verfahren für die Bewertung von Wohlfahrtseffekten bei Umweltschutzmaßnahmen und darin eingeschlossen von wasserbezogenen Projekten basieren auf Nutzen-Kosten-Analysen (NKA). Das Ziel dieser Analysen besteht insbesondere darin, ökonomische Entscheidungen auf der Basis der Konsumentensouveränität, die über Marktwerte nicht in Erscheinung tritt, vorzubereiten (Horsch und Månsson 1998). Eine solche Projektbewertung ist notwendig, denn der Markt versagt als effizientes Allokationsinstrument, wenn externe Effekte aus intra- und intergenerationeller Sicht auftreten, öffentliche Güter – wie Grundwasser als Trinkwasserressource – bewertet werden müssen, wenn die Verfügungsrechte nicht eindeutig geklärt sind oder beim Auftreten positiver Transaktionskosten (Samuelson und Nordhaus 1987, S. 92ff.). Bei der Nutzen-Kosten-Analyse werden die gesamten gesellschaft-

lichen Kosten und Nutzen eines Projektes erfaßt und miteinander verglichen. Im Ergebnis der Nutzen-Kosten-Analyse wird die effizienteste der untersuchten Projektalternativen herausgestellt (Hampicke 1992, S. 121). Zur Ermittlung der Effizienzveränderungen wird der diskontierte Nettonutzen entsprechend der Gleichung 1 zugrunde gelegt.

Entscheidende Grundlage ist die Ermittlung des ökonomischen Wertes der Naturressource Trinkwasser, welcher den Nutzen aus der Inanspruchnahme der Trinkwasserressource als Produktionsinput oder für den Konsum ausdrückt. Dies setzt die ökonomische Knappheit dieser Naturressource voraus. Es liegt eine Knappheit vor, wenn nicht gleichzeitig alle um die Ressource konkurrierenden Nutzungsansprüche befriedigt werden können. Dadurch ergeben sich Trade-offs zwischen der Trinkwassernutzung und anderen ökologischen Funktionen sowie ökonomischen Diensten des Grundwassers. Der ökonomische Wert der Trinkwasserressource sowie deren ökonomische Knappheit wird jedoch aufgrund der Eigenschaft dieser Naturressource als ein öffentliches Gut nicht über Marktsignale manifestiert. Aus diesem Grunde muß der ökonomische Wert im Rahmen der Bewertung ermittelt werden. Grundlage für die Ermittlung des ökonomischen Wertes bilden die Wohlfahrtsmaße wie beispielsweise die Konsumenten- und Produzentenrente sowie die Äquivalente und Kompensierende Variation. Für deren Ableitung stehen im Rahmen der Nutzen-Kosten-Analyse indirekte und direkte Methoden zur Verfügung. Indirekte Methoden stützen sich auf die Analyse von Marktdaten und versuchen, sowohl Gewinnänderungen in der Produktionssphäre als auch Wohlfahrtsänderungen in der Konsumsphäre zu erfassen. Beispiele sind der Transportkostenansatz, der Hedonische Preisansatz oder die Ermittlung des individuellen Vermeidungsaufwandes. Diese Methoden zeigen den nutzungsabhängigen Nutzen auf. Die direkten Methoden erfragen unmittelbar die Zahlungsbereitschaft gegenüber Gütern und Dienstleistungen, die nicht auf dem Markt gehandelt werden. Mit dieser Methode können neben den nutzungsabhängigen Nutzen auch die nicht nutzungsabhängigen erfaßt werden, wie beispielsweise der Existenzwert, der Options- und Quasi-Optionswert sowie der Vermächtniswert (Hanley und Spash 1993, S. 26ff.; Endres und Holm-Müller 1998, S. 32ff.).⁶

Der zeitliche Verlauf der Nutzen- und Kostenströme wird mittels Diskontierung in die Bewertung integriert. Mit Hilfe der Diskontrate kann dabei entschieden werden, wie individuelle Myopie, der Grenznutzen des Einkommens und die Grenzproduktivität des Kapitals einzubeziehen sind. Aber auch Risiken und Unsicherheiten reflektieren sich in der Wahl der Diskontrate. Die Wahl der Diskontrate kann das Ergebnis der Nutzen-Kosten-Analyse wesentlich beeinflussen. Im allgemeinen wird die Diskontrate positiv gewählt. Mit diesem Ansatz wird bekanntlich die Gegenwart höher als die Zukunft bewertet. (Hanley und Spash 1993, S. 127ff.; Endres und Holm-Müller 1998, S. 134ff.).

Nutzen-Kosten-Analysen sind ein seit langem angewandtes Instrument. Erste Ansätze der Nutzen-Kosten-Analysen stammen aus dem Beginn des 19. Jahrhunderts. Seit dem zweiten Weltkrieg wurde das Instrument so weiterentwickelt, daß nun auch multifunktionale Umweltprobleme integriert werden können. Nutzen-Kosten-Analysen wurden dabei politik-, projekt-

⁶ Eine ausführlichere Darlegung der Wohlfahrtsmaße erfolgt bei Messner in diesem Bericht.

und medialbezogen für Untersuchungen *ex ante* und *ex post* angewendet (Hampicke 1992, S. 120ff.; Hanley und Spash 1993, S. 4ff.).⁷ Empirische ökonomische Untersuchungen zum Trinkwasserschutz basieren sowohl auf indirekten als auch auf direkten Methoden. Bei den indirekten Methoden wurde der ökonomische Nutzen des Trinkwasserschutzes als vermiedene Schäden und Kosten ermittelt. Solche Kosten sind auf Gesundheitseffekte bzw. individuell empfundene Gefahr, auf Kosten infolge von Anpassungsreaktionen, Eigentumsentwertungen, ökologischen Schäden und einer verringerten Erholungseignung zurückzuführen (Abdalla 1994). Dabei wurden zum einen die ökonomischen Effekte der Grundwasserverunreinigungen für die Wasserversorgungsunternehmen untersucht. Lühr et al. (1992) ermittelten beispielsweise Beseitigungs-, Ausweich- sowie Planungs- und Überwachungskosten der Wasserversorgungsunternehmen in den alten Bundesländern zwischen 1975 und 1983 in Milliardenhöhe. Leist et al. (1993) ermittelten die externen Kosten der Landwirtschaft für ein Wasserwerk in Niedersachsen. Auch hier ergaben die Grundwasserverunreinigungen signifikante ökonomische Effekte. Des Weiteren wurden auch die Anpassungsreaktionen der Konsumenten gegenüber Trinkwasserverunreinigungen betrachtet (Abdalla et al. 1992; Leist et al. 1993; Abdalla 1994). Daneben liegen ebenfalls Untersuchungen zur individuellen Zahlungsbereitschaft von Trinkwasserkonsumenten vor. So wurde vor dem Hintergrund von möglichen irreversiblen Grundwasserveränderungen der Optionspreis und -wert sowie der Vermächtniswert bei Betroffenen ermittelt (Raucher 1986; Sun et al. 1992).

3.2 Grenzen der Nutzen-Kosten-Analyse

Mit der Nutzen-Kosten-Analyse können die subjektiven Werturteile und Präferenzen der betroffenen Individuen in den Entscheidungsprozeß eingebunden werden. Der Vorteil der Nutzen-Kosten-Analyse besteht dann darin, daß über die Transformation qualitativ unterschiedlicher Effekte in monetäre Einheiten ein eindimensionales Optimierungsproblem entsteht. Für eine hinreichende Bewertung von regionalen Trinkwasserschutzoptionen muß die Nutzen-Kosten-Analyse jedoch zu einer multikriteriellen Analyse erweitert werden. Durch die multikriterielle Erweiterung können die Probleme der Nutzen-Kosten-Analyse bei der Bewertung von Wohlfahrtseffekten überwunden und darüber hinaus weitere, für die regionalen Entscheidungsträger bedeutsame Informationen berücksichtigt werden. Außerdem ermöglicht gerade die Einbeziehung von nicht monetarisierten Grundwassereffekten in die Bewertung die Betrachtung der Trinkwasserschutzoptionen aus der Nachhaltigkeitsperspektive.

Die Qualität einer Nutzen-Kosten-Analyse bei der Effizienzbewertung hängt wesentlich davon ab, wie genau die bestehenden Knappheitsverhältnisse und die Zahlungsbereitschaften reflektiert werden. Hierbei ergeben sich sowohl bei der Bewertung von Marktinformationen als auch bei der Bewertung von öffentlichen Gütern Schwierigkeiten. Sollen Marktpreise für die Bewertung herangezogen werden, so ist zu berücksichtigen, daß aufgrund von Marktverzerrungen die Preise nicht den gesellschaftlichen Knappheitsverhältnissen entsprechen. Aus

⁷ Ein geschichtlicher Abriß der Nutzen-Kosten-Analyse von wasserbezogenen Projekten erfolgte in Horsch und Månsson (1998).

diesen Gründen müßten Schattenpreise zugrunde gelegt werden, die beispielsweise externe Effekte berücksichtigen und Preisverzerrungen durch Monopole bereinigen. Für die monetäre Bewertung von öffentlichen Gütern liegen – wie bereits dargelegt – von vornherein keine Marktinformationen in Form von Preisen z. B. für Grundwasserdienste vor. Somit können sie nur über die Bildung von Schattenpreisen einbezogen werden. Dabei ergeben sich allerdings Probleme in Abhängigkeit von der genutzten Methode. Die indirekten Methoden vermögen beispielsweise nur nutzungsabhängige Nutzen zu erfassen. Die so ermittelte Wertschätzung bezieht sich zumeist nur auf schon erfolgte Veränderungen der Grundwasserdienste. Darüber hinaus ergibt sich in allen Fällen, in denen die Mindestkosten einer Anpassung an Umweltgefahren oder Umweltschäden höher sind als die Zahlungsbereitschaft der Betroffenen, eine Zahlungsbereitschaft von Null. Die direkten Monetarisierungsmethoden dagegen vermögen zwar die nutzungs- und die nicht nutzungsabhängigen Werte zu erfassen. Jedoch ergeben sich bei ihnen vielfältige Einflußfaktoren auf die Qualität des Ergebnisses in Abhängigkeit vom Design der Befragung. Zudem beeinflußt das verwendete Wohlfahrtsmaß (Zahlungsbereitschaft bzw. Kompensationsforderung) das Ergebnis entscheidend (Endres und Holm-Müller 1998, S. 46ff.).

Ein wesentliches Problem stellt die Bewertung von in der Zukunft auftretenden Nutzen- und Kostenkomponenten dar. Bei der Nutzen-Kosten-Analyse werden hierfür die Erwartungswerte, mit denen die Individuen zukünftige Nutzen und Kosten bewerten, zugrunde gelegt. Dabei ist es z. B. möglich, die Dynamik des ökonomischen Systems zu berücksichtigen, indem Entwicklungstendenzen der Nutzenstiftung bestimmter Investitionen antizipiert werden.⁸ Darüber hinaus können über den Options- und Quasi-Optionswert, den Existenz- sowie Vermächtniswert die Präferenzen der gegenwärtigen Generation für den Erhalt der Dienste auch aus intertemporärer und intergenerationeller Sicht getroffen werden.⁹ Dennoch bleiben die Aussagen zu zukünftigen Effekten sehr unsicher, da Veränderungen der Präferenzen und Knappheitsverhältnisse z. B. infolge von technischem Fortschritt sowie die Präferenzen der zukünftigen Generationen nicht vorausgesagt werden können. Wesentlichen Einfluß auf die Effizienzaussage hat zudem der genutzte Diskontfaktor (D in Gl. 1). Für die Wahl dieses Faktors muß die Entscheidung getroffen werden, ob er als Konstante oder als zeitabhängige Variable angesetzt wird, ob die individuelle Zeitpräferenz oder die volkswirtschaftlichen Opportunitätskosten zugrunde gelegt werden, ob die Grundwasserdienste mit einem anderen Diskontfaktor zu bewerten sind als produzierte Güter und Dienstleistungen und inwieweit Unsicherheiten und Risiko bei der Wahl des Diskontfaktors berücksichtigt werden müssen (Hanley und Spash 1993, S. 127ff.; Endres und Holm-Müller 1998, S. 134ff.).

Mittels einer multidimensionalen Erweiterung können neben den von der Nutzen-Kosten-Analyse erfaßten Grundwassereffekten auch die nicht monetär erfaßbaren Grundwassereffekte in die Bewertung einbezogen werden. Darüber hinaus können neben den Wohlfahrtseffekten

⁸ Vgl. Porter (1980) für eine zusammenfassende Darlegung der Berücksichtigung eines abnehmenden Nettonutzens von Entwicklungsprojekten und eines zunehmenden Nettonutzens von Naturschutzmaßnahmen.

⁹ Der Begriff „intertemporär“ bezeichnet die Zeitspanne, welche die gegenwärtig lebenden Individuen noch erleben könnten. Der Begriff „intergenerationell“ bezieht dagegen die zukünftigen Generationen mit ein.

auch Wertschöpfungs- und Arbeitsplatzeffekte mit berücksichtigt werden, die ansonsten bei Nutzen-Kosten-Analysen nicht beachtet werden würden. Aber gerade diese Effekte sind sicherlich für regionale Entscheidungsträger in der von hoher Arbeitslosigkeit gekennzeichneten Torgauer Region von Interesse.¹⁰

Mit einer multikriteriellen Bewertung kann *zudem* die Zielstellung des nachhaltigen Grundwasserschutzes besser in die Bewertung integriert werden. Die Nutzen-Kosten-Analyse vermag nur die vorhandenen Zahlungsbereitschaften und die monetär ausdrückbaren Knappheitssignale einzubeziehen. Zwar kann beispielsweise die Zahlungsbereitschaft der Individuen für die nutzungsunabhängige Existenz eines sauberen Grundwassersystems erfragt werden. Operationalisierbare Knappheitssignale für Grundwasserdienste, bei denen der nachhaltige Grundwasserschutz seine Berücksichtigung findet, benötigen jedoch zuvor kollektive Festlegungen zur erlaubten Grundwassernutzung bzw. Grundwasserbelastung, d. h. die Beantwortung der Fragen nach dem optimalen „Scale“ und zur Verteilung dieser Nutzungsrechte - wie schon im Kapitel 2.2 erläutert wurde. So muß beispielsweise durch eine überregionale Bewertung der Grundwasserressource eine Entscheidung getroffen werden, ob der Schutz der Torgauer Trinkwasserressourcen im Rahmen des optimalen „Scale“ auch ohne eine derzeitige Inanspruchnahme ein relevantes Ziel darstellt und welche weiteren räumlich konkreten Grundwasserdienste zu schützen sind. Danach müssen räumliche und zeitliche Grenzen für die potentiellen Belastungen festgelegt werden. Erst nach Zugrundelegen dieser Belastungsgrenzen könnten dann die alternativen Landnutzungen in der Nutzen-Kosten-Analyse verglichen werden.¹¹ Das bedeutet, daß die aus der Nachhaltigkeitsperspektive wichtigen Entscheidungen, ob und wo welche Grundwasserbelastungen - insbesondere solche mit Langzeitwirkung¹² - erlaubt sind und wenn ja, unter welchen Bedingungen, schon erfolgt sein müssen, bevor die Wohlfahrtseffekte verschiedener Landnutzungen verglichen werden dürfen. Solche Belastungsgrenzen sind zur Zeit nur unzureichend institutionell vorhanden (vgl. Meyer et al. 1995).

Die multikriterielle Analyse ermöglicht es, solche nicht monetarisierbaren Nachhaltigkeitsgrenzen mit aufzunehmen und die Grundwassereffekte verschiedener Szenarien mittels dieser Grenzen zu bewerten. Die Bewertung anhand von Nachhaltigkeitskriterien soll jedoch nicht zum Ausschluß bestimmter regional diskutierter Szenarien führen, falls sie die Nachhaltigkeitskriterien nicht erfüllen. Vielmehr gehen sowohl die auf der Nutzen-Kosten-Analyse beruhende Effizienzbewertung als auch die Bewertung, die sich auf nicht monetarisierbare ökonomische und ökologische Effekte bezieht, gleichberechtigt in die multikriterielle Analyse ein. Dadurch ergibt sich im Gegensatz zu den theoretischen Erläuterungen (vgl. Kapitel 2.2) kein dreistufiger Prozeß („Scale“ – Verteilung – Allokation; siehe Abb. 1a). In dem hier ange-

¹⁰ Vgl. hierzu auch den Beitrag von Horsch und Ring sowie den Beitrag von Klauer in diesem Bericht.

¹¹ Unter Berücksichtigung einer gerechten Verteilung der möglichen Grundwasserbelastungen.

¹² Obwohl Grundwasser eine erneuerbare Ressource darstellt, so gibt es doch viele verschiedene Landnutzungen, wie Flächenversiegelung in den Gemeinden, Straßen und Schienenwege, Kiesabbauvorhaben, die aus derzeitiger Sicht langandauernde und irreversible Gefahren für die Regeneration von Grundwasser bedeuten und nicht vermieden werden können.

sprochenen Bewertungsverfahren stehen die Effizienzbewertung, die Bewertung des „Scale“ und eine Bewertung der Verteilung nebeneinander (siehe Abb. 1b).

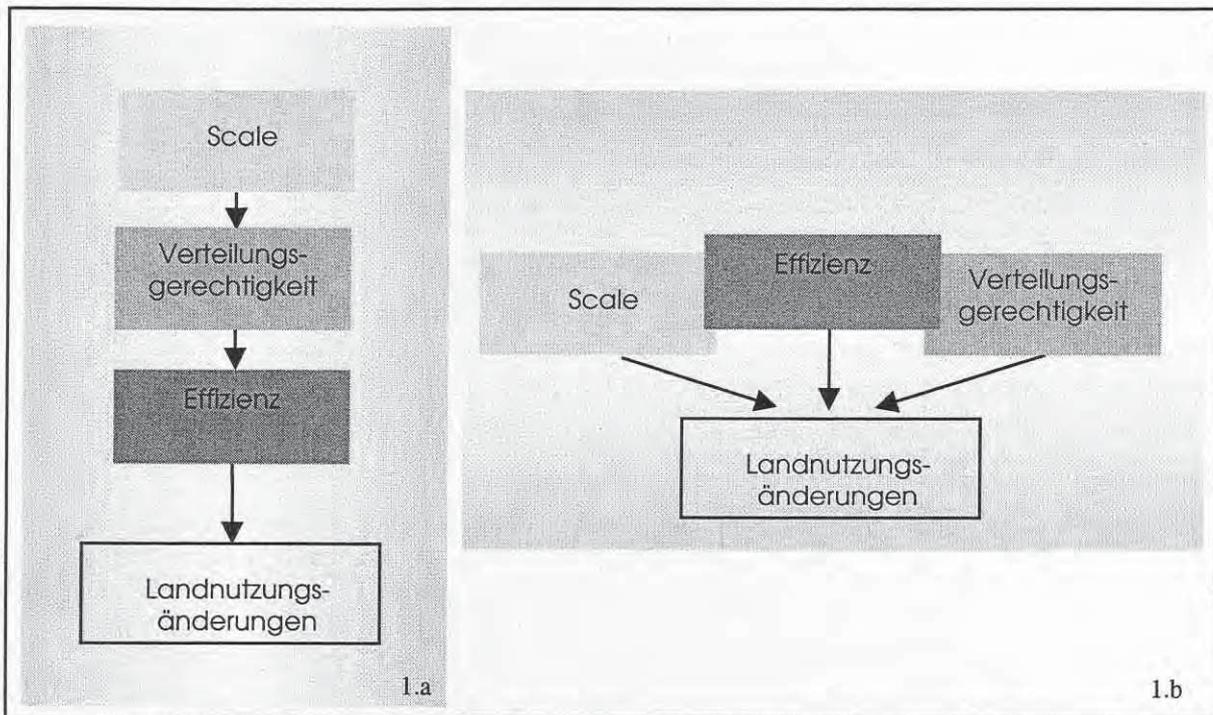


Abb. 1: Schematischer Vergleich des theoretischen Ansatzes zur Integration der Ziele „Scale“, Verteilungsgerechtigkeit und Effizienz in die Bewertung von Landnutzungen (1a) und deren Erfassung durch das ökologisch-ökonomische Bewertungsschema (1b).

Die sich mit diesem Ansatz ergebende Bewertung stellt aufgrund dieser Struktur nur eine zweitbeste Lösung dar. Allerdings ist sie dadurch für empirische Anwendungen als Entscheidungshilfe geeignet. Denn sie gibt insbesondere den nicht monetarisierten Nachhaltigkeitsgrenzen nicht die Dominanz, Szenarien von vornherein auszugrenzen. Dadurch wird zum einen dem Umstand Rechnung getragen, daß es zur Zeit auch bei der Definition von ökologischer Tragfähigkeit und von möglichen Belastungsgrenzen erhebliche Wissensdefizite gibt. Zum anderen wird dadurch vermieden, daß regionale Landnutzungsoptionen, die unter den derzeitigen gesetzlichen Rahmenbedingungen erlaubt wären, von vornherein verworfen werden. Denn dann wäre das Bewertungsverfahren sicherlich nicht als regionalpolitische Entscheidungshilfe anwendbar. Darüber hinaus widerspiegelt die Effizienzbewertung bei dieser Struktur die real gegebene Knappheitssituation und individuellen Präferenzen. Eine Veränderung des Ergebnisses durch die Einbeziehung von den – gegenwärtig gesamtgesellschaftlich nicht sanktionierten – Nachhaltigkeitskriterien in Form von Schattenpreisen wird so vermieden.

Generell ergeben sich bei der Berücksichtigung von „Scale“ durch das Bewertungskonzept zwei Schwierigkeiten: Zum einen muß in Form von räumlich konkreten Zielvorstellungen dargelegt werden, welche Grundwassereigenschaften und Funktionen zu erhalten sind. Hierfür ist es sicherlich erforderlich, die regional unterschiedlichen Eigenschaften der Grundwasser-

systeme sowie deren anthropogene Inanspruchnahme zu berücksichtigen. Zum anderen ist es jedoch notwendig, diesen Schutzanspruch mit der Formulierung von regional spezifischen Belastungsgrenzen zu konkretisieren, die sich an der Bedeutung, Empfindlichkeit und dem Selbstreinigungsvermögen der Grundwassersysteme orientieren.

Problematisch ist die praktische Einbeziehung von Verteilungseffekten in die Bewertung. Hinweise für intragenerationelle Verteilungsaspekte ergeben sich anhand der räumlichen und zeitlichen Verteilung der Kosten und Nutzen der Trinkwasserschutzoptionen. Diese Informationen sind insbesondere zum Verständnis der überregionalen Verteilungskonflikte der Fernwasserversorgung von Bedeutung. Für die Betrachtung von intergenerationellen Verteilungseffekten müßten die zeitlichen Veränderungen des gesellschaftlichen und des natürlichen Kapitalbestandes ermittelt werden. Eine hinreichende monetäre Bewertung der natürlichen Kapitalbestände ist jedoch – wie oben ausgeführt – nicht möglich.

3.3 Darstellung des Bewertungskonzeptes

Im folgenden soll die Bewertungsmethode für die empirische Untersuchung des Torgauer Raumes erläutert werden. Die Bewertung erfolgt in mehreren Stufen, die in der Abbildung 2 illustriert sind. Grundlage der Bewertung ist die Erfassung der entscheidungsrelevanten Situation mit Hilfe von Szenarien. In den folgenden Schritten müssen die durch die Szenarien induzierten Landnutzungsänderungen anhand ihrer ökonomischen und ökologischen Effekte bewertet werden. Hierfür müssen zuerst die relevanten Effekte ausgewählt werden, welche die Entscheidung maßgeblich beeinflussen vermögen und für die regionalen Entscheidungsträger von besonderem Interesse sind. Diese sind im Rahmen der Entscheidungsfindung zu berücksichtigen. Dann müssen repräsentative Meßgrößen – hier *Indikatoren* genannt – ausgewählt werden, anhand derer die ökologischen und ökonomischen Effekte beschrieben werden können. Die Indikatoren zur Beschreibung des Zustandes des Grundwassers müssen sowohl die quantitativen als auch die qualitativen Veränderungen berücksichtigen. Als Indikator für die quantitativen Veränderungen soll insbesondere die Grundwasserneubildung in Abhängigkeit von der Landnutzung betrachtet werden.¹³ Ein wesentlicher qualitativer Belastungsindikator für Grundwasser bildet der Nitrateintrag mit dem Bodensickerwasser. Dieser repräsentiert die Belastungsintensität des Grundwassers durch die Landwirtschaft (vgl. Meyer et al. 1995, S. 69ff.; Franko et al. 1997). Als ökonomische Indikatoren werden der diskontierte Nettonutzen, die Wertschöpfung und die Beschäftigungseffekte zugrunde gelegt.

Im nächsten Schritt ist dann die Veränderung der Indikatoren in Abhängigkeit von den in den Szenarien beschriebenen Landnutzungsänderungen zu modellieren. Für den Indikator Grundwasserneubildung soll die Modellierung mit dem Modell ABIMO erfolgen. Für die Prognose des Nitrateintrages mit dem Sickerwasser ist ebenfalls die Anwendung des Modelles

¹³ Eine ausführliche Darstellung der Abhängigkeit der Grundwasserneubildung von der Landnutzung geben Herzog und Kunze in diesem Bericht.

ABIMO vorgesehen.¹⁴ Die Modellierung der Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte wird mit Hilfe eines Input-Output-Modelles erfolgen.¹⁵

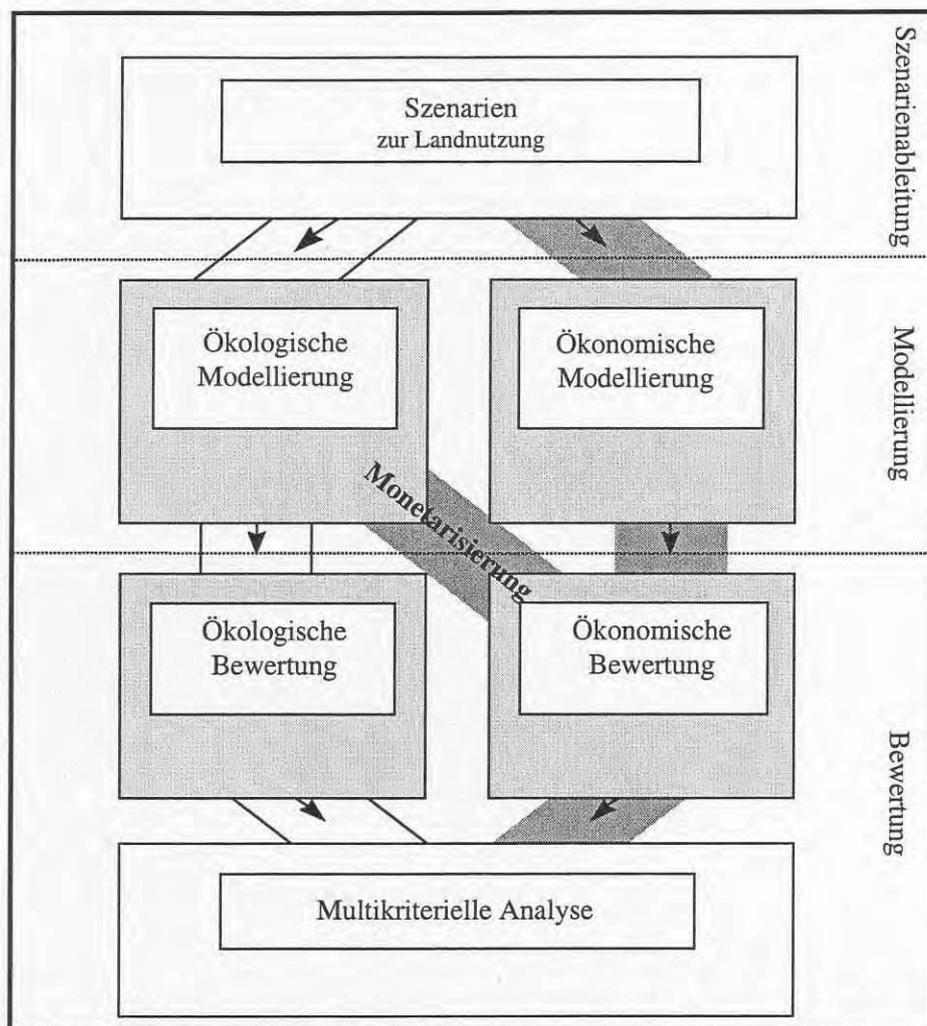


Abb. 2: Ökologisch-ökonomisches Bewertungsschema zur Bewertung von regionalen Trinkwasserschutzoptionen.

Für die sich im dritten Schritt anschließende Bewertung der modellierten Effekte soll, wie ausführlich begründet wurde, ein multikriterieller Bewertungsansatz verfolgt werden. Dabei gehen monetäre und nicht monetäre Indikatoren verschiedener Dimensionen in die Bewertung ein. Jedem Indikator muß ein räumlich konkreter Bewertungsmaßstab zugrunde gelegt werden, auf dessen Grundlage ein Ranking der Szenarien anhand der Modellergebnisse erfolgen kann. Ein Indikator mit einem zugeordneten Maßstab zur Bewertung wird hier als *Kriterium* bezeichnet. Für den Indikator der ökonomischen Wohlfahrtsveränderung wird beispielsweise als Maßstab die Zunahme des diskontierten Nettonutzens zugrunde gelegt, der durch eine Nutzen-Kosten-Analyse ermittelt wird. Aus der Abbildung 2 wird sichtbar, daß die monetari-

¹⁴ Für die Anwendung des Modelles ABIMO vgl. Herzog und Kunze in diesem Bericht.

¹⁵ Für die Beschreibung des Modells und seiner Anwendungsmöglichkeiten vgl. Klauer in diesem Bericht.

sierbaren Grundwassereffekte mit in die ökonomische Bewertung einbezogen werden. Für die ökologischen Indikatoren sollen Bewertungsmaßstäbe angesetzt werden, die sich aus dem Leitbild eines nachhaltigen Grundwasserschutzes ableiten. Die Umweltqualitätsziele stellen die gegenwärtige gesellschaftliche Zielvorstellung hinsichtlich des „Scale“ dar. Für Grundwasser wird eine flächendeckend anthropogen möglichst unbelastete Grundwasserqualität mit langfristig ausgeglichenem Wasserhaushalt angestrebt (Claussen et al. 1996, S. 14ff.; SRU 1998, S. 12). Diese allgemeine Zielstellung muß für die Bewertung in räumlich und zeitlich konkrete Bewertungsmaßstäbe transformiert werden.

Im zweiten Teil der Bewertung müssen dann die Szenarien gegenseitig anhand aller ermittelten Kriterien verglichen werden. Dies geschieht im Rahmen der multikriteriellen Analyse. Die Tabelle 1 stellt graphisch die Multi-Kriterien-Matrix vor, die den Ausgangspunkt für die multikriterielle Analyse bildet. Die Methodik der multikriteriellen Analyse wird von Drechsler in diesem Bericht näher beschrieben.

Tab. 1: Multi-Kriterien-Matrix.

	Ökonomische Kriterien			Ökologische Kriterien	
	Wohlfahrtseffekte	Wertschöpfungseffekte	Arbeitsplatzeffekte	Quantitative GW-Effekte	Qualitative GW-Effekte
Szenarien	1				
	2				
	3				
	4				
	...				
	n				

4 Anwendung des Bewertungskonzeptes auf den Torgauer Raum

In diesem Kapitel soll die Anwendung der oben beschriebenen Bewertungsmethode auf die Problematik des Torgauer Raumes dargelegt werden. In einem ersten Schritt erfolgt eine Bestandsaufnahme zum Trinkwasserschutz im Torgauer Raum. In einem zweiten Schritt werden die Handlungsoptionen bestimmt und die Szenarien abgeleitet.

4.1 Situation des Trinkwasserschutzes im Torgauer Raum

Im Torgauer Raum befinden sich zur Zeit sieben Wasserfassungen. Eine überregionale Bedeutung kommt den beiden Wasserwerken der Fernwasserversorgung Elbaue-Ostharz GmbH zu. Dieses Unternehmen versorgt den mitteldeutschen Raum in den Ländern Sachsen und Sachsen-Anhalt mit Trinkwasser aus der Elbaue sowie aus dem Ostharz. Die zwei in der Torgauer Elbaue gelegenen Wasserwerke Torgau-Ost und Mockritz haben eine Kapazität von 120

bzw. 95,4 Tm³/d und stellen gegenwärtig ungefähr 40% des Gewinnungspotentiales des Versorgungsverbundes. Weitere Wasserwerke der Fernwasserversorgung Elbaue-Ostharz sind das Wasserwerk Kossa in der Dübener Heide mit einer Kapazität von 15,6 Tm³/d, die in der Elbaue von Sachsen-Anhalt gelegenen Wasserwerke Sachau und Pretzsch mit Kapazitäten von 35,6 bzw. 14,4 Tm³/d sowie das Wasserwerk Wienrode im Harz mit einer Leistung von 222 Tm³/d (FWV 1998). Durch Fernwasser kann die Versorgungssicherheit auch in den Regionen Mitteldeutschlands geleistet werden, in denen die vorhandenen regionalen Wasserförderkapazitäten nicht zur Deckung des Bedarfes ausreichen oder in denen eine regionale Förderung kostenaufwendiger wäre. So wurde im Regierungsbezirk Leipzig im Jahr 1995 der Bedarf nur zu ca. 60% durch regionale Kapazitäten gedeckt und ungefähr 450.000 Einwohner des Regierungsbezirkes werden mit Fernwasser versorgt. Die Stadt und der Landkreis Leipzig stellen dabei einen Hauptabnehmer von Fernwasser aus der Elbaue dar (SMU und LfUG 1998, S. 73ff.).

Die großmaßstäbliche Trinkwasserförderung im Torgauer Raum wird durch die mächtigen, gut grundwasserleitenden Sedimente der Elbtalwanne ermöglicht, die neben der Nutzung des regional gebildeten Grundwassers auch eine intensive Nutzung des Elbwassers in Form von Uferfiltrat zulassen (LfUG 1996, S. 50f. und S. 88f.).¹⁶ Die aufgrund der hydrogeologischen Strukturen potentiell mögliche Trinkwasserförderung wird gegenwärtig jedoch nicht ausgeschöpft. So existierte südlich vom Schutzgebiet Torgau-Ost das Trinkwasservorbehaltsgebiet Liebersee als geeignetes Gebiet für Uferfiltratgewinnung. Weiterhin werden auch die Kapazitäten der Torgauer Fernwasserwerke gegenwärtig nicht ausgelastet (SMU und LfUG 1998, S. 81).

Die Eignung des Grundwassersystems in der Elbaue für Wasserförderungen wurde schon zu Beginn dieses Jahrhunderts erkannt. Im Jahre 1928 fanden erste Untersuchungen der Wasservorkommen in der Dübener Heide und im Urstromtal der Elbe zur Sicherung der Trinkwasserversorgung im mitteldeutschen Raum statt. Die Fernwasserlieferung in den Hallenser Raum wurde im Jahr 1950 durch das Wasserwerk Kossa aufgenommen. Ab dem Jahr 1957 erhielt auch Leipzig Fernwasser aus diesem Werk. In den folgenden Jahrzehnten wurden sowohl die Kapazitäten in der Elbaue und das Verteilsystem ausgebaut als auch der Verbund mit den Wasserwerken der Rapbodetalsperre im Ostharz hergestellt. Das Wasserwerk Mockritz, im Jahr 1942 als Industrierwasserwerk für die Rüstungsindustrie errichtet, wurde 1968 für die Trink- und Fernwasserversorgung wieder in Betrieb genommen. Das Fernwasserwerk Torgau-Ost arbeitet seit dem Jahr 1985 (FWV 1998).

¹⁶ Eine genaue Beschreibung der geologischen Situation gibt Trettin in diesem Bericht.

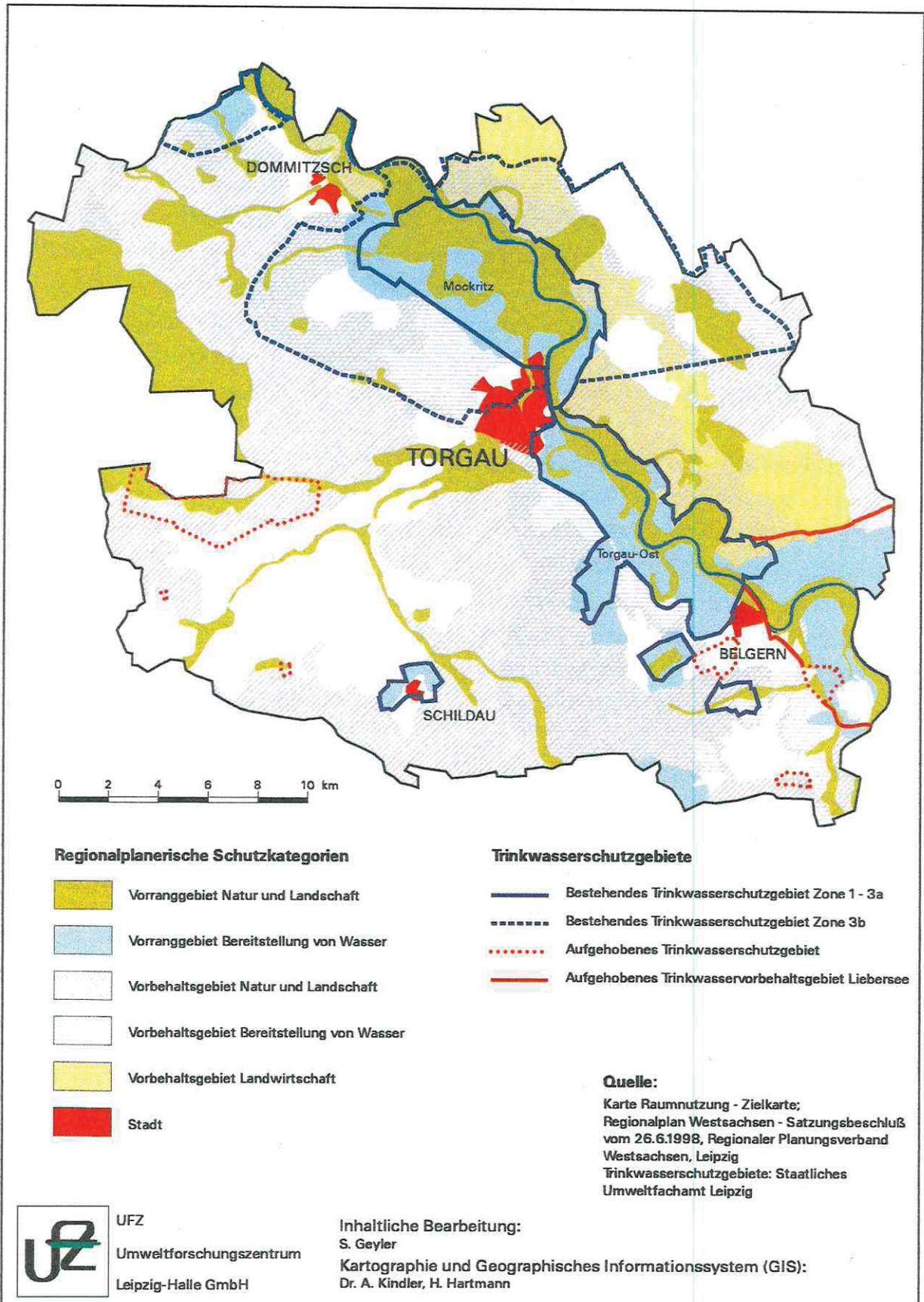


Abb. 3: Trinkwasserschutzgebiete und regionalplanerischer Grundwasserschutz im Torgauer Raum.

Die Bedeutung des Torgauer Raumes für die überregionale Trinkwasserversorgung widerspiegelt sich in dem überdurchschnittlichen Anteil an geschützten Flächen.¹⁷ Der Flächenschutz erfolgt einerseits über die Ausweisung von Trinkwasserschutzgebieten und andererseits über die raumplanerische Ausweisung von Vorrang- und Vorbehaltsgebieten für die Bereitstellung von Wasser. Diese beiden Schutzstrategien sind eng miteinander gekoppelt und überlagern sich räumlich weitgehend. Sie sind in der Abbildung 3 illustriert. Ursache für diese Überlagerung ist die weitgehende Ausrichtung beider Schutzansätze an der Trinkwassernutzung. So sind die Trinkwasserschutzzonen 1-3a gleichzeitig als Vorranggebiete für die Bereitstellung von Wasser ausgewiesen bzw. als Vorranggebiete für Natur und Landschaft.¹⁸ Die Trinkwasserschutzzone 3b des Wasserwerkes Mockritz und der weitere Einzugsbereich des Wasserwerkes Torgau-Ost, welcher über das Trinkwasserschutzgebiet reicht, sind als Vorbehaltsgebiete für die Bereitstellung von Wasser ausgewiesen. Dort ergeben sich aber auch Überlagerungen mit Vorbehaltsgebieten für andere Landnutzungen, z. B. Vorbehaltsgebieten für Landwirtschaft (vgl. Abb. 3).

Somit ist insbesondere die Elbaue durch die beiden Schutzstrategien doppelt erfaßt. Darüber hinaus werden Teile der Elbaue durch den Natur- und Landschaftsschutz zusätzlich geschützt.¹⁹ Eine Ausnahme bildet das ehemalige Trinkwasservorbehaltsgebiet Liebersee.²⁰ Obgleich dieser Schutzstatus aufgehoben wurde, ist das Gebiet weiterhin noch als raumplanerisches Vorranggebiet gegenüber dem Trinkwasserschutz entgegenstehenden strukturellen Entwicklungen geschützt.

Aus dem Trinkwasserschutz erwachsen ökonomische Konflikte. Die mit den Trinkwasserschutzzonen verbundenen wirtschaftlichen Auflagen und Nutzungsverbote und die damit verknüpften Einkommensverluste werden als Benachteiligung der Region empfunden (LA Torgau-Oschatz 1995). Darüber hinaus sind auch die regionalen Entwicklungsmöglichkeiten eingeschränkt (Regionaler Planungsverband Westsachsen 1998). Die Auflagen und Nutzungsverbote betreffen beispielsweise den Umgang mit wassergefährdenden Stoffen, die Einrichtung und Erweiterung von Industrie- und Gewerbegebieten, Neuversiegelung im relevanten Ausmaß, die landwirtschaftliche Bodennutzung sowie Infrastrukturbauten und militärische Nutzungen (DVGW 1995). Berechtigt für Ausgleichszahlungen infolge der Nutzungskonflikte ist jedoch nur die Land- und Forstwirtschaft (Sächsische Staatskanzlei 1994).²¹

Der Trinkwasserschutz für die Fernwasserversorgung verursacht zusätzlich einen überregionalen Verteilungskonflikt aufgrund der räumlichen Trennung von Kostenträgern und Nutznießern der Fernwasserversorgung. Während die Torgauer Region, in der das Fernwasser

¹⁷ Vgl. den einführenden Beitrag von Horsch und Ring in diesem Bericht.

¹⁸ In der Elbaue überlagern sich die Vorranggebiete für die Wasserbereitstellung und Natur und Landschaft, so daß sie nicht zu trennen sind. Laut Regionalplan (Regionaler Planungsverband Westsachsen 1998, Z 4.4.1.1) sind in den Vorranggebieten Natur und Landschaft in der Elbaue landesweit bedeutsame Vorhaben zur Trinkwassergewinnung zulässig.

¹⁹ Vgl. den einführenden Beitrag von Horsch und Ring in diesem Bericht.

²⁰ Der Schutzstatus Trinkwasservorbehaltsgebiet ist von der raumplanerischen Kategorie des Vorbehaltsgebietes Bereitstellung von Wasser zu unterscheiden. Der Schutzstatus Trinkwasservorbehaltsgebiet stellt die Schutzkategorie Wasserschutzgebiet für die künftige öffentliche Wasserversorgung entspr. §19 WHG dar.

²¹ Vgl. den Beitrag von Horsch in diesem Bericht.

gefördert wird, aufgrund der Landnutzungsrestriktionen einen Hauptteil der volkswirtschaftlichen Kosten trägt, genießen die Verbraucherregionen den Nutzen der Fernwasserversorgung. Dieser ergibt sich aus der Möglichkeit, Trinkwasser zu nutzen, ohne im entsprechenden Umfang Wasserversorgungskapazitäten und somit Trinkwasserschutzgebiete erhalten zu müssen.

Diese ökonomischen Konflikte äußern sich im Druck, die für die Wasserversorgung genutzte Fläche zu reduzieren (SMU und LfUG 1998, S. 22). In der Torgauer Region wurden seit 1990 sieben kleine Wasserfassungsanlagen von regionaler Bedeutung geschlossen. Daneben wurde bei dem fachplanerischen Vorbehaltsgebiet Liebersee der Schutzstatus aufgehoben. Zur Zeit wird die Verkleinerung des Schutzgebietes für das Fernwasserwerk Mockritz erwogen (LA Torgau-Oschatz 1995; LfUG 1997, S. 8). Derzeit erfassen die Schutzzonen 1-3b das gesamte unterirdische Einzugsgebiet des Wasserwerkes Mockritz. Zur Diskussion steht die Aufhebung der Schutzzone 3b entweder nur östlich der Elbe oder östlich und westlich der Elbe. Dann würde das verbleibende Schutzgebiet nur noch die Fläche, die derzeit von den Schutzzonen 1-3a erfaßt wird, beinhalten und der Schutz würde sich somit auf den Bereich der Elbaue beschränken (vgl. Abb. 3). Zur Begründung dieser Vorschläge wird angeführt, daß von den in dieser Option aufgegebenen Schutzzonen 3b west- und ostelbisch nur geringe Zu- und Abstromanteile bei einer Förderung mit genutzt werden, so daß das dadurch bestehende Gefährdungspotential nicht den Schutz des weiteren Einzugsgebietes rechtfertigt. Das geförderte Grundwasser hat zudem eine lange Verweilzeit im Untergrund, wodurch auch ein hohes Selbstreinigungspotential anzunehmen ist (LA Torgau-Oschatz 1997).²²

Mit der Reduzierung des Trinkwasserschutzgebietes verändert sich der Schutzgrad der Grundwasserressource. Innerhalb der Schutzzonen gelten die in den Wasserschutzgebietsverordnungen²³ festgelegten Bestimmungen auf Grundlage der entsprechenden Regelwerke (z. B. DVGW 1995). Die Schutzbestimmungen sind entsprechend der Trinkwasserschutzzonen differenziert. Außerhalb der Trinkwasserschutzzonen gelten die allgemeinen Wasserschutzbestimmungen entsprechend WHG. Der raumordnerische Schutzgrad als Vorbehaltsgebiet für die Bereitstellung von Wasser, mit dem die diskutierten Gebiete belegt sind, ist relativ schwach. Er enthält außer der Forderung, der entsprechenden Nutzung bei Abwägungsprozessen gegenüber anderen Nutzungen ein besonderes Gewicht beizumessen, keine konkreten Schutzanforderungen (Regionaler Planungsverband Westsachsen 1998; SRU 1998, S. 152). Bedingung für die Diskussion um die Wasserschutzzonierung ist die Einhaltung der gesetzlich fixierten Mindestforderungen auch durch die verkleinerten Schutzgebiete (LfUG 1998, S. 8). Für eine rationale Fundierung ist es jedoch notwendig, die Grundwassereffekte und die ökonomischen Effekte, die sich durch die Veränderungen der Schutzzonen ergeben, in die Bewertung zu integrieren. Erst dadurch kann entschieden werden, welche der möglichen Handlungsoptionen wünschenswert ist.

Als Ausgangspunkt für die Diskussion der Schutzzonenveränderung und ihrer ökonomischen Effekte muß die Nutzenstiftung der Fernwasserwerke des Torgauer Raumes betrachtet

²² Zur Problematik der Elbeunterquerung des Grundwassers vgl. auch den Beitrag von Trettin in diesem Bericht.

²³ Für das Trinkwasserschutzgebiet ist derzeit noch der Beschluß des Bezirkstages Leipzig Nr. 42/VIII/83 vom 02.06.1983 gültig.

werden. Diese kann durch den Wohlfahrtszuwachs repräsentiert werden, der durch die Fernwasserversorgung im Vergleich zur nächstbesten Alternative der Trinkwasserversorgung erwächst. Dabei hängt die Nutzenstiftung davon ab, unter welchen gesellschaftlichen Kosten das Trinkwasser durch die Wasserwerke in der Elbaue bereitgestellt werden kann.

Die Kosten lassen sich grob untergliedern in:

- die Extraktions-, Aufbereitungs- und Transportkosten,
- die Schutzkosten zur Sicherung und Überwachung des Grundwassereinzugsgebietes der Trinkwasserressource,
- Sanierungskosten z. B. von Altlasten,
- die Opportunitätskosten infolge der Auflagen und Nutzungsverbote konkurrierender Landnutzungen,
- die externen Kosten durch Veränderungen des Grundwassersystems infolge der Nutzung, z. B. aufgrund der Beeinflussung von Biotopen infolge etwaiger Grundwasserabsenkungen.

Diese Kostenkomponenten werden durch verschiedene Faktoren bestimmt. Von wesentlicher Bedeutung ist das natürliche Potential des Grundwassersystems, d. h. die hydrogeologischen Bedingungen, das nutzbare Dargebot, die natürliche Grundwasserqualität der Elbaue sowie das natürliche Schutz- und Selbstreinigungsvermögen. Weiterhin sind auch die technologischen Möglichkeiten der Wasserförderung und –aufbereitung von Bedeutung.

Darüber hinaus beeinflussen die historischen und die derzeitigen Landnutzungen die Kosten der Trinkwasserbereitstellung. Veränderungen der Grundwasserqualität haben häufig ihre Ursachen in vergangenen Landnutzungen (Lehn et al. 1996, S. 211). Die Erkundung und Sanierung von solchen Altlasten ist jedoch kostenintensiv. Im Torgauer Raum beispielsweise erwies sich allein die Erkundung und Bewertung zweier militärischer Altlasten im Einzugsbereich des Wasserwerkes Mockritz – WASAG und MUNA-Süptitz – als sehr aufwendig (DGFZ und PFP 1994; Luckner und Tiemer 1995). Die vergangenen Landnutzungen widerspiegeln sich in den Aufbereitungs- und Sanierungskosten. Der Schutzaufwand für die Trinkwasserressourcen, aber auch der Aufbereitungsaufwand hängen von den gegenwärtigen, grundwasserbeeinflussenden Landnutzungen ab. Zusätzlich reflektieren sich diese gegenwärtigen Landnutzungen in den Opportunitätskosten der Trinkwassernutzung.

Die Diskussion um die Verkleinerung des Trinkwasserschutzgebietes Mockritz zielt somit auf die Reduzierung der landnutzungsbezogenen Opportunitätskosten. Die durch eine Reduktion ermöglichten Einsparpotentiale müssen jedoch gegen die möglichen Auswirkungen auf das Grundwassersystem abgewogen werden. So muß diskutiert werden, welche anderen Kostenkomponenten der Trinkwasserbereitstellung, wie z. B. die Überwachungs- und Aufbereitungskosten, dadurch beeinträchtigt werden könnten und ob etwaige Veränderungen des Grundwassersystems aufgrund der überregionalen Nutzenstiftung als Trinkwasserressource und aus der Sicht eines nachhaltigen Grundwasserschutzes akzeptabel sind.

4.2 Szenarienableitung

Als Voraussetzung für die Bewertung müssen mit der Szenarienableitung die regional diskutierten Entscheidungsoptionen erfaßt und die relevanten Rahmenbedingungen festgelegt werden. Die Methodik der Szenarienableitung wurde bei Klauer et al. in diesem Bericht beschrieben. Wie dort ausführlich dargelegt wurde, sollen die entscheidungsrelevanten Probleme in den *Handlungsfeldern* und *Handlungsoptionen* abgebildet werden. Darüber hinaus müssen aber auch mit Hilfe von *Entwicklungsrahmen* die Annahmen zu den *Parametern* festgelegt werden, welche das Bewertungsergebnis beeinflussen, aber nicht von den regionalen Entscheidungsträgern beeinflußt werden können. Im folgenden sollen die Handlungsfelder und die Entwicklungsrahmen näher beschrieben werden, welche aus der Sicht des Trinkwasserschutzes von Bedeutung sind. Neben der Fragestellung nach einem sinnvollen Maß an Trinkwasserschutz interessiert im Rahmen des in diesem Bericht vorgestellten Verbundprojektes auch die Frage nach einer angemessenen Nutzung der Kiesressourcen im Torgauer Raum. Beide Fragestellungen sind eng miteinander verbunden. In diesem Kapitel wird schwerpunktmäßig auf die Behandlung der trinkwasserrelevanten Fragen eingegangen und die Verknüpfung mit der Fragestellung zum Kiesabbau nur kurz angerissen. Eine ausführliche Beschreibung der gemeinsamen Szenarien erfolgt bei Klauer et al. in diesem Bericht. Die genaue Beschreibung der Bewertung des Kiesabbaus ist bei Messner in diesem Bericht zu finden.

4.2.1 Ableitung der für den Trinkwasserschutz relevanten Handlungsoptionen

Als relevante regionale Handlungsfelder in Torgau wurden im Rahmen des Projektes der *Trinkwasserschutz* und der *Kiesabbau* identifiziert. Mit dem Handlungsfeld *Trinkwasserschutz* sollen Möglichkeiten zur Verringerung der regionalen ökonomischen Belastung diskutiert werden, welche sich aus einer Verkleinerung des Schutzgebietes für das Wasserwerk Mockritz ergibt. Folgende Handlungsoptionen werden gewählt:

- (a) die Beibehaltung des TWSG Mockritz in seinem derzeitigen Umfang,
- (b) die Reduzierung des TWSG Mockritz um die ostelbische Schutzzone 3b,
- (c) die Reduzierung des TWSG Mockritz um die ost- und westelbischen Schutzzonen 3b.

Diese Diskussion um eine flächenmäßige Verringerung betrifft nur das Trinkwasserschutzgebiet des Wasserwerkes Mockritz. Allerdings sind bei der Bewertung beide Wasserwerke der Fernwasserversorgung – Mockritz und Torgau Ost – einzubeziehen.

Die Wahl der Handlungsoptionen im Bereich Grund- und Trinkwasserschutz hat Auswirkungen auf die Entwicklung des regionalen Kiesabbaus. Es liegen Abbauanträge für Kieslagerstätten im ostelbischen Bereich der Schutzzone 3b vor. Im Rahmen der Bewertung wird davon ausgegangen, daß diese Vorhaben nur dann genehmigt werden würden, wenn zumindest die ostelbische Schutzzone 3b aufgelöst wird. Aufgrund dieser räumlichen Verknüpfung der Kiesabbauproblematik und des Grundwasserschutzes soll die Bewertung deren simultane Betrachtung ermöglichen. Dafür werden die drei Handlungsoptionen des Grund- und Trink-

wasserschutzes sowie die zwei Handlungsoptionen des Kiesabbaus²⁴ zu Handlungsalternativen kombiniert. Dabei ergeben sich sechs mögliche Handlungsalternativen, die unterschiedliche regionale Entwicklungsmöglichkeiten beschreiben.²⁵ Zum Beispiel betrachtet die Handlungsalternative „Auflösung der Trinkwasserschutzzone 3b“ und „Genehmigung weiterer Kiesabbaustätten“ die Möglichkeit, die in der ehemaligen Trinkwasserschutzzone liegenden Kieslagerstätten abzubauen. Dagegen könnten bei der Handlungsalternative „Beibehaltung des TWSG Mockritz“ und „Genehmigungen weiterer Kiesabbauvorhaben“ nur Kieslagerstätten außerhalb der Trinkwasserschutzzonen abgebaut werden.²⁶

4.2.2 Ableitung der für den Trinkwasserschutz relevanten Parameter

Die Handlungsalternativen repräsentieren die Entscheidungsmöglichkeiten der regionalen Entscheidungsträger. Diese können jedoch nur dann sinnvoll bewertet werden, wenn Annahmen zu entscheidungsrelevanten Rahmenbedingungen, die nicht auf regionaler Ebene beeinflusst werden können, getroffen werden. Diese Rahmenbedingungen werden Parameter genannt. Wesentliche Parameter sind das *Wirtschaftswachstum* in Sachsen und die externe *Nachfrage nach Fernwasser* aus dem Torgauer Raum. Im folgenden sollen diese Parameter ausführlicher betrachtet werden.

Das Wirtschaftswachstum

Dieser Parameter beschreibt das der Bewertung zugrunde gelegte sächsische und regionale Wirtschaftswachstum. Das Wirtschaftswachstum beeinflusst bewertungsrelevante Nachfrageeffekte sowie Kosten- bzw. Nutzenströme, wie

- Nachfrageeffekte nach Gewerbestandorten und Siedlungsflächen in Abhängigkeit vom Wirtschaftswachstum,
- Veränderung der Kosten der Landnutzungsrestriktionen für den Trinkwasserschutz in Abhängigkeit vom Wirtschaftswachstum,
- Wertschöpfungsveränderungen pro Flächeneinheit in Abhängigkeit vom Wirtschaftswachstum.

Weiterhin wird von der Annahme ausgegangen, daß nur bei einer steigenden Nachfrage nach Kies weitere Abbauvorhaben überhaupt in Betrieb gehen. Die Nachfrage nach Kies ist jedoch eng mit dem Wirtschaftswachstum in Sachsen gekoppelt, so daß als Voraussetzung für eine steigende Kiesnachfrage eine stärkere Wirtschaftsentwicklung notwendig ist.²⁷

Die Annahme für den Parameter Wirtschaftswachstum unterscheidet einen optimistischen und einen pessimistischen Fall. Der *pessimistische* Entwicklungsrahmen geht von einem geringen Wachstum des Bruttoinlandsproduktes für Sachsen von 2,5% aus und schreibt somit das geringe Wirtschaftswachstum in Sachsen der letzten beiden Jahre fort. Der *optimistische*

²⁴ Genehmigung neuer Kiesabbauvorhaben vs. keine Genehmigung neuer Kiesabbauvorhaben.

²⁵ Vgl. Tabelle 1 in dem Beitrag von Klauer et al. sowie den Beitrag von Messner in diesem Bericht.

²⁶ Vgl. Klauer et al. und Messner in diesem Bericht.

²⁷ Für nähere Ausführungen zu den Annahmen der Kiesnachfrage siehe Messner in diesem Bericht.

Entwicklungsrahmen geht dagegen von einem jährlichen Wachstum des Bruttoinlandsproduktes von 4,4% aus. Weiterhin wird unterstellt, daß sich das Wirtschaftswachstum in Sachsen nicht von dem in der Region Torgau unterscheidet.²⁸

Annahmen zum langfristigen Fernwasserbedarf

Der zweite Parameter soll die zugrunde gelegte Nachfrage nach dem Torgauer Fernwasser festlegen. Der langfristige Fernwasserbedarf ist eine entscheidende Größe für die Ermittlung der Nutzenstiftung der überregionalen Trinkwasserbereitstellung durch die Wasserwerke Mockritz und Torgau-Ost. Fernwasser wird benötigt, um die regionalen Wasserversorgungsverbände zu unterstützen, wenn deren Wasserförderkapazitäten nicht zur Deckung des Bedarfes ausreichen. Zur Zeit versorgt die Fernwasserversorgung sieben Aufgabenträger der öffentlichen Wasserversorgung (ÖWV) des Regionalbezirkes Leipzig mit Wasser. Weiterhin wird Wasser nach Sachsen-Anhalt geliefert. Insgesamt deckten die Fernwasserwerke im Jahr 1995 ungefähr 35% des Gesamtwasserbedarfes im Regionalbezirk. Der überwiegende Teil des Fernwassers wurde von der Stadt Leipzig und dem Leipziger Umland nachgefragt (SMU und LfUG 1998, S. 73ff.).

Der Fernwasserbedarf ergibt sich aus der Differenz des Trinkwasserbedarfes und den regionalen Versorgungskapazitäten. Der gesamte Trinkwasserbedarf wird durch folgende Faktoren beeinflusst: durch die Zahl der angeschlossenen Bevölkerung, durch den spezifischen Wasserverbrauch pro Einwohner, durch die Menge an Trinkwasser, welches vom Gewerbe, der Industrie und Landwirtschaft nachgefragt wird und durch die Leitungsverluste sowie dem Eigenbedarf der Wasserwerke. Diese Faktoren verändern sich über die Zeit. Es wird jedoch davon ausgegangen, daß sich der Bedarf an öffentlichem Wasser nicht direkt an das wirtschaftliche Wachstum von Sachsen koppeln läßt. Der Anteil von Wasser der ÖWV am Wasserverbrauch des Gewerbes und der Industrie ist relativ gering. Das verarbeitende Gewerbe deckt nur 6,7% seines Wasserbedarfes mit Wasser der öffentlichen Wasserversorgung, der Bergbau 1,2% und die Wärmekraftwerke nur 0,2%.²⁹ Der überwiegende Teil des Wasserbedarfes von Gewerbe und Industrie wird mittels Eigenförderung gedeckt. Zudem wird hauptsächlich Oberflächenwasser genutzt. Der Anteil von Grundwasser liegt beim verarbeitenden Gewerbe bei ungefähr 25%, beim Bergbau bei 60% und bei der öffentlichen Wasserversorgung bei 70%.

Seit den sechziger Jahren wird in der BRD eine Entkopplung von Wasserverbrauch und Industrieproduktion beobachtet. Seit den siebziger Jahren ist auch ein absoluter Rückgang des Wasserverbrauches zu verzeichnen. Jänicke et al. (1992, S. 78) ermittelten den intrasektoralen technologischen Fortschritt als die wesentlichste Ursache für den absoluten Rückgang des Wasserverbrauches in den siebziger und achtziger Jahren. Dieser Trend gilt auch für den Verbrauch von Grundwasser durch die Industrie (Lehn et al. 1996, S. 53).

²⁸ Vgl. den Beitrag von Klauer et al. in diesem Bericht.

²⁹ Angaben beziehen sich auf das Jahr 1995. Quelle: Statistisches Jahrbuch der Bundesrepublik Deutschland 1998, Tab. 26/2.

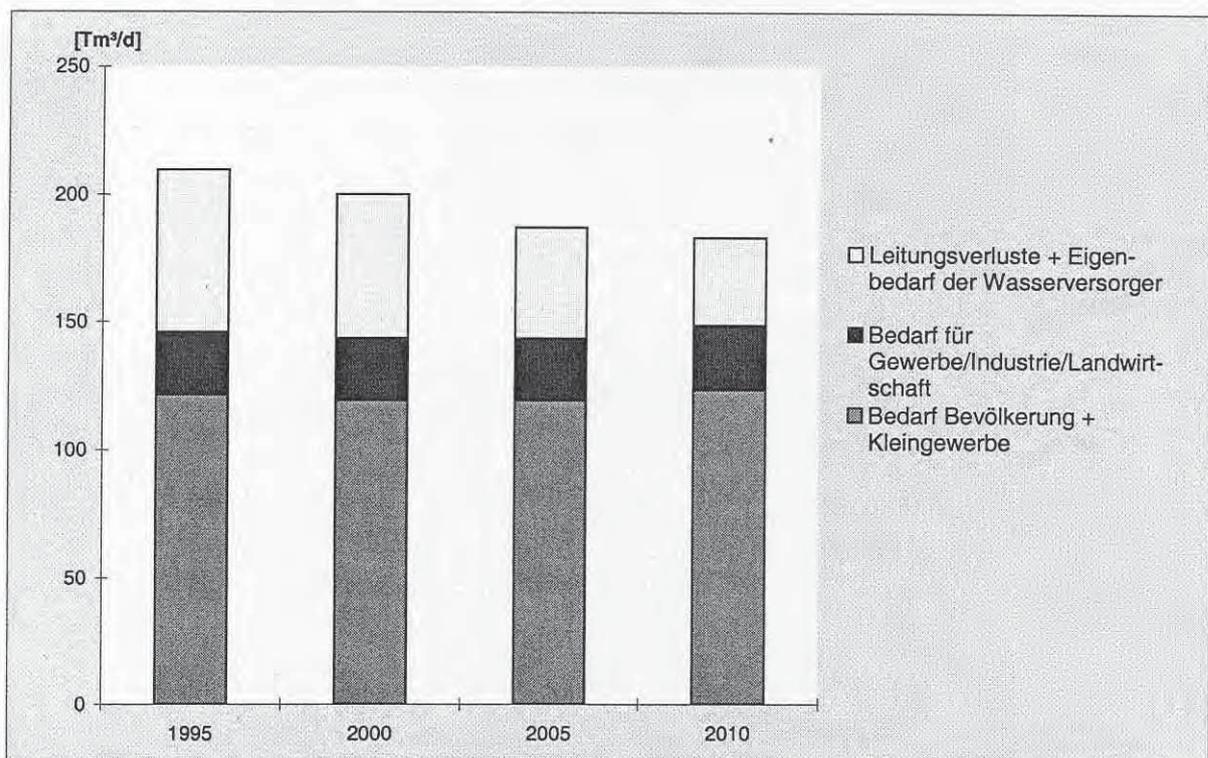
Während kein direkter Zusammenhang zwischen dem Wirtschaftswachstum und dem industriellen Wasserbedarf an Trinkwasser angenommen werden kann, so ist der spezifische Wasserverbrauch der Bevölkerung zumindest teilweise vom Lebensstandard und somit von der wirtschaftlichen Entwicklung abhängig. So zeigte sich in der BRD bis in die achtziger Jahre ein Anstieg des Wasserverbrauches zusammen mit dem Lebensstandard. Derzeit ist aber eine Entkopplung des spezifischen Wasserverbrauches vom Wirtschaftswachstum zu beobachten. Diese Situation der Stagnation bzw. des Rückganges wird auf wassersparende Armaturen, auf einen Wandel des Verbraucherverhaltens und auf gestiegene Wasser- und Abwasserpreise zurückgeführt (Lehn et al. 1996, S. 53ff.).

Der Ableitung des Fernwasserbedarfes wurde der Entwurf des Grundsatzplans der öffentlichen Wasserversorgung für den Freistaat Sachsen (GÖW) zugrunde gelegt (LfUG 1997).³⁰ Dieser Bedarfsprognose bis zum Jahr 2010 liegen Prognosen zur Bevölkerungsentwicklung, zur Entwicklung des spezifischen Bevölkerungsbedarfes und zum Bedarf der an die öffentliche Wasserversorgung angeschlossenen Gewerbe, Industriebetriebe und landwirtschaftlichen Wasserabnehmer zugrunde. Darüber hinaus werden die Leitungsverluste und der Eigenverbrauch der Wasserwerke mit berücksichtigt.

Die Bevölkerung des Regierungsbezirkes betrug im Jahre 1990 ungefähr 1,17 Mio. Einwohner. Bis zum Jahr 1995 nahm sie um 4,9% auf ca. 1,11 Mio. Einwohner ab. Im Rahmen des Grundsatzplanes wird ein fortlaufender Rückgang der Bevölkerung um 5% auf 1,06 Mio. Einwohner im Jahre 2010 angenommen. Die Entwicklung des Wasserbedarfes laut Bedarfsprognose ist in Abbildung 4 dargestellt. Der mittlere Wasserbedarf für das Jahr 1995 betrug ca. 210 Tm³/d. Dieser Gesamtbedarf errechnete sich aus den folgenden Komponenten. Der Bedarf für die Bevölkerung und Kleingewerbe belief sich auf 122 Tm³/d bzw. 58% des Gesamtbedarfes. Gewerbe/Industrie und Landwirtschaft verbrauchten 24,5 Tm³/d und somit ungefähr 12% des Gesamtbedarfes. Die Leitungsverluste zusammen mit dem Eigenbedarf der Wasserwerke beliefen sich auf 64 Tm³/d. Diese Menge entspricht 30% des Gesamtwasserbedarfes. Damit ergibt sich ein spezifischer Bevölkerungsbedarf von 110 l/E*d für das Jahr 1995. Diese Zahlen verdeutlichen einen dramatischen Wasserrückgang um 46% gegenüber 1990. Laut Bedarfsprognose soll der mittlere Wasserbedarf weiter abnehmen und im Jahr 2010 nur noch 183 Tm³/d betragen. Dies bedeutet eine Abnahme gegenüber 1995 um ca. 13%. Dieser Trend ergibt sich aber aufgrund von gegenläufigen Entwicklungen der einzelnen den Bedarf bestimmenden Faktoren. Der Bedarf für die Bevölkerung steigt trotz des Bevölkerungsrückganges um 3% auf 124 Tm³/d an. Dabei wurde ein langfristiger, leichter Anstieg des spezifischen Bevölkerungsbedarfes von 110 l/E*d für 1995 auf 118 l/E*d zugrunde gelegt, der den Bedarfsverlust durch den Bevölkerungsrückgang kompensiert. Der Bedarf an Wasser für Industrie/Gewerbe und Landwirtschaft beträgt 25 Tm³/d und steigt somit ebenfalls leicht an. Die Leitungsverluste inklusive des Eigenverbrauches sollen auf 34,5 Tm³/d verringert werden. Das bedeutet eine Verringerung dieser Verluste um 46% gegenüber 1995. Somit verteilt sich

³⁰ Diese Daten wurden im Rahmen des Nutzungsvertrages vom 11.12.1997 durch das LfUG zur Verfügung gestellt.

der Wasserbedarf im Jahr 2010 zu 67% auf den Bevölkerungs- und Kleingewerbebedarf, zu 14% auf den Bedarf für Gewerbe, Industrie und Landwirtschaft. Die restlichen 19% sind Leitungsverluste und Eigenverbrauch. Zusammenfassend läßt sich sagen, daß nach dieser Prognose die mittelfristige Abnahme des Trinkwasserbedarfes durch die Verringerung der Leitungsverluste erfolgt. Dagegen wird erwartet, daß der Bevölkerungsrückgang durch die Zunahme des spezifischen Trinkwasserverbrauches überkompensiert wird.



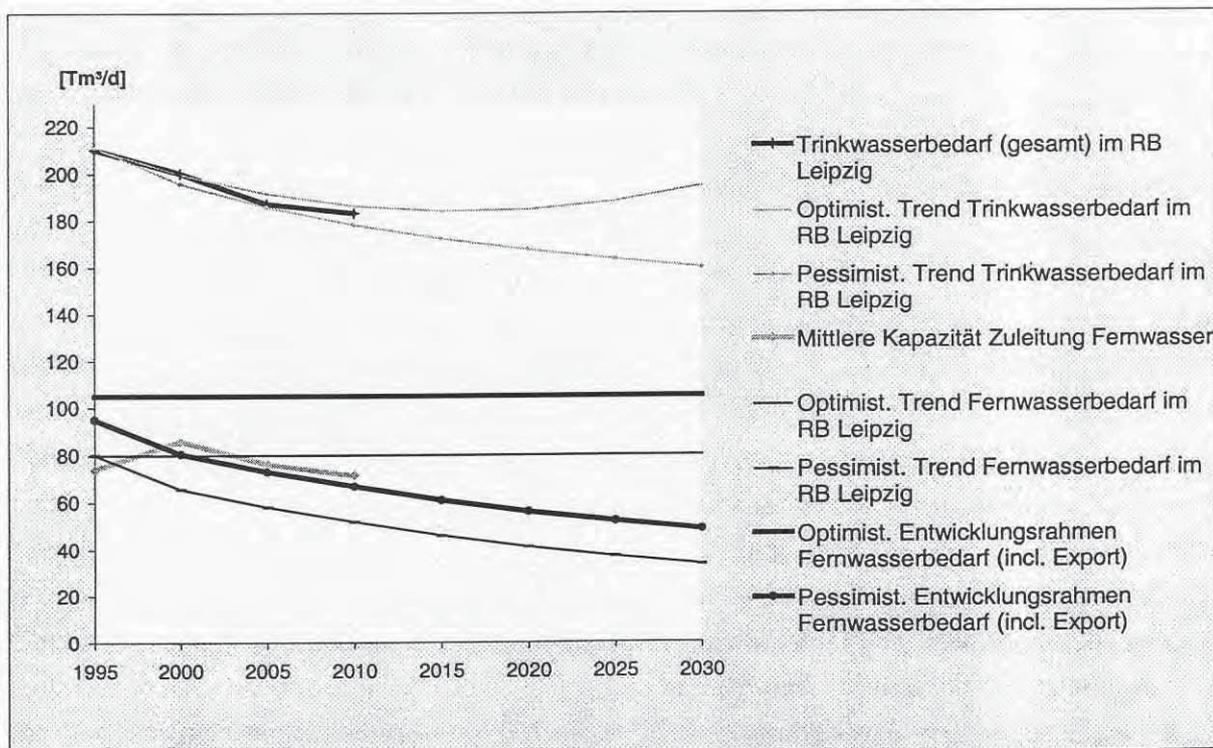
Quelle: LfUG (1997).

Abb. 4: Bedarfsprognose für Trinkwasser der öffentlichen Wasserversorgung im Regierungsbezirk Leipzig.

Die Annahmen für den Entwicklungsrahmen zur Fernwassernachfrage (vgl. Abb. 5) beziehen sich auf den Entwurf zum GÖW (LfUG 1997). Die für 1995 benötigte Fernwasserkapazität zur Bedarfsdeckung im Regierungsbezirk Leipzig wurde inklusive einer Sicherheitsreserve mit 74 Tm³/d angegeben. Die weitere Entwicklung ist einerseits durch eine Bedarfszunahme infolge der Ablösung von regionalen Wasserversorgungsanlagen durch Fernwasserlieferungen (z. B. im Landkreis Borna) gekennzeichnet und andererseits durch eine generell abnehmende Fernwassernachfrage im Regierungsbezirk infolge des rückgängigen Trinkwasserbedarfes. Dadurch wird für das Jahr 2010 eine benötigte Fernwasserkapazität von ungefähr 71 Tm³/d prognostiziert.

Für die Ermittlung des langfristigen Fernwasserbedarfes wurden die folgenden Annahmen getroffen (vgl. Abb. 5). Der Gesamtwasserbedarf für den Regierungsbezirk wurde mittels Trendrechnungen bis zum Jahr 2030 verlängert. Dabei wird in einem optimistischen Szenario

der prognostizierte Bedarf für 2010 überschritten und mittels einer polynomischen Trendlinie ein Wiederanstieg des Wasserverbrauches bis zum Jahr 2030 simuliert. Diese Funktion ergibt einen Wasserbedarf für 2030 von 195 Tm³/d. Dieser Bedarfsanstieg könnte beispielsweise durch eine steigende Bevölkerungszahl, durch einen Anstieg des spezifischen Bevölkerungsbedarfes oder des gewerblichen Bedarfes verursacht werden, so daß weitere Einsparungen bei den Leitungsverlusten mehr als ausgeglichen werden. In einem pessimistischen Szenario wird der prognostizierte Wasserbedarf im Jahr 2010 unterschritten und der Bedarf nimmt bis zum Jahr 2030 weiter auf 160 Tm³/d ab. Dies könnte durch eine Abnahme beim spezifischen Bevölkerungs- und Gewerbebedarf, durch stagnierende oder rückläufige Bevölkerungszahlen zusammen mit weiteren Einsparungen bei den Leitungsverlusten verursacht werden.



Quelle: LfUG (1997) und eigene Berechnungen.

Abb. 5: Prognose des Fernwasserbedarfes der Wasserwerke Mockritz und Torgau-Ost (Fernwasser Elbaue-Ostharz GmbH).

Als pessimistischer Trend des langfristigen Fernwasserbedarfes im Regierungsbezirk Leipzig wird zusätzlich zu dem langfristig rückgängigen Gesamtbedarf angenommen, daß vor allem die regionalen Versorgungskapazitäten genutzt werden. Dabei würde die Fernwassernachfrage auf unter 40 Tm³/d sinken. Als optimistischer Trend wird dagegen eine ausgeglichene Nachfrage von ca. 80 Tm³/d angenommen. Damit könnte beispielsweise ein langfristiger, mäßiger Wiederanstieg des Gesamtbedarfes befriedigt werden oder weitere regionale Wasserversorgungsanlagen könnten durch Fernwasserlieferungen ersetzt werden.

Weiterhin muß der Export der Fernwasserwerke nach Sachsen-Anhalt berücksichtigt werden. Laut SMU und LfUG (1998, S. 81) wurden im Jahr 1997 ca. 18 Tm³/d Fernwasser nach

Sachsen-Anhalt exportiert. Als optimistische Annahme wird daher ein Export von 25 Tm³/d und als pessimistische Annahme ein Export von 15 Tm³/d zugrunde gelegt. Dadurch ergibt sich als Entwicklungsrahmen ein langfristiger Fernwasserbedarf aus der Elbaue, der zwischen 105 Tm³/d und 50 Tm³/d liegt (vgl. Abb. 5). Der Beitrag des Fernwasserwerkes Kossa wird dabei vernachlässigt. Die hier getroffenen Annahmen zum Fernwasserbedarf sind als Diskussionsgrundlage für eine weitere Konkretisierung dieses Entwicklungsrahmens zu sehen. Insbesondere ist zu diskutieren, unter welchen Bedingungen ein langfristig steigender Fernwasserbedarf angenommen werden könnte.

5 Ausblick

Mit diesem Bericht wurde ein Bewertungsverfahren für die Bewertung von regionalen Trinkwasserschutzoptionen vorgestellt, welches die Optionen anhand ihrer Wohlfahrtseffekte, Wertschöpfungseffekte und Arbeitplatzeffekte und Grundwassereffekte bewerten soll. Dabei wurde argumentiert, daß eine multikriterielle Bewertung am besten geeignet ist, die für eine solche Entscheidung notwendigen Informationen aufzubereiten sowie auch die Zielstellung eines nachhaltigen Grundwasserschutzes in die Bewertung zu integrieren. Im Anschluß wurde die Szenarienableitung diskutiert. Es wurden die zu bewertenden Handlungsalternativen vorgestellt sowie Annahmen zu den die Entscheidung beeinflussenden Parametern getroffen.

In der folgenden Phase der Projektarbeit, in welcher die in diesem Beitrag vorgestellten Szenarien bewertet werden sollen, wird es zuerst notwendig sein, die Landnutzungsänderungen, die sich aus den Szenarien ergeben, zu konkretisieren. Dabei müssen Annahmen getroffen werden, wie sich die Landnutzungen räumlich und zeitlich in Abhängigkeit von den Szenarien entwickeln könnten. Diese betreffen die Landwirtschaft, die Versiegelung für gewerbliche, wohnungsbauliche und infrastrukturelle Zwecke und den Kiesabbau. Diese konkretisierten Landnutzungsänderungen bilden dann die Grundlage für die Modellierung und Bewertung der ökologischen und ökonomischen Effekte.

Mit der empirischen Anwendung des ökologisch-ökonomischen Bewertungsverfahrens sollen Impulse für eine Diskussion der regionalen Entscheidungsträger in bezug auf die weitere Entwicklung im Torgauer Raum gegeben werden. Hierbei ist eine Anwendung der Bewertungsergebnisse für verschiedene Ziele möglich. Sie erlauben eine Beurteilung der verschiedenen Trinkwasserschutzoptionen, welche in den Szenarien abgebildet wurden. Dabei können die Trinkwasserschutzszenarien zusammen mit den Kiesszenarien bewertet werden. Des weiteren wäre es denkbar, daß sich aufgrund der Bewertungsergebnisse weitere Szenarienalternativen ergeben, die dann als Ausgangspunkt für eine neue Bewertung dienen könnten. Zudem lassen sich die positiven und negativen Einflüsse einzelner Landnutzungen auf den Trinkwasserressourcenschutz darstellen. Dadurch könnten von der Bewertung auch Impulse für eine aktive Einflußnahme auf zukünftige regionale Entwicklungen ausgehen. Teile der wohlfahrtsökonomischen Bewertung bilden zudem eine wichtige Grundlage für die Diskussion zur Verbesserung von ökonomischen Anreizsystemen des Naturschutzes. Hierbei ist

insbesondere an die überregionale Nutzenstiftung der Torgauer Trinkwasserressourcen zu verweisen.

Literatur

- Abdalla, C.W. (1994): Groundwater values from avoidance cost studies: Implications for policy and future research. *American Journal of Agricultural Economics* 76, pp. 1062-1067
- Abdalla, C.W., Roach, B.A., Epp, D.J. (1992): Valuing environmental quality changes using averting expenditures: An application to groundwater contamination. *Land Economics* 68/2, pp. 163-169
- Claussen, U., Irmer, U., Markard, C., Mehlhorn, B., Mohaupt, V., Rechenberg, B., Schmitz, E., Wolter, R. (1996): Umweltqualitäts- und Umwelthandlungsziele im Gewässerschutz – Sachstandsbericht und Ausblick. UBA-Texte 63/96. Berlin
- Daly, H.E. (1992): Allocation, distribution, and scale: towards an economics that is efficient, just, and sustainable. *Ecological Economics* 6, pp. 185-193
- DGFZ (Dresdner Grundwasserforschungszentrum e.V.), PFP (Pell Frischmann Group) (1994): Studie zur Verbesserung der Umweltsituation im Oberen Elbtal. Los II: Grundwasserbeschaffenheit Elbaue Torgau. Abschlußbericht EG-PHARE Projekt Nr. 90/058/030/001. Auftraggeber: Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landesentwicklung. Dresden
- DVGW (1995): Richtlinien für Trinkwasserschutzgebiete. I. Teil: Schutzgebiete für Grundwasser – W 101. DVGW Regelwerk
- Endres, A., Holm-Müller, K. (1998): Die Bewertung von Umweltschäden. Theorie und Praxis sozioökonomischer Verfahren. W. Kohlhammer. Stuttgart
- Franko, U., Schenk, S., Debevc, D., Peterson, P., Schramm, G. (1997): Einfluß von Standort und Bewirtschaftung auf den N-Austrag aus Agrarökosystemen. UFZ-Bericht 10/97. Leipzig
- FWV (Fernwasserversorgung Elbaue-Ostharz GmbH) (1998): Geschäftsbericht 1997. Torgau
- Hampicke, U. (1992): Ökologische Ökonomie. 1. Auflage. Westdeutscher Verlag. Opladen
- Hanley, N., Spash, C.L. (1995): *Cost-Benefit Analysis and the Environment*. 1. edition. Edward Elgar. Aldershot
- Hauff, V. (Hrsg.) (1987): *Unsere gemeinsame Zukunft: Der Brundtland-Bericht der Weltkommission für Umwelt und Entwicklung*. Eggenkamp-Verlag. Greven
- Horsch, H., Geyler, S. (1998): Lösungsansätze zum Konflikt Grundwasserschutz und Wirtschaft in Richtung regionaler Nachhaltigkeit - dargestellt am Beispiel des Torgauer Raumes. In: Weigert, B., Drewes, J.E., Lühr, H.-P., Steinberg, C., Franke, P. (Hrsg.): *Wasserwirtschaft in urbanen Räumen*. Schriftenreihe Wasserforschung. Berlin, S. 151-170
- Horsch, H., Månsson, B. (1998): Konzept der ökologisch-ökonomischen Bewertung von erneuerbaren Ressourcen - dargestellt am Beispiel des Grundwasserschutzes im Torgauer Raum. In: Grabaum, R., Steinhardt, U. (Hrsg.): *Fortschritte in der Landschaftsbewertung*. UFZ-Bericht 6/98. Leipzig, S. 51-67
- Jänicke, M., Mönch, H., Binder, M. (1992): *Umweltentlastung durch industriellen Strukturwandel?: Eine explorative Studie über 32 Industrieländer (1970 bis 1990)*. 1. Auflage. Ed. Sigma. Berlin
- Junge, H., Stolpe, H. (1998): Langfristige Sicherung der Trinkwasserversorgung in urbanen Räumen – Grenzen und Widerstand bei der Entwicklung und Umsetzung von Wasserschutzkonzepten. In: Weigert, B., Drewes, J.E., Lühr, H.-P., Steinberg, C., Franke, P. (Hrsg.): *Wasserwirtschaft in urbanen Räumen*. Schriftenreihe Wasserforschung. Berlin, S. 101-112
- LA (Landratsamt Torgau-Oschatz (1995): *Konzeption zur Entwicklung des Landkreises Torgau-Oschatz*. Torgau
- LA (Landratsamt Torgau-Oschatz (1996): *Konzeption zur Entwicklung des Landkreises Torgau-Oschatz – 1. Abrechnung*. Torgau
- LA (Landratsamt Torgau-Oschatz (1997): *MOST Projekt „Rüstungsaltnast WASAG Elsnig“*. Abschlußbericht Grundwassermonitoring Frühjahr 1997. Torgau
- Langenscheidt (1994): *Langenscheidts Handwörterbuch Englisch-Deutsch*. 6. Auflage. Langenscheidt KG. Berlin. München
- Lehn, H., Steiner, M., Mohr, H. (1996): *Wasser – die elementare Ressource: Leitlinien einer nachhaltigen Nutzung*. 1. Auflage. Springer. Berlin. Heidelberg
- Leist, H.J., Magoulas, G., Thiem, H. (1993): Folgekosten der landwirtschaftlichen Bodennutzung für die Wasserversorgung. *Neue DELIWA-Zeitschrift* 5/93, S. 204-213
- LfUG (Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie) (Hrsg.) (1996): *Grundwasserdarstellungsprognose für den Regierungsbezirk Leipzig 1996: Prognosezeitschritte 1994 und 2010*. Abschlußbericht. Bietergemeinschaft HGN Hydrogeologie NL Torgau, G.E.O.S. Ingenieurgesellschaft mbH Freiberg, IBGW Ingenieurbüro für Grundwasser GmbH Leipzig. Radebeul

- LfUG (Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie) (Hrsg.) (1997): Grundsatzplan öffentliche Wasserversorgung Freistaat Sachsen. Entwurf. Radebeul
- LfUG (Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie) (Hrsg.) (1998): Empfehlungen für Trinkwasserschutzgebietsgutachten für Grundwasser. Empfehlungen zur Wasserwirtschaft. Radebeul
- Lühr, H.-P., Bütow, E., Homann, H. (1992): Der Einfluß der Gewässerverschmutzung auf die Kosten der Trink- und Brauchwasserversorgung. Zeitschrift für Angewandte Umweltforschung 5/92 Sonderheft 3, S. 73-84
- Luckner, L., Tiemer, K. (1995): Rüstungsaltslasten und Grundwasserbeschaffenheit in der Elbaue bei Torgau. WWt 1/95, S. 26-34
- Meyer, R., Jörissen, J., Socher, M. (1995): Technikfolgenabschätzung „Grundwasserschutz und Wasserversorgung“ - Band 1. 1. Auflage. Erich Schmidt. Berlin
- Pearce, D. (1993): Blueprint 3: Measuring sustainable development. 1. edition. Earthscan. London
- Pearce, D.W., Turner, R.K. (1990): Economics of natural resources and the environment. 1. edition. Harvester Wheatsheaf. London
- Porter, R.C. (1980): The New Approach to Wilderness Preservation through Benefit-Cost Analysis. Journal of Environmental Economics and Management 9, pp. 59-80
- Raucher, R.L. (1986): The benefits and costs of policies related to groundwater contamination. Land Economics 62/1, pp. 33-45
- Regionaler Planungsverband Westsachsen (1998): Regionalplan Westsachsen - Satzungsbeschluß vom 26.6.98. Leipzig
- Sächsische Staatskanzlei (1994): Verordnung des Sächsischen Staatsministeriums für Umwelt und Landesentwicklung über Schutzbestimmungen und Ausgleichsleistungen für erhöhte Aufwendungen der Land- und Forstwirtschaft in Wasserschutzgebieten vom 30. Juni 1994. In: Sächsisches Gesetz- und Verordnungsblatt. Nr. 39 vom 14. Juli 1994, S. 1178-1199
- Samuelson, P.A., Nordhaus, W.D. (1987): Grundlagen der Makro- und Mikroökonomie. Bd. 2. 8. Auflage. Bund-Verlag. Köln
- Schönbäck, W., Kosz, M., Madreiter, T. (1997): Nationalpark Donauauen: Kosten-Nutzen-Analyse. 1. Auflage. Springer. Wien
- SMU (Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft), LfUG (Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie) (1998): Grundsatzplan öffentliche Wasserversorgung Freistaat Sachsen. Radebeul
- SRU (Der Rat von Sachverständigen für Umweltfragen) (1998): Flächendeckend wirksamer Grundwasserschutz. Sondergutachten. 1. Auflage. Metzler-Poeschel. Stuttgart
- Sun, H., Bergstrom, J.C., Dorfmann, J.H. (1992): Estimating the benefits of groundwater contamination control. Southern Journal of Agricultural Economics 24/2, pp. 63-71

Naturressourcenschutz und wirtschaftliche Entwicklung

**Nachhaltige Wasserbewirtschaftung und Landnutzung
im Elbeeinzugsgebiet**

Helga Horsch und Irene Ring (Hrsg.)

GIS und Kartographie: Annegret Kindler

UFZ-Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle GmbH