

## **1.4 Konzept der ökologisch-ökonomischen Bewertung von erneuerbaren Ressourcen - dargestellt am Beispiel des Grundwasserschutzes im Torgauer Raum**

*Helga Horsch und Bengt Mansson*

### **1.4.1 Einleitung**

Der Grundwasserschutz ist ein wesentlicher Bestandteil einer nachhaltigen Entwicklungsstrategie. Während das mengenmäßige Wasserdargebot in der Bundesrepublik Deutschland als ausreichend eingeschätzt wird, hat sich die Qualität vor allem des oberflächennahen Grundwassers inzwischen besorgniserregend verschlechtert. Als punktuelle Gefährdungsquellen erweisen sich Altlasten, Industrieanlagen und undichte Kanalisationen. Diffuse Einträge werden vor allem durch den Straßenverkehr und die intensive Landbewirtschaftung verursacht. Allerdings sind die Neubildung des Grundwassers, seine ökologische Belastbarkeit und Nutzungsintensität regional sehr unterschiedlich. Insofern ist ein regionaler Ansatz zur Begründung von Grundwassernutzung und -schutz berechtigt. Aus ökonomischer Sicht geht es um die optimale Nutzung bzw. den optimalen Ressourcenschutz. Der „laissez faire“ Markt kann diesen Anspruch für öffentliche Güter, worunter auch die Ressource Grundwasser zählt, und die dafür erforderliche Langzeitbetrachtung nicht erfüllen. Es sind staatliche Entscheidungen vorzubereiten, um den Ausschluß grundwasserbelastender und die Förderung grundwasserverträglicher Nutzungen zu unterstützen. Als eine Entscheidungsgrundlage ist die Bewertung von Handlungsoptionen ex ante und/oder ex post erforderlich. Die zu Grunde zu legenden Zielkriterien bestimmen jedoch wesentlich den Bewertungsansatz. Wird vom Paradigma einer nachhaltigen Entwicklung ausgegangen, ist vor allem zu beantworten, wie der Erhalt des Naturkapitals in die Bewertung zu integrieren ist. Ausgehend von aktuellen Problemen des Grundwasserschutzes im Torgauer Raum wird die Frage nach ihrer Bewertung vor allem aus ökologischer und ökonomischer Sicht gestellt. Es werden die state-of-the-art-Verfahren zur Bewertung wasserwirtschaftlicher Maßnahmen sowie ihre Defizite aus der Sicht des Nachhaltigkeitskonzeptes aufgezeigt und ein diesem Konzept entsprechender Ansatz zur Bewertung des Grundwasserschutzes vorgestellt.

### **1.4.2 Problemsituation im Torgauer Raum**

Die Erarbeitung eines die Ökologie und Ökonomie integrierenden Bewertungsverfahrens ist ein Schwerpunkt des 1997 begonnenen FuE-Projektes des Umweltforschungszentrums zum Thema „Nachhaltige Wasserbewirtschaftung und Landnutzung in Flußlandschaften“. Die

beispielhafte Anwendung erfolgt für den Torgauer Raum. Das Untersuchungsgebiet entspricht mit seinen ca. 700 km<sup>2</sup> weitestgehend dem Altkreis Torgau und gehört zum Regierungsbezirk Westsachsen. Im Norden grenzt der Altkreis an das Bundesland Sachsen-Anhalt und im Osten an Brandenburg an. Naturräumlich umfaßt er die Torgauer Elbtalwanne, die Dübener/Dahlener Heide sowie die Annaberger Heide. Der Altkreis Torgau ist vor allem ein ländlich geprägter Raum und durch einen Interessenkonflikt zwischen Gewässerschutz und Wirtschaft geprägt.

Der Gewässerschutz dient vor allem der Sicherstellung der Trinkwasserversorgung (LA TORGAU-OSCHATZ, 1995). Im Torgauer Raum befinden sich zwei Wasserwerke, die zum Verbund der Fernwasserversorgung Elbaue - Osthartz GmbH gehören. Die Kapazität dieses Verbundes beträgt gegenwärtig über 600.000 m<sup>3</sup> Trinkwasser pro Tag, womit etwa 3,5 Millionen Menschen in Mitteldeutschland versorgt werden können. Allein die potentielle Tagesleistung der Torgauer Wasserwerke (Torgau-Ost und Mockritz) beträgt über 40% des Gewinnungspotentials des Verbundes. Die Trinkwassergewinnung im Torgauer Raum basiert auf Grundwasser und Uferfiltrat mit einem ungefähren Anteil von jeweils 50%. Die sich nördlich von Torgau befindenden Wasserfassungen sind allerdings durch militärische Altlasten auf dem ehemaligen WASAG - Gelände gefährdet. Zur Zeit erfolgt nach dem Sächsischen Altlastenprogramm die Gefährdungsabschätzung sowie die Begründung von Sanierungszielen und -maßnahmen. Des weiteren ist der Torgauer Raum durch Vorranggebiete für den Abbau oberflächennaher Rohstoffe (Kies) charakterisiert (LA TORGAU-OSCHATZ, 1995), die entsprechend dem Entwurf des Regionalplanes Westsachsen zugleich als Vorbehaltsgebiete für die Trinkwasserversorgung ausgewiesen sind.

Etwa 33% des Untersuchungsraumes sind Trinkwasserschutzgebiete. Damit sind kostenerhöhende Auflagen und Einkommensverluste infolge Nutzungsbeschränkungen verbunden, die als hemmend für die ökonomische Entwicklung empfunden werden. Daraus resultierende Überlegungen sind z.B. Entschädigungen für auflagenbedingte Kostenerhöhungen oder Veränderungen der Trinkwasserschutzzonen. Insbesondere die Festsetzung der Wasserschutzzonen entsprechend dem Sächsischen Wassergesetz vom 23.02.1993 unterstützt die Diskussion zur Reduzierung der Wasserschutzgebiete. Hintergründe einer solchen Diskussion sind vor allem die rückläufige Entwicklung des Trinkwasserverbrauchs und die im Wasserschutzgebiet liegenden Flächen mit Altlasten, welche z.B. durch TNT-belastete Böden das Grundwasser gefährden. Eine solche auf die

Schutzzonenausweisung ausgerichtete Diskussion wird allerdings dominiert durch die ausschließliche Betrachtung des Grundwassers als Ressource für die Trinkwasserversorgung und der daraus resultierenden Sicherstellung durch einen räumlich differenzierten Grundwasserschutz. Diese Diskussion ist einmal um Möglichkeiten einer nachhaltigen Wirtschaftsweise der Verursacherbereiche von Grundwasserbelastungen (gewässerverträgliche Landnutzungen) zu erweitern. In der verursacherbezogenen Reduzierung der Gefährdungspotentiale wird ein wesentlicher Baustein einer nachhaltigen Wasserbewirtschaftung gesehen (MEYER, 1996, S. 78, s.a. Meyer et al. 1995), wofür bisher nur Ansätze existieren. Zum anderen ist zu berücksichtigen, daß der Grundwasserschutz nicht nur aus der Sicht der Sicherstellung der Trinkwasserversorgung sondern auch bezüglich seiner Funktionen im Wasserhaushalt und im Ökosystem zu beurteilen ist.

Das bedeutet, daß die für den Torgauer Raum zu betrachtenden Optionen des Grundwasserschutzes, die mit der aktuellen Problemlage korrespondieren, für das gesamte Spektrum möglicher Funktionen des Grundwassers zu bewerten sind. Entsprechend der aktuellen Problemlage sind folgende Optionen zu beurteilen:

- Anpassung der Wasserschutzgebietsausweisung an den bestehenden oder künftigen Bedarf der öffentlichen Wasserversorgung.
- Ausgliederung von Flächen mit Altlasten aus dem Wasserschutzgebiet und/oder Sanierung.
- Landnutzungsänderungen in Richtung grundwasserverträglicher Wirtschaftsweisen wie z.B. durch Agroforstwirtschaft.

Unter Berücksichtigung der Gesamtheit möglicher Funktionen des Grundwassers sind vor allem folgende, bewertungsrelevante Fragen zu beantworten:

- Wie ist der Grundwasserschutz aus kurz- und langfristiger Sicht zu bewerten? Was ist unter einer nachhaltigen Grundwassernutzung zu verstehen? Wie ist sie auf Grund eines „Marktversagens“ zu bestimmen? Ist der Grundwasserschutz räumlich differenziert oder flächendeckend zu sichern?
- Was gehört zu den internen und externen Nutzen und Kosten des Gewässerschutzes? Wie sind sie bestimmbar? In welcher Größenordnung existieren sie und inwieweit können die externen Effekte internalisiert werden? Inwieweit sind Langzeitkalküle in die Bewertung

zu integrieren? Ist ein ökonomisch effizienter Grundwasserschutz in den ökologisch-ökonomisch determinierten Grenzen bestimmbar?

- Sind Entwicklungen zu erwarten, die zur Reduzierung der trade-off zwischen Gewässerschutz und Wirtschaft führen? Wodurch werden diese Entwicklungen bestimmt und wie sind sie zu bewerten?
- Werden die Kosten des Grundwasserschutzes verursachergerecht getragen?

Im folgenden wird aufgezeigt, welche Bewertungsverfahren existieren bzw. in welcher Richtung sie weiterentwickelt werden müssen, um schließlich eine Antwort für Strategien und Maßnahmen eines nachhaltigen Grundwasserschutzes geben zu können.

### 1.4.3 State-of-the-art-Verfahren

Die state-of-the-art-Verfahren für 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.

Erste Nutzen-Kosten-Analysen zu wasserbezogenen Projekten sind auf das Jahr 1808 zurückzuführen. Sie wurden vor allem als Instrument zur Bewertung staatlicher Infrastrukturprojekte herangezogen. Meilensteine der Entwicklung von NKA's in den U.S.A. gehen aus der Tabelle 1.4-1 hervor (GRAMLICH, 1991, HANLEY et al., 1995).

Tab. 1.4-1: Entwicklung der NKA wasserbezogener Projekte in den U.S.A.

Jahr	Beispielhafte Arbeiten bzw. Dokumente zur Nutzen-Kosten-Analyse (NKA)	Schwerpunkt der NKA
1808	A Gallatin Report on Transportation and Water.	Wasserquantität
1960	Resources for the Future: Water Resources Programme.	Wasserqualität
1966	CLAWSON, M. & J.L. KNETSCH: Economics of Outdoor Recreation.	Multifunktionalität der Wasser-ressource aus der Sicht von „use-value“
1967	KRUTILLA, J.: Conservation Reconsidered.	Multifunktionalität der Wasser-ressource aus der Sicht von „use-and non-use values“
1980	Presidential Executive Order 12291.	Anwendung der NKA bei neuen Gesetzen

Bis zum Jahre 1960 dominierten Bewertungsfragen, die auf die Wasserquantität fokussiert waren (Staudammbauten). Seit 1960 ist eine Schwerpunktverlagerung in Richtung Wasserqualität zu beobachten. Eine Rolle spielte vor allem die ökonomische Effektivität der Bereitstellung von Wasser in entsprechender Qualität. CLAWSON und KNETSCH machten sich vor allem verdient durch einen Bewertungsansatz, der die Multifunktionalität der Wasserressource berücksichtigt. Diese reduzierte sich jedoch auf „use-values“. Bereits 1967 wurden Arbeiten mit einem multifunktionalen Bewertungsansatz publiziert, dem „use-values“ und „non-use-values“ zu Grunde lagen. Die theoretischen und methodischen Ansätze fußen im wesentlichen auf den Arbeiten von KRUTILLA (1967) und KRUTILLA & FISHER (1975). KRUTILLA und FISHER entwickelten einen Bewertungsansatz, der die individuelle Nutzensstiftung nicht nur auf den Erlebniswert (use-value) reduziert. Sie begründeten altruistisches Verhalten, was den Existenz- und Vermächtniswert (non-use-value) erklärt, sowie ein Verhalten, das auf Risikoabwehr und Aufschub möglicher irreversibler Entscheidungen gerichtet ist und im sogenannten Optionswert zum Ausdruck kommt (HAMPICKE, 1992, HÜBLER et al., 1992).

In diesem Zusammenhang wurden Methoden entwickelt, die bereits eine Bewertung aus einer längerfristigen Sicht einschließen. Die Langzeitbetrachtung ist vor allem dem dynamischen Charakter des ökonomischen Wertes geschuldet, der anthropogen aber auch naturbedingt ist. Dies beruht einmal auf dem sich verändernden Leistungspotential der erneuerbaren Ressourcen. Zum anderen verändern sich die individuellen Nutzensstiftungen z.B. infolge zunehmender Knappheiten spezifischer Funktionen bzw. Leistungen der Naturressourcen oder infolge sich verändernder Präferenzen. Des weiteren ist in Betracht zu ziehen, daß in der Regel der Nutzen und die Kosten des Gewässerschutzes zeitlich unterschiedlich anfallen. Die oben genannten Argumente unterstreichen, daß die NKA auf einen längeren Zeitraum auszurichten ist, was mit der Gleichung (1) ausgedrückt werden soll.

$$\sum_{t=0}^T [N(t) - K(t)]D(t) > 0 \quad (\text{Gl. 1})$$

N - Nutzen der Maßnahme

K - Opportunitätskosten der Maßnahme

T - Zeithorizont

D - Diskontierungsfaktor

Die Berücksichtigung der Zeitpräferenz erfolgt über den Diskontierungsfaktor  $D$ . Im allgemeinen wird davon ausgegangen, daß  $D(t) = (1+r)^{-t}$ , wobei die Diskontierungsrate  $r > 0$  ist. Mit diesem Ansatz wird bekanntlich die Gegenwart höher als die Zukunft bewertet. Über die Höhe der Diskontierungsrate  $r$  gibt es allerdings unterschiedliche Auffassungen (PRICE, 1993). Dies ist nicht unwichtig, da die Wahl der Diskontierungsrate einen erheblichen Einfluß auf das Resultat der Nutzen-Kosten-Analyse hat. Die traditionelle, von idealisierten Bedingungen ausgehende ökonomische Theorie besagt, daß die Diskontierungsrate gleich oder größer als die Rate des Wirtschaftswachstums sein sollte. In der praktischen Anwendung ist eine solche Herangehensweise problematisch, da zum Beispiel die ökonomische Wachstumsrate über die Zeit nicht konstant ist. Des weiteren kann ein solcher Ansatz einschließen, daß die Diskontierungsrate höher als die natürliche Regenerationsrate der erneuerbaren Ressourcen ist. In diesem Falle führt das ökonomisch optimale Handeln jedoch zu einer so früh wie möglichen Ressourcenerstörung (CLARK, 1976). Das ist aus der Sicht einer lebenssichernden Ressource wie dem Wasser absurd und mit Nachhaltigkeit nicht kompatibel. Obwohl eine Reihe entscheidender Fragen ungelöst sind, wird das oben genannte Diskontierungsverfahren den methodischen Empfehlungen von Nutzen-Kosten-Analysen zu Grunde gelegt.

Der sich in der internationalen Diskussion widerspiegelnde Stand zur *Bewertung wasserwirtschaftlicher Maßnahmen* findet u.a. seinen Niederschlag in den „Grundzügen der Nutzen-Kosten-Untersuchungen“ (LAWA, 1981), die von der deutschen Länderarbeitsgemeinschaft Wasser ausgearbeitet wurden. Während eine Reihe methodischer Grundlagen der NKA für Oberflächengewässer entwickelt wurden, trifft dies nicht gleichermaßen für Grundwasser zu. Des weiteren ist nicht ausreichend gelöst, wie Irreversibilitäten und Langzeiteffekte sowie Unsicherheit und Risiko in die Bewertung zu integrieren sind. Zwar sind Fortschritte in den Bewertungstechnologien zu verzeichnen, so daß als ursprünglich intangibel geltende „non-use“-Werte inzwischen quantifiziert werden können. Aber es sind nach wie vor und möglicherweise überhaupt Grenzen der Quantifizierung gegeben. Das trifft insbesondere für die oben genannten Probleme zu. Aus der Sicht des „Nachhaltigkeits-Konzepts“ werden bereits bestehende Fragen erneut aufgeworfen, aber es sind auch neue, noch nicht gelöste Probleme hinzugekommen. Das betrifft insbesondere die Frage, wie ist das Nachhaltigkeitsparadigma: „Erhaltung des Naturkapitals“

unter Berücksichtigung von Quantifizierungsproblemen, Unsicherheit und Risiko verifizierbar in das Konzept der Bewertung des Grundwasserschutzes einzubeziehen.

#### 1.4.4 Forschungsdefizite und Lösungsansätze

Im Kontext bestehender Forschungsdefizite in der Bewertung des Grundwasserschutzes sind entsprechende Lösungsansätze in den folgenden Richtungen anzustreben:

*Ökologisch-ökonomische Indikatoren und Bewertungsmaßstäbe nachhaltiger Nutzung von Grundwasserressourcen in Abhängigkeit von naturräumlichen Situationen.* Die meisten Bewertungsverfahren gehen von einer Quantifizierung von Umwelteffekten in monetärem Ausdruck aus. So gilt die Forderung nach einem konstanten Bestand an Naturkapital bereits als erfüllt, wenn nachgewiesen wird, daß

$$\sum_{i=1}^m K_{GW}^i \leq \sum_{j=1}^n N_{GW}^j \quad (G1.2)$$

- $K_{GW}^i$  - Nettoschadenskosten infolge grundwasserbelastender Projekte  $i = 1$  bis  $m$   
 $N_{GW}^j$  - Nettonutzen der Kompensationsprojekte  $j = 1$  bis  $n$

Folgende der NK-Relation zu Grunde liegende Bedingungen sind jedoch aus der Sicht des o.g. Nachhaltigkeitsparadigma als problematisch anzusehen (HANLEY et al., 1995, S. 166):

- Die angenommene Substituierbarkeit zwischen verschiedenen Kompartimenten des Naturkapitals;
- Die Möglichkeit einer ausreichenden Monetarisierung von Umweltschäden und Umweltnutzen;
- Die mögliche Gleichsetzung z.B. einer physisch geringen Umweltverbesserung in der Gegenwart mit einem großen Umweltverlust in der Zukunft unter den Bedingungen diskontierter Nutzen- und Kostengrößen;
- Die Unsicherheit einer künftigen Finanzierung von Kompensationsprojekten.

Eine Alternative ist ein Bewertungssystem, das eine ökologische und ökonomische Bewertung einschließt. Das System müßte von der Bestimmung ökologisch-ökonomischer Indikatoren nachhaltiger Grundwassernutzung sowie von Maßstäben, die Sollgrößen zur Qualität und

Quantität der Grundwasserressource darstellen, ausgehen. Zu klären ist jedoch, was heißt „nachhaltige Ressourcennutzung“? Ist das „strong“ oder „weak sustainability“-Konzept<sup>1</sup> zu verfolgen und ist „Reversibilität“ der Grundwasserressource bereits ein hinreichendes Kriterium für das „strong sustainability“-Konzept?

Aus der generellen Zielsetzung einer nachhaltigen Entwicklung wurden in der deutschen Diskussion verschiedene ökologische Grundregeln abgeleitet (vgl. ENQUETE KOMMISSION, 1994). Sie fußen auf Managementregeln einer nachhaltigen Nutzung von Naturressourcen nach DALY (1990, S. 2f.) und PEARCE et al. (1990, S. 43):

1. Die Abbaurate erneuerbarer Ressourcen soll ihre Regenerationsrate nicht überschreiten.
2. Nicht erneuerbare Ressourcen sollen nur in dem Umfang genutzt werden, wie ein physisch und funktionell gleichwertiger Ersatz in Form erneuerbarer Ressourcen oder höherer Produktivität der erneuerbaren Ressourcen sowie der nicht erneuerbaren Ressourcen geschaffen wird.
3. Stoffeinträge in die Umwelt sollen sich an der Belastbarkeit der Umweltmedien orientieren, wobei alle Funktionen zu berücksichtigen sind, nicht zuletzt auch die empfindliche, ökologische Regelungsfunktion.

Diese Managementregeln sind jedoch noch ressourcenspezifisch und naturraumbezogen zu untersetzen. Betreffs der operationalisierbaren Umsetzung einer nachhaltigen Wasserwirtschaft wurde im Ergebnis eines internationalen Symposiums im Oktober 1996 in Bonn in einem Memorandum konstatiert:

- „Es gibt insgesamt noch keinen allgemeinen Konsens über ein praktisches Konzept zur Begründung von Zielen und Maßstäben nachhaltiger Entwicklungen in der Wasserwirtschaft“ (BMU, 1996, S. 385).

---

<sup>1</sup> Nach PEARCE et al. (1989) ist der konstante Kapitalstock ein wichtiges Merkmal von Nachhaltigkeit. Während das „strong sustainability“-Konzept vom Erhalt des Naturkapitals ausgeht, sind nach dem „weak sustainability“-Konzept bestimmte Formen des Naturkapitals durch Sachkapital substituierbar.

- „Ziele einer nachhaltigen Wasserwirtschaft sind unter anderem die Aufrechterhaltung und die Verwirklichung eines Schutzes der Oberflächengewässer, der Feuchtgebiete, der Meere und des gesamten Grundwassers“ (ebenda).
- „Für die nationale und internationale Diskussion über die Nachhaltigkeit in der Wasserwirtschaft ist es notwendig, langfristige ökologische Ziele zu definieren. Bei den Schritten zur Erreichung der Ziele sind neben den ökologischen ökonomische und soziale Aspekte zu berücksichtigen“ (ebenda).
- „Die zu entwickelnden Maßstäbe, mit denen Nachhaltigkeit nachvollziehbar in Teilbereichen der Wasserwirtschaft gemessen oder bewertet werden können, sind: Kriterien wie Reversibilität, Indikatoren wie Saprobienindex, Parameter wie Stoffkonzentration und Regeln wie 'wenn hohes Gefährdungspotential, dann höheres Sicherheitssystem' zu entwickeln. Für die Maßstäbe sind Soll-Größen (wie ... Nullemission im anlagenbezogenen Umgang mit gefährlichen Stoffen oder vollständige Abbaubarkeit von eingebrachten Stoffen) festzulegen...“ (BMU, 1996, S. 386).

Zur Zeit ist also noch nicht ausreichend beantwortbar, in welcher Quantität und Güte die Ressource an die künftigen Generationen zu übergeben ist. Dabei sollte ein solches Konzept der Indikatorenbestimmung verfolgt werden, das im Sinne eines Frühwarnsystems Trendanstatt Zustandsindikatoren zum Ziel hat und zum Beispiel die anthropogen sowie auch geogen bedingten Ursachen irreversibler Veränderungen der Grundwasserressourcen anzeigt (RSU, 1994; PIERI et al., 1995; BUND & MISEREOR, 1996; RENNINGS et al., 1997; u.a.). Der in „Zukunftsfähiges Deutschland“ (BUND & MISEREOR, 1996) diskutierte Bewertungsmaßstab für die nachhaltige Nutzung des Grundwassers „Grundwasserentnahme nicht größer als Grundwasserneubildungsrate“ ist sicherlich notwendig, aber keinesfalls hinreichend (RSU, 1994; PIERI et al., 1995; EPA, 1995; BUND & MISEREOR, 1996; RENNINGS et al., 1997). Das heißt letztlich, daß hinreichende naturraumbezogene, ökologisch-ökonomisch determinierte Grenzen erst abgesteckt werden müssen, innerhalb derer die Ressourcennutzung erfolgen darf.

Es ist in diesem Zusammenhang zu prüfen, ob das „Pressure-State-Response-Modell“ der OECD geeignet ist, Trendindikatoren in ihrem sozio-ökonomischen Kontext abzubilden, und wie dieses Modell für die Bildung von Indikatoren einer nachhaltigen Grundwasserressourcennutzung zu untersetzen ist. Diesbezüglich ist das AQUA-Modell zu

untersuchen (HOEKSTRA, 1996), dem das „Pressure-State-Impact-Response-Modell“ zu Grunde liegt. Das AQUA-Modell umfaßt:

- Die Beschreibung sozioökonomischer und umweltbedingter Einflüsse auf das Wassersystem („Pressure“-Modell).
- Die Ermittlung der Quantität und Qualität des Wassers über die Zeit („State“-Modell).
- Die Auswirkungen veränderter Wasserquantität und -qualität auf die sozioökonomischen und ökologischen Funktionen des Wassersystems („Impact to Function“-Modell).
- Die Reaktionen der Gesellschaft zur Veränderung der die Wasserquantität und -qualität beeinflussenden Faktoren („Response“-Modell).

Die „Pressure“-, „State“- und „Impact-Function“-Modelle sind durchaus eine Informationsbasis zur Ableitung von Indikatoren nachhaltiger Ressourcennutzung sowie von Maßstäben, die Sollgrößen zur Qualität und Quantität der Grundwasserressource darstellen. Dabei ist allerdings die Kenntnis der naturraumbezogenen Funktionen der Grundwasserressource entscheidend. Als methodische Grundlage können die von der EPA herausgegebenen Richtlinien für die Bestimmung des ökonomischen Nutzens des Grundwassers dienen (EPA, 1995).

*Bestimmung des Wertes für das öffentliche Gut Grundwasser in Abhängigkeit von naturräumlichen Situationen und Landnutzungen.* Ein wesentlicher Baustein der ökonomischen Bewertung ist die Bestimmung des ökonomischen Wertes des Grundwassers. Das Problem liegt dabei weniger im theoretischen Ansatz als vielmehr in unzureichenden methodischen Grundlagen (vgl. FREEMANN III, 1994). Inzwischen liegt allerdings eine EPA-Rahmenmethodik vor, die die Ermittlung des ökonomischen Nutzens des Grundwassers zum Gegenstand hat und bezüglich ihrer Anwendbarkeit zu prüfen ist (EPA, 1995). Eine wesentliche Voraussetzung der Wertbestimmung ist dabei die Kenntnis der Beziehungen zwischen Grundwasserschutzmaßnahmen und biophysikalischen Veränderungen der Grundwasserqualität und/oder -quantität. Die Wertbestimmung kann also unmittelbar an die methodischen Grundlagen der ökologischen Bewertung angeknüpft werden. Der Algorithmus der Ermittlung des ökonomischen Wertes geht aus der Abbildung 1.4-1 hervor. Die Wertbestimmung ist nicht nur für die NKA von Bedeutung, sie ist auch in folgender Richtung zu sehen:

„An appropriate pricing is a key tool for water management.... In general, however, water is still an underpriced natural resources. Accurate pricing could make a major contribution to achieving environmentally sound water use“ (OECD, 1992, S. 68).

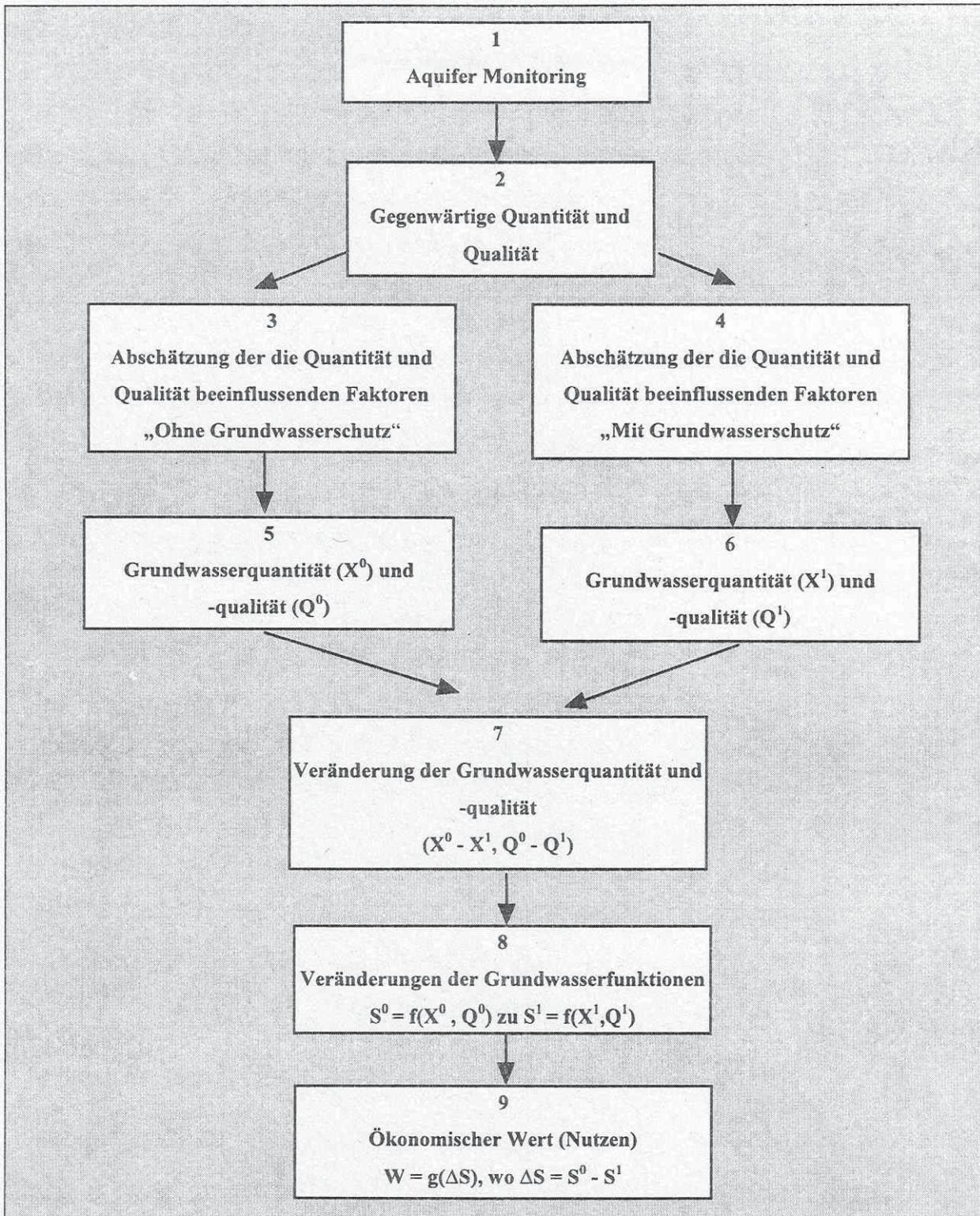


Abb. 1.4-1: Verfahrensschritte zur Bewertung des Grundwasserschutzes (BERGSTRÖM et al., 1996, S. 281).

achieving environmentally sound water use“ (OECD, 1992, S. 68). Der Wasserressourcenpreis sollte dabei folgenden Anforderungen entsprechen: „reflecting the ... ‘polluter pays principle’ and concern with long-term sustainable development of the resource“ (OECD, 1992, S. 69).

Auf dem bereits erwähnten internationalen Symposium zur Wasserwirtschaft im Herbst 1996 in Bonn wurde ebenfalls die Einbeziehung des Wertes für das öffentliche Gut Wasser in den Trinkwasserpreis als eine zu lösende Aufgabe gestellt. Es ist zu prüfen, „ob der Wert für das Gemeingut Wasser zusätzlich in den Wasserpreis zu integrieren ist“ (BMU, 1996, S.386). Diese Diskussion läßt sich zunehmend auch aus internationaler Perspektive beobachten (MUNASINGHE et al.,1995; EPA, 1995; EC, 1996).

*Ermittlung von trade-off-Kurven* (MUNASINGHE et al., 1995). Dieser Anspruch entspringt der Tatsache, daß die durch Produktion und Konsumtion bedingten ökonomischen Nutzen und Kosten von einer Vielzahl von sich über die Zeit verändernden Faktoren abhängt. Obwohl die Informationen über ihre Entwicklung mit Unsicherheiten behaftet sind, sollten solche die trade-off-Situation beeinflussenden Faktoren bei einem Entscheidungsprozeß berücksichtigt und für diesen entsprechend erhoben und systematisiert erfaßt werden.

*Integration von Langzeitkalkülen.* Mit den Langzeitkalkülen ist vor allem das Problem der Diskontierung verbunden. Wie bereits dargelegt, gibt es Klärungsbedarf zur Höhe der Diskontierungsrate. Nach GOODIN (1982) sollten unterschiedliche Güter und Sektoren mit unterschiedlichen Diskontierungsraten bewertet werden. Dies steht jedoch in Widerspruch zu den Voraussetzungen eines Marktgleichgewichts. Demzufolge sind im Falle eines Gleichgewichts alle Diskontierungsraten gleich. Des weiteren wären auf Grund sich verändernder Wachstumsraten an und für sich zeitabhängige Diskontierungsraten anzuwenden (AZAR & STERNER, 1996). Diese sind wiederum nicht konsistent mit optimalen Entwicklungspfaden über die Zeit. Ein weiteres Problem besteht darin, daß Nutzen-Kosten-Analysen auf individuelle Präferenzen ausgerichtet sind und das auch aus intertemporaler Sicht. Von besonderem Gewicht ist, daß die intertemporalen Präferenzen der Individuen durch das Sterberisiko bestimmt sind. Die Gesellschaft braucht dieser Erwartung aber nicht zu folgen (PRICE, 1993). Nachhaltigkeit, die die gesellschaftliche Ebene und die menschliche Existenz aus einer Langzeitperspektive betont, erfordert die Anwendung einer sozialen Zeitpräferenzrate. Offen ist allerdings, wie sie zu bestimmen ist.

Ein weiteres Problem bei der Anwendung der Diskontierungsrate ist, wie Unvorhersagbarkeit, Unsicherheit und Risiko zu behandeln sind. Wie bereits DREPPER und MÅNSSON aufzeigten (1993), können ökologiebezogene Unvorhersagbarkeit in Verbindung mit Risikoaversion eine ökonomisch optimale Diskontierungsrate  $r < 0$  ergeben. In dem Fall sind jedoch akzeptable Lösungen für die Gegenwart zu finden.

### 1.4.5 Konzept zur ökologisch-ökonomischen Bewertung des Grundwasserschutzes

Zur Entwicklung eines Verfahrens der ökologisch-ökonomischen Bewertung des Grundwasserschutzes kann an theoretische und methodenorientierte internationale und nationale Arbeiten zur Bewertung wasserwirtschaftlicher Maßnahmen angeknüpft werden. Das Verfahren ist jedoch auf den zuvor genannten Gebieten weiterzuentwickeln sowie an das Schutzgut Grundwasser und den Torgauer Raum anzupassen. Damit liegt dem Bewertungsansatz ein regionaler Bezug zu Grunde. Die Relevanz des regionalen Ansatzes resultiert einmal daraus, daß für Entscheidungen zum Grundwasserschutz naturraumbezogene Informationen notwendig sind. Zum anderen bestehen diesbezüglich auch Defizite. In diesem Zusammenhang schreibt KLEMMER, „...daß sich die Forschung auf dem Gebiet der Nutzen-Kosten-Analysen von Umweltschutzaktivitäten weniger auf die Schätzung von Globalzahlen, sondern sich eher auf bereichsbezogene Betrachtungsweisen konzentrieren sollte, wobei regionale Untersuchungseinheiten besonders wichtig erscheinen“ (KLEMMER, 1992).

Das Bewertungsverfahren gliedert sich in folgende Bewertungsschritte (siehe Abb. 1.4-2):

1. Entwicklung von ökologisch-ökonomischen Indikatoren und Bewertungsmaßstäben nachhaltiger Nutzungen von Grundwasserressourcen und Entscheidungsregeln unter Berücksichtigung von Unsicherheit und Risiko.
2. Kosten- und Nutzenermittlung des Grundwasserschutzes im Kontext ökologisch-ökonomisch determinierter Grenzen.
3. Entscheidungsregeln zur Reduzierung von Konflikten zwischen Grundwasserschutz und konkurrierenden Nutzungen.

*1. Bewertungsschritt.* Ausgehend von zu präzisierenden Kriterien einer nachhaltigen Nutzung des Grundwassers sind die ökologisch-ökonomischen Indikatoren und Bewertungsmaßstäbe, die sich auf die Bedingungen des Torgauer Raumes beziehen, abzuleiten. Grundlage soll das „Pressure-State-Response-Modell“ AQUA sein.

Die Debatte um die Wasserschutzgebiete im Torgauer Raum zeigt aber auch, daß eine Reihe von Unsicherheiten über die Belastungspfade und -folgen zu verzeichnen ist, so daß nicht hinreichend Nachhaltigkeitsindikatoren bestimmt werden können. Das ist mit Sicherheit kein unikates, nur auf den Torgauer Raum bezogenes Problem. Somit sind unter Berücksichtigung der für den Torgauer Raum relevanten und zu definierenden Irreversibilitäten, Risiken und Unsicherheiten generelle *Entscheidungsregeln* (aus naturwissenschaftlicher, ökonomischer und sozialer Sicht) zu entwickeln. Die Entscheidungsregeln sind sachbezogen aber auch akteursorientiert zu erarbeiten (JOUBERT et al., 1997, S. 123f).

2. *Bewertungsschritt*. Die Ableitung von ökologisch-ökonomischen Indikatoren und Bewertungsmaßstäben für die politische Entscheidungsvorbereitung ersetzt keinesfalls den zweiten Bewertungsschritt, der die Nutzen- und Kostenermittlung des Grundwasserschutzes zum Gegenstand hat. Dieser Bewertungsschritt dient vor allem:

1. dem Nutzen-Kosten-Vergleich von Maßnahmen des Grundwasserschutzes sowie
2. der Ableitung ökonomischer Instrumentarien für die Förderung eines integrierten Ressourcenschutzes. Aus der Sicht eines abiotischen Ressourcenschutzes sind vor allem relevant:
  - der Grundwasserressourcenpreis und
  - die Ausgleichsregelungen und Honorierungen von Leistungen für den abiotischen Ressourcenschutz sowie Abgaben zur Reduzierung von Gewässerbelastungen.

Die bisherige Nutzenerfassung des Grundwasserschutzes ist weitestgehend auf den indirekten Nutzen fokussiert. Dabei dominiert die Ermittlung von Kosteneinsparungen bei der Trink- und Brauchwasserversorgung, die vor allem auf die Reduzierung der verschmutzungsbedingten Beseitigungskosten zurückzuführen sind. Der direkte Nutzen, der aus einer positiven Veränderung der ökologischen und ökonomischen Leistungen der Grundwasserressource resultiert und im ökonomischen Wert des Grundwassers zum Ausdruck kommt, bleibt - wie bereits dargelegt - weitestgehend unberücksichtigt. In diesem Zusammenhang ist der Frage nachzugehen, ob die Grundwasserentnahmegebühren eine Form des ökonomischen Wertes des Grundwassers darstellen und somit Ausdruck des Ressourcenpreises sind. So ist zu prüfen, inwieweit die Entnahmegebühren von 0,03 DM / m<sup>3</sup>,

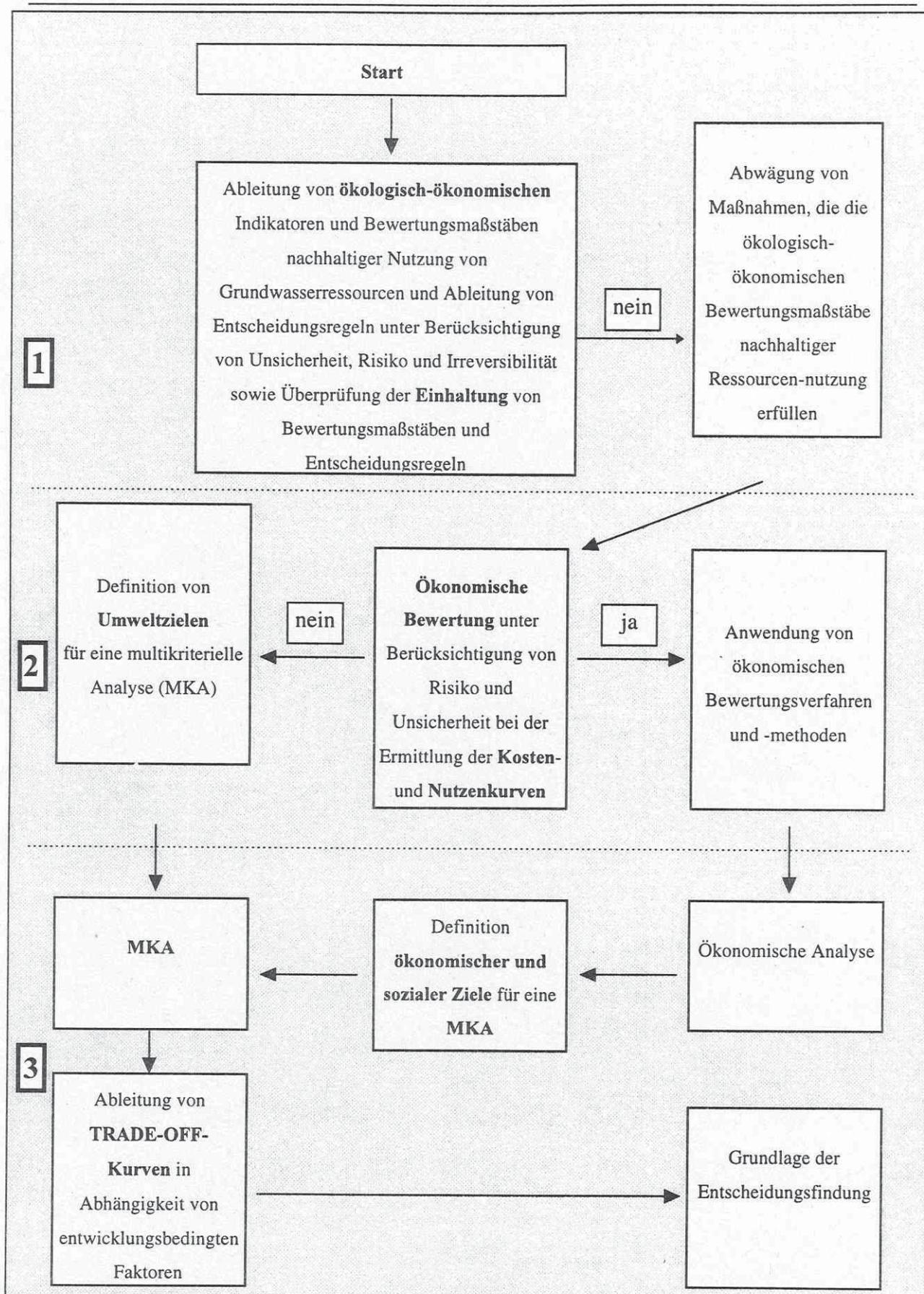


Abb. 1.4-2: Flußbild zur ökologisch-ökonomischen Bewertung des Grundwasserschutzes

entsprechend der sächsischen Regelung (SWG, 1993, S. 228), einen Ressourcenpreis repräsentieren und worin ihre Grenzen als Quelle für die Honorierung von Leistungen für den Gewässerschutz bestehen.

Kostenseitig sind

- die aus dem Produktionsverzicht resultierenden Gewässerschutzkosten,
- der Faktoraufwand für den Gewässerschutz und
- die Planungs- und Überwachungskosten

zu ermitteln.

Ein die Kosten-Erfassung tangierender Diskussionsgegenstand ist: In welcher Größenordnung fallen Kosten des Gewässerschutzes an und in welcher Höhe sind Honorierungen ökonomisch gerechtfertigt? Entsprechend dem Verursacherprinzip wären beispielsweise die Leistungen des Landwirtes für den Grundwasserschutz zu honorieren. Voraussetzung ist ein kausaler Zusammenhang zwischen Landnutzungsänderung und Grundwasserschutz wie beispielsweise ihr Einfluß auf die Grundwasserneubildung und Grundwasserqualität (HERZOG et al., 1997, S. 143f). Der Nachweis solcher Leistungen von Landwirten für den Grundwasserschutz und die Erfassung der ihnen zu Grunde liegenden Kosten (Opportunitätskosten) ist eine wesentliche Basis für die Begründung entsprechender Honorierungen, die nach dem Gemeinlastprinzip oder nach dem Nutznießerprinzip finanziell geregelt werden können (O'HARA, 1984; MEIB, 1996).

In diesem Zusammenhang ist allerdings zu klären, ob die Ausgleichszahlungen, wie sie zum Beispiel mit der „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“ (SächsSchAVO, 1994, S. 1178f) geregelt sind, volkswirtschaftliche Kosten widerspiegeln. Dies ist mit Sicherheit aus folgenden Gründen zu verneinen:

- Es wird letztlich ein Ausgleich für das „Unterlassen von Verunreinigungen“ gezahlt. (Berechnungsgrundlage für den Ausgleich der wirtschaftlichen Nachteile von Land- und Forstwirten in Wasserschutzgebieten soll zwar die „ordnungsgemäße land- und forstwirtschaftliche Nutzung“ sein, aber dieser Begriff ist interpretierbar)
- Die Ausgleichspauschale ist nicht an die Bodenverhältnisse und den Grundwasserleiter angepaßt.
- Der Gewässerschutz zahlt die Agrarprotektion mit (HAMPICKE, 1992).

Das heißt, diese Ausgleichsregelung ist aus der Sicht des Verursacherprinzips als problematisch anzusehen. Des weiteren dürfte eine Überbewertung der wasserschutzbedingten Nutzenseinbußen vorliegen. Insgesamt ist zu konstatieren, daß die methodischen Grundlagen der Nutzen- und Kostenermittlung des Grundwasserschutzes noch zu vervollkommen sind.

3. *Bewertungsschritt*: Dieser Bewertungsschritt zielt auf Entscheidungsregeln zur Reduzierung von Konflikten zwischen Grundwasserschutz und konkurrierenden Nutzungen, um vor allem eine nachhaltige Wirtschaftsweise der Verursacherbereiche zu unterstützen. Die eindimensionale, ökonomische Bewertung soll ergänzt werden durch eine multikriterielle Analyse. Sie dient dem Ziel, trade-off-Kurven zu ermitteln und damit Handlungsspielräume für die Reduzierung des Nutzungskonfliktes aufzuzeigen (MUNASINGHE et al., 1995; HANLEY et al., 1995). Zunächst ist ein zweidimensionaler, auf ökologische und ökonomische Ziele ausgerichteter Bewertungsansatz beabsichtigt. Faktoren, die eine Reduzierung der trade-off zwischen Gewässerschutz und Wirtschaft erwarten lassen, sind zu identifizieren. Trade-off beeinflussende Faktoren wie Konsumentenpräferenz für die Umwelt, technische Entwicklungen, Arbeitsproduktivitätsentwicklung, Entwicklung von Weltmarktpreisen, Umweltimage, Ressourcenknappheit sind zu ermitteln, zu typisieren und bezüglich ihrer Eintrittswahrscheinlichkeit zu bestimmen.

Mit diesen Schritten wurde ein Bewertungsansatz vorgestellt, der von der Ableitung ökologisch und ökonomisch determinierter Grenzen ökonomischen Handelns in Wasserschutzgebieten ausgeht, die Nutzen- und Kostenerfassung in diesen Grenzen zum Gegenstand hat und die künftigen Handlungsspielräume zur Reduzierung von trade off aufzeigen soll.

# **Landschaftsbewertung unter Verwendung analytischer Verfahren und Fuzzy-Logic**

Ergebnisse des Workshops

**"Einsatzmöglichkeiten von Fuzzy Sets  
in der Landschaftsbewertung"**

vom 26. bis 28. Februar 1997

am UFZ-Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle GmbH

Ralf Grabaum<sup>1</sup> und Uta Steinhardt<sup>2</sup> (Hrsg.)

UFZ-Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle GmbH

<sup>1</sup> Projektbereich Naturnahe Landschaften  
und Ländliche Räume

<sup>2</sup> Sektion Angewandte Landschaftsökologie