

6.4 Studien zur Bewertung ökologischer Leistungen

Im folgenden sollen drei Studien vorgestellt werden, die die Bewertung ökologischer Leistungen zum Ziel hatten. Bei der ersten Studie von COSTANZA et al. (1997) wurde versucht, eine Abschätzung des Werts von Ökosystemleistungen weltweit vorzunehmen, indem die Ergebnisse bereits durchgeführter Studien zusammengetragen und übertragen wurden. Die zweite Studie von GREN (1995) untersucht den Wert von Feuchtgebieten für den Stickstoffabbau, und schließlich werden drittens die Ergebnisse einer Studie GREN ET AL. (1995) zur monetären Bewertung der Auen entlang der gesamten Donau vorgestellt.

6.4.1 Costanza et al. (1997): The value of the world's ecosystem services and natural capital

Ausgangspunkt für die Studie²⁹ ist die Annahme, daß die Leistungen von Ökosystemen einen essentiellen Beitrag zum Funktionieren des *life-support-systems* Erde leisten. Die Leistungen tragen direkt und indirekt zum Wohlstand bei und stellen daher einen Teil des gesamten ökonomischen Wertes der Erde dar. Diesen ökonomischen Wert in seiner Größenordnung aufzuzeigen, war Ziel der Studie. Dadurch sollte deutlich gemacht werden, welche Leistungen gratis über die Ökosysteme zur Verfügung gestellt werden und welche Aufwendungen notwendig wären bzw. Kosten entstehen würden, wenn diese Leistungen durch technische Lösungen ersetzt werden müßten (Jenseits der Frage, ob dies überhaupt möglich ist.). Für die Untersuchung wurden 17 bedeutende Ökosystemfunktionen für 16 Biome³⁰ ausgewählt, so z. B. die Regulierung des globalen und lokalen Klimas, Wasserbereitstellung, Erosionskontrolle, Bereitstellung von Lebensraum, Nahrungsmittelproduktion, Erholung. Bewertet wurden sie dann mit Hilfe der Ergebnisse aus Bewertungsstudien, die in den vergangenen Jahren für verschiedenste Ökosysteme und ihre Leistungen erstellt wurden. Die Leistungen wurden jeweils pro Flächeneinheit Biom errechnet und dann mit der gesamten Fläche des Bioms multipliziert. Als Abschätzung für den ökonomischen Wert der weltweiten Ökosystemleistungen ergibt sich eine Größenordnung von durchschnittlich 33 Billionen US \$ pro Jahr. Diese Zahl ist allerdings aufgrund der vielfältigen Beschränkungen der Berech-

²⁹ Die Studie von COSTANZA et al. ist inzwischen in einer Sonderausgabe der Zeitschrift *Ecological Economics* (April 1998, Vol. 25, No. 1) dokumentiert, in der sich auch zahlreiche Diskussionsbeiträge zu verschiedenen Aspekten dieser Studie finden.

³⁰ Als Biom bezeichnet man einen einheitlichen Lebensraum, der unter bestimmten Klimaverhältnissen entstanden ist und über eine charakteristische Vegetation und die damit verbundene Tierwelt verfügt (Quelle: Microsoft Enzyklopädie Encarta 98).

nung sowie etlicher nicht erfaßter Leistungen als Untergrenze anzusehen. Die Autoren sind sich der Problematik eines solchen Unterfangens durchaus bewußt, meinen jedoch, daß eine solche Vorgehensweise sinnvoll ist, da

- der Umfang potentieller Ökosystemfunktionen dadurch offensichtlich wird,
- zumindest eine erste Abschätzung der relativen Größenordnung der globalen Ökosystemfunktionen erfolgt und
- ein Ausgangspunkt für Diskussionen und weitere Analysen geschaffen wird und so besonders diskussionswürdige Bereiche identifiziert werden können.

Ökosystemfunktionen beziehen sich z.B. auf einen Lebensraum, auf biologische Eigenschaften oder Prozesse. Als Leistungen werden Güter (wie z.B. Nahrungsmittel) oder Leistungen wie Schadstoffaufnahme zusammengefaßt, die die Menschen direkt oder indirekt aus den Ökosystemfunktionen erhalten. Für die Studie wurden nur erneuerbare Leistungen betrachtet (also Leistungen, die durch angemessenen Konsum nicht verbraucht werden, da sie sich von selbst wieder erneuern). Nicht berücksichtigt wurden dagegen erschöpfbare Ressourcen wie Brennstoffe oder Mineralien. Für die Bewertung der ökologischen Leistungen wurden die Ergebnisse von über 100 Studien zusammengefaßt und auf die Einheit US \$ pro Hektar und Jahr umgerechnet. Bei der Analyse ergeben sich für jedes der Biome einige Besonderheiten, in dieser Zusammenfassung soll jedoch nur auf den Typ „Wetlands“ näher eingegangen werden. Zunächst seien jedoch einige Mängel und Grenzen wiedergegeben, welche die Autoren selber aufführen:

- Viele Leistungen werden nicht erfaßt sind, da noch zu wenig über sie bekannt ist.
- Es waren keine Bewertungen für die Gebiete Tundra, Wüste, Eis/Fels und Ackerland vorhanden.
- Die heutigen Preise, die vielen Bewertungen zugrunde liegen, sind verzerrt (u.a. erfassen sie nicht den Wert der in Anspruch genommenen Ökosystemleistungen und Hausarbeit).
- Die vorgenommene Bewertung geht davon aus, daß es keine kritischen Schwellenwerte und Irreversibilitäten bei der Reaktion von Ökosystemen auf anthropogene Eingriffe gibt. Davon kann jedoch in der Realität nicht ausgegangen werden.
- Die Extrapolation von Einzelbewertungen auf das globale System beinhaltet Fehler.
- Es wurden in der Regel jährliche Stromgrößen berechnet. Einige Schätzungen lagen jedoch als Bestandsgrößen vor, sie wurden mit 5 Prozent abdiskontiert, um sie in jährliche Stromgrößen umzuwandeln.
- Es wurde ein statisches partielles Gleichgewichtsmodell zugrundegelegt, d.h. der Wert jeder Leistung wird unabhängig ermittelt und dann alle Werte addiert. Dies ignoriert jedoch komplexe wechselseitige Abhängigkeiten. Eine mögliche Modellie-

rung allgemeiner Gleichgewichtsmodelle oder dynamischer Modelle liegt für die hier untersuchte Größenordnung bisher nicht vor.

Ergebnisse der Bewertung

Als derzeitiger marginaler Wert³¹ der Ökosysteme und ihrer Leistungen ergaben sich mindestens 33 Billionen US \$ pro Jahr. Dabei wird der Großteil dieses Wertes nicht in Märkten berücksichtigt, sondern liegt außerhalb von ihnen. Rund 63 Prozent des Wertes wird von Ökosystemen der Meere beigetragen, vor allem von Küstengebieten. Der Beitrag terrestrischer Ökosysteme geht hauptsächlich auf Wälder und Feuchtgebiete zurück.

Tabelle 11: Charakterisierung der bewerteten ökologischen Leistungen

Ökosystemleistung	Ökosystemfunktionen	Beispiele
1. Gasregulierung	Regulierung der chemischen Zusammensetzung der Atmosphäre	CO ₂ / O ₂ Gleichgewicht, O ₃ zum Schutz gegen UV-Strahlung
2. Klimaregulierung	Regelung globaler Temperatur, Niederschlag etc.	Regulierung von Treibhausgasen, Produktion von DMS, das die Wolkenbildung beeinflusst
3. Störungsregulierung	Dämpfung und Intaktheit von Ökosystemreaktionen auf Schwankungen der Umwelt	Schutz vor Stürmen, Überflutungen, Regeneration nach Dürreperioden u. Ä.
4. Wasserregulierung	Regulierung hydrologischer Flüsse	Bereitstellung von Wasser für Landwirtschaft, Industrie und Transport
5. Wasserversorgung	Speicherung und Zurückhaltung von Wasser	Bereitstellung von Wasser in Reservoirs und wasserführenden Bodenschichten
6. Erosionskontrolle und Zurückhaltung von Sedimenten	Zurückhalten von Boden in einem Ökosystem	Verhinderung von Erosion durch Wind, Auswaschung o.ä., Lagerung von Schlamm in Seen und Feuchtgebieten
7. Nährstoffkreislauf	Lagerung, interne Zyklierung, Verarbeitung und Aufnahme von Nährstoffen	Stickstoffbindung, Nitrat-Phosphat- und andere Nährstoffkreisläufe
8. Abfallbehandlung	Wiedergewinnung von Nährstoffen und Beseitigung oder Abbau von überschüssigen oder unerwünschten Stoffen	Entgiftung, Abbau von Stoffen
9. Bestäubung	Transport von Pollen	Bereitstellung von Bestäubern zur Vermehrung von Pflanzen

³¹ Marginaler Wert daher, da von einer zusätzlichen Einheit der jeweiligen Ökosystemleistung bei Konstanz aller anderen Größen ausgegangen wurde und die zusätzliche Einheit ökonomisch bewertet wurde.

10. Biologische Kontrolle	Kontrolle von Populationen	Gegenseitige Kontrolle von Beutetieren und Räubern, gegenseitige Kontrolle von Pflanzen und Pflanzenfressern
11. Refugien	Lebensraum für lokale und durchziehende Populationen	Raum für Jungtiere, wandernde Arten, Überwinterungsgebiete
12. Nahrungsmittelproduktion	der Anteil an der Nettoprimärproduktion, der als Nahrung nutzbar ist	Produktion von Fischen, Wild, Früchten, Nüssen etc.
13. Rohmaterialien	der Anteil an der Nettoprimärproduktion, der als Rohmaterial nutzbar ist	Produktion von Holz, Brennstoffen, Viehfutter usw.
14. Genetische Ressourcen	Quellen einzigartiger biologischer Materialien und Produkte	Medizin, neue Materialien, Gene zur Resistenz gegen Schädlinge etc.

Quelle: COSTANZA et al. (1997)

In der Studie wurde zwischen Süßwasserfeuchtgebieten (Sümpfe, Überflutungsgebiete) und Küstenfeuchtgebieten (Tidenmarsch und Mangroven) unterschieden. Feuchtgebiete sind hochproduktive und dynamische Systeme, die der Gesellschaft umfangreiche ökologische Leistungen zur Verfügung stellen. Doch sind es gerade diese Leistungen, die Anlaß für die Umwandlung von Feuchtgebieten in Ackerland waren und warum alle anderen Funktionen zugunsten dieser einen Funktion aufgegeben wurden. Die ursprünglich von Feuchtgebieten bedeckte Fläche wurde so im Laufe der Jahre dramatisch verkleinert und hat zum Teil erhebliche ökonomische Schäden mit sich gebracht. Als Beispiel zu nennen sind z. B. Schäden durch Überflutungen, die durch den Verlust der ausgleichenden Funktion von Feuchtgebieten bei Hochwasser entstanden sind.

Tabelle 12: Bewertung der ökologischen Leistungen

Ökosystemleistung	Bewertung
Gasregulierung	Es liegt nur eine Zahl aus Malaysia vor, die sich auf 265 US \$/ ha und Jahr beläuft.
Störungsregulierung	Überflutungsgebiete in USA: 11.137 US \$/ha und Jahr Sümpfe: ca. 30 % dieses Wertes angenommen Für Sturmschutz 1 US \$/ha und Jahr bis hin zu 7.337 US \$/ha und Jahr für Ersatz der Funktion in Großbritannien
Wasserregulierung	Es ist nur ein Wert aus Malaysia zur Dämpfung der Flutung von Reisfeldern 30 US \$/ha und Jahr verfügbar.

Wasserversorgung	Kostensparnis bei der Trinkwasserbehandlung in Malaysia 104 US \$/ha und Jahr, zusätzliche Kosten alternativer Wasserbereitstellung in den USA 15.095 US \$/ ha und Jahr. Insgesamt ergab sich ein durchschnittlicher Wert für diese Funktion von 7.600 US \$/ha und Jahr.
Erosionskontrolle und Zurückhaltung von Sedimenten	Keine Werte vorhanden
Nährstoffkreislauf und Abfallbehandlung	Für Süßwasserfeuchtgebiete ergab sich bei nachhaltiger Nutzung ein Wert von 1.700 US \$/ha und Jahr, der hauptsächlich auf Kostensparnis gegenüber anderen Verfahren beruht.
Bestäubung und biologische Kontrolle	Keine Ergebnisse vorliegend, diese Funktion wird als weniger zentral angesehen.
Refugien	Diese Funktion ist sehr wichtig als Lebensraum für Jungtiere (170 US \$/ha und Jahr für kommerzielle Arten) und durchziehende Spezies (hauptsächlich Analyse der Zahlungsbereitschaft) 439 US \$/ha und Jahr
Nahrungsmittelproduktion und Rohmaterialien	Werte zwischen 2.752 US \$/ha und Jahr (kommerzielle Mangrovenfischerei in Australien) und 11.452 US \$/ha und Jahr (Thailand)
Genetische Ressourcen	Keine Untersuchungen vorliegend

Quelle: COSTANZA et al. (1997)

Insgesamt sind Funktionen von besonderer ökonomischer Bedeutung die Überflutungskontrolle, Schutz vor Stürmen, Nährstoffkreislauf und Abfallbehandlung. Sie machen den Ergebnissen der Autoren zufolge ca. 80 Prozent des ökonomischen Wertes von Feuchtgebieten aus. Allerdings sind diese Funktionen nicht gleichmäßig über die Ökosysteme hinweg verteilt. Dem wurde bei den Berechnungen soweit wie möglich Rechnung getragen. So wurde z.B. die Annahme getroffen, daß Freizeitaktivitäten nur an den schönsten Stellen stattfinden und der ökonomische Wert dieser Funktion nur für 30 Prozent der insgesamt möglichen Fläche berechnet wurde. Darüber hinaus konnten einige wichtige Funktionen wie der Einfluß auf lokales und globales Klima, Bereitstellung genetischer Ressourcen, Lebensraum und Gasaustausch mit der Atmosphäre konnten noch nicht erfaßt werden. Die Schätzungen sind daher als (sehr) konservativ anzusehen.

6.4.2 Gren (1995): The value of investing in wetlands for nitrogen abatement

In vielen Ländern stellen Stickstoffausträge aus Landwirtschaft, Abwasser und sonstigen Emissionsquellen ein großes Problem dar, da sie zur Eutrophierung der Gewässer beitragen und zu hohen Nitratkonzentration im Grundwasser führen. Dabei hat sich die

Suche nach Maßnahmen zur Reduktion der Nitratwerte bislang vorwiegend auf Kläranlagen und geringeren Stickstoffeinsatz in der Landwirtschaft konzentriert. Aus diesem Grund sollte untersucht werden, ob nicht andere Maßnahmen wie z. B. „Ökotechnologien“ zur Verringerung der Belastungen als kostengünstigere Alternativen in Frage kommen. So kann der Erhalt oder die Wiederherstellung von Feuchtgebieten als eine Investition in eine ökologische Technologie zum Stickstoffabbau angesehen werden. GREN untersucht daher die Wirtschaftlichkeit der Investition in Feuchtgebiete im Vergleich zu einer Investition in herkömmliche Technologien.

Bei der Bewertung einer derartigen Investition stellt sich zum einen das Problem, daß die Assimilation von Stickstoff nicht die einzige Funktion von Feuchtgebieten ist und daher ihr Wert aus dem Gesamtwert herausgerechnet werden muß. Ein weiteres Problem ist, daß sich die Fähigkeit des Feuchtgebietes zum Abbau von Stickstoff in der Zeit nach der Wiederherstellung der Flächen ändert. Auf der Insel Gotland, die das Untersuchungsgebiet darstellte, bestehen im Zusammenhang mit dem Stickstoffausstrag vor allem zwei Probleme: hohe Nitratkonzentrationen im Grundwasser und eutrophierte Küstengewässer. Der durchschnittliche Stickstoffgehalt liegt mit 40 mg NO₃/l im Vergleich zum übrigen Schweden mit 10 mg/l hoch. In einigen Wasserläufen überschreitet der Stickstoffgehalt sogar 100 mg/l und liegt damit weit über der WHO-Empfehlung von bis zu 50 mg/l. Die hohen Nitratwerte haben nicht nur zu Problemen vor der Küste Gotlands geführt, sondern infolge der veränderten biologischen Bedingungen sind in der Ostsee Fischkrankheiten aufgetreten und Bodenlebewesen im Meer verschwunden. Für die Berechnungen wurden jedoch nur Maßnahmen zur Stickstoffreduzierung im Grundwasser betrachtet, da hierfür ein hydrologisches Modell zur Verfügung stand. Dieses Modell erlaubt es, den Zusammenhang zwischen Stickstoffeinträgen und Grundwasserqualität abzubilden. Hauptquellen für Stickstoff sind in Gotland Austräge aus trockengelegten Torfmooren (in den letzten 100 Jahren wurden ca. 90 Prozent der Moore in Ackerland umgewandelt) und der Einsatz von Dünger in der Landwirtschaft. Obwohl relativ wenig Stickstoff gedüngt wird (ca. 100 kg/ha und Jahr), ist der Austrag jedoch hoch. Dies liegt vor allem auch an der gotländischen Geologie, denn Gotlands Grundgestein ist hauptsächlich Kalkstein, durch den Stickstoff leicht ins Grundwasser durchsickern kann. Die monetäre Bewertung erfolgte in zwei Schritten: Zum einen die Bewertung besserer Wasserqualität, zum anderen die Bewertung anderer Funktionen der Feuchtgebiete.

Bewertung besserer Wasserqualität: Der verwendete monetäre Wert für bessere Wasserqualität wurde einer schwedischen Studie entnommen, in der die Zahlungsbereitschaft für eine Wasserqualität mit höchstens 50 mg NO₃/l ermittelt wurde. Für die Ermittlung der Zahlungsbereitschaft mit Hilfe einer Contingent Valuation wurden in der herangezogenen Studie 1.000 Personen zwischen 16 und 74 Jahren befragt, denen

u.a. Informationen über Gesundheitsrisiken im Zusammenhang mit hohen Nitratkonzentrationen im Trinkwasser zur Verfügung gestellt wurden. Um Budgetrestriktionen einzubeziehen, enthielt der Fragebogen auch die nationalen Ausgaben für Verteidigung, Gesundheitswesen, Schulsystem und Umweltschutz. Es wurden offene Fragen zur Zahlungsbereitschaft benutzt und die Befragten wurden informiert, daß die Beiträge in Form einer proportionalen Einkommenssteuer erhoben würden. Die Befragung ergab eine mittlere Zahlungsbereitschaft von 600 Schwedischen Kronen (SEK) pro Person und Jahr. Um die Produktionsfunktion für Grundwasserqualität zu schätzen, wurde das hydrologische Modell herangezogen. Die Ergebnisse verschiedener Simulationsrechnungen zeigten zwischen Stickstoffeintrag und Nitratgehalt im Grundwasser einen linearen Zusammenhang. Als Zahlungsbereitschaft pro Person und Jahr wurde auf Grund dieser Daten und Angaben ein Wert von 2,7 SEK pro Kilogramm Stickstoff errechnet.

Bestimmung des Wertes weiterer Nutzen: Als weitere Nutzen der Feuchtgebiete wurden die Funktionen Wasserregulierung, Energiebereitstellung (Torf) und Lebensraum einbezogen. Diese wurden durch ihre Wiederherstellungskosten bewertet. Zum Beispiel wurde die Funktion Wasserregulierung mit den Kosten eines Wasserwerks verglichen, das die gleiche Menge an Trinkwasser bereitstellt. Außer dem Wert des Stickstoffabbaus wurde so ein weiterer Wert von 1000 SEK/ha und Jahr ermittelt.

Um den marginalen Wert jeder der drei betrachteten Maßnahmen zur Stickstoffreduktion zu messen, sind Informationen über das Durchsickern von Stickstoff in das Grundwasser erforderlich. Eine wichtige Annahme für die Berechnungen mit dem hydrologischen Modell war hierbei, daß der Eintrag von Stickstoff ins Grundwasser 0,3 Prozent der auf das Land aufgebrauchten Stickstoffmenge beträgt. Die Minderung der einsickernden Stickstoffmenge durch Feuchtgebiete wird in Höhe der Nitratabbaufähigkeit natürlicher Feuchtgebiete angenommen. Nach einer schwedischen Studie variiert diese Abbaufähigkeit je nach Art und Lage des Feuchtgebiets zwischen 100 und 500 kg Stickstoff pro Hektar und Jahr. Es wird angenommen, daß die Kapazität renaturierter Feuchtgebiete in Gotland nach zehn Jahren bei 500 kg pro Hektar und Jahr liegen würde. Für das erste Jahr wurden 215 kg Stickstoff pro Hektar und Jahr angenommen und von einer Steigerung jährlichen um zehn Prozent ausgegangen. Diese Steigerungsrate wurde auch für die anderen Leistungen des Feuchtgebietes angenommen.

Der Agrarsektor hat auf Gotland einen Anteil von etwa 25 Prozent am regionalen Bruttosozialprodukt, das 1990 bei 40.000 SEK pro Bürger lag. Ein weiterer wichtiger Sektor ist der Tourismus. Industrielle Produktion ist weniger wichtig und konzentriert sich auf einige wenige Firmen. Im verwendeten wirtschaftlichen Modell Gotlands werden sieben Sektoren betrachtet. Mit Hilfe der erstellten Modelle von Wirtschaft und

Wassersystem wird der marginale Wert einer Investition in Stickstoffreduktion durch drei Varianten geschätzt: Investition in Feuchtgebiete, Investition in Abwasseraufbereitung und Investition in eine Senkung der Stickstoffaufbringung in der Landwirtschaft. Diese werden mit ihrer derzeit vorhandenen Kapazität betrachtet, d.h. die Ergebnisse stellen den Wert einer Steigerung des Stickstoffabbaus vom heutigen Niveau um ein kg Stickstoff dar. Schließlich wird den Berechnungen eine Diskontrate von drei Prozent zugrunde gelegt. Tabelle 13 zeigt die Ergebnisse.

Tabelle 13: Marginaler Wert der Stickstoffreduktion in SEK pro kg reduzierten Stickstoff

	Einkommenseffekte	Wasserqualität	weitere Nutzen	Gesamt
Wiederherstellung von Feuchtgebieten	2	200	147	349
Kläranlagen	28	54		82
Landwirtschaft		2,7		2,7

Quelle: GREN (1995)

Diesen Ergebnissen zufolge ist der marginale Wert einer Investition in Feuchtgebiete etwa viermal so groß wie der in eine Kläranlage. Dies liegt auch mit an den weiteren Nutzen, die etwa 40 Prozent des marginalen Nutzens der Feuchtgebiete ausmachen. Aus der Untersuchung wird deutlich, daß für die Messung der Komponenten der marginalen Werte viele Daten benötigt werden. Oft sind jedoch ökonomische Daten nur für große Gebiete verfügbar, während Informationen über Ökosysteme nur für kleine Gebiete vorliegen, und es ist schwierig, diese beiden Datenquellen zu verbinden. Betrachtet man die Kosten der verschiedenen Investitionsmaßnahmen, so liegen diese für Kläranlagen je nach Anlagentyp bei 50 bis 150 SEK/kg N-Reduktion. Für Feuchtgebiete ergeben sich Opportunitätskosten in Höhe von 2.000 SEK/ha, was zu einem Wert von 93 SEK/kg N-Reduktion führt. Der abdiskontierte Nutzen pro investierter Krone liegt bei 3,7 SEK für Feuchtgebiete und 0,4 bis 1,1 SEK für Kläranlagen. Dies deutet darauf hin, daß eine Investition in Feuchtgebiete eine lohnende Alternative gegenüber den anderen genannten Maßnahmen sein kann.

Das skizzierte Vorgehen bietet eine Alternative für die Bewertung von Feuchtgebieten und anderen Ökosystemen. Indem die von Ökosystemen „produzierten“ Umweltgüter herangezogen werden, kann ihr Wert über den Produktionsfunktionsansatz zum Teil über den Output in Geldeinheiten bewertet werden. Der Ansatz erfordert jedoch eine genaue Modellierung des ökologischen und ökonomischen Systems.

6.4.3 Gren et al. (1995): Economic Values of Danube Floodplains

Im Auftrag des WWF wurde 1994 am Beijer International Institute of Ecological Economics eine Studie über den ökonomischen Wert der Donauauen durchgeführt. Einbezogen in die Untersuchung wurden die Flächen in sieben Anrainerländern. Ausgangspunkt für die Berechnungen des ökonomischen Wertes der Donauauen waren die ökologischen Leistungen, die die Auen der Gesellschaft als Gratisleistungen zur Verfügung stellen. Aus der Vielzahl möglicher ökologischen Leistungen wurden drei Bereiche ausgewählt. Der Grund für diese Beschränkung ist vor allem in dem Informationsproblem zu sehen, das die Bewertung dieser ökologischen Leistungen mit sich bringt. Letztlich wäre es notwendig, die Leistungen der Auen für das ökonomische System über ein ökonomisch-ökologisches Interdependenzmodell zu erfassen. GREN et al. beschränken sich aber mangels eines derartigen Modells auf die Untersuchung der Auen als

1. „Produktionsort“ von Marktgütern (Tierfutter, Holz, Fischfang),
2. als Ort für Erholungsmöglichkeiten und
3. als alternative Umwelttechnik.

Zu 1) Die Werte von drei verschiedenen Habitaten - Wälder, Weideland, Feuchtgebiete - wurden berechnet als Input für die Produktion von Marktgütern³². Aufgrund fehlender allgemeiner oder partieller Gleichgewichtsmodelle wurden die Werte anhand der Marktpreise für Holzprodukte, Fisch und Tierfutter berechnet. Als Wert für Holzprodukte wurden 236 Mark ermittelt, als Wert für Fischfang 97 Mark und für Tierfutter 243 Mark. Der gesamte Wert der Auen ergibt sich dann aus dem Anteil der jeweiligen Habitate an den gesamten Auenflächen. Für die Gebiete in Deutschland und Österreich ergibt sich daraus ein Wert von 209 Mark je Hektar.

Tabelle 14: Ökonomischer Wert je Hektar Aue sowie Gesamtwert der Donauauen

	DM pro Jahr und Hektar			
	Deutschland	Österreich	Ungarn	Slowakei
Marktgüter (Holz, Fischerei, Futter)	209	209	112	112
Erholung	342	342	184	184
Nährstoffsenke	403	403	403	403
Summe je Hektar Aue	954	954	699	699

³² Für die Bewertung der Marktgüter und Erholungsleistungen ziehen GREN et al. eine Studie von KOSZ ET AL. (1992) heran.

	DM pro Jahr und Hektar			
Fläche in Hektar	45.662	27.500	51.553	5.000
Gesamtwert in Mio. DM	44	27	36	4

Quelle: Gren et al. (1995: 342); Wechselkurs ECU / DM gleich 1,90

Zu 2) Die Erholungswerte der Donauauen wurden mit Hilfe der Reisekostenmethode bestimmt. Darin wurden zum einen nur die Kosten für die Anreise und zum anderen zusätzlich alle übrigen mit dem Aufenthalt verbundenen Kosten ermittelt. Im ersten Fall wurde ein Wert von 606 Mark pro Hektar ermittelt, im zweiten Fall steigerte sich dieser Wert auf 2.274 Mark pro Hektar. Da diese Werte für den Nationalpark bei Wien ermittelt wurden und damit nur eine begrenzte Übertragbarkeit auf alle anderen Flächen gegeben ist, haben Gren et al. vereinfachend angenommen, daß der durchschnittliche Erholungswert aller Flächen in etwa der Hälfte der in der ersten Variante errechneten Aufwendungen für die An- und Abreise entsprechen. Daraus haben sie für die Flächen in Deutschland und Österreich einen Wert von 342 Mark pro Hektar abgeleitet.

Zu 3) Die Belastung der Gewässer mit Nährstoffen kann einmal durch den Einsatz von Umwelttechnik reduziert werden, zum anderen können sie aber auch durch eine „Nutzung“ der Auen reduziert werden: Eine wesentliche Leistung von Auen ist es, als Nährstoffsenken und Schadstofffilter (Nitrat, Phosphat) zu wirken. Würden diese Stoffe über den Einsatz entsprechender Umwelttechnik reduziert, dann würde ihr Einsatz Kosten verursachen. Diese Kosten können daher als Maßstab für die Bewertung der natürlichen Funktionen herangezogen werden. Gren et al. (1995) ermitteln für diese Leistung der Donauauen den Wert von 308 Mark als Senke für Stickstoff und den von 95 Mark als Senke für Phosphate. Dies entspricht einem Gesamtwert von 403 Mark pro Hektar Auenflächen. Tabelle 14 faßt die Ergebnisse zusammen.

Insgesamt ergibt sich für die Donauauen ein Wert von 44. Mio. DM pro Jahr in Deutschland. Dabei ist zu berücksichtigen, daß bei dieser Studie aufgrund der angeführten Probleme nur eine Auswahl ökologischer Leistungen bewertet wurde und daher auch der ermittelte Wert eher eine untere Grenze für den ökonomischen Wert darstellt.