

UMWELTFORSCHUNGSPLAN DES
BUNDESMINISTERIUMS FÜR UMWELT,
NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT
- Umweltplanung, Ökologie -

Forschungsbericht 297 13 180
UBA-FB 000068



**Entwicklung einer
Arbeitsanleitung
zur Berücksichtigung der
Wechselwirkungen in der
Umweltverträglichkeitsprüfung**

von

**Dipl.-Biol. Jörg Rasmus
Dipl.-Biol. Herbert Brüning
Dr. Volker Kleinschmidt
Dr. Heinrich Reck
Prof. Dr. Klaus Dierßen**

unter Mitarbeit von

Dipl.-Geogr. Andrea Bonk

Ökologie-Zentrum der
Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

Im Auftrag des Umweltbundesamtes

Diese TEXTE-Veröffentlichung kann bezogen werden bei
Vorauszahlung von DM 15,-- (7,67 Euro)
durch Post- bzw. Banküberweisung,
Verrechnungsscheck oder Zahlkarte auf das

Konto Nummer 4327 65 - 104 bei der
Postbank Berlin (BLZ 10010010)
Fa. Werbung und Vertrieb,
Ahornstraße 1-2,
10787 Berlin

Parallel zur Überweisung richten Sie bitte
eine schriftliche Bestellung mit Nennung
der **Texte-Nummer** sowie des **Namens**
und der **Anschrift des Bestellers** an die
Firma Werbung und Vertrieb.

Der Herausgeber übernimmt keine Gewähr
für die Richtigkeit, die Genauigkeit und
Vollständigkeit der Angaben sowie für
die Beachtung privater Rechte Dritter.
Die in der Studie geäußerten Ansichten
und Meinungen müssen nicht mit denen des
Herausgebers übereinstimmen.

Herausgeber: Umweltbundesamt
Postfach 33 00 22
14191 Berlin
Tel.: 030/8903-0
Telex: 183 756
Telefax: 030/8903 2285
Internet: <http://www.umweltbundesamt.de>

Redaktion: Fachgebiet I 2.4
Dipl.-Ing. Marianne Richter

Berlin, März 2001

Berichts-Kennblatt

1. Berichtsnummer UBA-FB 000068	2.	3.
4. Titel des Berichts Entwicklung einer Arbeitsanleitung zur Berücksichtigung der Wechselwirkungen in der Umweltverträglichkeitsprüfung		
5. Autor(en), Name(n), Vorname(n) Rassmus, Jörg; Brüning, Herbert; Kleinschmidt, Volker; Reck, Heinrich	8. Abschlußdatum Juni 2000	
6. Durchführende Institution (Name, Anschrift) Ökologie-Zentrum der Christian Albrechts Universität zu Kiel Schauenburgerstraße 112 D-24118 Kiel	9. Veröffentlichungsdatum	
7. Fördernde Institution (Name, Anschrift) Umweltbundesamt, Postfach 33 00 22, D-14191 Berlin	10. UFOPLAN-Nr. 297 13 180	
	11. Seitenzahl 135	
	12. Literaturangaben 162	
	13. Tabellen und Diagramme 13	
	14. Abbildungen 15	
15. Zusätzliche Angaben		
16. Kurzfassung <p>Ziel des Vorhabens war die Entwicklung einer praxisorientierten Arbeitsanleitung für die Berücksichtigung der Wechselwirkungen in der UVP. Die Arbeitsanleitung soll Vorhabensträger und deren Gutachter bei der Ermittlung und Beschreibung der Auswirkungen eines Vorhabens auf Wechselwirkungen und der entsprechenden sachgerechten Darstellung innerhalb der Antragsunterlagen und Behörden bei der folgenden Bewertung unterstützen.</p> <p>Im Rahmen des Vorhabens wurden die entsprechenden rechtlichen und naturwissenschaftlichen Grundlagen (hier insbesondere der Kenntnisstand der Ökosystemforschung), die im In- und Ausland bekannten Leitfäden/Arbeitsanleitungen u.ä. und die in der Praxis angewandten Ansätze ausgewertet und weiterentwickelt. Dies erfolgte u.a. durch die Auswertung der entsprechenden Literatur und durch Expertenworkshops.</p> <p>Nach der im Vorhaben entwickelten Definition sind unter Wechselwirkungen im Sinne der EU-UVP-Richtlinie und § 2 UVP-G, die in der Umwelt ablaufenden Prozesse zu verstehen.</p> <p>Bei der in der UVP-Praxis gegenwärtig angewandten Betrachtung von Wirkungsketten und -netzen werden Prozesse bzw. Wechselwirkungen bereits weitgehend ermittelt und beschrieben, da die Glieder der Ketten und Netze über Prozesse miteinander verbunden sind. Die im Vorhaben entwickelte Arbeitsanleitung geht hier einen Schritt weiter, indem sie ein Verfahren für die systematische Bearbeitung von Wirkungsketten- und netzen mit definierten Schnittstellen für die Datenübergabe zwischen den Fachgutachtern an Knotenpunkten dieser Ketten/Netze empfiehlt. Die derart festgestellten Auswirkungen werden in schutzgutbezogenen Kapiteln beschrieben und in der herkömmlichen Weise mit den nach allgemeinem Kenntnisstand heranzuziehenden Bewertungsmaßstäben (z.B. Grenzwerte der Fachgesetze, vorsorgeorientierte Richt- und Schwellenwerte) bewertet. Als weiterer Baustein wurde im Vorhaben eine Methodik für die medienübergreifende Bewertung von Auswirkungen entwickelt. Dazu werden aus den bereits bei den Schutzgütern beschriebenen direkten und indirekten (d.h. die über Wirkungsketten und -netze verursachten) Auswirkungen diejenigen ausgewählt und gemeinsam bewertet, die im Hinblick auf medienübergreifende Ziele bzw. Teilziele (Schutz der menschlichen Gesundheit/ Verbesserung der Umweltbedingungen als Beitrag zur Lebensqualität des Menschen/Erhaltung des Lebensraumpotentials für Pflanzen und Tiere) von Bedeutung sind.</p>		
17. Schlagwörter Umweltverträglichkeitsprüfung, FFH-RL, Wechselwirkungen, medienübergreifende Bewertungsansätze		
18. Preis	19.	20.

Report No.: UBA-FB 0000 68	2.	3.
4. Report Title: Development of a Guidance Manual for the Identification and Assessment of Interactions as Part of Environmental Impact Assessment		
5. Author(s), Surname(s), First Name(s) Rassmus, Jörg; Brüning, Herbert; Kleinschmidt, Volker; Reck, Heinrich		8. Completion date: June 2000
		9. Publication date:
6. Performing Organisation (name, address) Ökologie-Zentrum der Christian-Albrecht-Universität zu Kiel Schauenburgerstr. 112 D – 24118 Kiel		10. UFOPLAN No. 297 13 180
		11. Number of pages 135
7. Funding Institution (name, address) Umweltbundesamt Bismarckplatz 1, D - 14193 Berlin		12. References: 162
		13. Tables: 13
		14. Figures: 15
15. Remarks		
<p>16. Abstract:</p> <p>The objective of the project was the development of a practice-oriented guidance manual for the identification and assessment of interactions as part of EIA. The guidance manual is to assist developers and their consultants in identifying the effects of a project on interactions and adequately describing them in the application dossier and to support the authorities in subsequent assessment.</p> <p>Based <i>inter alia</i> on a review of relevant literature and through the performance of workshops, relevant legal principles and scientific knowledge (notably current knowledge from ecosystem research), guidelines, procedural instructions and similar documents from Germany and elsewhere as well as the approaches applied in EIA practice were evaluated and further developed.</p> <p>On this basis, a definition of "interactions" was in the project, which defines interactions within the meaning of the EU's EIA Directive and Art. 2 of the German Environmental Impact Assessment Act as processes which occur in the environment.</p> <p>The analysis of effect chains and webs, as often carried out in EIA practice to date, already enables an extensive identification and characterisation of processes/interactions, since the elements of the chains and webs are interlinked by processes. Here, the guidance manual developed in the project goes one step farther in that it recommends a procedure for the systematic analysis of effect chains and webs, with defined interfaces for data delivery from one specialist to another which are situated at the points where these chains or webs meet. The effects of a project on interactions, as identified using the above procedure, are described in chapters specific to individual protected assets and subsequently evaluated using the conventional approach which involves the application of assessment standards (e.g., limit values laid down in the various specialised laws, precautionary guide and threshold values) according to current knowledge. As an additional module, a methodology for the cross-media assessment of effects was developed. Here, the direct and indirect (caused e.g. via effect chains/webs) effects already described in the chapters specific to the various protected assets are examined to select and jointly assess those among them that are of relevance to general objectives or sub-objectives (protection of human health, improvement of environmental conditions to improve the quality of life for human beings, preservation of habitat potentials for plants and animals).</p>		
17. Key words: environmental impact assessment, FFH Directive, interactions, cross-media assessment approaches		
18. Prices	19.	20.

Inhalt

Inhaltsverzeichnis.....	1
Abbildungs- und Tabellenverzeichnis	3
Abkürzungsverzeichnis	4
Glossar	5
Dank	7
1 Einleitung.....	8
1.1 Veranlassung.....	8
1.2 Abgrenzung des Themas	9
2 Grundlagen.....	10
2.1 Rechtliche Grundlagen und deren Interpretation	10
2.1.1 Europäisches Recht	11
2.1.2 Das deutsche UVP-Recht.....	15
2.1.3 Fachgesetzliche Bestimmungen zur UVP	18
2.1.4 Weitere Informationsquellen.....	19
2.1.5 Kommentare zum UVPG	23
2.1.6 Zusammenfassung	25
2.2 Begrifflichkeiten im UVPG und im BNatSchG im Hinblick auf Wechselwirkungen.....	26
2.3 Naturwissenschaftliche Grundlagen	28
2.3.1 Ökologische Prozesse als Grundlage des Umweltverständnisses	28
2.3.2 Eigenschaften von ökologischen Prozessen	31
2.3.3 Organisationsebenen der Umwelt	31
2.3.4 Zusammenfassung	34
3 Vorhandene Ansätze in der Praxis der UVP	35
3.1 Arbeitsmittel, Arbeitsanleitungen	35
3.1.1 Leitfaden: Umweltverträglichkeitsprüfung und Eingriffsregelung	35
3.1.2 Leitfaden: UVP und Eingriffsregelung in Thüringen	35
3.1.3 Studie: Wechselwirkungen in der Umweltverträglichkeitsprüfung	36
3.1.4 Gutachten: Umweltauswirkungen in der Umweltverträglichkeitsprüfung	40
3.1.5 Materialsammlung: Umweltverträglichkeitsuntersuchungen an Bundeswasserstraßen.....	42
3.1.6 Arbeitshilfe zur praxisorientierten Einbeziehung der Wechselwirkungen in UVS zu Straßenbauvorhaben.....	44
3.1.7 Leitfaden zur UVP und naturschutzrechtlichen Eingriffsregelung für (...) Eisenbahnen des Bundes sowie Magnetschwebbahnen	48
3.1.8 Zusammenfassung	49
3.2 Praxisbeispiele.....	51
3.2.1 Praxisbeispiele aus Straßenbauvorhaben (SPORBECK et al. 1997b)	51
3.2.2 Praxisbeispiele aus Schleswig-Holstein	52
3.2.3 Praxisbeispiele aus Brandenburg	56
Exkurs: Ökologische Risikoanalyse	58
3.2.4 Zusammenfassung	58
3.3 Ansätze aus anderen Staaten	60
3.3.1 Einbeziehung natürlicher bzw. historischer Risiken	61
3.3.2 Untersuchung kumulativer Auswirkungen	62
3.3.3 Guidelines for the Assessment of Indirect and Cumulative Impacts as well as Impact Interactions	68
3.3.4 Zusammenfassung	69
3.4 Kybernetische Ansätze	70
4 Forschungsansätze der Ökosystemforschung	72
4.1 Analytische Ansätze: Teilmodelle	74
4.2 Synthetische Ansätze: holistische Konzepte	77

5	Begriffsbestimmung und Abgrenzung von „Wechselwirkungen“ i.S. des UVPG	79
5.1	Definition	79
5.2	UVP-relevante Prozesse	81
5.2.1	Energetische, stoffliche und hydrologische Prozesse	81
5.2.2	Biologische Prozesse	82
5.2.3	Gesellschaftliche Prozesse	83
5.2.4	Langfristige und sporadische Prozesse	84
5.3	Räumliche und zeitliche Dimension von Prozessen	85
5.3.1	Bezugsräume	85
5.3.2	Zeithorizont	86
5.4	Bewertungsmaßstäbe	87
5.4.1	Sektorale Bewertungsmaßstäbe	87
5.4.2	Medienübergreifende Bewertungsansätze	88
6	Arbeitsanleitung zur Berücksichtigung von Wechselwirkungen in der UVP	97
6.1	Vorbereitung der Antragsunterlagen	97
6.1.1	Beauftragung des Gutachterteams	97
6.1.2	Erstellung geeigneter Unterlagen für die Feststellung des vorläufigen Untersuchungsrahmens	97
6.2	Feststellung des vorläufigen Untersuchungsrahmens	104
6.3	Erstellung der Antragsunterlagen	105
6.3.1	Beschreibung der Umwelt	105
6.3.2	Schutzgutbezogene Prognose von Auswirkungen	106
6.3.3	Verfahrensbegleitendes Scoping	108
6.3.4	Medienübergreifende Prognose von Auswirkungen	108
6.4	Dokumentation der berücksichtigten Wechselwirkungen im UVS-Dokument	111
7	Bewertung von Wechselwirkungen	112
8	Hinweise zum Umgang mit Kenntnislücken	113
9	Nutzung der Arbeitsanleitung	117
10	Ausblick	120
11	Zusammenfassung	121
12	Literatur	126

Verzeichnis der Tabellen und Abbildungen

Abbildung 1: Stufenfolge der Organisationsebenen der Materie	32
Abbildung 2: Matrix: biologische Organisationsebenen und zeitliche Dimension.....	33
Abbildung 3: MNU SH (1994): Definitionsansätze für Wechselwirkungen	37
Abbildung 4: RAMMERT et al. (1993): Wechselwirkungsmatrix	38
Abbildung 5: MNU SH (1994): Projekt-Umwelt-Matrix	39
Abbildung 6: MNU (1995): Belastungspfade und Wirkungszusammenhänge	41
Abbildung 7: BfG (1996): Vorhabensbezogenes Wirkungsgefüge	43
Abbildung 8: Praxisbeispiel: Wirkungsmatrix potentieller Auswirkungen für ein Abbauvorhaben.....	57
Abbildung 9: CEQ (1998): Zeitrahmen für projektspezifische und kumulative Auswirkungen.....	67
Abbildung 10: Walker et al. (1999): Definition indirekter und kumulativer Wirkungen sowie von Wechselwirkungen	68
Abbildung 11: Berechnete Stickstofffrachten im Einzugsgebiet eines Sees. Vergleich zwischen aktuellen Nutzungsbedingungen und einem Nutzungsszenario.	76
Abbildung 12: Beschreibungsebenen der Umwelt: Struktur - Funktion - Prozeß	80
Abbildung 13: Medienübergreifendes Konzept der Gesundheit des Menschen.....	91
Abbildung 14: Medienübergreifendes Konzept des Landschaftsbildes	93
Abbildung 15: Wirkungsnetz "Zerschneidung von oberflächennahen Grundwasservorkommen".....	100
Tabelle 1: Indikationsmöglichkeit durch Tiere auf unterschiedlichen Organisationsebenen der Umwelt.....	29
Tabelle 2: Sporbeck et al. (1997a): Schutzgutbezogene Zusammenstellung von Wechselwirkungen	46
Tabelle 3: Praxisbeispiel: Schutzgutbezogene Zusammenstellung von indirekten Wirkungen	54
Tabelle 4: CEAA (1998): Methoden zur Erfassung kumulativer Wirkungen	63
Tabelle 5: CEAA (1998): Leitfragen zur Bestimmung der Erheblichkeit	64
Tabelle 6: CEAA (1998): Matrix zur Erfassung kumulativer Wirkungen	64
Tabelle 7: DILAMO - ein Methodenpaket zur digitalen Landschaftsanalyse	75
Tabelle 8: Natürliche Impulse des Landschaftswandels	85
Tabelle 9: Beispiele für Prozesse mit unterschiedlichen Bezugsräumen	86
Tabelle 10: Beispiele für Prozesse mit unterschiedlichen Zeithorizonten	86
Tabelle 11: Vorschlag für eine Matrix zur Dokumentation der in der UVS zu bearbeitenden schutzgutübergreifenden Prozeßgefüge („Schnittstellen“)	102
Tabelle 12: Ziele und Merkmale für die medienübergreifende Bewertung	110
Tabelle 13: Dokumentation der berücksichtigten Wechselwirkungen im UVS- Dokument.....	111

Verzeichnis der Abkürzungen

ARGE Eingriff	Arbeitsgruppe Eingriffsregelung der Landesanstalten/-ämter und des Bundesamtes für Naturschutz
BAST	Bundesanstalt für Straßenwesen
BauGB	Baugesetzbuch
BBergG	Bundesberggesetz
Bbg	Brandenburg
BBodSchG	Bundesbodenschutzgesetz
BfG	Bundesanstalt für Gewässerkunde
BfN	Bundesamt für Naturschutz
BImSchG	Bundesimmissionsschutzgesetz
BImSchV	Bundesimmissionsschutzverordnung
BMU	Bundesminister für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
BMV	Bundesminister für Verkehr
BMZ	Bundesminister für technische Zusammenarbeit
BNatSchG	Bundesnaturschutzgesetz
CEAA	Canadian Environmental Assessment Agency
CEQ	Council of Environmental Quality of the USA
CIA	Cumulative Impact Assessment
EBA	Eisenbahn-Bundesamt
ECE	Economic Commission for Europe
EIA	Environmental Impact Assessment
EU	Europäische Union
EuGH	Europäischer Gerichtshof
FFH-Richtlinie	Richtlinie 92/43/EG zur Erhaltung der natürlichen Lebensräume sowie der wildlebenden Tiere und Pflanzen (Flora-Fauna-Habitat-Richtlinie)
FGSV	Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V. Köln
HIV-StB	Handbuch für Verträge über Leistungen der Ingenieure und Landschaftsarchitekten im Straßen- und Brückenbau
HmbUVPG	Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung in Hamburg
HNL-StB	Hinweise zur Berücksichtigung des Naturschutzes und der Landschaftspflege beim Bundesfernstraßenbau
IVU-Richtlinie	Richtlinie 96/61/EG über die integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung
LANA	Länderarbeitsgemeinschaft Naturschutz, Landschaftspflege und Erholung
LNatSchG	Landesnaturschutzgesetz
LUVPG	Landesgesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung Baden-Württemberg
MNU SH	Ministerium für Natur und Umwelt Schleswig-Holstein
MUNR	Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Raumordnung Brandenburg
MURL	Ministerium für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft Nordrhein-Westfalen
MUVS	Merkblatt zur Umweltverträglichkeitsstudie in der Straßenplanung
NRW	Nordrhein-Westfalen
ÖZK	Ökologie-Zentrum der Universität Kiel
ROG	Raumordnungsgesetz
SH	Schleswig-Holstein
TMUL	Thüringer Ministerium für Umwelt und Landesplanung
UVP	Umweltverträglichkeitsprüfung
UVPG NRW	Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung im Lande Nordrhein-Westfalen
UVPG	Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung
UVP-G	Österreichisches Bundesgesetz über die Prüfung der Umweltverträglichkeit und die Bürgerbeteiligung (Umweltverträglichkeitsprüfungsgesetz)
UVPG-Bln	Berliner Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung
UVP-RL	Richtlinie des Rates vom 27. Juni 1985 über die Umweltverträglichkeitsprüfung bei bestimmten öffentlichen und privaten Projekten (85/337/EWG)
UVP-ÄnderungsRL	Richtlinie 97/11/EG des Rates vom 3. März 1997 zur Änderung der Richtlinie 85/337/EWG über die Umweltverträglichkeitsprüfung bei bestimmten öffentlichen und privaten Projekten
UVP-V Bergbau	Verordnung über die Umweltverträglichkeitsprüfung bergbaulicher Vorhaben
UVPVwV	UVP-Verwaltungsvorschrift
UVS	Umweltverträglichkeitsstudie
UVU	Umweltverträglichkeitsuntersuchung
WHG	Wasserhaushaltsgesetz
WHO	Weltgesundheitsorganisation

Glossar

Auswirkung	Feststellbare Veränderung, die auf einen äußeren Einfluß (Wirkfaktor) zurückzuführen ist
Einflußfaktoren	Faktoren, die den Ablauf eines Prozesses beeinflussen und diesen somit steuern können
Funktion	Spezifische „Aufgabe“, die einem Bestandteil der Umwelt aufgrund der Wirkungszusammenhänge im Gesamtsystem zugeordnet werden kann
Indikator	Hilfsgröße zur Bestimmung eines nicht unmittelbar erfaßbaren Sachverhalts. Indikatoren werden als Ersatzgrößen für fehlende Primärdaten herangezogen, wobei sie vielfach differenzierte Einzelinformationen zusammenfassend anzeigen
kumulative Wirkungen	Zusammentreffen mehrerer Wirkungen bei einem Akzeptor, im englischsprachigen Raum meist für gleichartige Wirkungen aus unterschiedlichen Vorhaben verwendet, s. Summationswirkung
Leistung	Eigenschaften der Umwelt, die aus menschlicher Sicht einen Nutzen darstellen und daher einen materiellen oder ideellen Wert bilden
Leistungsfähigkeit	Fähigkeit des Naturhaushalts, unter bestimmten Bedingungen Leistungen zur Verfügung zu stellen
Naturhaushalt	komplexes Wirkungsgefüge der biotischen und abiotischen Faktoren wie Boden, Wasser, Luft, Klima, Tier- und Pflanzenwelt
Ökosystem	Räumlich abgrenzbarer Teil der Umwelt mit spezifischen Elementen und Prozessen, s. Umweltmodell
Potential	Möglichkeit zur weiteren Entwicklung der Umwelt, in deren Folge bestimmte Leistungen erbracht werden
Projekt-UVp	UVp für ein konkretes Vorhaben, im Gegensatz zur UVp für Pläne und Programme (bzw. strategische UVp), die bereits in der Planungshierarchie früher ansetzt und die Umweltverträglichkeit von Plänen und Programmen beurteilt, die eine größere Zahl von einzelnen möglichen Vorhaben umfassen (z.B. UVp zum Verkehrswegeplan)
Prozeß	Veränderung eines Zustandes an einem bestimmten Ort und in einer bestimmten Zeit. Prozesse können durch äußere Faktoren beeinflusst werden (Einflußfaktoren)
Prozeßgefüge	Gesamtheit mehrerer miteinander zusammenhängender Prozesse
Schutzgüter	Sammelbegriff für die im UVPG aufgezählten Bestandteile der Umwelt (Mensch, Tiere, Pflanzen, Boden, Wasser, Luft, Klima, Landschaft, Kultur- und Sachgüter)
Summationswirkung	Zusammentreffen von Wirkungen unterschiedlicher Ursachen, z.B. verschiedener Vorhaben (in der englischen Literatur oft als kumulative Wirkungen bezeichnet)
Teilraum	Nach räumlichen und/oder funktionalen Kriterien abgegrenzter Teil der Umwelt, z.B. ein einzelnes bzw. eine Gruppe von Ökosystemen, Einzugsgebiet eines Gewässers, Nah- und Fernbereich in bezug auf ein Vorhaben
Umweltmodell	Modellvorstellung, die im Hinblick auf ein bestimmtes Vorhaben und einen bestimmten Untersuchungsraum (ggf. differenziert in Teilräume oder Ökosysteme) die relevanten Bestandteile (auch Komponenten, Elemente, Strukturen) und Prozesse der Umwelt in vereinfachter Form enthält. Innerhalb des Umweltmodells können einzelne Bestandteile unterschieden werden, die den Schutzgütern des UVPG zugeordnet werden können und die ggf. bestimmte Funktionen erfüllen. Den einzelnen Elementen kann jeweils eine bestimmte Ausprägung zugeordnet werden, die den Zustand des Elementes beschreibt.
Umweltsphären	Einteilungsmöglichkeit der Umwelt in Sphären: Litho- bzw. Pedosphäre (Boden, geologischer Untergrund), Hydrosphäre (Oberflächengewässer), Atmosphäre (Luftraum), Biosphäre (Pflanzen und Tiere, ggf. auch Mensch) und Sozio- bzw. Gesellschaftssphäre
Wechselbeziehung	In der Literatur wird der Begriff der Wechselbeziehung z.T. für die Wirkungszusammenhänge in der Umwelt benutzt, um sie von den indirekten Auswirkungen eines Vorhabens abzugrenzen, die dann als Wechselwirkungen bezeichnet werden (in dieser Arbeitsanleitung mit Wechselwirkungen synonym verwendet, vgl. Kap. 5.1)
Wechselwirkung	Begrifflichkeit des UVPG zur Beschreibung von Wirkungszusammenhängen zwischen den Schutzgütern (vgl. Kap. 2.1.2), die auf die engl. Begriffe „impact interaction“ bzw. „impact interrelationship“ der UVp-RL zurückgehen (vgl. Kap. 2.1.1); in dieser Arbeitsanleitung als Prozeß definiert (vgl. Kap. 5.1)
wertgebend	Für die Bewertung (eines Bestandteils) der Umwelt relevant

Wirkfaktor	Einfluß (z.B. Eigenschaft eines Vorhabens), der auf die Umwelt wirkt und dort zu Veränderungen (Auswirkungen) führt, z.B. Schadstoff- und Lärmemission, Anordnung von Gebäudeteilen etc.
Wirkfaktoranalyse	Analyse, welche Wirkfaktoren z.B. für ein bestimmtes Schutzgut in welchen Teilräumen von Relevanz sind, sowie der Art ihrer Wirksamkeit ("Wirkungspfad"). Die Wirkungsanalyse ist die Grundlage der Wirkungsprognose
Wirkung	Veränderung eines Bestandteils der Umwelt, die auf eine Ursache zurückgeführt werden kann; Wirkungen aufgrund der Wirkfaktoren eines Vorhabens werden als Auswirkungen bezeichnet
Wirkungsgefüge	Gesamtheit verschiedener Wirkungen, z.B. bezogen auf eine gemeinsame Ursache, einen Prozeß oder einen Teilraum der Umwelt
Wirkungskette, -netz	Abfolge von verschiedenen Auswirkungen, die auf eine (oder mehrere) Ursachen zurückgehen. Für das Ablaufen von Wirkungsketten sind Prozesse verantwortlich. Dabei können jeweils direkte und indirekte bzw. mittelbare Wirkungen (Primärwirkungen und Folgewirkungen) differenziert werden
Wirkungspfad:	s. Wirkungsanalyse
Wirkungsprognose:	Plausibel begründeten Erwartung, welche Veränderungen des Zustands der Umwelt sich unter Berücksichtigung der aufgefundenen Wirkungsverflechtungen aufgrund der Wirkfaktoren eines Vorhabens einstellen werden

Dank

Die Arbeit entstand unter der Mitwirkung zahlreicher Personen. Neben den Mitarbeitern des ÖZK sind hier insbesondere die Teilnehmer der beiden im Rahmen des Vorhabens durchgeführten Workshops und Frau M. Richter als Betreuerin des Vorhabens seitens des UBA zu nennen, deren Anregungen und Kritik in die Arbeit einfließen und wesentlich zu den Ergebnissen des Vorhabens beigetragen haben. Ihnen allen sei daher an dieser Stelle herzlich für die Mitarbeit gedankt.

Mitwirkende:

Dr. M. Asshoff (Ökologie-Zentrum)
R. Baumann (Ökologie-Zentrum)
M. Böttcher (Bundesamt für Naturschutz)
Dr. G. Eichweber (Wasser- und Schifffahrtsdirektion Nord)
B. Esser (Bundesanstalt für Gewässerkunde)
V. Gabske (ATUS GmbH)
J. Hodek (MUNR Brandenburg)
Prof. Dr. G. Kaule (Universität Stuttgart)
K. Lehniger (Ökologie-Zentrum)
U. Meyer (Ökologie-Zentrum)
Dr. F. Müller (Ökologie-Zentrum)
K. Müller-Pfannenstiel (Bosch & Partner)
Dr. U. Rammert (Landesamt für Natur und Umwelt Schleswig-Holstein)
M. Richter (Umweltbundesamt)
R. Schümer (Magnetschnellbahn-Planungsgesellschaft)
J. Wegener (MUNR Brandenburg)

Zitiervorschlag

Rassmus, J., Brüning, H., Kleinschmidt, V., Reck, H. & Dierssen, K. (2000): Arbeitsanleitung zur Berücksichtigung der Wechselwirkungen in der Umweltverträglichkeitsprüfung. F & E – Vorhaben des Umweltbundesamtes. 135 S.

1 Einleitung

1.1 Veranlassung

Die Bearbeitung der „Wechselwirkungen“ im Rahmen der UVP hat sich in der Vergangenheit als problematisch erwiesen. Die derzeitige Praxis wurde mehrfach sowohl von fachlicher (z.B. BECHMANN & HARTLIK 1998, BRÜNING 1995a und b, 1996a und b, KOCH 1996, WITT 1996) als auch juristischer Seite (z.B. BUNGE 1991ff, ERBGUTH & SCHINK 1996, PETERS 1995a, VG DARMSTADT 1990, EUGH 1992, 1995) als unzureichend bemängelt. Besondere Defizite werden in der nach wie vor vorwiegend sektoral angelegten Betrachtungsweise der einzelnen Schutzgüter gesehen, die dem der UVP zugrundeliegenden medienübergreifenden, systemaren Anspruch nicht genüge.

Allgemein anerkannte Konventionen zur Definition, Abgrenzung und Bearbeitung von Wechselwirkungen in der UVP fehlen weitgehend. Die in den letzten Jahren veröffentlichten Ansätze zur Bearbeitung der Wechselwirkungen fußen auf z.T. unterschiedlichen Definitionen und Herangehensweisen (z.B. MNU SH 1994, SPORBECK et al. 1997b, WAFFENSCHMIDT & POTSCHIN 1998), so daß bei Gutachtern und Behörden eine erhebliche Unsicherheit hinsichtlich der erforderlichen Arbeitsschritte zur adäquaten Berücksichtigung der Wechselwirkungen in die UVP festzustellen ist.

Ein Kernpunkt der Diskussion ist die Diskrepanz zwischen integrativen Ansätzen und Modellen, die z.B. im Bereich der Ökosystemforschung angestrebt werden, und den in der Planungspraxis angewendeten, vorwiegend sektoral ausgerichteten Verfahren zur Ermittlung von Auswirkungen auf die Umwelt. Von Seiten der UVS-Gutachter wird nicht selten auf bestehende wissenschaftliche Kenntnislücken verwiesen, um eine knappe (oder unzulängliche) Bearbeitung des Themas „Wechselwirkungen“ zu begründen. In der Literatur wird ein „Wissenstransfer-Defizit“ beklagt und darauf hingewiesen, daß die meisten der in der Ökosystemforschung Anwendung findenden Modelle derzeit nicht für die Praxis operationalisiert seien (z.B. MNU SH 1995, SPORBECK et al. 1997b, BONK 1998).

Vor diesem Hintergrund ist eine Aufarbeitung dieses Themas sowohl unter fachwissenschaftlichen als auch formalen Gesichtspunkten geboten. Ansätze hierzu finden sich z.B. im Forschungsvorhaben zur Berücksichtigung von Wechselwirkungen beim Bundesfernstraßenbau (SPORBECK et al. 1997b) oder der von der Europäischen Kommission beauftragten Studie zur Zusammenfassung des Standes der Technik in den verschiedenen europäischen Ländern (WALKER et al. 1999).

Ziel dieses Vorhabens ist es,

- auf der Basis der rechtlichen Grundlagen und
- bereits vorhandener Arbeitsanleitungen und Ansätze in der Praxis sowie
- unter Berücksichtigung des wissenschaftlichen Erkenntnisstandes

eine praxisnahe und sachgerechte Definition von „Wechselwirkungen“ i.S. des UVPG abzuleiten und anwendbare Vorschläge für die Berücksichtigung der Wechselwirkungen in der UVP zu erarbeiten.

1.2 **Abgrenzung des Themas**

Wechselwirkungen zwischen und innerhalb der Schutzgüter

Während sich der Titel des F&E – Vorhabens auf Wechselwirkungen zwischen den Schutzgütern bezieht, ist aus wissenschaftlicher Sicht eine derartige Eingrenzung der vielfältigen, in der Umwelt zwischen unterschiedlichen Kompartimenten wirksamen Beziehungen und Prozesse nicht sinnvoll. Die im UVPG vorgenommene Einteilung der Schutzgüter reflektiert eher die traditionelle Aufspaltung der Fachdisziplinen als jeweils in sich abgeschlossene Wirkungsgefüge von Teilsystemen (vgl. Kap. 2.3.1). Daher wird bei der Abgrenzung und Definition von Wechselwirkungen in dieser Arbeitsanleitung keine Trennung in Wechselwirkungen zwischen und innerhalb von Schutzgütern vorgenommen.

Hinsichtlich der planungspraktischen Umsetzungen ist eine solche Differenzierung jedoch insofern sinnvoll, als die einzelnen Schutzgüter in der UVS meist als eigenständige Kapitel behandelt und nicht selten von separaten Fachgutachtern erstellt werden. Hierbei bereitet die Identifizierung, Bearbeitung und Dokumentation von Wechselwirkungen innerhalb eines Schutzgutes (und damit häufig eines für sich abgeschlossenen Fachgutachtens) erfahrungsgemäß weniger Schwierigkeiten als Wechselwirkungen, die eine Berücksichtigung der Verhältnisse in mehreren Schutzgütern erfordern.

Aus diesem Grund wird in den Handlungsempfehlungen der Schwerpunkt auf Vorschläge zur Organisation und Dokumentation der zwischen den schutzgutbezogenen Teilen erforderlichen Informationsflüsse – also auf Wechselwirkungen zwischen den Schutzgütern – gelegt.

Projekt-UVP – UVP für Pläne und Programme

Die UVP für Pläne und Programme (auch als „strategische UVP“ bezeichnet) umfaßt gegenüber der Projekt-UVP größere Flächeneinheiten und eine größere Anzahl möglicherweise zu realisierender Projekte. Damit können hier auch Wirkungen betrachtet werden, die im Rahmen der Projekt-UVP nicht darstellbar sind, da ein wesentlicher Einfluß eines einzelnen Projektes auf die Umwelt gegenüber der Hintergrundbelastung nicht feststellbar ist. Wechselwirkungen sind hier z.B. hinsichtlich von Auswirkungen auf (großräumige) landschaftliche Zusammenhänge von besonderer Bedeutung. Dies betrifft nicht zuletzt die Betrachtung von Summationswirkungen durch die räumliche Konzentration verschiedener Vorhaben (vgl. z.B. HÜBLER 1998:65). Diese Effekte können sich zu erheblichen Auswirkungen addieren¹, die dann auch in ihrer gesellschaftspolitischen Dimension überregionale (und z.T. globale) Bedeutung gewinnen. Aus diesem Grund besteht über dieses Vorhaben hinaus ein dringender Bedarf hinsichtlich der Berücksichtigung von überregionalen und globalen Wechselwirkungen im Rahmen der strategischen UVP.

¹ Vgl.: Urteil des EuGH vom 2. Mai 1996, C-133/94 (Kommission ./. Königreich Belgien). – in: Slg. [= amtliche Sammlung der Entscheidungen des EuGH] 1996, I-2323.

2 Grundlagen

2.1 *Rechtliche Grundlagen und deren Interpretation*

In Deutschland ist die gesetzliche UVP erst durch europarechtliche Bestimmungen eingeführt worden. Das Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPG) ist, wie schon aus seiner Einbettung in das Gesetz zur Umsetzung der Richtlinie des Rates vom 27. Juni 1985 über die Umweltverträglichkeitsprüfung bei bestimmten öffentlichen und privaten Projekten (85/337/EWG) vom 12.2.1990 deutlich wird, nur ein (wichtiger) Teil² der erforderlichen Umsetzung der entsprechenden europarechtlichen Vorgabe in deutsches Recht. Das deutsche Recht muß dabei die europäischen Bestimmungen vollständig umsetzen³; es kann in seinen Anforderungen aber auch darüber hinausgehen.

Aufgrund dieser Rückbindung der gesetzlichen UVP in Deutschland an die Richtlinie 85/337/EWG und den dort vorgegebenen europarechtlichen Rahmen ist folgendes Vorgehen bei der Prüfung rechtlicher Vorgaben für die UVP in Deutschland geboten:

1. Die Anforderungen der UVP-Richtlinie als verbindliche Grundlage der UVP müssen vollständig erfüllt sein.
2. Die Anforderungen des UVPG sowie der zugehörigen Ausführungsbestimmungen in der UVP-Verwaltungsvorschrift (UVPVwV) müssen ebenfalls vollständig erfüllt sein, soweit sie nicht insgesamt oder in Teilen hinter denen der UVP-Richtlinie zurückbleiben⁴; in einem solchen Fall genießt Europarecht - jedenfalls unter den vom Gerichtshof der Europäischen Gemeinschaften (EuGH) in seiner Rechtsprechung entwickelten Bedingungen⁵ - Vorrang vor den nationalen Vorschriften und ist unmittelbar anzuwenden⁶.

² Der Bundesgesetzgeber hat neben den Regelungen des UVPG auch in verschiedenen Fachgesetzen eigene Bestimmungen zur UVP erlassen, was die Interpretation nicht erleichtert. Aufgrund der Strukturen des deutschen Rechtssystems müssen überdies sämtliche Landesgesetzgeber die UVP-Richtlinie in Landesrecht umsetzen. Das ist bislang nur unvollständig geschehen.

³ Dabei gibt es beachtliche Defizite; vgl. hierzu beispielsweise:

- Urteil des EuGH vom 9. August 1994, C-396/92 (Vorabentscheidung zur B 15 neu) – in: Slg. 1994 I-3417, mit dem § 20 UVPG für unvereinbar mit der UVP-Richtlinie erklärt wurde;
- Urteil des EuGH vom 22. Oktober 1998, C 301/95 (Kommission ./. Bundesrepublik Deutschland), mit dem die unzureichende Umsetzung der UVP-Richtlinie in 4 Punkten festgestellt wurde. – abgedruckt in: NVwZ, 17. Jahrgang, Heft 12, S. 1281-1283 oder Natur und Recht, 21. Jahrgang, Heft 2, S. 95-97;
- Klage der Kommission gegen die Bundesrepublik Deutschland vom 2. Februar 1999 wegen des Verstosses gegen die UVP-Pflicht durch Regelungen der Beschleunigungsgesetze; C-24/99 (Kommission ./. Bundesrepublik Deutschland), Abl. EG v. 27. März 1999, Nr. C 86, S. 10-11.
- speziell im Hinblick auf die Frage der Wechselwirkungen unter anderem auch ERBGUTH & SCHINK (1996), Einl., Rdn. 55, 92 f., 107 ff.

⁴ Nur für diejenigen Vorhaben, die in Deutschland über die Mindestanforderungen der UVP-Richtlinie hinaus einer UVP unterliegen, wären Abstriche möglich.

⁵ Zusammenfassend: Urteil des EuGH vom 22. Juni 1989, C-103/88 (Costanzo / Mailand).

⁶ Zur Direktwirkung von europäischen Richtlinien in den Mitgliedstaaten vgl. aus der Vielzahl der Literatur beispielsweise: ALBIN (1997), BUNGE (1991 ff.), EPINEY (1996), ERBGUTH & SCHINK (1996), JARASS (1995), PETERS (1996), STEINBERG & KLÖSSNER (1994), WINTER (1991).

3. Weitere Anforderungen, die sich beispielsweise aus fachgesetzlichen Regelungen ergeben können, müssen sich daran messen lassen, ob und inwieweit sie die Mindestvorgaben der UVP-Richtlinie und des UVPG widerspruchsfrei erfüllen.
4. Schließlich können darüber hinaus weitere rechtliche und fachliche Auslegungshilfen herangezogen werden, die bei der Klärung dieser Fragestellung sachdienliche Hinweise bieten, ohne jedoch eine vergleichbare (rechtliche) Verbindlichkeit für sich in Anspruch nehmen zu können.

2.1.1 Europäisches Recht

Die für sämtliche Mitgliedstaaten der Europäischen Union (EU) verbindliche UVP-Richtlinie ist die maßgebliche Rechtsquelle, welche die Mindestanforderungen für die UVP auch in Deutschland benennt:

„Die Umweltverträglichkeitsprüfung identifiziert, beschreibt und bewertet in geeigneter Weise nach Maßgabe eines jeden Einzelfalls gemäß den Artikeln 4 bis 11 die unmittelbaren und mittelbaren Auswirkungen eines Projekts auf folgende Faktoren

- Mensch, Fauna, Flora,
- Boden, Wasser, Luft, Klima und Landschaft,
- Sachgüter und kulturelles Erbe,
- die Wechselwirkung zwischen den unter dem ersten, dem zweiten und dem dritten Gedankenstrich genannten Faktoren“⁷.

Die UVP-Richtlinie gliedert die zu betrachtenden Auswirkungen eines Projektes mit einer klaren Systematik in Auswirkungen auf

- die biotischen Bestandteile der Umwelt, welche unter dem ersten Gedankenstrich aufgeführt werden,
- deren abiotische Bestandteile, die unter dem zweiten Gedankenstrich zusammengefaßt sind,
- zusätzliche Aspekte, soweit sie beim dritten Gedankenstrich genannt werden (und als Umweltauswirkung zu verstehen sind)⁸ sowie
- deren Verknüpfung in Form einer Wechselwirkung.

Wie noch gezeigt wird, ist es hilfreich, zur Interpretation die hier zu findende systematische Gliederung zu Rate zu ziehen und nicht ausschließlich die vom deutschen Gesetzgeber im UVPG mehrfach leicht variierte Fassung der Vorschrift zu verwenden. Im Zusammenhang mit einer Klärung des Begriffs „Wechselwirkung“ soll zunächst festgehalten werden, daß in der UVP-Richtlinie ein ökosystemares

⁷ Artikel 3 der UVP-Richtlinie in der aktuellen, durch die Richtlinie 97/11/EG überarbeiteten und ergänzten Fassung. Als in diesem Zusammenhang relevante Neuerung erstreckt sich die Wechselwirkung zwischen den einzelnen Umweltbestandteilen nunmehr auch auf den Bereich der Sachgüter und des kulturellen Erbes. Nationales Recht ist laut Artikel 3, Absatz 1 der Richtlinie 97/11/EG an diese Änderung bis zum 14. März 1999 anzupassen.

⁸ Dieser Blickwinkel liegt nahe, weil die UVP im Planungsprozeß ein Fachbeitrag Umwelt sein soll, der noch nicht mit anderen Belangen abgewogen wurde. In der kommentierenden Literatur herrscht zu diesem Punkt eine gewisse Ratlosigkeit. Es fällt auf, daß dort kaum eine Beschäftigung mit dem Unterschied zwischen dem Begriff „kulturelles Erbe“ und seiner inhaltlichen Verkürzung auf die rein materielle Komponente eines Kulturgutes stattfindet; vgl.:

- APPOLD in HOPPE (1995), § 2, Rdn. 31;
- BUNGE (1991 ff.), § 2, Rdn. 78 ff.;
- ERBGUTH & SCHINK (1996), § 2, Rdn. 34;
- PETERS (1996), § 2, Rdn. 23.

Verständnis zum Tragen kommt⁹. Das unterstreicht neben der systematisch gegliederten Aufzählung der relevanten Faktoren nicht zuletzt der 11. Erwägungsgrund zum Erlassen dieser Richtlinie:

„Die Umweltauswirkungen eines Projektes müssen mit Rücksicht auf folgende Bestrebungen beurteilt werden: die menschliche Gesundheit zu schützen, durch eine Verbesserung der Umweltbedingungen zur Lebensqualität beizutragen, für die Erhaltung der Artenvielfalt zu sorgen und die Reproduktionsfähigkeit des Ökosystems als Grundlage allen Lebens zu erhalten.“

Zum besseren Verständnis dessen, was mit dem für die deutsche UVP-Praxis ungewöhnlichen Singular „Wechselwirkung“ gemeint sein kann, mag eine Definition beitragen, die im Übereinkommen über die biologische Vielfalt während der Konferenz der Vereinten Nationen für Umwelt und Entwicklung 1992 in Rio de Janeiro festgehalten wurden. Danach bedeutet

„**Ökosystem**‘ einen dynamischen Komplex von Gemeinschaften aus Pflanzen, Tieren und Mikroorganismen sowie deren nicht lebender Umwelt, die als funktionelle Einheit in Wechselwirkung stehen“¹⁰.

Die Fortschreibung der UVP-Richtlinie durch die Richtlinie 97/11/EG erfolgte auch im Hinblick auf die Verpflichtungen, die Ergebnis der Konferenz der Vereinten Nationen für Umwelt und Entwicklung in Rio de Janeiro¹¹ waren. Vor diesem Hintergrund wird die UVP als

„ein grundlegendes Instrument der Umweltpolitik gemäß Artikel 130 r des Vertrages sowie des fünften Gemeinschaftsprogramms für Umweltpolitik und Maßnahmen im Hinblick auf eine dauerhafte und umweltgerechte Entwicklung“¹²

betrachtet. Diese Erwägung unterstreicht noch einmal den umfassenden Ansatz der UVP und erweitert ihn um das Ziel einer dauerhaft umweltgerechten Entwicklung.

Eine gesonderte Definition des Begriffs „Wechselwirkung“ wird in der UVP-Richtlinie nicht gegeben. Lediglich der insgesamt erforderliche Umfang einer vom Projektträger vorzulegenden Beschreibung der möglicherweise wesentlichen Umweltauswirkungen des UVP-pflichtigen Vorhabens werden im Zusammenhang mit den erforderlichen Angaben gemäß Artikel 5 Absatz 1 der UVP-Richtlinie in einer amtlichen Anmerkung im Anhang der Richtlinie präzisiert:

„Diese Beschreibung sollte sich auf die direkten und die etwaigen indirekten, sekundären, kumulativen, kurz-, mittel- und langfristigen, ständigen und vorübergehenden, positiven und negativen Auswirkungen des Vorhabens erstrecken“¹³.

Ergänzend dazu gibt mittlerweile die Rechtsprechung des EuGH zur Richtlinie 85/337/EWG erste Hilfestellungen, welches Umweltverständnis dem europäischen Umweltrecht im allgemeinen und der UVP-Richtlinie im besonderen zugrunde liegt.

⁹ So auch sämtliche Kommentare zum UVPG:

- APPOLD in HOPPE (1995), § 2, Rdn. 39;
- BUNGE (1991 ff.), § 2, Rdn. 76 f.;
- ERBGUTH & SCHINK (1996), Einl., Rdn. 5, 15, 54, 93 und § 2, Rdn. 28, 30 ff. m.w.N.;
- PETERS (1994), S. 23 ff., 34 f.; PETERS (1995b), S. 15; PETERS (1996), Einl., Rdn. 11 und § 2, Rdn. 21 f.

¹⁰ Übereinkommen über die biologische Vielfalt, Artikel 2.

¹¹ Dokumentiert in: BMU (o.J.).

¹² Richtlinie 97/11/EG, 1. Erwägungsgrund.

¹³ Richtlinie 85/337/EWG, Anhang IV; identisch mit Anhang III der Richtlinie 85/337/EWG in der bis 1997 gültigen alten Fassung.

Der EU-Kommission kommt die Funktion einer „Hüterin der Verträge“ zu¹⁴. Sie vertrat in dieser Funktion im Verfahren Großkrotzenburg¹⁵ die Auffassung, daß die Bundesrepublik Deutschland gegen die UVP-Richtlinie verstoßen habe. Zur Begründung führte sie unter anderem an, Deutschland habe in dem Genehmigungsverfahren für das Kraftwerk Großkrotzenburg

„nicht die Verpflichtung eingehalten, die Wechselwirkung zwischen den in Art. 3 erster und zweiter Gedankenstrich der Richtlinie genannten Faktoren (Mensch, Fauna, Flora, Boden, Wasser, Luft, Klima und Landschaft) zu berücksichtigen, was eine gesamtheitliche Bewertung dieser Faktoren vorausgesetzt hätte“¹⁶.

Die Kommission vertritt in ihrem Klageschreiben vom 22. Dezember 1992 unter anderem die folgende Auffassung:

„Von zentraler Bedeutung für die durch die Richtlinie eingeführte Umweltverträglichkeitsprüfung ist das Wort ‚Wechselwirkung‘, das den integrativen, gesamtheitlichen Bewertungsansatz als eines ihrer Hauptziele festschreibt. Der Schwerpunkt des Art. 3 liegt damit im bereichsübergreifenden intermediären Ansatz begründet. Dessen Beschreibungs- und Bewertungspflichten beziehen sich daher auf alle potentiellen, nach dem gegenwärtigen Erkenntnisstand mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit zu erwartenden Auswirkungen eines Projekts auf die einzelnen Umweltfaktoren, wobei gerade die Wechselwirkungen zwischen der lebendigen Umwelt (Mensch, Tier, Pflanzenwelt) und den übrigen Umweltfaktoren (Boden, Wasser, Luft, Klima, Landschaft) im Rahmen einer ökologischen Gesamtanalyse festzustellen und für die Umweltverträglichkeitsprüfung als vorbereitender Entscheidungsgrundlage zu bewerten sind. Diese ‚Interdependenzanalyse‘ muß, um das Ziel der Richtlinie 85/337/EWG – bei allen technischen Planungs- und Entscheidungsprozessen die Auswirkungen auf die Umwelt so früh wie möglich zu berücksichtigen (vgl. den 1. Erwägungsgrund der Richtlinie 85/337/EWG) – *[zu erreichen]*“¹⁷ auch mögliche Rück- und Gegenwirkungen der Eingriffe in einen Umweltfaktor auf die übrigen Faktoren erfassen. Der Begriff ‚Wechselwirkung‘ in Art. 3 versteht sich insofern aus der naturwissenschaftlichen Einsicht in die ökologische Relevanz medienübergreifender Belastungen, die eine Verlagerung der Belastung von einem Umweltfaktor auf den anderen ausschließen soll, um damit den Gefahren einer weitgehend einmedial ausgerichteten Prüfung vorzubeugen. Konkret bedeutet dieser Ansatz der Umweltverträglichkeitsprüfung gemäß Artikel 3 der Richtlinie, daß sich eine vollständig oder lediglich unkoordiniert aneinandergereihte Prüfung einzelner Umweltauswirkungen eines Projekts verbietet, es also positiv gewendet einer fachübergreifenden Gesamtschau möglicher Konfliktbeziehungen zwischen Projekt und Umwelt bedarf, die die Vernetzungswirkungen zwischen den betroffenen Umweltfaktoren einbezieht“¹⁸.

¹⁴ Vgl. Vertrag über die Europäische Union vom 7. Februar 1992 in der Fassung vom 2. Oktober 1997, Artikel 211 und 226.

¹⁵ Urteil des EuGH vom 11. August 1995, C-431/92 (Großkrotzenburg). – in: Natur und Recht, 18. Jahrgang, Heft 2, S. 102 – 106 (mit einer Anmerkung von K. IVEN), Berlin.

¹⁶ Urteil des EuGH vom 11. August 1995, C-431/92, Rdn. 42.

¹⁷ Eigene, sinngemäße Ergänzung des im Original fehlenden Satzbestands.

¹⁸ Klageschrift der Kommission der Europäischen Gemeinschaften vom 22. Dezember 1992, S. 9; Hervorhebungen im Original.

Der EuGH zweifelt nicht an dieser von der EU-Kommission vorgenommen und hier zitierten Auslegung der UVP-Richtlinie. Die Richter haben die Bundesrepublik Deutschland in diesem Verfahren dennoch nicht verurteilt, weil die Kommission es versäumt hatte, den Beweis für ihre Auffassung anzutreten und die konkreten Wechselwirkungen zu benennen, die im Fall Großkrotzenburg nicht berücksichtigt wurden¹⁹. Mit diesen Ausführungen ist eine erste und wesentliche Grundlage für die rechtsverbindliche Interpretation des Begriffs der „Wechselwirkung“ gegeben²⁰.

In einem weiteren, in Deutschland weitgehend unbekannten Urteil befaßte sich der EuGH – im Zusammenhang mit Überlegungen zur Reichweite der in einer UVP zu berücksichtigenden Umweltauswirkungen - indirekt ebenfalls mit der Frage der Wechselwirkungen. Die EU-Kommission und das Königreich Belgien hatten sich in einem Vertragsverletzungsverfahren darüber gestritten, ob für UVP-pflichtige Projekte in Brüssel²¹ eine ausländische Öffentlichkeitsbeteiligung gesetzlich vorzusehen sei. In diesem Rechtsstreit hatte Belgien die Auffassung vertreten, derart weitreichende Auswirkungen könnten ausgeschlossen werden. Die EU-Kommission war anderer Auffassung und fand Unterstützung durch Generalanwalt Léger, nach dessen Worten diese Argumentation „einer überholten Vorstellung von Umweltbelastungen“²² entspräche. Der EuGH schloß sich EU-Kommission und Generalanwalt an und verurteilte Belgien²³. Das der UVP-Richtlinie zugrundeliegende Verständnis von Umweltauswirkungen im allgemeinen, und damit auch der Wechselwirkungen im besonderen, ist folglich nicht nur in bezug auf die inhaltlichen Anforderungen – den gesamthaften Ansatz - als weitreichend zu bezeichnen, sondern ebenso für die mögliche räumliche Dimension dieser Auswirkungen.

Zusammenfassend soll für die Bearbeitung der Wechselwirkungen aus den Zielen und Bestimmungen der UVP-Richtlinie festgehalten werden, daß

- eine auf jeden Einzelfall zugeschnittene Betrachtung der Umweltauswirkungen erforderlich ist, also sowohl die Besonderheiten des Vorhabens als auch die spezifischen Bedingungen des betroffenen Gebietes in die UVP eingehen müssen²⁴,
- die formulierten Ziele der UVP (Schutz der menschlichen Gesundheit, Verbesserung der Umweltbedingungen, Erhalt von Artenvielfalt und Reproduktionsfähigkeit²⁵ des Ökosystems) ein weitreichendes ökosystemares Verständnis zugrunde legen, welches im Anforderungsprofil an die Be-

¹⁹ Urteil des EuGH vom 11. August 1995, C-431/92, Rdn. 45. – auszugsweise abgedruckt z.B. in: Natur und Recht, 18. Jahrgang, Heft 2, S. 102-105.

²⁰ Auf S. 12 ihrer Klageschrift nennt die Kommission ein Beispiel aus dem Zulassungsverfahren, wo sie eine integrative, medienübergreifende Betrachtung ansatzweise erkennt.

Wer sich im deutschen Planungsalltag auskennt, weiß daß speziell bei Genehmigungsverfahren nach BImSchG gute Gründe dafür sprechen, daß die Kommission mit ihrer fachlichen Kritik zumindest die allgemeine Praxis zutreffend beurteilt hat - vgl. zu diesem Verfahren etwa: CALLIESS (1996), S. 340 ff.; daneben auch: BUNGE (1991 ff.), § 12, Rdn. 11 ff.; ERBGUTH & SCHINK (1996), § 12, Rdn. 95, 99 ff., Art. 4, Rdn. 16; KÜHLING & PETERS (1995a, b); PETERS (1994), S. 75 ff..

²¹ Als konkrete Beispiele solcher Projekte wurden im Verfahren chemische und petrochemische Anlagen benannt.

²² Plädoyer des Generalanwalts Léger im Verfahren C-133/94 vom 11. Januar 1996, Rdn. 63. – in: Slg. 1996, I-2323.

²³ Urteil des EuGH vom 2. Mai 1996, C-133/94 (Kommission ./ Königreich Belgien); vgl. speziell die Rdn. 51 - 55.

²⁴ Vgl. auch: BUNGE (1991 ff.), § 2, Rdn. 25.

²⁵ In Bezug auf Ökosysteme ist der Begriff der Reproduktionsfähigkeit strenggenommen nicht anwendbar. In diesem Zusammenhang kann er als Funktionsfähigkeit des Ökosystems im Hinblick auf die Erhaltung günstiger Systemzustände „als Grundlage allen Lebens“ interpretiert werden.

schreibung der Umwelt sowie der Umweltauswirkungen, das insbesondere in Artikel 5 und Anhang IV der UVP-Richtlinie dargelegt ist, seine methodische Entsprechung findet,

- bereits die Möglichkeit²⁶ einer (entscheidungserheblichen) Betroffenheit der Umwelt²⁷ beziehungsweise einer Erheblichkeit²⁸ von Projektwirkungen ausreicht, um eine Beschreibung der Auswirkungen erforderlich werden zu lassen und
- mit dem Instrument der Umweltverträglichkeitsprüfung eine dauerhafte und umweltgerechte Entwicklung gesichert werden soll.

2.1.2 Das deutsche UVP-Recht

Weitergehende Anforderungen an die UVP im allgemeinen und die Bearbeitung der Wechselwirkungen im besonderen könnten sich aus den Bestimmungen des UVP-Gesetzes (UVPG) ergeben²⁹. Erklärter Zweck des Gesetzes und damit zugleich der UVP ist es, zur

„wirksamen Umweltvorsorge nach einheitlichen Grundsätzen“³⁰

beizutragen. Dafür soll das UVPG sicherstellen, daß

„die Auswirkungen auf die Umwelt frühzeitig und umfassend ermittelt, beschrieben und bewertet werden“³¹.

Damit entspricht das UVPG in seinen Zielen den weitreichenden Vorgaben der UVP-Richtlinie³². Einer der sprachlich zwar nur geringfügigen, inhaltlich aber bemerkenswerten Unterschiede zwischen UVPG und UVP-Richtlinie findet sich bei der Definition des UVP-Begriffs:

„Die Umweltverträglichkeitsprüfung umfaßt die Ermittlung, Beschreibung und Bewertung der Auswirkungen eines Vorhabens auf

1. Menschen, Tiere und Pflanzen, Boden, Wasser, Luft, Klima und Landschaft, einschließlich der jeweiligen Wechselwirkungen,
2. Kultur- und sonstige Sachgüter“³³.

Von Belang ist in diesem Zusammenhang weniger, daß die Wechselwirkungen hier noch nicht auf die Kultur- und sonstigen Sachgüter³⁴ bezogen werden, denn mit Ablauf der Umsetzungsfrist entfaltet die geänderte UVP-Richtlinie in diesem Punkt gegebenenfalls Direktwirkung. Wichtiger ist die Tatsache, daß die Formulierung des UVPG sich nicht mehr ausschließlich auf die Wechselwirkungen zwischen

²⁶ Vgl.: Richtlinie 85/337/EWG, 6. Erwägungsgrund, Artikel 5 und 7 sowie Anhang IV.

²⁷ Vgl. Richtlinie 85/337/EWG, Anhang IV, Punkt 3.

²⁸ Vgl. Richtlinie 85/337/EWG, Anhang IV, Punkt 4.

²⁹ Vgl. Richtlinie 97/11/EG, 3. Erwägungsgrund: „Die wichtigsten Grundsätze für die Prüfung der Umweltauswirkungen sollten harmonisiert werden; die Mitgliedstaaten können jedoch strengere Umweltschutzvorschriften festlegen.“

³⁰ UVPG, § 1.

³¹ UVPG, § 1.

³² Zweifel bestehen jedoch, ob die Einbindung der UVP in den fachgesetzlichen Rahmen dieser Zielsetzung nicht zumindest teilweise entgegenläuft und eine richtlinienkonforme Auslegung des UVPG nicht ermöglicht; vgl. beispielsweise: ERBGUTH & SCHINK (1996), Einl., Rdn. 93, 107, vor §§ 5-12, Rdn. 8, § 12, Rdn. 100 ff.

³³ UVPG, § 2, Satz 2.

³⁴ Auf den inhaltlichen Unterschied zwischen dem kulturellen Erbe und einem Kulturgut sei an dieser Stelle nur hingewiesen. Der in der UVP-Richtlinie verwendete Begriff des kulturellen Erbes beschränkt sich nicht auf materielle Aspekte und ist damit erheblich umfassender.

Vgl. auch Hinweise in: ARBEITSGEMEINSCHAFT UVP-GÜTESICHERUNG (1992), S. 71; BUNGE (1991 ff.) § 2, Rdn. 18; LANDSCHAFTSVERBAND RHEINLAND, RHEINISCHER VEREIN FÜR DENKMALPFLEGE UND LANDSCHAFTSSCHUTZ & SEMINAR FÜR HISTORISCHE GEOGRAPHIE AN DER UNIVERSITÄT BONN (1994), S. 8.

den Schutzgütern bezieht. In Übereinstimmung mit dem ökosystemaren Ansatz der UVP sind in der Gesetzesformulierung auch die zahlreich vorhandenen Wechselwirkungen innerhalb eines jeden Schutzgutes³⁵ angesprochen, wenigstens wenn die zuvor dargelegte Zweckbestimmung des UVPG mitgelesen wird. Dies ist eine entscheidende sprachliche Klarstellung, mit der das UVPG der an ökosystemaren Erkenntnissen ausgerichteten Zielsetzung der UVP gerecht wird. Insofern entspricht das hierin zum Ausdruck kommende Verständnis dem „effet utile“, an dem eine Interpretation von EU-Richtlinien stets auszurichten ist.

Im Ergebnis bleibt festzuhalten, daß auch das UVPG von einem umfassenden Umweltbegriff ausgeht. Eine weitergehende Präzisierung oder gar Definition, insbesondere im Hinblick auf den Begriff der Wechselwirkungen, fehlt hier ebenfalls.

Die UVP-Verwaltungsvorschrift (UVPVwV) soll das UVPG inhaltlich ergänzen³⁶. Zum Begriff der Wechselwirkungen findet sich dort folgender Hinweis:

„Wechselwirkungen können unter anderem durch Schutzmaßnahmen verursacht werden, die zu Problemverschiebungen zwischen den Umweltgütern führen“³⁷.

Der hiermit angesprochene Aspekt von möglichen Problemverschiebungen zwischen verschiedenen Schutzgütern kann zutreffend und für die UVP entscheidungserheblich sein³⁸. Allerdings löst diese Formulierung nicht die bestehenden begrifflichen und methodischen Schwierigkeiten³⁹ bei der Bearbeitung von Wechselwirkungen. Wenn der Hinweis in der UVPVwV als eine Schwerpunktsetzung für die Ermittlung, Beschreibung und Bewertung der Wechselwirkungen mißverstanden wird, dann führt er in die Irre und wird damit gefährlich⁴⁰.

Hilfreicher für eine Annäherung an die praktische Bedeutung von Wechselwirkungen ist folgende Aussage in der UVPVwV, die sich im Zusammenhang mit dem Bewertungsschritt in der UVP findet:

„Da eine quantitative Gesamtbewertung von Umweltauswirkungen mangels Verrechnungseinheiten grundsätzlich unmöglich ist, beruht eine medienübergreifende Bewertung von Umweltauswirkungen auf qualitativen Gesichtspunkten, die zueinander in Beziehung zu setzen sind. Ein bloßes Aneinanderreihen einzelner medialer Bewertungen der Umweltauswirkungen reicht nicht aus“⁴¹.

Weil die Bewertung nach § 12 UVPG auf Grundlage der zusammenfassenden Darstellung (§ 11 UVPG) erfolgen soll, diese ihrerseits aber wesentlich auf Grundlage der Unterlagen nach § 6 UVPG zu erarbeiten ist, kann die hier wiedergegebene Aussage auf alle drei Schritte der UVP übertragen

³⁵ So ausdrücklich auch: MNU SH (1994), S. 16. Vgl. daneben auch die Ausführungen bei APPOLD in HOPPE (1995), § 2, Rdn. 41 und PETERS (1995), S. 15.

³⁶ Vgl.: UVPG, § 20.

³⁷ UVPVwV, Nr. 0.6.2.1.

³⁸ Vgl. auch APPOLD in HOPPE (1995), § 2, Rdn. 40.

Der Gedanke wird in der UVPVwV wiederum aufgegriffen und mit Beispielen erläutert, wobei die angeführten Bewertungsmaßstäbe ihrerseits zu Beispielen für eine Problemverlagerung werden; vgl. UVPVwV Nr. 1.3.2, 2.3.2, 3.3.3, 4.3.3, 5.3.3., 6.3.3, 16.3.2.

³⁹ Vgl. APPOLD in HOPPE (1995), § 2, Rdn. 33, 38, 42.

⁴⁰ In diesem Sinne unter anderem auch: BUNGE (1991 ff.) § 2, Rdn. 76; GASSNER & WINKELBRANDT (1997), S. 34; PETERS (1996), Einleitung, Rdn. 11, § 2, Rdn. 20, § 12, Rdn. 20.

⁴¹ UVPVwV, Nr. 0.6.2.1.

werden. Schon die UVS ist somit daraufhin anzulegen, daß die Ermittlung und Beschreibung von Wechselwirkungen über die Aneinanderreihung einzelner Wirkungen auf die verschiedenen Umweltmedien hinausgeht. Die UVPVwV stellt für ihren Regelungsbereich eindeutig klar, daß die Umwelt insgesamt mehr ist als die Summe ihrer als UVP-Schutzgüter benannten Einzelteile.

Die in der UVP zu ermittelnden, zu beschreibenden und zu bewertenden Umweltauswirkungen, zu denen die Wechselwirkungen als wichtiger Bestandteil gehören, werden in der UVPVwV folgendermaßen verstanden:

„Auswirkungen auf die Umwelt im Sinne des § 2 Abs. 1 Satz 1 UVPG sind Veränderungen der menschlichen Gesundheit oder der physikalischen, chemischen oder biologischen Beschaffenheit einzelner Bestandteile der Umwelt oder der Umwelt insgesamt, die von einem Vorhaben im Sinne der Anlage zu § 3 UVPG verursacht werden. Auswirkungen auf die Umwelt können je nach den Umständen des Einzelfalls

- a) durch Einzelursachen, Ursachenketten oder durch das Zusammenwirken mehrerer Ursachen herbeigeführt werden,
- b) Folgen insbesondere der Errichtung oder des bestimmungsgemäßen Betriebes eines Vorhabens sein, ferner Folgen von Betriebsstörungen oder von Stör- oder Unfällen, soweit eine Anlage hierfür auszulegen ist oder hierfür vorsorglich Schutzvorkehrungen vorzusehen sind,
- c) kurz-, mittel- oder langfristig auftreten,
- d) ständig oder nur vorübergehend vorhanden sein,
- e) aufhebbar (reversibel) oder nicht aufhebbar (irreversibel) sein und
- f) positiv oder negativ - das heißt systemfördernd (funktional) oder systembeeinträchtigend (disfunktional) - sein“⁴².

Zunächst fällt an der Formulierung die zum Teil wörtliche Anlehnung an die UVP-Richtlinie auf. Aus deren 11. Erwägungsgrund ist der Aspekt „menschliche Gesundheit“ ausdrücklich übernommen worden, aus Anhang IV eine differenzierte Benennung der für die Beschreibung von Umweltauswirkungen maßgeblichen Anforderungen. Die zitierte Formulierung stellt allerdings nicht nur eine Anpassung an die sprachlichen Besonderheiten des deutschen Rechtssystems dar, sondern enthält überdies eine inhaltliche Einschränkung⁴³ bei der notwendigen Betrachtung der Umweltauswirkungen⁴⁴, die unseres Erachtens mit den europarechtlichen Vorgaben nicht vereinbar ist. Möglicherweise für die Umwelt erhebliche Folgen, auch Auswirkungen von Betriebsstörungen, Störfällen und Unfällen, sind daher entsprechend den oben dargelegten europarechtlichen Vorgaben entgegen dem Wortlaut der UVPVwV in die UVP einzubeziehen.

⁴² UVPVwV, Nr. 0.3.

⁴³ Unter Punkt b): „..., soweit eine Anlage hierfür auszulegen ist oder hierfür vorsorglich Schutzvorkehrungen vorzusehen sind, ...“.

⁴⁴ Korrespondierend auch UVPVwV, Nr. 0.5.1.1, 0.5.2.2.

Eigene Landesgesetze zur UVP gibt es derzeit nur in den Bundesländern Baden-Württemberg⁴⁵, Berlin⁴⁶, Hamburg⁴⁷ und Nordrhein-Westfalen⁴⁸. Die dort zu findenden Angaben gehen inhaltlich nicht über das UVPG hinaus. Sie halten sich vielmehr eng an die Gesetzgebung des Bundes, indem diese Vorschriften zum Teil wörtlich übernommen werden oder darauf verwiesen wird. Zu einer inhaltlichen Näherung an den Begriff der Wechselwirkungen tragen sie nicht bei.

Zusammenfassend läßt sich aufgrund der nationalen Bestimmungen zur UVP insbesondere in UVPG und UVPVwV sagen, daß

- auch das UVPG zur Sicherstellung einer wirksamen Umweltvorsorge von einem umfassenden Umweltbegriff ausgeht,
- vom Gesetzgeber mit der UVP eine vollständige, an einem ökosystemaren Verständnis ausgerichtete Betrachtung der erheblichen Umweltauswirkungen angestrebt wird, was konsequenterweise auch die Wechselwirkungen innerhalb jedes einzelnen Schutzgutes einschließt,
- in der UVPVwV eine weitere Präzisierung des medienübergreifenden Ansatzes der UVP erfolgt, wonach die gesetzlichen (und europarechtlichen) Vorgaben mit einer bloßen Aneinanderreihung von einzelnen, schutzgutbezogenen Betrachtungen und Bewertungen der Umweltauswirkungen nicht erfüllt sind.

2.1.3 Fachgesetzliche Bestimmungen zur UVP

Neben den bislang behandelten Vorgaben in den rechtlichen Bestimmungen, die sich speziell mit der UVP befassen, finden sich auch in zahlreichen Fachgesetzen Regelungen zur UVP. Die dort enthaltenen Anforderungen müssen sich wiederum daran messen lassen, ob und inwieweit sie die Mindestvorgaben der UVP-Richtlinie und des UVPG⁴⁹ widerspruchsfrei erfüllen.

Im Rahmen dieser Arbeitsanleitung ist eine vollständige Überprüfung aller Fachgesetze des Bundes und der Länder auf entsprechende Regelungen nicht möglich gewesen. Aufgrund der Konstruktion, daß durch die UVP-Richtlinie und in weiten Bereichen auch durch das UVPG Vorgaben hinsichtlich der Mindestvoraussetzungen existieren, erscheint eine auf Vollständigkeit ausgelegte Synopse an dieser Stelle auch entbehrlich. Im folgenden wird daher lediglich auf die rechtlichen Grundlagen zur UVP näher eingegangen, die vom Vorrang des UVPG (vgl. § 4 UVPG) nicht erfaßt werden:

- aufgrund von § 16 UVPG das Raumordnungsgesetz (ROG),
- aufgrund von § 17 UVPG das Baugesetzbuch (BauGB) und
- aufgrund von § 18 UVPG das Bundesberggesetz (BBergG) einschließlich der zugehörigen Verordnung über die Umweltverträglichkeitsprüfung bergbaulicher Vorhaben (UVP-V Bergbau).

⁴⁵ Landesgesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung (LUVPG).

⁴⁶ Berliner Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPG-Bln).

⁴⁷ Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung in Hamburg (HmbUVPG).

⁴⁸ Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung im Lande Nordrhein-Westfalen (UVPG NW).

⁴⁹ Zu dem vom UVPG vorgegebenen Mindeststandard für die UVP vgl. beispielsweise: BUNGE (1991 ff.) § 4, Rdn. 12 ff..

Allerdings enthalten diese keine zusätzlichen Hilfen zur Aufklärung dessen, was rechtlich unter Wechselwirkungen zu verstehen ist. Die UVP wurde aus dem Raumordnungsgesetz des Bundes wieder gestrichen⁵⁰, so daß sich dort keine sachdienlichen Hinweise zum besseren Verständnis der Wechselwirkungen finden lassen. Das BauGB verweist in § 1 a Absatz 2 Nr. 3 lediglich auf die UVP, ohne weitere Konkretisierungen zu den Inhalten der UVP vorzunehmen. Das BBergG schreibt in § 57 a unter bestimmten Umständen⁵¹ für Rahmenbetriebspläne die Durchführung einer UVP vor. Zugleich wird dort auf die UVP-V Bergbau verwiesen, in der Wechselwirkungen zwar genannt, aber wiederum nicht spezifiziert werden.

2.1.4 Weitere Informationsquellen

Zusätzlich existieren noch weitere Informationsquellen rechtlicher Art, die zur Interpretation des Begriffs der Wechselwirkungen vergleichend herangezogen werden können. Ihnen ist gemeinsam, daß sie in einem nach den EU-weiten und nationalen UVP-Bestimmungen durchzuführenden Verfahren keinen Anspruch auf eine rechtliche Verbindlichkeit entfalten können. Dennoch lassen sich hieraus mitunter Hinweise entnehmen, die den Begriff der Umwelt insgesamt beziehungsweise speziell den der Wechselwirkungen besser veranschaulichen können. Als Interpretationshilfen in diesem Sinne werden hier die folgenden Dokumente herangezogen, die in wesentlichen Teilen identische oder zumindest ähnliche Ziele benennen⁵²:

1. das Übereinkommen über die Umweltverträglichkeitsprüfung im grenzüberschreitenden Rahmen;
2. die mit der UVP-Richtlinie korrespondierende Richtlinie 96/61/EG über die integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung (IVU-Richtlinie);
3. die Richtlinie 92/43/EG zur Erhaltung der natürlichen Lebensräume sowie der wildlebenden Tiere und Pflanzen (FFH-Richtlinie);
4. das österreichische Bundesgesetz über die Prüfung der Umweltverträglichkeit und die Bürgerbeteiligung (Umweltverträglichkeitsprüfungsgesetz - UVP-G).

Es kann vorweggenommen werden, daß sich auch in diesen Dokumenten nirgendwo eine Definition von Wechselwirkungen findet. Allerdings bieten diese Quellen einige ergänzende Hinweise zur Begriffsbestimmung der Wechselwirkungen, so daß deren Einbeziehung einer Näherung an den Regelungsinhalt förderlich sein kann.

⁵⁰ Durch Artikel 11, Nr. 2 des Gesetzes zur Erleichterung von Investitionen und der Ausweisung und Bereitstellung von Wohnbauland (Investitionserleichterungs- und Wohnbaulandgesetz) wurde in § 16 Abs. 1 UVPG der Bezug auf § 6a ROG ersatzlos gestrichen. Damit ist die Pflicht zur Durchführung einer UVP im Raumordnungsverfahren mit dem 1.5.1993 abgeschafft worden.

Vgl. dazu etwa: ERBGUTH & SCHINK (1996), § 16, Rdn. 2a.

⁵¹ Vgl. § 57 c BBergG in Verbindung mit § 1 UVP-V Bergbau.

⁵² Vgl. zumindest für die EU-Richtlinien: SCHINK, A (1999), S. 11 f..

2.1.4.1 Das Übereinkommen über die Umweltverträglichkeitsprüfung im grenzüberschreitenden Rahmen

Das Übereinkommen über die Umweltverträglichkeitsprüfung im grenzüberschreitenden Rahmen bezeichnet mit dem Begriff

„Auswirkung“ jede Wirkung eines geplanten Projekts auf die Umwelt, u.a. auf die Gesundheit und Sicherheit des Menschen, auf die Flora und Fauna, auf Boden, Luft und Wasser, auf das Klima, die Landschaft und auf Denkmäler oder sonstige bauliche Anlagen oder die Wechselwirkung zwischen diesen Faktoren; hierzu gehören auch Wirkungen auf das kulturelle Erbe oder sozioökonomische Gegebenheiten infolge von Veränderungen an diesen Faktoren“⁵³.

An dieser Begriffsbestimmung wird wiederum die sprachliche Nähe zu den Formulierungen der UVP-Richtlinie deutlich⁵⁴. Im Unterschied dazu wird hier allerdings die Aufzählung der Schutzgüter ausdrücklich nicht als abschließend betrachtet, sondern vielmehr jede Wirkung auf die Umwelt einbezogen. Das wird den fachlichen Anforderungen an eine vorsorgeorientierte Betrachtung der Umweltauswirkungen auch eher gerecht. Unter dem Umweltbegriff sind dann beispielsweise auch Lebewesen wie Pilze oder Bakterien zu berücksichtigen, die unter anderem beim Abbau organischen Materials eine wesentliche Rolle in Nahrungskreisläufen und damit im Ökosystem übernehmen⁵⁵. Einem solchen Verständnis stehen der Wortlaut von UVP-Richtlinie und UVP-G nicht entgegen.

2.1.4.2 Die IVU-Richtlinie

Die IVU-Richtlinie ist eine Ergänzung der UVP-Richtlinie⁵⁶, in der ein am Vorsorgegedanken orientierter Bau und Betrieb von Anlagen einschließlich der dafür notwendigen behördlichen Auflagen und Kontrollen im Vordergrund steht. Die IVU-Richtlinie geht in Teilen über den Anwendungsbereich der UVP-Richtlinie hinaus und zielt auf die möglichst weitgehende Vermeidung und - wo das nicht möglich ist - Verminderung von Umweltbelastungen⁵⁷ bei Anlagen, die „ein großes Potential zur Umweltverschmutzung“⁵⁸ aufweisen, um so ein hohes Schutzniveau für die Umwelt insgesamt zu erreichen.

Neben einer auf die einzelnen Umweltmedien bezogenen Betrachtung wird darin für einen Genehmigungsantrag auch die

„Feststellung von erheblichen Auswirkungen der Emissionen auf die Umwelt“⁵⁹

insgesamt gefordert. Damit ist in Parallelität zur UVP auch in dieser EU-Richtlinie eine den sektoralen Blickwinkel aufweitende ökosystemare Betrachtungsweise zu finden.

⁵³ Übereinkommen über die Umweltverträglichkeitsprüfung im grenzüberschreitenden Rahmen, Artikel 1, Nr. 7.

⁵⁴ Das reicht bis zum Begriff "kulturelles Erbe".

⁵⁵ Vgl. in diesem Sinne auch PETERS (1994), S. 18 f.; PETERS (1996), § 2, Rdn. 21.

Um Mißverständnissen vorzubeugen: Hinter dieser Aussage verbirgt sich nicht die unausgesprochene Forderung, künftig auch ein eigenes Untersuchungsprogramm für Bakterien in der UVP vorzusehen. Sie dürfen jedoch bei den Überlegungen nicht außer acht gelassen werden. Es gibt Gutachter, die aus fachlichen Gründen zumindest Großpilze als aussagefähige Gruppe mit erheben.

⁵⁶ Vgl.: IVU-Richtlinie, 10. Erwägungsgrund sowie Artikel 1, 6 (2) und 9 (2); UVP-Richtlinie Artikel 2 (2a).

⁵⁷ Vgl. IVU-Richtlinie, 8. Erwägungsgrund.

⁵⁸ IVU-Richtlinie, 27. Erwägungsgrund.

⁵⁹ IVU-Richtlinie, Artikel 6, Absatz 1.

Zur Abrundung des Verständnisses, was EU-weit zur zu schützenden Umwelt zählt, soll aus der IVU-Richtlinie daher noch der Begriff der „Umweltverschmutzung“ herangezogen werden. Diese Richtlinie versteht unter

„Umweltverschmutzung“ die durch menschliche Tätigkeiten direkt oder indirekt bewirkte Freisetzung von Stoffen, Erschütterungen, Wärme oder Lärm in Luft, Wasser oder Boden, die der menschlichen Gesundheit oder der Umweltqualität schaden oder zu einer Schädigung von Sachwerten bzw. zu einer Beeinträchtigung oder Störung von Annehmlichkeiten und anderen legitimen Nutzungen der Umwelt führen können“⁶⁰.

Als für deutsche Ohren ungewöhnlich und erläuterungsbedürftig erweist sich insbesondere der Ausdruck „Annehmlichkeiten der Umwelt“. In dieser Formulierung wird erstmals eine Nutzungsform der Umwelt explizit erwähnt und als legitim bezeichnet, die hiermit auch rechtlich zur Gesamtheit der Umwelt gezählt wird und damit verfahrensrelevant ist.

Als Hilfe für die Auslegung des Begriffs eignet sich die Definition von Gesundheit, welche die Weltgesundheitsorganisation (WHO) verwendet. In der „Ottawa Charta zur Gesundheitsförderung“, die bei der ersten internationalen Konferenz zur Gesundheitsförderung im Jahr 1986 verabschiedet wurde, wird unter Gesundheit

„ein umfassendes körperliches, seelisches und soziales Wohlbefinden“

verstanden. Als grundlegende Bedingungen und konstituierende Momente von Gesundheit werden dort

„Frieden, angemessene Wohnbedingungen, Bildung, Ernährung, Einkommen, ein stabiles Ökosystem, eine sorgfältige Verwendung vorhandener Naturressourcen, soziale Gerechtigkeit und Chancengleichheit“

aufgezählt. Bemerkenswert an dieser Definition – nicht zuletzt im Hinblick auf das Schutzgut Mensch – ist der Verweis auf die Abhängigkeit der menschlichen Gesundheit von (stabilen) Ökosystemen⁶¹ und einem sorgfältigen Umgang mit den natürlichen Ressourcen. Die große Nähe von IVU-Richtlinie und UVP-Richtlinie legt nahe, diesen Aspekt auch in das der UVP zugrunde zu legende Umweltverständnis einzubeziehen.

2.1.4.3 Die FFH-Richtlinie

In der UVP-Änderungsrichtlinie wird ein Zusammenhang zwischen der UVP und den Bestimmungen von Vogelschutzrichtlinie⁶² und FFH-Richtlinie hergestellt⁶³. Für alle Vorhaben, die möglicherweise mit erheblichen Eingriffen in ein Schutzgebiet des Netzes Natura 2000 verbunden sind, bietet sich eine gemeinsame Aufbereitung der für eine Beurteilung der projektspezifischen Umweltauswirkungen erforderlichen Informationen geradezu an. Dann kann auf dieser Basis sowohl die Umweltverträglichkeit

⁶⁰ IVU-Richtlinie, Artikel 2, Nr. 2.

⁶¹ Der im Zusammenhang mit den vielfältigen dynamischen Prozessen, die ein Ökosystem ausmachen, nicht unproblematische Begriff der Stabilität wäre noch genauer zu hinterfragen. Wenn Ökosystem als "Beziehungsgefüge der Lebewesen untereinander und mit ihrem Lebensraum" (SCHAEFER & TISCHLER 1983) verstanden wird, könnte hier mit Stabilität der Fortbestand dieses Beziehungsgefüges in einem die menschlichen Bedürfnisse sichernden Umfang gemeint sein.

⁶² Richtlinie 79/409/EWG.

⁶³ UVP-Änderungsrichtlinie, 10. Erwägungsgrund.

des Projektes mit ihren speziellen Anforderungen geprüft als auch eine Verträglichkeitsprüfung nach Artikel 6 der FFH-Richtlinie mit den Schutzziele eines zum Netz Natura 2000 zählenden Gebietes durchgeführt werden. Zur Notwendigkeit der Durchführung einer Verträglichkeitsprüfung heißt es:

„Pläne oder Projekte, die nicht unmittelbar mit der Verwaltung des Gebietes in Verbindung stehen oder hierfür nicht notwendig sind, die ein solches Gebiet jedoch einzeln oder in Zusammenwirkung mit anderen Plänen und Projekten erheblich beeinträchtigen könnten, erfordern eine Prüfung auf Verträglichkeit mit den für dieses Gebiet festgelegten Erhaltungszielen“⁶⁴.

Wichtig an dieser Sichtweise ist das Zusammenwirken verschiedener Beeinträchtigungen auf einen bestimmten Ausschnitt der Umwelt. Das gilt für das Zusammenwirken verschiedener Vorhaben⁶⁵ ebenso wie für die Vielfalt von Eingriffen durch ein Vorhaben auf die zu betrachtende Umwelt. Da unter Berücksichtigung der Fernwirkungen nicht wenige UVP-pflichtige Planungen zugleich die Möglichkeit von erheblichen Beeinträchtigungen des Netzes Natura 2000 mit sich bringen, ist diese Sichtweise zumindest in diesen Fällen in die Betrachtung der Umweltauswirkungen auch im Rahmen der UVP einzubeziehen. Mit dieser sprachlich eindeutigen Regelung ist nunmehr zumindest für den Geltungsbereich der FFH-Richtlinie auch rechtlich festgeschrieben, was im Zusammenhang mit der UVP bislang kontrovers diskutiert wurde.

Angesichts der bisherigen praktischen Erfahrungen mit der Verträglichkeitsprüfung nach FFH-Richtlinie erscheint jedoch der Hinweis angebracht, daß die inhaltliche Nähe zwischen beiden Instrumenten nicht mit einer Identität der Anforderungen verwechselt werden darf⁶⁶. Sowohl die UVP als auch die Verträglichkeitsprüfung nach FFH-Richtlinie erfordern neben einer Reihe gemeinsamer Inhalte auch das Abarbeiten jeweils eigener Anforderungen.

2.1.4.4 Die Umsetzung der UVP-Richtlinie in Österreich

Das Instrument einer europäischen Richtlinie erfordert eine Umsetzung in nationales Recht. Deshalb muß auch die UVP-Richtlinie von allen Mitgliedstaaten der EU noch einmal „übersetzt“, das heißt in den jeweiligen nationalen Rechtssystemen verbindlich und ohne inhaltliche Abstriche verankert werden.

Da mit der UVP-Richtlinie die Grundlage für die UVP in allen Mitgliedstaaten der EU die gleiche ist, lohnt sich ein Blick über die deutschen Grenzen hinaus. Österreich hat die UVP erst 1993 anlässlich seines EU-Beitritts gesetzlich vorgeschrieben. Ergebnis ist eine im Vergleich zu den deutschen Bestimmungen in verschiedener Hinsicht weitergehende Regelung. Hierin wird die Aufgabe der UVP folgendermaßen definiert:

„Aufgabe der Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) ist es, unter Beteiligung der Bürger/innen auf fachlicher Grundlage

⁶⁴ FFH-Richtlinie, Artikel 6, Absatz 3.

⁶⁵ Darunter fallen bei der UVP mindestens die Auswirkungen eines Vorhabens im Zusammenwirken mit der bestehenden Vorbelastung; vgl. z.B. PETERS (1996), § 2, Rdn. 29.

⁶⁶ So auch ERBGUTH & SCHINK (1996), Einl., Rdn. 100-100c; allerdings setzt – im Gegensatz zu der dort vertretenen Auffassung – auch eine Prüfung auf Verträglichkeit mit den Schutzziele eines bestimmten Gebietes stets eine ökosystemare Betrachtung voraus, da das Überleben von Arten und Lebensgemeinschaften an die dafür notwendigen ökologischen Rahmenbedingungen gekoppelt ist.

1. *die unmittelbaren und mittelbaren Auswirkungen festzustellen, zu beschreiben und zu bewerten, die ein Vorhaben*
 - a) *auf Menschen, Tiere und Pflanzen,*
 - b) *auf Boden, Wasser, Luft und Klima,*
 - c) *auf Biotope und Ökosysteme,*
 - d) *auf die Landschaft und*
 - e) *auf Sach- und Kulturgüter**hat oder haben kann, wobei Wechselwirkungen mehrerer Auswirkungen untereinander miteinzubeziehen sind,*

... „⁶⁷

Aus dieser Zweckbestimmung der UVP läßt sich für die Bearbeitung der Wechselwirkungen zweierlei entnehmen. Mit Biotopen und Ökosystemen wird hier explizit benannt, was in UVP-Richtlinie und UVPG implizit durch den Begriff der Wechselwirkungen enthalten ist: Auch im österreichischen UVP-G wird deutlich, daß der UVP neben der Betrachtung einzelner Umweltmedien auch ein ökosystemares Verständnis zugrunde zu legen ist. Hier werden die in der Umwelt ablaufenden Prozesse durch eine Berücksichtigung von Auswirkungen auf Biotope und Ökosysteme erfaßt.

Vor dem Hintergrund dieser wichtigen Vorgabe zeigt sich aber auch, daß in Österreich unter Wechselwirkungen mit der Kombination mehrerer Auswirkungen ein ganz anderer Aspekt verstanden wird. Das hier zum Ausdruck kommende Verständnis von Wechselwirkungen zielt auf kumulative Wirkungen, also die gemeinsamen – addierten, potenzierten oder sich gegenseitig hemmenden - Auswirkungen verschiedener Einwirkungen⁶⁸. Damit gilt in Österreich für alle UVP-pflichtigen Planungen eine der FFH-Richtlinie entsprechende Regelung, wonach für die Wirkungsbetrachtung auf ein mögliches Zusammenwirken mit den Wirkungen anderer Pläne und Projekte hingewiesen wird⁶⁹. Um Mißverständnissen vorzubeugen: Damit werden mit dem Begriff der Wechselwirkungen in Deutschland und Österreich unterschiedliche Inhalte verbunden!

2.1.5 Kommentare zum UVPG

Aus der Fülle der juristischen Literatur sei hier abschließend kurz auf die vorliegenden Kommentare zum UVPG eingegangen. Es kann vorweggenommen werden: Auch sie stützen die hier bislang zusammengetragene Interpretation der maßgeblichen Bestimmungen zur UVP. Zur Abrundung der Darstellung wird eine kleine Auswahl der Ergebnisse wörtlich wiedergegeben.

Von APPOLD wird der mit einer Berücksichtigung der Wechselwirkungen verbundene neue Ansatz der UVP beispielsweise folgendermaßen formuliert:

„Dieser **medienübergreifende** und **integrative** Prüfauftrag der UVP stellt eine Abkehr vom überkommenen sektoralen Schutz einzelner Umweltmedien und eine Hinwendung zum Schutz komplexer Systeme dar, in denen sich Wechselwirkungen zwischen den Organismen und der

⁶⁷ UVP-G, § 1, Absatz 1, Nr. 1.

⁶⁸ Vgl. hierzu auch Kap. 3.3 dieser Arbeitsanleitung (Ansätze aus anderen Staaten).

⁶⁹ FFH-Richtlinie, Artikel 6, Absatz 3.

Umwelt abspielen. Für das Verständnis der UVP erlangt dieses Tatbestandsmerkmal zentrale Bedeutung⁷⁰.

Für den Verfasser ergibt sich daher aus dem UVPG:

„Wechselwirkungen beschreiben die Umwelt als System“⁷¹.

BUNGE geht - unter Berufung auf PETERS - bei der Interpretation des Begriffs "Wechselwirkungen" davon aus, daß

„der Ausdruck die *Umwelt als System* bezeichnen soll. Wechselwirkungen sind also die vielfältigen Beziehungen zwischen Menschen, Tieren, Pflanzen, Boden, Wasser, Luft, Klima und Landschaft. Mit der Vorgabe, auch diese Wirkungen in den Prüfprozeß einzubeziehen, macht das Gesetz deutlich, daß die Folgen des jeweiligen Vorhabens für Menschen, Tiere, Pflanzen usw. nicht nur getrennt voneinander untersucht werden sollen (sektoraler Ansatz). Es verlangt vielmehr, bei der Prognose und Bewertung der Umweltauswirkungen auch die Vernetzung der Umweltkomponenten zu berücksichtigen (medienübergreifender oder ökosystemarer Ansatz)“⁷²

Für ERBGUTH & SCHINK ist gerade in der Einbeziehung der Wechselwirkungen die Besonderheit der rechtlichen Vorschriften zur UVP im Vergleich mit den übrigen des deutschen Umweltrechts zu sehen:

„Das **Besondere der UVP** ist gerade nicht nur ihr fachlich-sektorale Grenzen übergreifender, sondern bereits jene Ausgangspunkte verlassender **apriorisch gesamtökologischer Auftrag**“⁷³.

Für sich genommen mag das als Votum für eine radikale Abkehr von jeglicher sektoralen Betrachtung mißverstanden werden können. Im Zusammenhang wird allerdings deutlich, daß sie hierin eine wesentliche Ergänzung erkennen. Denn ERBGUTH & SCHINK argumentieren weiterhin mit dem Sachverständigenrat für Umweltfragen, indem sie sich dessen Interpretation anschließen, einer sektoral auf einzelne Umweltbereiche beschränkten Sichtweise

„soll freilich eine **Gesamtbetrachtung** i.S. einer Gesamtumweltverträglichkeitsprüfung nachfolgen, so daß auch Wechselwirkungen zwischen verschiedenen Stoffen, zwischen verschiedenen Umweltfaktoren und ihren Belastungen und die Gesamtbelastung der Umwelt Gegenstand der Bewertung sein müssen“⁷⁴.

Deutlich weisen die Autoren darauf hin, daß sie beim Zusammenspiel von einem in Deutschland sektoral gegliedertem Fachrecht und dem integrativen Anspruch der UVP-Richtlinie gravierende Probleme erkennen:

„Schwergewichtig betrifft der fortbestehende obligatorische Umsetzungsbedarf das Herzstück des EG-rechtlichen Verständnisses von einer ökologischen Anforderungen gerecht werdenden UVP, nämlich deren **integrativen Charakter**“⁷⁵.

⁷⁰ APPOLD in HOPPE (1995), § 2, Rdn. 33 (Hervorhebungen im Original).

⁷¹ APPOLD in HOPPE (1995), § 2, Rdn. 39.

⁷² BUNGE (1991 ff.), § 2, Rdn. 76 (Hervorhebung im Original).

⁷³ ERBGUTH & SCHINK (1996), Einl., Rdn 54 (Hervorhebungen im Original).

⁷⁴ ERBGUTH & SCHINK (1996), § 2, Rdn. 30 (Hervorhebung im Original).

⁷⁵ ERBGUTH & SCHINK (1996), Einl., Rdn 93 (Hervorhebung im Original).

Schließlich bezeichnet auch PETERS (1995: 15) den Begriff „Wechselwirkungen“ als Ausdruck eines ökosystemaren Umweltverständnisses:

„Das UVP-Recht macht sich die ökosystemare Betrachtungsweise der Umwelt zu eigen. Die Ökologie ist von einem ganzheitlichen Denken geprägt, nach ihrer Auffassung existiert kein Gegenstand für sich und beziehungslos, vielmehr stellt er mit anderen eine Ganzheit dar, die wiederum Teil einer übergeordneten Ganzheit ist. Jede dieser Ganzheiten ist eine abgegrenzte bzw. abgrenzbare zusammengehörige Gesamtheit von Strukturen und Funktionen. Die Ökologie spricht von Ökosystemen, die in einer Vielzahl und in verschiedensten Komplexizitätsstufen vorhanden sind.“

Hieraus leitet PETERS (1997) ab, die Betrachtung der Wechselwirkungen könne zu einer gesamthaften Beurteilung der Umwelt führen; der Umwelt als Ganzes wäre dann ein besonderer Wert zuzumessen.

Ergänzend und abschließend sei noch ein Zitat von SCHINK (1999: 13) angefügt, der zusammenfassend formuliert:

„Kern der Umweltverträglichkeitsprüfung ist danach ein medienübergreifender, integrativer Prüfauftrag, in den alle Umweltauswirkungen des Vorhabens einbezogen werden sollen, und der zudem die Wechselwirkungen zwischen den einzelnen Umweltmedien im Sinne von Belastungsverschiebungen von einem Umweltmedium in das andere, Synergieeffekten und Auswirkungen auf die Umwelt als System, auf ihre Vernetzungszusammenhänge, die für Umweltsysteme typisch sind, mit einbezieht.“

Die inzwischen⁷⁶ derart große Einigkeit in der kommentierten Literatur wird allerdings durch einige skeptische Stimmen getrübt, für die hier stellvertretend noch einmal SCHINK (1998: 179) angeführt wird:

„Was im einzelnen der integrative Umweltschutz bedeutet und was insbesondere in diesem Zusammenhang unter der Einbeziehung von Wechselwirkungen zu verstehen ist, darüber bestehen erhebliche Unklarheiten.“

2.1.6 Zusammenfassung

Die hier vorgenommene Auswertung der maßgeblichen rechtlichen Grundlagen zur UVP unter Einbeziehung der zugehörigen kommentierenden Literatur führt zu folgenden Ergebnissen:

- Unter Wechselwirkungen wird ein wesentlicher Bestandteil der Umwelt verstanden, dessen Betrachtung und Bewertung in Ergänzung zur herkömmlichen sektoralen Betrachtungsweise einzelner Umweltmedien eine neue Qualität zum Inhalt hat.

⁷⁶ Der aus der Frühphase der UVP stammende Streit um das "sternförmige Modell" dürfte mittlerweile als entschieden gelten; vgl. dazu etwa:

- BUNGE (1991 ff.), § 2, Rdn. 87 f.,
- ERBGUTH & SCHINK (1996), § 2, Rdn. 30 f., Art. 4, Rdn. 16,
- PETERS (1994), S. 55 ff.
- SCHINK (1998), S. 179.

- Mit Wechselwirkungen wird eine ganzheitliche Betrachtung der Umwelt verbunden, die einer ökosystemaren Sichtweise entspricht und die die funktionale Verknüpfung der einzelnen Umweltmedien zum Inhalt hat.
- Eine Definition dessen, was unter Wechselwirkungen materiell zu verstehen ist, wird bislang nicht gegeben.

2.2 Begrifflichkeiten im UVPG und im BNatSchG im Hinblick auf Wechselwirkungen

Während im UVPG die Umwelt durch einzelne Schutzgüter sowie die jeweiligen Wechselwirkungen gefaßt wird, nimmt das BNatSchG auf die Leistungsfähigkeit des Naturhaushalts und das Landschaftsbild Bezug. Dabei ist nach PETERS (1995a:55) der Begriff des Naturhaushalts ebenso umfassend wie die Aufzählung der Umweltgüter samt der Wechselwirkungen in § 2 UVPG. Da das UVPG wiederholt Begriffe der Eingriffsregelung (Eingriff, Ausgleich usw.) verwendet, kann angenommen werden, daß die Ablaufschritte der Eingriffsregelung und ihr Bezug zur Leistungsfähigkeit des Naturhaushalts eine der zentralen Bewertungsgrundlagen des UVPG sind (MNU SH 1995:44).

Der Begriff des Naturhaushalts kann definiert werden als „Wirkungsgefüge von Boden, Wasser, Luft, Klima, Tieren und Pflanzen“ (§ 1 LNatSchG SH). Er umfaßt „das natürliche Abhängigkeitsverhältnis und Zusammenspiel von biotischen und abiotischen Faktoren, wobei vielfältige Wechselbeziehungen bestehen“ (LOUIS 1994: 187). Die Landschaft wird dabei nicht eigens unter den Schutzgütern des Naturhaushalts genannt. Sie kann in diesem Zusammenhang als Wirkungsgefüge der einzelnen Faktoren aufgefaßt werden. Als Funktion der Landschaft im Hinblick auf die Wahrnehmung durch den Menschen wird das Landschaftsbild im BNatSchG – neben der Leistungsfähigkeit des Naturhaushalts – explizit als zusätzliches Schutzgut aufgeführt.

Der im Hinblick auf Wechselwirkungen wichtige Begriff der „Leistungsfähigkeit“ zielt auf die Einbeziehung der Entwicklungspotentiale der betrachteten Systeme ab. Durch die Verwendung des Teilbegriffs „Fähigkeit“ wird deutlich, daß die Vorschrift nicht allein auf die aktuelle Situation abstellt, sondern konkret vorhandenen Potentiale einbezieht (EISSING & LOUIS 1996). Maßstab der Bewertung ist daher insbesondere im Hinblick auf die Wechselwirkungen neben der aktuellen Leistung der Umwelt auch ihre zukünftige Leistungsfähigkeit ohne oder mit der Verwirklichung eines Vorhabens (GASSNER & WINKELBRANDT 1997:304). Dies schließt auch potentielle Leistungen ein, die in bezug auf konkrete Ziele zu beurteilen sind.

Hierunter sind zu fassen:

- die fortgesetzte Erbringung von Leistungen,
- die bestehenden Freiheiten und Optimierungschancen sowie
- die Anpassungsfähigkeit der Umwelt (unter Erhaltung der Wertelemente) bei veränderten Rahmenbedingungen.

Im Umkehrschluß bedeutet dies, daß bei der Berücksichtigung der Wechselwirkungen in der UVP ein besonderes Augenmerk auf den zukünftigen Entwicklungsmöglichkeiten der Umwelt und damit auf der Veränderung wertgebender Potentiale liegen muß.

Dem BNatSchG als auch dem UVPG liegt ein vergleichbares, umfassendes Verständnis der Umwelt zugrunde. „Leistungsfähigkeit des Naturhaushalts“ und „Landschaftsbild“ als Schutzgüter der Eingriffsregelung decken Wechselwirkungen (einschließlich der wechselseitigen Wirkungen zwischen Umweltmedien und Menschen) explizit mit ab (MEIER 1997: 135). Im Hinblick auf den Begriff der Wechselwirkungen kann die folgende Gegenüberstellung vorgenommen werden:

Begriff des BNatSchG	Begriff des UVPG
Natur und Landschaft	Schutzgüter: Mensch, Tiere Pflanzen, Boden, Wasser, Luft, Klima, Landschaft
Naturhaushalt	Materielle Wechselwirkungen zwischen den Schutzgütern
Landschaftsbild	Wechselwirkung zwischen den Schutzgütern im Hinblick auf die Wahrnehmung der Umwelt durch den Menschen
Leistungsfähigkeit	Wechselwirkungen im Hinblick auf die zukünftige Entwicklung der Umwelt

Aus Sicht des BNatSchG erhält der Begriff der Wechselwirkungen des UVPG in dreifacher Hinsicht Bedeutung: für materielle Wirkungszusammenhänge der Schutzgüter untereinander, für das Zusammenwirken der Schutzgüter bei der Wahrnehmung der Umwelt sowie im Hinblick auf die Entwicklungsmöglichkeit der Umwelt in der Zukunft.

2.3 Naturwissenschaftliche Grundlagen

2.3.1 Ökologische Prozesse als Grundlage des Umweltverständnisses

Ökosysteme sind die Grundeinheiten landschaftsökologischer Analysen. Ein Ökosystem kann definiert werden als ein

„dynamischer Komplex von Gemeinschaften aus Pflanzen, Tieren und Mikroorganismen sowie deren nicht lebender Umwelt (Boden, Wasser und Luft), die als funktionelle Einheit in Wechselwirkung stehen und ein übergeordnetes Ganzes bilden“ (BMU 1992: 28).

In diesen Systemen werden Strahlungsenergie, Wasser, Nährelemente und andere Stoffe aufgenommen, gespeichert, umgesetzt und weitergegeben. Die zwischen den einzelnen Kompartimenten der Ökosysteme ablaufenden Prozesse lassen sich als Wechselbeziehungen bzw. Wechselwirkungen bezeichnen. Ökosysteme können sich bis zu einem gewissen Grade selbst organisieren und regulieren (z.B. ELLENBERG et al. 1986: 19, LESER 1991: 181ff).

Die dem UVPG zugrunde liegende Auffassung der Umwelt mit den Schutzgütern Mensch, Tiere, Pflanzen, Boden, Wasser, Luft, Klima, Landschaft, Kultur- und Sachgüter (bzw. kulturelles Erbe) sowie der Wechselwirkung zwischen diesen (vgl. Kap. 2.1.2) stimmt damit begrifflich überein. Es kann davon ausgegangen werden, daß eine der Definition des Ökosystems vergleichbare, umfassende Definition der Umwelt beabsichtigt ist (vgl. Kommentare zum UVPG, z.B. APPOLD, BUNGE, s. Kap. 2.1.5), wobei der Mensch als Bestandteil der Umwelt sowie als Akzeptor von Umweltwirkungen mit einbezogen ist (vgl. KÜHLING & RÖHRING 1996: 14).

Im Hinblick auf ihre Rolle im Landschaftshaushalt und ihre Beziehungen zueinander können die einzelnen Schutzgüter unterschiedlichen Kategorien zugeordnet werden:

1. Boden, Wasser, Luft

Boden, Wasser und Luft sind die abiotischen Umweltmedien, die in Modellen der Landschaftsökologie oft als räumlich abgegrenzte Kompartimente (Atmosphäre, Oberflächengewässer und Grundwasser, Pedo- bzw. Lithosphäre) aufgefaßt werden. Dabei umfaßt die Pedo- bzw. Lithosphäre auch Bodenwasser und Bodenluft (vgl. §2 BBodSchG), die Atmosphäre auch Wasser in Form von Wasserdampf, Wolken und Niederschlägen. Die genannten Schutzgüter bzw. Sphären umfassen vollständig die materiellen abiotischen Bestandteile der Umwelt.

2. Raum-zeitliche Charakterisierung von Umweltmedien: Klima, Landschaft

Klima und Landschaft sind im Gegensatz zu den übrigen Umweltmedien keine eigenständigen materiellen Bestandteile der Umwelt, sondern beschreiben bestimmte Zustände (bzw. Schwankungsbreiten von Zuständen) der sie konstituierenden Schutzgüter, die für bestimmte Raumeinheiten charakteristisch sind. Dabei umfaßt das Klima die Gesamtheit der Witterungen an einem Ort mit einer für diesen

Ort charakteristischen Verteilung der mittleren, aber auch der extremen Werte (GASSNER & WINKELBRANDT 1997:123). Es handelt sich also um ein Wechselwirkungsgefüge u.a. zwischen Luft, Boden, Geländere relief, Lage und Größe von Gewässern und der Vegetation, die sich in der Atmosphäre als Medium abspielen.

Die Landschaft ist charakterisiert durch räumliche Muster und Gradienten (z.B. Gestalt und Größe von Vegetations- und Nutzungseinheiten, Geländere relief, Gewässern, Qualität von Luft und Klima, Kultur- und Sachgütern sowie deren Lage zueinander, etc.) und den sich hieraus ergebenden Prozessen, z.B. zwischen Landschaftsteilen.

3. Pflanzen und Tiere

Das Leben von Pflanzen und Tieren wird erst durch das Vorhandensein bestimmter abiotischer Voraussetzungen möglich. Biotische und abiotische Umweltbestandteile stehen in ständiger intensiver Wechselwirkung miteinander. Während Pflanzen dabei vor allem die lokalen Standortbedingungen (Zustand der Medien Boden, Wasser, Luft; Bestandsklima, Konkurrenz etc.) reflektieren, sind für Tiere darüber hinaus raumwirksame Prozesse (z.B. Orientierung im Raum, Wanderungen zwischen Teilhabitaten, Reaktionen auf optische, akustische, olfaktorische und taktile Störungen etc.) bezeichnend. Insofern kann das Auftreten von Arten, Populationen oder Biozönosen als Indikator für jeweils bestimmte Zustände der Umwelt (und deren Geschichte) bzw. der entsprechenden Wechselwirkungsgefüge gewertet werden (vgl. Tabelle 1).

Tabelle 1: Indikationsmöglichkeit durch Tiere auf unterschiedlichen Organisationsebenen der Umwelt

Ebene des Umweltmodells	Indikationsmöglichkeit (Beispiele)
Gesellschaft-Umwelt-System	Umweltnutzungen, Störungsintensität
↑	
Ökosystem-Komplex (Landschaft)	Verfügbarkeit und Erreichbarkeit unterschiedlicher Teilhabensräume (Tages-, Jahres- und Lebenszyklus)
↑	
Ökosystem (Biotop)	Entwicklungszustand und Reifegrad eines Lebensraums
↑	
Lebensgemeinschaft	Zusammensetzung des verfügbaren Lebensraumangebots
↑	
Population	Größe eines Lebensraums, Vernetzung mit gleichartigen Lebensräumen
↑	
Organismus (Individuum)	Qualität der abiotischen Standortfaktoren

4. Mensch

Der Mensch ist als Bestandteil der Umwelt einerseits Akzeptor von Umweltauswirkungen, andererseits greift er durch vielfältige Aktivitäten direkt und indirekt in den Naturhaushalt ein und löst dadurch eine

Vielzahl von Prozessen aus, die erheblichen Einfluß auf die Entwicklung der Umwelt haben können. Für die Prognose von Wirkungen ist daher auch eine Abschätzung der Reaktionen des Menschen auf Veränderungen der Umwelt erforderlich. Bei der Abschätzung menschlicher Reaktionen sind physische Beeinträchtigungen ebenso wie ästhetisches Empfinden (im weitesten Sinne), Neugier, Angst oder ethische Wertvorstellungen von Bedeutung.

5. Kultur- und Sachgüter

Kultur- und Sachgüter sind durch ihre Exposition im Raum Bestandteil der Umwelt und unterliegen insofern vielfältigen Prozessen (Verwitterungsprozesse, Pflanzenbewuchs etc.). Gleichzeitig können von ihnen Einflüsse auf den Naturhaushalt ausgehen. Hierbei sind neben physikalisch-chemischen Prozessen insbesondere Informationsprozesse und dadurch ausgelöste Reaktionen von Menschen und Tieren anzuführen.

6. Wechselwirkungen

§ 2 UVPG vollzieht eine Trennung zwischen den Schutzgütern als die (dinglichen) Bestandteile der Umwelt und den Wechselwirkungen. Bei der Analyse der einzelnen Schutzgüter wird deutlich, daß deren Zustand jeweils eine Folge aktueller (und in der Vergangenheit abgelaufener) Wechselwirkungen (innerhalb und zwischen den Schutzgütern) ist und daher fachlich kaum isoliert vom Prozeßgeschehen der Umwelt gesehen werden kann. Eine Heraushebung der Wechselwirkungen ist nach GASSNER & WINKELBRANDT (1997:203) aus fachlicher Sicht⁷⁷ „nur bei einer mechanistischen Sichtweise von Ökosystemen, -systemelementen mit den dazugehörigen Stoff-, Informations- und Energieflüssen notwendig.“

Prozesse bilden folgerichtig die Grundlage eines ökosystemaren Umweltverständnisses. MÜLLER (1996:79) definiert Ökosystemschutz als Prozeß- und Organisationsschutz. NORTON (1993, zit. n. ÖFZ 1997:43) führt dazu aus

- „Natur ist weniger ein Arrangement von Objekten als vielmehr ein Satz von Prozessen, die alle Eigenschaften in Bewegung und Dynamik halten, mit denen sich Ökosysteme entwickeln und altern. Die Dynamik von Ökosystemen muß ein entscheidender Parameter für die Zustandsbewertung sein.
- Alle Prozesse sind mit allen Prozessen verknüpft. Indirekte Verknüpfungen sind häufig wichtiger als direkte. Für Konzepte der Umweltindikation können wir festhalten, daß die Interaktionen in Ökosystemen von entscheidender Bedeutung sind.
- Bei der Bewertung von Ökosystemzuständen ist von verschiedenen raum-zeitlich differenzierten hierarchischen Stufen auszugehen, die kooperativ zusammenwirken.
- Ökosystemare Prozesse sind kreativ. Die Energieflüsse durch ein Ökosystem ermöglichen dessen selbstorganisierte Fortentwicklung.“

⁷⁷ Für die Qualitätskontrolle von UVS ist eine explizite Darstellung von Wechselwirkungen allerdings durchaus von Bedeutung. Nur so wird für den Leser nachvollziehbar, welche Wechselwirkungen tatsächlich berücksichtigt wurden.

Die Gesamtheit der Prozesse konstituiert das Wirkungsgefüge der Umwelt. Aus fachlicher Sicht können daher die einzelnen **Prozesse** – Stoff-, Energie- und Informationsflüsse – als **Wechselwirkungen** im Sinne des UVPG aufgefaßt werden. Eine Betrachtung der Bestandteile der Umwelt ohne eine gleichzeitige Berücksichtigung der dazugehörigen Prozesse ist unvollständig.

2.3.2 Eigenschaften von ökologischen Prozessen

Im Hinblick auf ausgewählte Prozesse können einzelnen Bestandteilen der Umwelt „Funktionen“ bzw. „Funktionsbeziehungen“ (auch als Relationen, Interaktionen oder Wechselbeziehungen bezeichnet) zugeordnet werden. So kommen z.B. der Bodenbeschaffenheit, dem Relief und der Vegetation Funktionen für den Prozeß der Bodenbildung und -erosion zu. Prozesse („Funktionsverläufe“, vgl. ULRICH 1975) sind verantwortlich sowohl für die Entstehung als auch die Veränderung struktureller Merkmale (z.B. die Existenz einer Pflanze an ihrem Standort) und damit für die weitere Entwicklung der Umwelt.

Bei der Betrachtung von Prozeßgefügen ist das Zusammenwirken mehrerer Prozesse zu beachten. Diese können im Hinblick auf die an einem Prozeß beteiligten Umweltbestandteile zu

- gegenläufigen
- additiven (zeitlich oder räumlich) oder
- synergetischen

Wirkungen führen. Von Bedeutung ist auch die Frage nach der Rückkopplung von Prozessen, hierbei sind

- schwach rückgekoppelte (Rückkopplungswirkung nicht erkennbar oder unerheblich)
- positiv oder
- negativ rückgekoppelte

Prozesse zu unterscheiden. Vergleichsweise gut untersucht ist dies z.B. für ökotoxikologische Aspekte wie das Zusammenwirken mehrerer (Schad-)stoffe im biologischen Organismus. Rückkopplungsmechanismen auf anderen Ebenen der Umwelt sind oft nur ungenügend bekannt, so daß die Prognose stofflicher, energetischer oder biotischer Prozesse eine entsprechende Unsicherheit aufweist.

2.3.3 Organisationsebenen der Umwelt

In landschaftsökologischen Modellen lassen sich verschiedene Organisationsebenen der Umwelt unterscheiden (vgl. Abbildung 1). Die höheren Systemebenen können jeweils durch Eigenschaften charakterisiert werden, die über jene der Einzelkomponenten hinausgehen und als „emergente Eigenschaften“ bezeichnet werden⁷⁸. Sie sind damit Ausdruck der Wirkungsgefüge der jeweils unteren Ebe-

⁷⁸ Dabei ist fraglich, ob emergente Eigenschaften auf einer Betrachtungsebene oberhalb des Niveaus von Arten bzw. Populationen und koevolutiven Organismen tatsächlich als unabhängige, reale Eigenschaften aufzufassen sind oder ob es sich lediglich um kollektive, d.h. sich aufaddierende Eigenschaften ihrer Komponenten handelt.

nen und lassen sich als „Interpretationsrahmen“ zum Verständnis und zur Bewertung der Prozesse auf den unteren Ebenen heranziehen (vgl. JESSEL 1998:169).

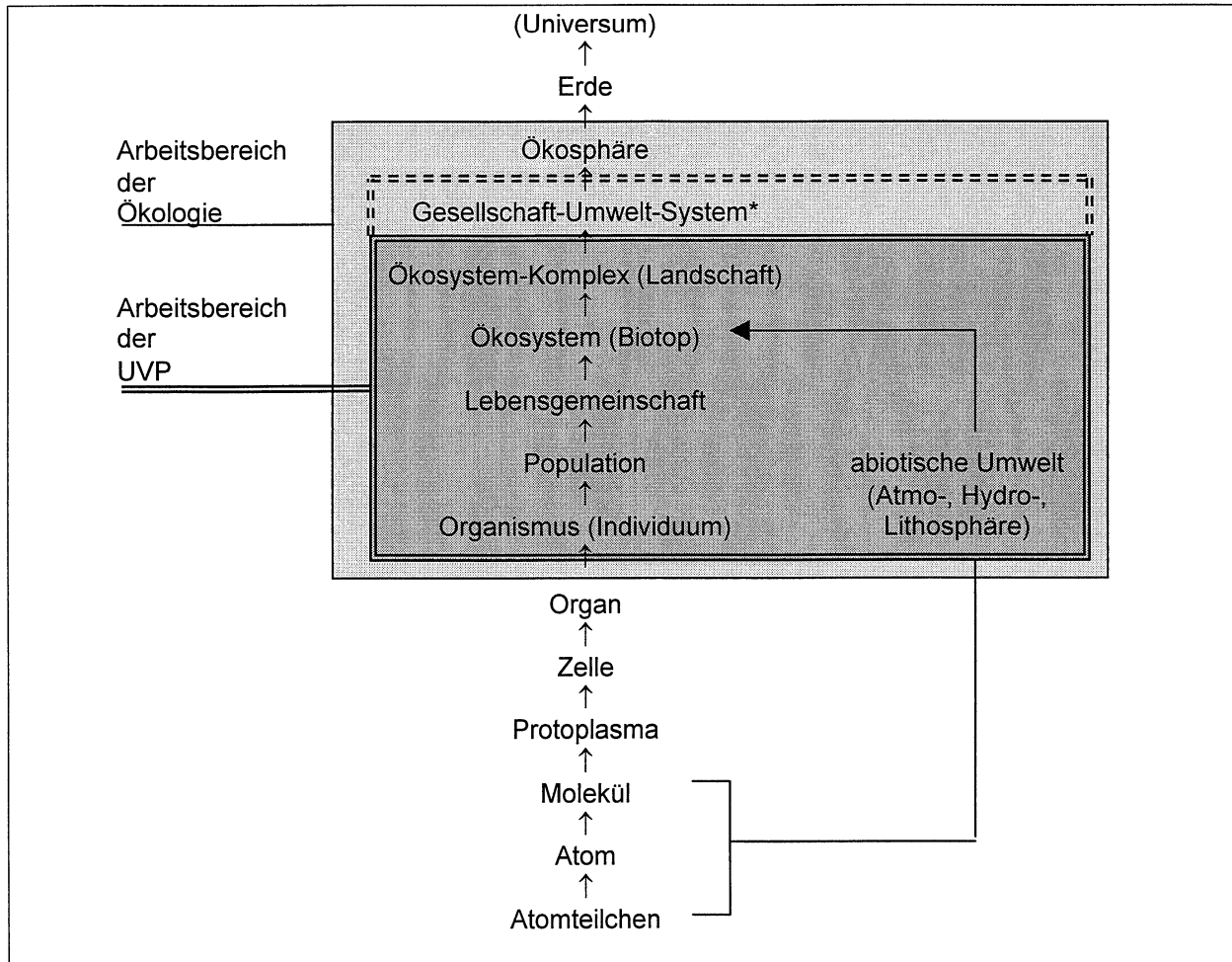


Abbildung 1: Stufenfolge der Organisationsebenen der Materie

* Der Arbeitsbereich der UVP umfaßt auch den Menschen als Akzeptor von Umweltauswirkungen sowie dessen Einfluß auf die Umwelt, ferner Kultur- und Sachgüter als umweltwirksame Bestandteile der Landschaft.
Quelle: HABER (1993:99), verändert.

Den einzelnen Organisationsstufen läßt sich jeweils eine bestimmte zeitliche und räumliche Dimension („scale“) der Betrachtung und Deutung (z.B. hinsichtlich der Reaktionszeit auf Beeinträchtigungen) zuordnen. Dies kann z.B. an der „Organisationsebenen-Zeit-Matrix“ verdeutlicht werden, die beispielhaft für Waldschadens-Hypothesen erarbeitet wurde (s. Abbildung 2).

Es zeigt sich, daß es zur Betrachtung der Wechselwirkungen notwendig ist, jeweils einen der Fragestellung angemessenen Ausschnitt eines Systems zu betrachten. Dieser Ausschnitt wird über

- den zeitlichen Horizont,
- den räumlichen Bezug oder
- die betrachtete Organisationsstufe

des Systems festgelegt.

Organisations- ebene	Reaktionszeit				Tage – Jahre	> 1 – 100 Jahre	> 100 Jahre	Schadsymptome	Schlüsselprozesse (nach Schädigungstheorie)
	Sekunden – Minuten	Minuten – Tage							
Zelle (μm) <i>Zellphysiologie</i>								Nadelvergilbung	
Organ (cm^2) <i>Ökophysiologie</i>		Assimilation Respiration Magnesium- allokation	Biomasse- kompar- timente						Präferenz des diesjährigen Nadeljahrgangs und verringerte Assimilation durch Magnesium- Mangel
Genotyp (m^2) <i>Autökologie</i>			Haushalte: Kohlenstoff Wasser Magnesium	Biomasse- kompar- timentierung				Nadelverlust	Bei Mg-Mangel Einschränkung des Stamm- gegenüber Kronenwachstum; Stickstoffversorgung kontrolliert Nadelbildung
Art/Population (ha) <i>Dem- /Synökologie</i>				Bestands- dichte Bestands- masse			Aut- ökologische Ansprüche	Baumsterben	Ohne sonstige Limitierung bestimmt die Stickstoffversorgung den Blattflächenindex
Ökosystem/ Landschaft (km^2) <i>Ökosystem- und Sukzessions- forschung</i>				Temperatur- amplitude Basen- versorgung Wasser- versorgung			Temperatur Niederschlag Strahlung	Bestandssterben Retroggression	Stickstoff- und Säureüberschuß führt zu Basenverarmung, Wurzeltoxizität, systemischem Wasserstreß und Nährstoffungleichgewichten

Abbildung 2: Matrix: biologische Organisationsebenen und zeitliche Dimension

entwickelt für Modelle der Waldschadensforschung

Quelle: LENZ & SCHALL (1991), in: HABER (1993:100)

 dynamisches Rückkopplungsmodell

 statische Modelle

2.3.4 Zusammenfassung

Aus der fachlichen Betrachtung der Umwelt lassen sich für die Abgrenzung von Wechselwirkungen die folgenden Aspekte zusammenfassen:

1. Als Grundlage für das Verständnis der Umwelt sind neben den in § 2 UVPG genannten materiellen Schutzgütern die zwischen diesen Bestandteilen der Umwelt ablaufenden Prozesse zu betrachten. Diese können als Wechselwirkungen i.S. des UVPG aufgefaßt werden.
2. Prozesse lassen sich in
 - energetische Prozesse,
 - stoffliche (incl. hydrologische) Prozesse,
 - Informationsprozesseeinteilen.
3. Bei der Betrachtung von Prozeßgefügen ist die Art des Zusammenwirkens von Prozessen (gegenläufig, additiv, synergistisch) sowie von Steuerungs- und Rückkopplungsmechanismen zu beachten.
4. Prozesse spielen sich auf verschiedenen Ebenen der Umwelt in unterschiedlichen Wirkungszusammenhängen ab. Maßgeblich sind
 - der Zeithorizont,
 - der Raumbezug und
 - die betrachtete Organisationsstufe der Umwelt.

3 Vorhandene Ansätze in der Praxis der UVP

3.1 Arbeitsmittel, Arbeitsanleitungen

Zur Dokumentation der derzeit vorhandenen methodischen Konzepte wurden veröffentlichte Arbeits-hilfen⁷⁹ hinsichtlich der jeweils zugrunde gelegten Definition von Wechselwirkungen sowie ggf. der dort gegebenen methodischen Hilfsmittel analysiert. Diese umfassen sowohl Leitfäden zur grundsätzlichen Durchführung von UVS als auch Arbeitshilfen, die sich explizit mit der Einbeziehung von Wechselwir-kungen in die UVS beschäftigen. Die hinsichtlich der Fragestellung wichtigen Arbeitshilfen werden im folgenden in der Reihenfolge ihrer Veröffentlichung dargestellt. Die angegebenen Seitenzahlen bezie-hen sich jeweils auf die Fundstellen in den Veröffentlichungen.

3.1.1 Leitfaden: Umweltverträglichkeitsprüfung und Eingriffsregelung

Der 1992 von der Berliner Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umweltschutz herausgegebene Leitfaden führt aus, daß im Rahmen der UVP die Schutzgüter nicht nur einzeln, sondern in ihren Wechselwirkungen zueinander untersucht werden müssen. Eine Definition der Wechselwirkungen wird dort nicht gegeben. Die ganzheitliche Betrachtung soll die Vernetzung von Einzelaspekten mit räumlichen und zeitlichen Dimensionen umfassen und berücksichtigen, daß

- ein Vorhaben sich in einem bestimmten Raum und über eine gewisse Zeit erstreckt,
- belebte und unbelebte Komponenten des jeweils betrachteten Landschaftsausschnittes strukturell und funktionell verknüpft sind,
- das betrachtete Ökosystem in seiner Gesamtheit spezifische Merkmale besitzt und Leistungen erbringt, die über das hinausgehen, was die Summe der Einzelteile leistet.

Neben Fragen nach der Bauzeit und dem Bauablauf sollen hierzu z.B. jahreszeitliche und strukturelle Verknüpfungen zwischen Tieren, Pflanzen, Boden und Menschen berücksichtigt werden. Als Ergebnis sollen z.B. besonders kritische Zeiträume oder besonders schützenswerte Flächen ermittelt werden.

Als Beispiel für eine gesamthafte Betrachtung wird für einen Wald die Erholungsfunktion, die klimati-sche Ausgleichs- und Regenerationsfunktion, die Funktion als Reservoir für die Grundwasseranreiche-rung und die Lebensraumfunktion für Pflanzen und Tiere angeführt. Weitergehende methodische Hin-weise werden nicht gegeben.

3.1.2 Leitfaden: UVP und Eingriffsregelung in Thüringen

Der Leitfaden wurde vom Thüringer Ministerium für Umwelt und Landesplanung 1994 herausgegeben. Der Leitfaden definiert Wechselwirkungen wie folgt (S. 11):

⁷⁹ Eine auf Vollständigkeit angelegte Übersicht vorhandener Arbeitshilfen in Deutschland findet sich in: BRÖSEL, I. (1998):

„Mit den Wechselwirkungen sollen die Stoffkreisläufe und Energieströme im Naturhaushalt Berücksichtigung finden, die über landschaftsraumtypische Zusammenhänge zwischen den abiotischen sowie zwischen den abiotischen und den biotischen Funktionselementen der Schutzgüter zu erfassen sind“⁸⁰.

Im Rahmen der Darstellung von Erfassungskriterien für die schutzgutbezogene Umweltbeschreibung werden Wechselwirkungen als eigenes Schutzgut aufgeführt, es werden ihnen aber keine Schutzgutfunktionen oder besondere Erfassungs- und Bewertungskriterien zugeordnet. Vielmehr wird ausgeführt (Anhang II-6, S.3):

„Im Rahmen der Beschreibung der zu erwartenden erheblichen Auswirkungen des Vorhabens sind die projektrelevanten Wechselwirkungen zu beschreiben, die sich aus der Erfassung und Bewertung der einzelnen Schutzgüter ableiten. Hierbei stehen landschaftsraumtypische Wechselwirkungen zwischen den abiotischen sowie zwischen den biotischen und abiotischen Schutzgutkomplexen im Vordergrund, als Beispiel landschaftsraumtypischer Wechselwirkungen in Niederungs-, Auenbereichen

- *zwischen abiotischen Schutzgutkomplexen*
Charakteristische Ausbildung hydromorpher Bodentypen und Grundwasserflurabstände in Abhängigkeit von der Grundwasserdynamik und dem Abflußverhalten des Fließgewässers
- *zwischen biotischen und abiotischen Schutzgutkomplexen*
Charakteristische Ausbildung feuchtigkeitsgeprägter Biotope, Pflanzengesellschaften und spezialisierter Tierarten und Tierartengruppen

Die landschaftsraumtypischen Wechselwirkungen lassen sich nur beschreiben, sind aber im Rahmen der Bedeutungs-, Empfindlichkeitsbewertung der einzelnen Schutzgutkomplexe zu berücksichtigen“.

3.1.3 Studie: Wechselwirkungen in der Umweltverträglichkeitsprüfung

Grundlage des 1994 vom Ministerium für Natur und Umwelt Schleswig-Holstein herausgegebene Gutachtens ist eine Literaturrecherche sowie eine Auswertung vorhandener Ansätze in Umweltverträglichkeitsstudien.

Als Definition von Wechselwirkungen wurde im Rahmen des Gutachtens zugrunde gelegt:

„Unter Wechselwirkungen im Sinne der EG-Richtlinie und des UVP-Gesetzes lassen sich erhebliche Auswirkungsverlagerungen und Sekundärauswirkungen zwischen verschiedenen Umweltmedien und auch innerhalb dieser verstehen, die sich gegenseitig in ihrer Wirkung addieren, verstärken, potenzieren, aber auch vermindern bzw. sogar aufheben können. Die Wirkungen lassen sich anhand bestimmter Pfade verfolgen, aufzeigen und bewerten oder sind bedingt als Auswirkungen auf das Gesamtsystem bzw. als Gesamtergebnis darstellbar.

⁸⁰ Diese Definition ist allerdings nicht deckungsgleich mit der einführenden Darstellung, in der der Naturhaushalt charakterisiert wird als Wirkungsgefüge biotischer und abiotischer Komponenten, die „durch Stoffkreisläufe und Wechselwirkungen miteinander verbunden“ sind.

Als Eingangsgrößen zur methodischen Erfassung von Wechselwirkungen sind zum einen die vom Projekt auf die Umweltmedien gerichteten Auswirkungen, zum anderen die zwischen den Umweltmedien und ihren Teilkomponenten vorhandenen Wechselbeziehungen relevant.“

In Anlehnung an die englische Fassung der UVP-RL⁸¹ werden Wechselbeziehungen (Beziehungen der Umweltmedien untereinander) und Wechselwirkungen (Auswirkungen eines Vorhabens aufgrund der vorhandenen Wechselbeziehungen) unterschieden. Als „Erscheinungsformen“ der Wechselwirkungen werden genannt:

- Auswirkungsverlagerungen und Sekundärauswirkungen (Folgewirkungen, S. 26ff),
- Schadstoffpfade (v.a. in Bezug auf Schadstoffwirkungen beim Menschen, S. 33ff),
- Auswirkungen auf das Gesamtsystem bzw. auf die Wechselbeziehungen (v.a. bioökologische Zusammenhänge zwischen verschiedenen Ökotypen, Indikation über Flora und Fauna, S. 37ff),
- Emissions-Immissionswechselwirkungen (Transport und Umwandlung von Schadstoffen, S. 43ff),
- Konflikte zwischen Umweltaanforderungen.

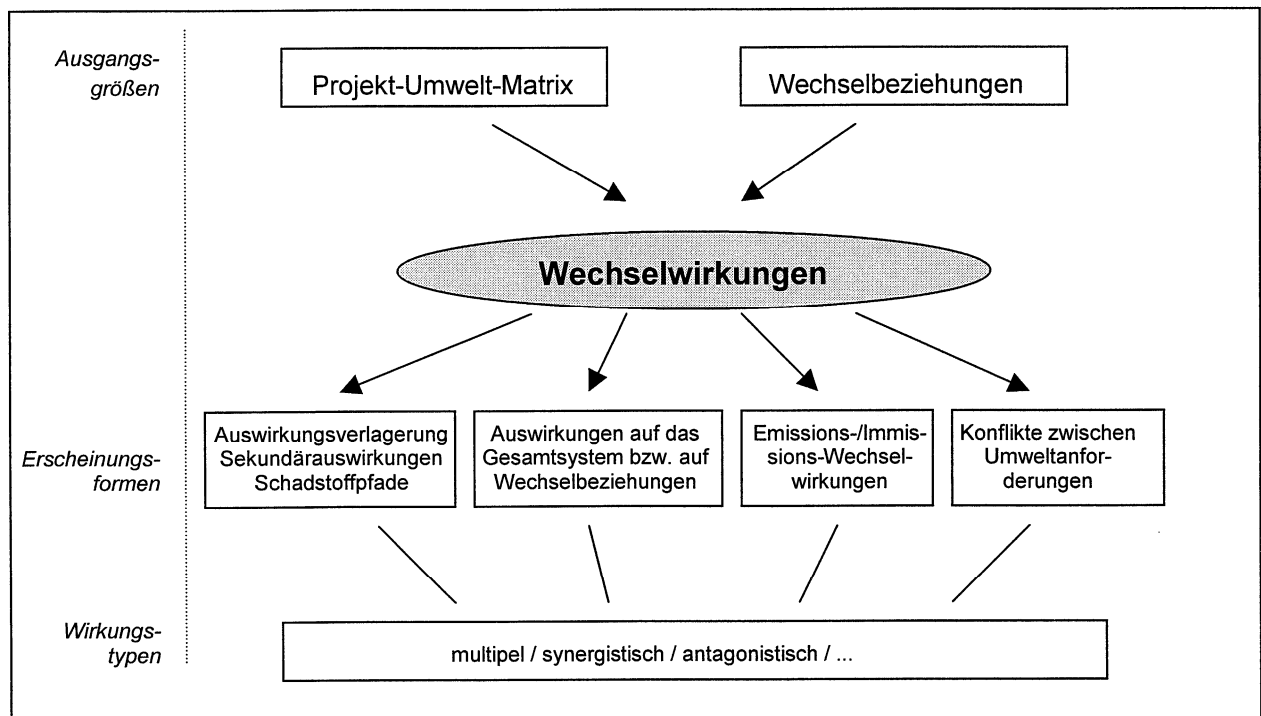


Abbildung 3: MNU SH (1994): Definitionsansätze für Wechselwirkungen

⁸¹ Dort werden in Artikel 3 bei der Beschreibung der zu ermittelnden Auswirkungen eines Vorhabens „interactions between the factors mentioned in the first and second indents“ genannt. Im Annex III wird im Zusammenhang mit der im Rahmen der UVP beizubringenden Beschreibung der Umwelt der Begriff „inter-relationship“ verwendet.

Wirkung auf Wirkung von	Menschen	Tiere	Pflanzen	Boden	Wasser	Luft	Klima	Landschaft
Tieren	Ernährung Erholung Naturerlebnis	Konkurrenz Minimalareal Populationsdynamik Nahrungskette	Fraß, Tritt Düngung Bestäubung Verbreitung	Düngung Bodenbildung (Bodenfauna)	Nutzung Stoffein- u. austrag (CO ₂ , ...)	Nutzung Stoffein- u. austrag (O ₂ , CO ₂)	Beeinflussung durch CO ₂ -Produktion etc. Atmosphärenbildung (zus. mit Pflanzen)	gestaltende Elemente
Pflanzen	Schutz Ernährung Erholung Naturerlebnis	Nahrungsgrundlage O ₂ -Produktion Lebensraum, Schutz	Konkurrenz Pflanzengesellschaft Schutz	Durchwurzelung (Erosionsschutz) Nährstoffentzug Schadstoffentzug Bodenbildung	Nutzung Stoffein- u. austrag (O ₂ , CO ₂) Reinigung Regulation Wasser- haushalt	Nutzung Stoffein- u. austrag (O ₂ , CO ₂) Reinigung	Klimabildung Beeinflussung durch O ₂ -Produktion CO ₂ -Aufnahme Atmosphärenbildung (zus. mit Tieren)	Strukturelemente Topographie, Höhen
Boden	Lebensgrundlage Lebensraum Ertragspotential Landwirtschaft Rohstoffgewinnung	Lebensraum	Lebensraum Nährstoffversorgung Schadstoffquelle	trockene Deposition Bodeneintrag	Stoffeintrag Trübung Sedimentbildung Filtration von Schad- stoffen	Staubbildung	Klimabeeinflussung durch Staubbildung	Strukturelemente
Wasser	Lebensgrundlage Trinkwasser Brauchwasser Erholung	Lebensgrundlage Trinkwasser Lebensraum	Lebensgrundlage Lebensraum	Stoffverlagerung nasse Deposition Beeinflussung der Bodenart und der Bodenstruktur	Regen Stoffeintrag	Aerosole Luftfeuchtigkeit	Lokalklima Wolken, Nebel etc.	Strukturelemente
Luft	Lebensgrundlage Atemluft	Lebensgrundlage Atemluft Lebensraum	Lebensgrundlage z.T. Bestäubung	Bodenluft Bodenklima Erosion Stoffeintrag	Belüftung trockene Deposition (Trägermedium)	chem. Reaktionen von Schadstoffen Durchmischung O ₂ -Ausgleich	Lokal- und Kleinklima	Luftqualität → Erholungsseignung
Klima	Wohlbefinden Umfeldbedingungen	Wohlbefinden Umfeldbedingungen	Wuchsbedingungen Umfeldbedingungen	Bodenklima Bodenentwicklung	Gewässertemperatur	Strömung, Wind Luftqualität	Beeinflussung ver- schiedener Klimazo- nen (Stadt, Land...)	Element der gesamstäthetischen Wirkung
Landschaft	Ästhetisches Empfinden Erholungsseignung Wohlbefinden	Lebensraumstruktur	Lebensraumstruktur	ggf. Erosionsschutz	Gewässerverlauf Wasserschelden	Strömungsverlauf	Klimabildung Reinluftbildung Kaltluftströmung	Naturlandschaft vs. Stadt-/Kultur- landschaft
(Menschen) Vorbelastung	konkurrierende Raumansprüche	Störungen (Lärm etc.) Verdrängung	Nutzung, Pflege Verdrängung	Bearbeitung, Düngung Verdrängung Versiegelung Umlagerung	Nutzung (Trinkwasser, Erholung) Stoffeintrag	Nutzung (Schad-)Stoffeintrag	z.B. Aufheizung durch Stoffeintrag „Ozonloch“ etc.	Nutzung z.B. durch Erholungssuchende Überformung Gestaltung

Abbildung 4: RAMMERT et al. (1993): Wechselwirkungsmatrix
(Quelle: MNU 1994) – nicht verallgemeinerungsfähig -

Konfliktbereich	Wirkung	Wohnen/Erholung und Freizeit/Landschaftsbild					Flora/Fauna			Klima/Luft		Oberflächenwasser					Grundwasser			Boden					
		Kultur- und Sachgüter	Landwirtschaft	Landschaftsbild	Erholung/Freizeit	Wohnen/Wohnumfeld	Lebensraum	Arteninventar Fauna	Arteninventar Flora	Lufthygiene	Klima	ökologische Funktion	Erholungsnutzungsfunktion	Lebensraumfunktion	Oberflächenwasserqualität	Oberflächenwasserdargebot	ökologische Funktion	Grundwasserqualität	Grundwasserdargebot	Lebensraumfunktion	Produktionsfunktion	Speicherfunktion	Grundwasserschutzfunktion	Bodentyp	Bodendargebot
Konfliktbereich	Bauphase																								
	Vegetationsabtrag																								
	Bodenabtrag																								
	Grundwasserabsenkung																								
	Verdichtung																								
	Versiegelung																								
	Verkehrsschadstoffe																								
	Verkehrslärm																								
	Baulärm																								
	Errichtung künstl. Strukturen																								
	Betriebsphase																								
	Geräte																								
	Betriebslärm																								
	Verkehrslärm/-schadstoffe																								
	verbess. Abwasserqualität																								
	Betriebsstörung																								
	Schadstoffemissionen																								
	Abwasserbelastungen																								

– Beziehung, aber unerhebliche Auswirkung

! erhebliche Auswirkung

!! erhebliche Auswirkung, für die Verminderungsmaßnahmemöglich/erforderlich ist

!!! erhebliche Auswirkung, für die Vermeidungsmaßnahmemöglich/erforderlich ist

+ erhebliche positive Auswirkung

Abbildung 5: MNU SH (1994): Projekt-Umwelt-Matrix

Fallbeispiel: medienübergreifende Darstellung der Umweltauswirkungen für eine Kläranlage

Quelle: MNU SH (1994) – nicht verallgemeinerungsfähig! –

Im Rahmen des Gutachtens wird ein „Rahmenkonzept für die planungspraktische Anwendbarkeit“ entwickelt, das die folgenden Arbeitsschritte umfaßt:

- a) Ermittlung und Darstellung der Ausgangsgröße „Umweltauswirkungen des Vorhabens“:
Bestimmung der direkten (primären) Umweltwirkungen der Anlage.
- b) Ermittlung und Darstellung der Ausgangsgröße „Wechselbeziehungen“:
Nennung der innerhalb des Funktionsgeflechts wichtigsten Wechselbeziehungen (Beschränkung auf projektspezifisch relevante Beziehungen und Zusammenhänge), z.B. als Matrix (als allgemeines Beispiel hierfür werden RAMMERT et al. 1993 zitiert).
- c) Ermittlung der projektrelevanten Wechselbeziehungen:
Darstellung der wirksamen Beziehungen und Abhängigkeiten.
- d) Ermittlung und Beschreibung der erheblichen Wechselwirkungen:
Darstellung und Bewertung von Auswirkungen unter Bezugnahme auf die ermittelten relevanten Wechselbeziehungen, Darstellung getrennt bei den einzelnen Schutzgütern.
- e) Zusammenfassung der ermittelten Wechselwirkungen:
keine eigenständigen Ausführungen, sondern Zusammenfassung in Matrixform (vgl. Abbildung 5) und ggf. Zusammenstellung der in den medienbezogenen Kapiteln angesprochenen Wechselwirkungen mit entsprechenden Querverweisen.
- f) Bewertung der Wechselwirkungen:
Hier wird insbesondere auf das Fehlen von geeigneten Maßstäben verwiesen und Forschungsbedarf festgestellt.

3.1.4 Gutachten: Umweltauswirkungen in der Umweltverträglichkeitsprüfung

Das Gutachten wurde 1995 vom Ministerium für Natur und Umwelt Schleswig-Holstein herausgegeben. Es enthält generelle Leitlinien zur Erarbeitung der zusammenfassenden Darstellung nach § 11 UVPG sowie zur Bewertung der Umweltauswirkungen nach § 12 UVPG.

Die zugrunde gelegte Definition der Wechselwirkungen entspricht den Vorgaben der Studie Wechselwirkungen in der Umweltverträglichkeitsprüfung (vgl. Abschnitt 3.1.3). Die zusammenfassende Darstellung soll unter dem Kapitel Umweltbeschreibung eine Kurzübersicht über die wesentlichen Wechselbeziehungen zwischen den Schutzgütern enthalten. Als mögliche Ansätze werden genannt:

- Übersichtstabellen oder –matrices mit anlagenspezifischen Wirkungen und davon betroffenen Wechselwirkungen oder
- graphische Darstellungen der tragenden Wirkungsketten, ggf. jeweils mit Hinweisen auf die Kapitel, in denen der jeweilige Sachverhalt behandelt wird (vgl. Abbildung 6).

Bei der Darstellung der Auswirkungen auf die Umwelt und ihre Schutzgüter sind Wirkungsketten (direkte und indirekte Wirkungen, die zu den aufgeführten Auswirkungen beitragen, einschließlich Wechselwirkungen) in die Beschreibung von Auswirkungen auf die einzelnen Schutzgüter zu integrieren (S. 30f). Von einer isolierten Darstellung der Beeinträchtigungen von Wechselwirkungen sollte abgesehen werden, weil dies der zusammenfassenden Darstellung die geforderte Transparenz nehmen könnte.

Bei der Darstellung der Auswirkungen des Vorhabens sind Wechselwirkungen durch die Berücksichtigung von z.B. Schadstoffpfaden, synergistischen, kumulativen, kurz-, mittel- und langfristigen Effekten, Auswirkungen auf Wechselbeziehungen und Auswirkungsverlagerungen einzubeziehen.

Abschließend wird darauf hingewiesen, daß hinsichtlich des Begriffes „Wechselwirkungen“ noch hoher Forschungsbedarf besteht. Hierzu sollten auf der Grundlage von Erkenntnissen der Ökosystemforschung und der Nachkontrolle von UVP-pflichtigen Vorhaben Arbeitshilfen sowohl über Wechselbeziehungen zwischen den Schutzgütern als auch über die Auswirkungen eines Vorhabens auf die Wechselbeziehungen entwickelt werden (S. 35).

Zur Frage der Bewertung von Umweltauswirkungen, speziell in Bezug auf Wechselwirkungen, wird festgestellt, daß kein umfassendes Modell für Gutachter oder Genehmigungsbehörden existiert. Im Sinne eines ökosystemaren Ansatzes (also unter Berücksichtigung der Wechselwirkungen) wird als Bewertungsmaßstab auf die Funktionen und die Leistungsfähigkeit des Naturhaushaltes verwiesen (S. 44, S. 58). Für eine Operationalisierung wird auf die Zusammenstellungen bei MARKS et al. (1989), DORNIER (1990) oder SCHEMEL (1990) hingewiesen.

Es wird festgestellt, daß „selbst die für die Gutachter entwickelten Modelle für die Funktionen des Naturhaushalts noch kein wirklich brauchbares Konzept für Gutachter, erst gar nicht aufbauend für die Zulassungsbehörden“ bilden, so daß in diesem Bereich ein hoher Entwicklungsbedarf besteht (S. 47).

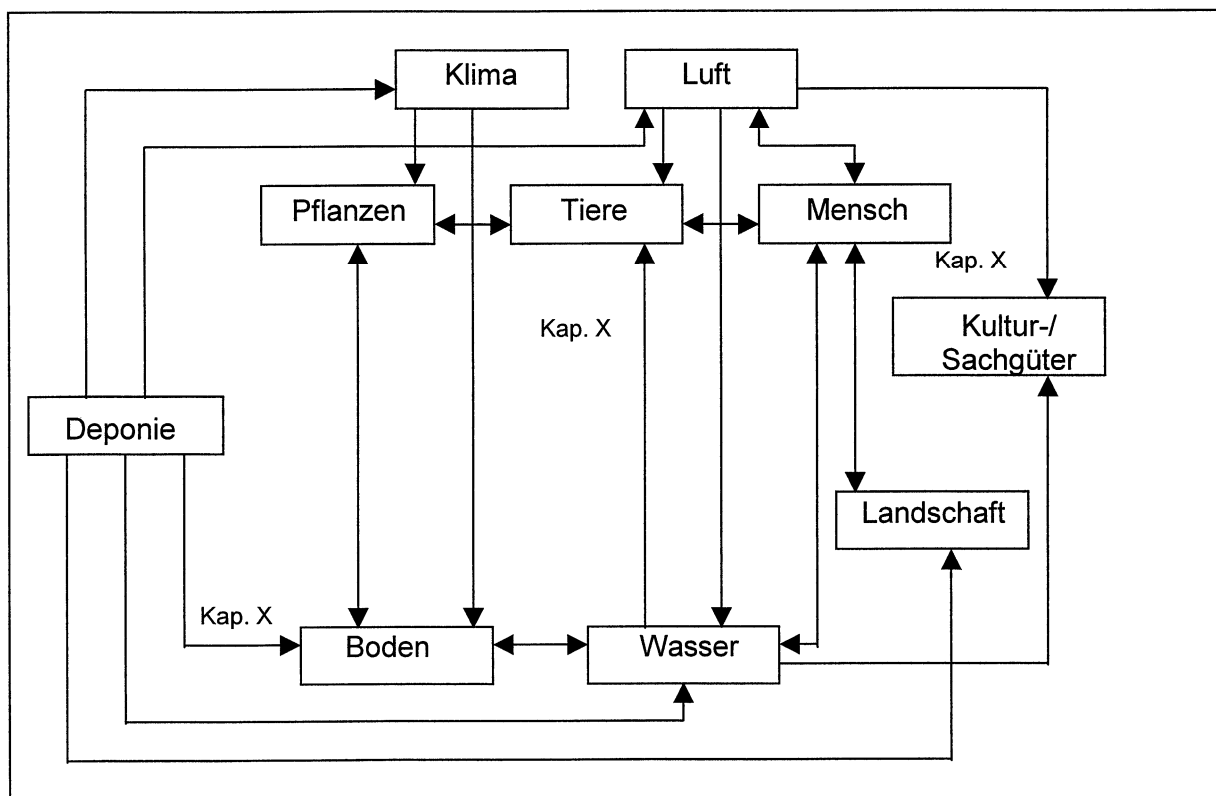


Abbildung 6: MNU (1995): Belastungspfade und Wirkungszusammenhänge

Vereinfacht für das Beispiel von Deponie-Emissionen – **nicht verallgemeinerungsfähig** –

Kap. X: Hinweis auf das Kapitel, in dem die Wirkung beschrieben wird.

3.1.5 Materialsammlung: Umweltverträglichkeitsuntersuchungen an Bundeswasserstraßen

Diese von der Bundesanstalt für Gewässerkunde 1996 veröffentlichte Materialiensammlung basiert auf der „Richtlinie zur Durchführung von Umweltverträglichkeitsprüfungen an Bundeswasserstraßen“ des BMV von 1994. Darin werden v.a. Arbeitshilfen zu Bewertungsverfahren sowie Prüfungsmethoden und Orientierungswerte wiedergegeben. Der zugrundeliegende Definitionsansatz für Wechselwirkungen lautet:

„Als Wechselwirkungen im ökologischen Sinne bezeichnet man die gegenseitigen Beziehungen mit Rückkoppelungseffekten direkter und indirekter Art zwischen und innerhalb von Ökosystembestandteilen (Schutzgütern, Teilkomplexen etc.). Aufgrund ihrer engen sachlichen Verknüpfung werden darüber hinaus bei Untersuchungen auf der Grundlage des UVPG hier auch die einfachen, nicht rückkoppelnden Auswirkungen miteinbezogen.“

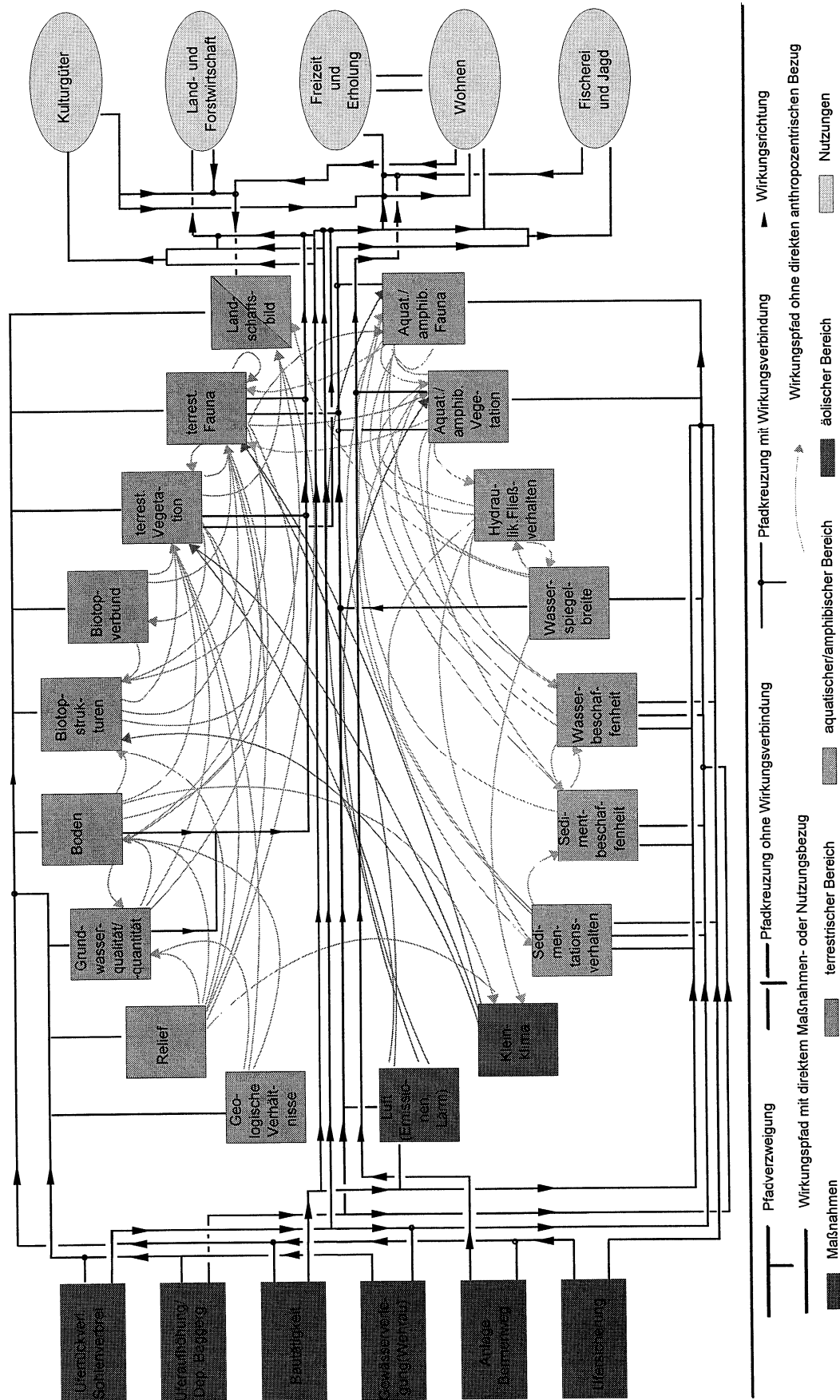
Als wesentliches methodisches Hilfsmittel bei der Analyse des Wirkungsgefüges einschließlich der Wechselwirkungen wird die Visualisierung der ökosystemaren Zusammenhänge z.B. in Form graphischer Darstellungen empfohlen. Hierzu wird ein in einer Beispiel-UVS entwickeltes Schema eines „vorhabenbezogenen Wirkungsgefüges“ vorgestellt (vgl. Abbildung 7). In diesem werden die einzelnen Maßnahmen, die Schutzgüter (aufgetrennt in „Teilkomplexe“) sowie menschliche Nutzungen (z.B. Kulturgüter, Land- und Forstwirtschaft, Wohnen) aufgeführt. Wirkungsbeziehungen werden als von den Maßnahmen ausgehende (ggf. verzweigte oder über Schutzgüter vermittelte) Wirkungspfade oder aber als Wirkungspfade ohne direkten anthropozentrischen Bezug dargestellt. Die Graphik enthält keine Hinweise auf die Art oder Intensität der Verknüpfungen. Die Inhalte der Darstellung müssen vielmehr durch entsprechende textliche Aussagen in der UVU belegt werden.

Nach den Ausführungen des Leitfadens sind Wechselwirkungen laut UVPG zu ermitteln, zu beschreiben und zu bewerten, stellen aber kein Schutzgut an sich dar. Die Bewertung der Auswirkungen einschließlich der Wechselwirkungen erfolgt fachbezogen, d.h. getrennt für jedes Schutzgut, unter Berücksichtigung der allgemein anerkannten Prüfungsmethoden und Orientierungswerte. Es erfolgt keine Aggregation über mehrere Schutzgüter hinweg (S. 10).

Als Voraussetzung für die Bearbeitung wird zum einen eine umfassende Kenntnis von Struktur und Verhalten einzelner Ökosystemkomponenten, zum anderen die Kenntnis komplexer Kausalbeziehungen angeführt. Da beide Voraussetzungen in der Regel nur annäherungsweise erfüllt sind, erfolgt die Quantifizierung und räumliche Differenzierung von Wirkungen oft nicht mit den tatsächlichen Wirkgrößen, sondern stellvertretend mit Hilfe von Indikatoren.

Im Abschnitt „Prüfungsmethoden und Orientierungswerte“ werden Wechselwirkungen nur an zwei Stellen genannt (Wechselwirkungen zwischen Grundwasser und Fluß-, Kanal- bzw. Meereswasser sowie zwischen Klima und anderen Schutzgütern, z.B. Verdunstung und Bodenwasserhaushalt oder Erosion aufgrund klimatischer Randbedingungen).

Umweltverträglichkeitsuntersuchung NOK - Rendsburg Ost
Maßnahmenbezogenes Wirkungsgefüge
Abbildung 7: BfG (1996): Vorhabensbezogenes Wirkungsgefüge



f:\ur\projekte\v1401\foliend_wirken.02

Abbildung 7: BfG (1996): Vorhabensbezogenes Wirkungsgefüge

Quelle: BfG (1996:A-6)

3.1.6 Arbeitshilfe zur praxisorientierten Einbeziehung der Wechselwirkungen in UVS zu Straßenbauvorhaben

Die von SPORBECK et al. (1997a) verfaßte und von der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen herausgegebene Arbeitshilfe basiert auf einer umfangreichen Studie zur Berücksichtigung der Wechselwirkungen in der UVP zu Bundesfernstraßen (SPORBECK et al. 1997b). In dieser werden zunächst die bisherigen Ansätze der Behandlung von Wechselwirkungen in der UVP zu Straßenbauvorhaben in Arbeitsanleitungen und UVP-Verfahren zusammengefaßt. Ausgehend von der Ableitung „planungsrelevanter ökosystemarer Wechselwirkungen“ werden „inhaltlich-methodische Empfehlungen zur Berücksichtigung von Wechselwirkungen“ entwickelt.

Im Rahmen der Studie (S. 36ff) werden die vorhandenen Arbeitsanleitungen im Bereich des Straßenbaus, insbesondere

- HNL-StB (BMV 1987),
- MUVS (BMV 1990),
- Ökologische Anforderungen Verkehrsprojekte Deutsche Einheit (BMU & BMV 1992),
- Ergänzende Hinweise zu den Ökologischen Anforderungen (BMV 1992),
- HIV-StB (BMV 1994)
- Hinweise zu den entscheidungserheblichen Unterlagen gemäß § 6 UVPG für Bundesfernstraßen (Bund-Länder-Arbeitskreis UVP im Straßenbau und Planungsbüro FROELICH & SPORBECK 1996)

zusammengefaßt und inhaltlich fortgeführt, so daß hier auf eine separate Darstellung der vorgenannten Studien verzichtet werden kann.

Wechselwirkungen i.S. des UVPG werden hierbei wie folgt definiert (S. 8):

„Ökosystemare Wechselwirkungen sind alle denkbaren funktionalen und strukturellen Beziehungen zwischen Schutzgütern, innerhalb von Schutzgütern (zwischen und innerhalb von Wert- und Funktionselementen / Landschaftsfunktionen / umweltrelevanten Stoffen) sowie zwischen und innerhalb von landschaftlichen Ökosystemen, soweit sie aufgrund einer zu erwartenden Betroffenheit durch Projektauswirkungen von entscheidungserheblicher Bedeutung sind.“

Als „planungsrelevante Beispiele für ökosystemare Wechselwirkungen“ werden hierzu exemplarisch angeführt:

- **Wechselwirkungen zwischen separat betrachteten Schutzgütern**
z.B. die gegenseitigen Abhängigkeiten der Vegetation von den abiotischen Standortverhältnissen (Geländeklima, Nährstoff-, Wasser- und Lufthaushalt von Böden)
- **Wechselwirkungen innerhalb von Schutzgütern (zwischen und innerhalb von Wert- und Funktionselementen)**
z.B. innerhalb des Bodens als gegenseitige Abhängigkeiten zwischen Bodenart, Bodenwasser- und Bodenlufthaushalt, Niederschlagsinfiltrationskapazität, Sorptionseigenschaften, Nährstoffgehalt und biotischer Aktivität
- **Wechselwirkungen zwischen räumlich benachbarten bzw. getrennten Ökosystemen**
z.B. in Form von Lebensraumbeziehungen von Tieren zwischen benachbarten und räumlich getrennten Ökosystemen (Austausch und Verbreitung von Tieren, Wanderungen zwischen Teillebensräumen – Jahreslebensräumen, Nahrungs- und Brutrevieren),

in Form von Wasser- und Stofftransporten im Zuge des oberflächigen und oberflächennahen Wasserabflusses in Hangbereichen bzw. im Zuge von Grundwasserströmungen

- **Wechselwirkungen zwischen Landschaftsstruktur und Landschaftsfunktionen**
z.B. die Beziehungen zwischen Vegetationsstruktur, Gewässern und Relief und dem Landschaftsbild sowie der natürlichen Erholungsfunktion eines Landschaftsraumes

Bei der Ermittlung von Auswirkungen sollen „Auswirkungen auf ökosystemare Wechselwirkungen“ sowie Wirkungsverlagerungen i.S. der UVPVwV berücksichtigt werden. Nach Auffassung der Autoren kommt dem Menschen hierbei eine Sonderrolle zu, da er nicht unmittelbar in das ökosystemare Wirkungsgefüge integriert sei und die Einflüsse des Menschen auf den Naturhaushalt und das Landschaftsbild daher lediglich im Rahmen der Ermittlung von Vorbelastungen zu berücksichtigen seien.

Die Erfassung der ökosystemaren Wechselwirkungen erfolgt über die Funktionen der Schutzgüter, da grundsätzlich davon ausgegangen wird, daß auch schutzgutbezogene Erfassungskriterien im Sinne des Indikationsprinzips bereits Informationen über die funktionalen Beziehungen zu anderen Schutzgütern und Schutzgutfunktionen beinhalten und somit indirekt ökosystemare Wechselwirkungen erfaßt werden (S.12). Die im Zusammenhang mit den jeweiligen Schutzgutfunktionen innerhalb des schutzgutbezogenen Ansatzes i.d.R. berücksichtigten Wechselwirkungen werden tabellarisch zusammengefaßt (vgl. Tabelle 2).

Zusätzlich wird eine schutzgutübergreifende Gesamtbetrachtung des ökosystemaren Wirkungsgefüges in bestimmten Landschaftsräumen bzw. Ökosystemkomplexen empfohlen. Ziel ist eine „funktionale Zusammenschau“ der ansonsten isoliert dargestellten Wirkungszusammenhänge sowie zusätzlich eine Ermittlung von Landschaftsteilen (i.S. von Teilökosystemen), die aufgrund der besonderen ökosystemaren Beziehungen zwischen den Schutzgütern eine besondere Eingriffsempfindlichkeit aufweisen und i.d.R. auch nicht wiederherstellbar sind.

Als Ökosystemtypen bzw. –komplexe, in denen eine solche Darstellung im Regelfall erforderlich ist, werden genannt:

- Auenkomplexe,
- naturnahe Bach- und Flußtäler,
- (oligotrophe) Stillgewässer und Verlandungszonierungen,
- Trocken- und Halbtrockenrasenkomplexe, Binnendünenkomplexe,
- naturnahe waldfreie Feuchtbereiche (Niedermoore, Feuchtgrünländer, Seggenriede),
- Hochmoore,
- naturnahe Wälder (insb. Auwälder, Feuchtwälder, großflächige Laub- und Mischwälder),
- Bereiche mit besonderen Standortfaktoren (z.B. grund- und hangwasserbeeinflusste Böden, Bereiche mit ausgeprägtem Geländeklima).

Tabelle 2: Sporbeck et al. (1997a): Schutzgutbezogene Zusammenstellung von Wechselwirkungen

Schutzgut/Schutzgutfunktion	Wechselwirkungen zu anderen Schutzgütern
Menschen Wohn- und Wohnumfeldfunktion Erholungsfunktion	<i>(die Wohn- / Wohnumfeldfunktion und die Erholungsfunktion sind nicht in ökosystemare Zusammenhänge eingebunden)</i>
Pflanzen Biotopschutzfunktion	Abhängigkeit der Vegetation von den abiotischen Standorteigenschaften (Bodenform, Geländeklima, Grundwasser-Flurabstand, Oberflächengewässer) <i>(Pflanzen als Schadstoffakzeptor im Hinblick auf die Wirkpfade Pflanzen-Mensch, Pflanzen-Tier)</i> anthropogene Vorbelastungen von Biotopen
Tiere Lebensraumfunktion	Abhängigkeit der Tierwelt von der biotischen und abiotischen Lebensraumausstattung (Vegetation / Biotopstruktur, Biotopvernetzung, Lebensraumgröße, Boden, Geländeklima / Bestandsklima, Wasserhaushalt) Spezifische Tierarten / Tierartengruppen als Indikatoren für die Lebensraumfunktion von Biotoptypen/-komplexen
Boden Lebensraumfunktion Speicher- und Reglerfunktion Natürliche Ertragsfunktion Boden als natur- /kultur- geschichtliche Urkunde	Abhängigkeit der ökologischen Bodeneigenschaften von den geologischen, geomorphologischen, wasserhaushaltlichen, vegetationskundlichen und klimatischen Verhältnissen Boden als Standort für Biotope / Pflanzengesellschaften Boden als Lebensraum für die Bodentiere Boden in seiner Bedeutung für den Landschaftswasserhaushalt (Grundwasserneubildung, Retentionsfunktion, Grundwasserschutz, Grundwasserdynamik) Boden als Schadstoffsенke und Schadstofftransportmedium im Hinblick auf die Wirkpfade Boden-Pflanzen, Boden-Wasser, Boden-Mensch, (Boden-Tiere) Abhängigkeit der Erosionsgefährdung des Bodens von den geomorphologischen Verhältnissen und dem Bewuchs (z.B. Bodenschutzwald) anthropogene Vorbelastungen des Bodens
Grundwasser Grundwasserdargebotsfunktion Grundwasserschutzfunktion Funktion im Landschaftswasserhaushalt	Abhängigkeit der Grundwasserergiebigkeit von den hydrogeologischen Verhältnissen und der Grundwasserneubildung Abhängigkeit der Grundwasserneubildung von klimatischen, bodenkundlichen und vegetationskundlichen / nutzungsbezogenen Faktoren Abhängigkeit der Grundwasserschutzfunktion von der Grundwasserneubildung und der Speicher- und Reglerfunktion des Bodens oberflächennahes Grundwasser als Standortfaktor für Biotope und Tierlebensgemeinschaften Grundwasserdynamik und seine Bedeutung für den Wasserhaushalt von Oberflächengewässern oberflächennahes Grundwasser (und Hangwasser) in seiner Bedeutung als Faktor der Bodenentwicklung Grundwasser als Schadstofftransportmedium im Hinblick auf die Wirkpfade Grundwasser-Mensch, (Grundwasser-Oberflächengewässer, Grundwasser-Pflanzen) anthropogene Vorbelastungen des Grundwassers

Fortsetzung Tabelle 2

Schutzgut/Schutzgutfunktion	Wechselwirkungen zu anderen Schutzgütern
Oberflächengewässer Lebensraumfunktion Funktion im Landschaftswasserhaushalt	Abhängigkeit des ökologischen Zustandes von Auenbereichen (Morphologie, Vegetation, Tiere, Boden) von der Gewässerdynamik Abhängigkeit der Selbstreinigungskraft vom ökologischen Zustand des Gewässers (Besiedelung mit Tieren und Pflanzen) Gewässer als Lebensraum für Tiere und Pflanzen Abhängigkeit der Gewässerdynamik von der Grundwasserdynamik im Einzugsgebiet (in Abhängigkeit von Klima, Relief, Hydrogeologie, Boden, Vegetation / Nutzung) Gewässer als Schadstofftransportmedium im Hinblick auf die Wirkpfade Gewässer-Pflanzen, Gewässer-Tiere, Gewässer-Mensch anthropogene Vorbelastungen von Oberflächengewässern
Klima Regionalklima Geländeklima klimatische Ausgleichsfunktion	Geländeklima in seiner klimaökologischen Bedeutung für den Menschen Geländeklima (Bestandsklima) als Standortfaktor für die Vegetation und die Tierwelt Abhängigkeit des Geländeklimas und der klimatischen Ausgleichsfunktion (Kaltluftabfluß u.a.) von Relief, Vegetation / Nutzung und größeren Wasserflächen Bedeutung von Waldflächen für den regionalen Klimaausgleich (Klimaschutzwälder) anthropogene Vorbelastungen des Klimas
Luft lufthygienische Belastungsräume lufthygienische Ausgleichsfunktion	lufthygienische Situation für den Menschen Bedeutung von Vegetationsflächen für die lufthygienische Ausgleichsfunktion (u.a. Immissionsschutzwälder) Abhängigkeit der lufthygienischen Belastungssituation von geländeklimatischen Besonderheiten (lokale Windsysteme, Frischluftschneisen, Tal- und Kessellagen, städtebauliche Problemlagen) Luft als Schadstofftransportmedium im Hinblick auf die Wirkpfade Luft-Pflanzen, Luft-Mensch anthropogene, lufthygienische Vorbelastungen
Landschaft Landschaftsbildfunktion natürliche Erholungsfunktion	Abhängigkeit des Landschaftsbildes von den Landschaftsfaktoren Relief, Vegetation / Nutzung, Oberflächengewässer Leit-, Orientierungsfunktion für Tiere anthropogene Vorbelastungen des Landschaftsbildes

(Quelle: SPORBECK et al. 1997a:13)

In diesen Ökosystemkomplexen soll das Wirkungsgefüge separat beschrieben werden. Als methodisches Hilfsmittel werden hierzu sog. „Wechselwirkungskomplexe“ benannt, die jeweils unter bestimmten Voraussetzungen auftretende Wechselwirkungsgefüge umfassen. Hierzu zählen

- Wechselwirkungsgefüge innerhalb naturnaher Biotopkomplexe mit besonderen Lebensraumfunktionen
- Wechselwirkungsgefüge von Biotopkomplexen auf naturnahen Böden mit besonderen Bodenfunktionen
- Wechselwirkungsgefüge in Offenlandbereichen und im Bereich von offenen Wasserflächen
- Wechselwirkungsgefüge in geschlossenen Wäldern und Forsten
- Wechselwirkungsgefüge in grundwasserbeeinflussten Biotopen
- Wechselwirkungsgefüge in Auenbereichen

Diese Wechselwirkungsgefüge werden als „planungsrelevante Wechselwirkungen“ bezeichnet, da sie potentiell von Wirkfaktoren betroffen sind, die von Straßenbauvorhaben ausgehen können. Methodisch wurden sie aus umfangreichen medienübergreifenden Wirkungsnetzen (vgl. Abbildung 15, S. 100) abgeleitet (SPORBECK et al. 1997b: 62ff).

Die Beschreibung der ggf. betroffenen Wechselwirkungskomplexe soll in einem gesonderten Kapitel erfolgen. Von einer formalen Beurteilung der Bedeutung und der Empfindlichkeit der Bereiche mit besonderen Wechselwirkungsgefügen analog zur Beurteilung der einzelnen Schutzgüter soll dagegen abgesehen werden. Statt dessen sollen die funktionalen Wirkungsgefüge einzelfallbezogen und abhängig von jeweiligen Landschaftsraumabhängig beschrieben werden.

Im Rahmen der Auswirkungsprognose sollen zunächst schutzgutbezogen direkte und indirekte Wirkungen unter Berücksichtigung der Wechselwirkungen dargestellt werden. Dabei sollen im Falle von indirekten Wirkungen Auswirkung und Wirkungskette bei dem vorrangig betroffenen Schutzgut beschrieben werden.

Sind durch das Vorhaben Ökosystemtypen bzw. –komplexe betroffen, die durch Wechselwirkungskomplexe charakterisiert sind, so sollen die hier insgesamt auftretenden direkten und indirekten Wirkungen sowie die sich hieraus ergebenden Veränderungen der Schutzgüter sowie die Gesamtwirkung auf den Ökosystemkomplex gesondert beschrieben werden (S. 21). Dabei ist zu prüfen, ob sich überlagernde Wirkungen zu einer Verstärkung der prognostizierten Umweltauswirkungen führen (synergistische Effekte). Eine formale Beurteilung (z.B. im Sinne der ökologischen Risikoanalyse) der Umweltauswirkungen auf ökosystemare Wechselwirkungen wird abgelehnt. Statt dessen wird eine textliche Beschreibung und eine qualitative Beurteilung empfohlen (S. 26).

Die Beschreibung der Auswirkungen auf Wechselwirkungskomplexe soll in einem gesonderten Kapitel erfolgen. Für die kartographische Darstellung wird dagegen die Darstellung bei dem Schutzgut vorgeschlagen, das über das Wirkungsgefüge schwerwiegend betroffen ist (S. 26).

3.1.7 Leitfaden zur Umweltverträglichkeitsprüfung und naturschutzrechtlichen Eingriffsregelung für die Betriebsanlagen der Eisenbahnen des Bundes sowie Magnetschwebbahnen

Der Leitfaden wurde durch die Planungsbüros FROELICH & SPORBECK, PLANUNGSGRUPPE ÖKOLOGIE + UMWELT und SMEETS + DAMASCHEK erstellt und 1998 vom Eisenbahn-Bundesamt (EBA) herausgegeben. Der Leitfaden konkretisiert in umfassender Form die fachlichen Anforderungen an die Unterlagen zur UVP und zur naturschutzrechtlichen Eingriffsregelung.

Wechselwirkungen werden in diesem Leitfaden als „Ausdruck eines ganzheitlich-ökosystemaren Umweltbegriffs“ verstanden (S. 50):

„Wechselwirkungen stehen dabei für die Dynamik (Prozeßhaftigkeit) des Naturhaushalts: Sie charakterisieren die Stoff- und Energieflüsse zwischen den Bestandteilen des Gesamtsystems. (...) Der Umweltbegriff des UVPG entspricht damit weitgehend dem des BNatSchG, davon ausgehend, daß die einzelnen Umweltgüter nicht isoliert nebeneinander stehen (können), sondern vielmehr die Umwelt als ein Ganzes zu sehen ist, das aus bewertungsmethodischen Gründen in Teilaspekten betrachtet wird“.

Durch die Betrachtung der Bestandteile von Naturhaushalt und Landschaftsbild als Funktionselemente können auch Wechselwirkungen berücksichtigt werden (S. 38). Als Beispiel wird ausgeführt, daß eine fachlich korrekte Bewertung des Schutzgutes Tiere und Pflanzen neben Wechselwirkungen innerhalb unterschiedlicher Aspekte des Schutzgutes immer schon auch schutzgutübergreifende Wechselwirkungen im Sinne des UVPG mit einbezieht. Wechselwirkungen stellen dementsprechend kein eigenes Schutzgut dar.

Als Verfahrensweisen zur Einbeziehung von (schutzgutübergreifenden) Wechselwirkungen werden die folgenden Möglichkeiten genannt (S. 51f):

- Berücksichtigung der regelmäßig auftretenden schutzgutübergreifenden Wechselwirkungen im Rahmen der Auswahl der relevanten Beurteilungskriterien für die Schutzgüter, Beispiel: Bewertung der Funktion der grundwasserüberdeckenden Bodenschichten im Hinblick auf Schutz vor Verunreinigung des Grundwassers,
- Berücksichtigung besonderer, entscheidungserheblicher schutzgutübergreifender Wechselwirkungen als *zusätzlichem Bewertungskriterium im Einzelfall* für die jeweiligen Schutzgüter, Beispiel: Beeinflussung der Vegetation durch oberflächennahes Grundwasser,
- Durchführung einer *gesonderten schutzgutübergreifenden Bewertung* mit dem Ziel der Ermittlung von Landschaftsteilen, die aufgrund ihrer ökosystemaren Wirkungsgefüge eine besondere Bedeutung bzw. Empfindlichkeit gegenüber Eingriffsfolgen aufweisen. Als Beispiele für solche Bereiche werden die bereits in SPORBECK (1997b) aufgeführten Ökosystemtypen genannt. Die Ausprägung der „Systemdynamik“ wird als besonderes Merkmal solcher Ökosysteme genannt, deren Empfindlichkeit maßgeblich von den Wechselwirkungen zwischen den Schutzgütern bestimmt wird.

3.1.8 Zusammenfassung

Die analysierten Arbeitsanleitungen sind hinsichtlich ihrer zugrundeliegenden Auffassung von „Wechselwirkungen“ nicht kongruent, die Schwerpunkte der Betrachtung werden jeweils auf unterschiedliche Aspekte gelegt. In einer Synopse der Anleitungen lassen sich die folgenden Aspekte der Behandlung von Wechselwirkungen zusammenfassen:

- die Berücksichtigung von Wechselwirkungen zielt auf ein ganzheitliches Verständnis der Umwelt ab,
- durch die Berücksichtigung von Wechselwirkungen ergeben sich Wirkungsnetze, die von einzelnen oder mehreren Wirkfaktoren ausgehen können,
- durch die Berücksichtigung von Wechselwirkungen sollen auch zeitlich und räumlich verschobene Auswirkungen von Vorhaben berücksichtigt werden,

- durch die Bearbeitung von Wechselwirkungen sollen auch Stoff- und Energieflüsse berücksichtigt werden,
- durch die Veränderung von Wechselwirkungen können sich Auswirkungen auf einzelne Funktionen der Umwelt ergeben,
- es können Bereiche mit besonders empfindlichen Wechselwirkungsgefügen abgegrenzt werden, in denen Veränderungen des Gefüges besonders betrachtet werden sollen. Hierbei kann es sich um Systeme handeln, die sich z.B. durch ein hohes Alter (und geringe Wiederherstellbarkeit) oder eine starke Dynamik auszeichnen,
- die einzelnen Schutzgüter (insbesondere Pflanzen und Tiere) umfassen bei einer fachlich korrekten Behandlung auch immer Wechselwirkungen innerhalb des Schutzgutes wie auch schutzgutübergreifende Wechselwirkungen.

Die Frage, ob Wechselwirkungen an sich ein Schutzgut sind oder nicht, wird durch die Arbeitsanleitungen nicht eindeutig geklärt. Während dies insbesondere in der Materialsammlung der BfG sowie des EBA verneint wird, führt der Thüringer Leitfaden Wechselwirkungen zwar als Schutzgut auf, ohne ihnen jedoch Erfassungs- oder Bewertungskriterien zuzuordnen. In der Studie des MNU-SH werden „Auswirkungen auf das Gesamtgefüge“ als Aspekt der Betrachtung von Wechselwirkungen genannt. Vergleichbar hierzu versuchen SPORBECK et al., durch eine Abgrenzung von Bereichen mit besonderen Wechselwirkungsgefügen („Wechselwirkungskomplexe“) Wechselwirkungen bei der Beurteilung der Empfindlichkeit der Umwelt gegenüber einem Vorhaben gesondert zu berücksichtigen.

3.2 Praxisbeispiele

Bisherige Analysen von UVP-Verfahren zeigten übereinstimmend, daß die Bearbeitung der Wechselwirkungen unzureichend erfolgt. So stellt BRÜNING (1996b) fest, daß in vielen Fällen in den schleswig-holsteinischen UVP-Verfahren Wechselwirkungen überhaupt nicht thematisiert werden oder lediglich im Rahmen von wenigen, allgemein gehaltenen Sätzen abgearbeitet werden. Im Rahmen einer Analyse von 150 deutschen Verfahren wurden nur in 50 Studien überhaupt Ausführungen zu diesem Thema gefunden (AUGE 1997).

Eine Analyse von UVS speziell unter dem Aspekt der Bearbeitung von Wechselwirkungen wurde in jüngster Zeit u.a. von SPORBECK et al. (1997b) für 14 Straßenbauvorhaben und von BONK (1998) für drei ausgewählte Fallbeispiele vorgenommen. Neben einer Berücksichtigung der dort aufgeführten Ergebnisse werden für diese Arbeitsanleitung 16 gezielt ausgewählte Studien aus Brandenburg und Schleswig-Holstein analysiert, in denen Ansätze zur Bearbeitung des Themenkomplexes Wechselwirkungen vorhanden waren. Die einzelnen Studien werden dabei anonymisiert behandelt.

3.2.1 Praxisbeispiele aus Straßenbauvorhaben (SPORBECK et al. 1997b)

Unter den 14 bei SPORBECK et al. (1997b) analysierten Studien wurden Wechselwirkungen in fünf Studien überhaupt nicht angesprochen. In zwei Studien wurden Wechselwirkungen zwar im Methodenteil erwähnt, in der folgenden Ausarbeitung jedoch nicht wieder aufgegriffen.

In insgesamt fünf Studien wurde der Versuch unternommen, die Problematik einer Betrachtung von Wechselwirkungen zu berücksichtigen. Die dort genannten wesentlichen Ansätze lassen sich wie folgt zusammenfassen:

1. Allgemeine Untergliederung des Wirkungsgefüges der Landschaftsfaktoren in Funktionsgruppen (Potentiale), die sowohl hinsichtlich bestimmter Leistungen für den Naturhaushalt als auch hinsichtlich ihrer Reaktion auf Veränderungen oder Beeinträchtigungen Wirkungseinheiten bilden, jedoch ohne konkrete Umsetzung dieses Konzepts in der Auswirkungsprognose.
2. Verknüpfung der einzelnen Schutzgüter über Landschaftsfunktionen, dabei aber Reduktion der Wechselwirkungen auf wenige schutzgutübergreifende Zusammenhänge ohne weitergehende explizite Konkretisierung im Rahmen der Auswirkungsprognose.
3. Ansätze zum Aufbau schutzgutübergreifender Wirkungsketten durch tabellarische Gegenüberstellung der jeweiligen Einzelauswirkungen und der durch Folgewirkungen möglicherweise betroffenen weiteren Schutzgüter. Hierbei werden in der Regel nur die einzelnen betroffenen Schutzgüter genannt, die Art der Auswirkungen aber nicht beschrieben.
4. Darstellung des systemaren und vernetzten Charakters der Umwelt mit beispielhaften Hinweisen auf die implizite Berücksichtigung von Wechselwirkungen bei der Bearbeitung der einzelnen Schutzgüter. Darüber hinaus erfolgt der Versuch, Landschaftsteile mit besonders ausgeprägten Wechselwirkungsgefüge zu identifizieren, jedoch ohne diese Ansätze innerhalb der Auswirkungsprognose weiter umzusetzen. Dieser Ansatz wird bei SPORBECK et al. (1997b) aufgegriffen und erweitert.

Zusammenfassend kommen SPORBECK et al. (S. 54) zu dem Ergebnis, daß eine explizite Berücksichtigung von Wechselwirkungen in der derzeitigen Planungspraxis so gut wie nicht stattfindet. Selbst bei den Studien, die zumindest Aussagen zu Wechselwirkungen bzw. dem systemaren Charakter der Umwelt enthalten, wird eine große Unsicherheit bezüglich des Umgangs mit diesem Problemfeld festgestellt.

3.2.2 Praxisbeispiele aus Schleswig-Holstein

Bei einer Analyse von 150 UVP Verfahren in Schleswig-Holstein wurde von BRÜNING (1996a) nur in zwei Fällen eine erkennbare Bearbeitung des Themas Wechselwirkungen festgestellt, die über eine kurzgefaßte und überwiegend pauschale Nennung des Problemfeldes hinausgeht. Anhand von fünf typischen Beispielen erläutert BRÜNING die derzeitige Praxis der mangelhaften Darstellung von Wechselwirkungen in UVP-Verfahren. Gewählt wurden Vorhaben aus verschiedenen Vorhabensbereichen (Deichbau, Freileitung, Kläranlage, Bahnelektrifizierung und der Neubau eines Fährhafens).

Im Rahmen einer Diplomarbeit unterzog BONK (1998) drei Fallbeispiele (Deichverstärkung, Naßauskiesung und Schweinemastanlage) einer detaillierten Untersuchung, wie dort die Frage der Wechselwirkungen bearbeitet wurde. Die Auswahl erfolgte in Zusammenarbeit mit der UVP-Fachgruppe des Landes und berücksichtigte nur solche Studien, in denen Wechselwirkungen vergleichsweise umfassend in eigenen Kapiteln behandelt wurden. BONK kommt zu dem Ergebnis, daß lediglich in einer der drei analysierten UVS im Rahmen der Bestandsanalyse – also unabhängig von konkreten, vom Vorhaben ausgehenden Wirkungsketten – Wirkungszusammenhänge dargestellt werden. Die genannten Wirkungszusammenhänge lehnen sich dabei eng an die vom MNU SH (1994) veröffentlichte Verflechtungsmatrix an. Dargestellt werden jedoch nur vergleichsweise allgemeine und grundsätzliche Zusammenhänge, die nicht zu besonderen methodischen Anforderungen an die Umweltbeschreibung führen.

Im Rahmen der Wirkungsprognose werden in allen drei untersuchten UVS Wechselwirkungen in Form ausgewählter Wirkpfade dargestellt. Dabei handelt es sich allerdings nur um allgemeine und nicht um quantifizierte, gewichtete oder bewertete Hinweise auf indirekte Wirkungen. Die Darstellungen umfassen dort u.a.

1. exemplarische Nennung von wenigen Wirkungsketten, die bei vergleichbaren Vorhaben „erfahrungsgemäß“ zu entscheidungserheblichen Folgewirkungen führen können, aber im vorliegenden Fall als unerheblich eingestuft werden;
2. tabellarische Aufstellung, ob von den schutzgutbezogenen Wirkungen einzelner Wirkfaktoren ausgehende Wechselwirkungen mit anderen Schutzgütern zu erwarten sind (keine qualitative Beschreibung der Wechselwirkung in der Tabelle; eine Präzisierung erfolgt nur beispielhaft für einige ausgewählte Wirkungsketten im Text);
3. grafische Darstellung eines Verflechtungsnetzes, das ausgehend von dem Schutzgut Boden (als besonders gravierend beeinträchtigtes Schutzgut) Wirkungszusammenhänge als Pfeile darstellt; auf dieser Basis werden einzelne Wirkungsketten im Text erläutert.

In keiner UVS werden indirekte Wirkungen konkret benannt, quantifiziert oder beurteilt, auch wenn Wirkungsketten – zumindest in einfacher (linearer) Form – zuvor dargestellt wurden. Der Grundtenor der Darstellungen läßt sich auf die Aussage zusammenfassen, daß Wechselwirkungen zwar denkbar bzw. anzunehmen sind, im jeweiligen Fall aber nicht als entscheidungserheblich eingestuft werden. Zur effektiveren Berücksichtigung von Wechselwirkungen im Rahmen der UVP fordert BONK, die streng formale Aufteilung in einzelne Schutzgüter zugunsten einer Betrachtung von Ökosystemen bzw. Funktionsräumen aufzugeben (S. 44).

Im Rahmen dieses Vorhabens wurden sechs weitere Studien ausgewertet. Dafür wurden gezielt Verfahren mit verwertbaren Ansätzen zur Bearbeitung von Wechselwirkungen ausgewählt. Dabei handelt es sich um folgende Vorhabentypen:

- Ausbau von Wasserstraßen (zwei Verfahren),
- Brückenbau,
- Freileitung,
- Straßenbau,
- Neubau einer Magnetschnellbahn.

Als dort vorzufindende Ansätze zur Bearbeitung von Wechselwirkungen können die folgenden Punkte genannt werden:

1. Die Studien greifen überwiegend auf die Verflechtungsmatrix aus MNU SH (1994) als methodisches Hilfsmittel zur Identifizierung von Wechselwirkungen zurück. Die Inhalte der Verflechtungsmatrix werden z.T. projektspezifisch angepaßt. Allerdings werden nur grundsätzliche Wirkungszusammenhänge aufgeführt und keine für das spezifische Vorhaben selbst identifizierten Verflechtungen.
2. Als Bestandteil der Umwelt wurden Wechselwirkungen in drei dieser Verfahren aufgeführt. Die Darstellungen beschränken sich auf allgemeine Matrices. Es fehlt eine konkrete Benennung der betroffenen Räume und der jeweils in der UVP zu prüfenden Prozesse, die zu einer entsprechend ausgerichteten Bestandsbeschreibung oder Auswahl von Indikatoren führen.
3. Bis auf einen Fall werden in allen analysierten Studien Wechselwirkungen i.S. indirekter Wirkungen behandelt. Im Rahmen der schutzgutbezogenen Kapitel werden Veränderungen bei den übrigen Schutzgütern berücksichtigt.

In drei Studien umfassen die schutzgutbezogenen Kapitel auch Aussagen über Auswirkungen, die zu Folgewirkungen bei anderen Schutzgütern führen können. Teilweise werden die Auswirkungen bereits dort genannt (z.B.: Indirekte Auswirkungen auf „Bauwerke/Gebäude“ im schutzgutbezogenen Kapitel „Auswirkungen auf das Grundwasser“). In den anderen Fällen werden lediglich die schutzgutbezogenen Veränderungen benannt. Meist sind diese Aussagen nicht präzise genug, um tatsächlich bei anderen Schutzgütern aufgegriffen und dort (nachvollziehbar) weiter berücksichtigt werden zu können. Ein Beispiel für eine solche schutzgutbezogene tabellarische Zusammenfassung von Wechselwirkung zeigt die Tabelle 3.

Tabelle 3: Praxisbeispiel: Schutzgutbezogene Zusammenstellung von indirekten Wirkungen

Wechselwirkung mit	Mensch	Tiere + Pflanzen		Gewässer			Grundwasser		(...)
		Terrestrischer Bereich	Aquatischer Bereich	Hydrologie / Morphologie	Qualität	Sedimente / Schwebstoffe	natürliches Grundwasser-regime	Qualität	
Auswirkungen auf Böden	<ul style="list-style-type: none"> - Produktionsgrundlage für Nutzpflanzen - Fläche für Verkehr, Siedlung, wirtschaftliche Nutzung, - Fläche für Erholung - Rohstofflagerrstätte 	<ul style="list-style-type: none"> - Lebensraum - Nahrungsquelle - Nährstoff- und Wasserversorgung - Schadstoffquelle 	Nähr- und Schadstoffquelle	-	Eintrag von gelösten Nähr- und Schadstoffen	Eintrag von Partikeln und partikulär gebundenen Nähr- und Schadstoffen	Regulation des Wasserhaushalts	<ul style="list-style-type: none"> - Eintrag von gelösten Nähr- und Schadstoffen - Filter- und Transformationsfunktion 	
Bei landsseitiger Ablagerung: <ul style="list-style-type: none"> - Verlust von Marschenböden - Schaffung von Böden mit veränderten Eigenschaften - Stoffeintrag in benachbarte Böden 	W.v.	Lokal erhebliche Beeinträchtigungen infolge der Überlagerungseffekte	W.v.	-	W.v.	Beeinträchtigungsrisiko vorhanden Ablagerung belasteter Feinkornanteile über Spülfeldwasser	W.v.	W.v.	
Änderung des Tidehubes: <ul style="list-style-type: none"> - Verlust von Vordeichsböden infolge der Erhöhung der Überflutungshäufigkeit 	Beeinträchtigungsrisiko vorhanden Verlust von Pflanzenstandorten (Reetnutzung)	Erhebliche Beeinträchtigungen bei Lebensraumverlust	W.v.	-	W.v.	W.v.	W.v.	W.v.	
Änderung Salzhaltigkeitskonzentration, stromaufwärtige Verschiebung der oberen Brackwassergrenze: <ul style="list-style-type: none"> - erhöhter Salzeintrag in Vordeichsböden - Erhöhung der Schwermetallmobilität 	W.v.	Beeinträchtigungsrisiko vorhanden Fortsetzung der vorhandenen ökologisch negativen Entwicklungstendenz der Reduzierung limnischer Lebensräume	W.v.	-	W.v.	W.v.	W.v.	W.v.	

Beispiel: Wechselwirkungen zwischen Böden und den übrigen Schutzgütern (Ausschnitt).

W.v. Wechselwirkung vernachlässigbar,

– nicht verallgemeinerungsfähig –

- Wechselwirkung nicht vorhanden

4. Mit einer Ausnahme erfolgt eine zusammenfassende Darstellung der zuvor in den schutzgutbezogenen Kapiteln ermittelten Wechselwirkungen (im Sinne von indirekten Wirkungen und Folgewirkungen) in einem eigenen Kapitel. Dabei bleiben die Aussagen in zwei Fällen allgemein. In einem Fall werden indirekte Wirkungen in Form einer Matrix zusammengefaßt. Zwei Studien enthalten konkrete Beschreibungen relevanter indirekter Wirkungen.
5. In einer UVS wird versucht, die Auswirkung des Vorhabens auf die Wechselwirkungen zu bewerten. Dabei werden für die einzelnen Schutzgüter Wechselwirkungen mit anderen Schutzgütern zusammengestellt. Es kommt hier zu Aussagen wie

„Wechselbeziehungen zwischen Böden und den übrigen Schutzgütern:

Lokal erhebliche Beeinträchtigungen der Wechselbeziehungen treten auf infolge der landseitigen Ablagerung von Baggergut (...) zwischen

- *Boden und terrestrischen Lebensgemeinschaften*
- *Boden und Landschaft.“*

Diese Aussagen sind jedoch inhaltlich nicht konkret genug, um neue entscheidungserhebliche Sachverhalte zu der Gesamtaussage der UVS beisteuern zu können.

6. In einer Studie werden entsprechend den Empfehlungen von SPORBECK et al. (1997a) die Veränderung von Wechselwirkungsgefügen zusammenfassend beschrieben. Diese Darstellung umfaßt die bereits bei den einzelnen Schutzgütern erläuterten Sachverhalte.

Bei drei Vorhabensplanungen wurden neben der UVS auch die Scoping-Unterlagen sowie die zusammenfassende Darstellung nach § 11 UVPG sowie Bewertung nach § 12 UVPG im Rahmen der Planfeststellung in die Analyse einbezogen. Dies erbrachte folgende Ergebnisse:

1. In den Scoping-Unterlagen wurden Wechselwirkungen nur in einem Fall erwähnt. Hier bleibt es allerdings bei der allgemeinen Aussage, daß Wechselwirkungen „inhaltlich unter den einzelnen Prozessen und darüber hinaus zusammenfassend in einem eigenen Kapitel zu bearbeiten“ sind.
2. Die Planfeststellungsbeschlüsse erwähnen Wechselwirkungen in zwei Fällen. Es finden sich Aussagen wie:
 - *„Eine weitergehende Darstellung [der zuvor genannten pauschalen Wirkungszusammenhänge], als es vorstehend geschehen ist, kann im Hinblick auf die genannten raumordnerisch relevanten Bewertungsmaßstäbe in einem Raumordungsverfahren nicht geleistet werden.“*
 - *„Hinsichtlich der zwischen den einzelnen Schutzgütern bestehenden Wechselwirkungen sind unter Berücksichtigung der festgestellten Vermeidungs- und Minimierungsmaßnahmen keine gravierenden Änderungen zu erwarten“.*

Über die bei den Schutzgütern dargestellten Umweltauswirkungen hinaus spielten Wechselwirkungen bei der Entscheidungsfindung keine erkennbare Rolle. Dies ist insofern folgerichtig, als die Studien in den jeweiligen Kapiteln keine neuen entscheidungserheblichen Sachverhalte enthalten. Es werden in der Regel die wichtigen Ergebnisse der UVS hinsichtlich der Auswirkungen auf einzelne Komponenten aufgegriffen, bewertet und in die Abwägung mit anderen Belangen eingestellt. Dies steht in Übereinstimmung mit den Befunden anderer Autoren. So beschränkt sich die Genehmigungsbehörde nach JESSEL (1995: 247) häufig darauf, im Zuge der Beteiligung die einzelnen sektoralen Stellungnahmen der Fachbehörden einzuholen und diese lediglich additiv aneinander zu fügen, anstatt die erforderliche integrative Gesamtbewertung durchzuführen.

3.2.3 Praxisbeispiele aus Brandenburg

Maßgeblich unterstützt durch das MUNR Brandenburg wurden 10 Verfahren aus Brandenburg ausgewertet. Die Auswertung betraf

- Scoping-Unterlagen des Projektträgers,
- Scoping-Protokolle der Behörde,
- UVS-Beispiele und
- landesplanerische Beurteilungen.

Ausgewertet wurden

- 5 Fallbeispiele zum Raumordnungsverfahren aus dem Bereich Steine und Erden,
- 2 Verkehrs-Großprojekte,
- 3 Genehmigungsverfahren nach BImSchG.

Als wichtigste Ergebnisse der Analyse lassen sich festhalten:

1. Die Ermittlung, Beschreibung und Bewertung der Wechselwirkungen erfolgt von Seiten der Vorhabensträger nur etwa in 50% der Verfahren und muß von der Behörde oft nachgefordert werden.
2. Wechselwirkungen werden in den Unterlagen in der Regel als Zusammenhänge bzw. Wechselbeziehungen zwischen den Schutzgütern aufgefaßt. Vorhaben, die in einem immissionsschutzrechtlichen Genehmigungsverfahren zugelassen werden sollen, gingen in den untersuchten Fällen stärker auf Wirkungsketten/-pfade und Problemverschiebungen zwischen den Schutzgütern ein.
3. Relevante Wechselwirkungen werden häufig nicht in einem eigenen Kapitel abgehandelt, sondern bei dem Schutzgut, bei dem Auswirkungen schwerpunktmäßig erwartet werden. Entsprechende Sachverhalte werden nicht durchgängig dem Begriff „Wechselwirkung“ zugeordnet. Die Darstellung erfolgte entweder als verbal-argumentative Darstellung oder in Form einer Tabelle oder Wirkungsmatrix.
4. Auf bestehende Wissenslücken im Bereich der Prognose ökosystemarer Zusammenhänge wurde nur bei einem Verfahren hingewiesen⁸².

Folgende Ansätze zur Bearbeitung von Wechselwirkungen wurden festgestellt:

1. Detaillierte Abarbeitung von einzelnen Schutzgutfunktionen, wobei jeweils auch Einflüsse von anderen Schutzgütern (implizit oder explizit) mit berücksichtigt wurden. Dabei wurden beim Schutzgut Boden z.B. die Bereiche
 - Funktionsverlust durch Überbauung,
 - Bodenabtrag,
 - Veränderung des Reliefs,
 - Veränderung der Bodenstruktur und -eigenschaften,
 - Veränderung des Bodenwasserhaushaltes durch Vernässung oder Entwässerung,
 - Veränderung der Speicherfähigkeitunterschieden, für die jeweils separate Auswirkungsprognosen erstellt wurden.
2. Darstellung der Wirkungen in Matrixform, wobei ausgehend von den Wirkfaktoren zunächst Auswirkungen auf Landschaftsfaktoren und -elemente als „Belastungsträger“ ermittelt wurden, die

⁸² Vgl. hierzu auch die Feststellungen von BRÜNING (1995a).

dann wiederum in ihrer Auswirkungen auf betroffene Nutzungen bewertet wurden (vgl. Abbildung 8).

- Wirkfaktorbezogene Darstellung der Auswirkungen getrennt für die jeweils betroffenen Schutzgüter in Tabellenform („Auswirkungen des Vorhabens auf das Wirkungsgefüge mehrerer Schutzgüter“). Dadurch können die Auswirkungen eines Wirkfaktors auf die verschiedenen Schutzgüter nebeneinander gezeigt werden.

konfliktbeladene Wirkungen des Abbauvorhabens 1 auf Abbaubereich beschränkt 2 über Abbaubereich hinaus	1	Oberbodenlagerung	→	\	\		\	\		\		\	\	\	
	1	Bodenversiegelung	→		x	\	\			\		\	\		
	1	Flächenbeanspruchung für Maschinen/Versorgungseinricht.	→		x					\		\			
	2	Oberbodenabtrag	→		x	\	\	\		x	\	x	\		
	2	Rohstoffentnahme	→	x	x	x		\		x	x	x	x	x	x
	2	Rodungen	→		x	\	\	x		x	x	x	x	x	x
	2	Flächenbeanspruchung für Mischgut/Produktlagerung	→	x	\	\	\	\		x		x	\	x	
	2	Lärmemission Fahrzeuge	→						x						
	2	Lärmemission Anlage (Sortieranl. usw.)	→						x						
	2	Dämme	→	\	\			\		\		\	\	x	
	2	Abpumpen von Grundwasser	→			x				x		\			
	2	Materialeinlagerungen	→	x	\	x				\	\	\		x	
	2	Freilegen von Grundwasser	→			x	\	\		\		\			
	2	Staubemission	→				\		x	\		\			
	2	Freisetzen gefährlicher Stoffe (Öl usw.)	→		\	x	\			\		\			
	2	Trennwirkung von Wegen	→					\		\	\	x	x	\	
	2	Trennwirkung der Abgrabung	→					\		x	\	x	x	x	
Landschaftsfaktoren u. Elemente als Belastungsträger			↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
				Relief											
				Bodenressourcen											
				Grundwasser											
				Oberflächenwasser											
				Gelände- u. Mikroklima											
				Immissionsträger Luft											
				Pflanzenwelt											
				Makro-Fauna											
				Mikro-Fauna											
Betroffene Nutzungen			↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
		Arten und Biotopschutz	←	\	\	\	x	x	\	x	\	x	x		
		Landwirtschaft	←	\	x	x	\	x	\				\		
		Forstwirtschaft	←		x	x		\	\				\		
		Wasserschutz	←		\	x	x		\			\			
		Wohnen (Siedlung)	←					\	x					x	
		Erholung	←	x			\	\	x	\	\		\	x	

Abbildung 8: Praxisbeispiel: Wirkungsmatrix potentieller Auswirkungen für ein Abbauvorhaben (nicht verallgemeinerungsfähig!)

Exkurs: Ökologische Risikoanalyse

In diesem Zusammenhang ist darauf hinzuweisen, daß die Forderung nach einer detaillierten Betrachtung von Wirkfaktoren und Wirkungen zwischen den einzelnen Bestandteilen der Umwelt einer vielfach bestehenden UVP-Praxis diametral gegenüber steht, bei der im Rahmen der „ökologischen Risikoanalyse“ frühzeitig die Sachebene verlassen wird, um Aggregationsschritte (z.B. innerhalb eines Schutzgutes) auf der Wertebene zu ermöglichen. Bei einer solchen Vorgehensweise können konkrete, durch Veränderungen bewirkte erhebliche Folgewirkungen im Ökosystem oft nicht angemessen berücksichtigt werden. Die Verknüpfung zum ökologischen Risiko bringt dann eine mangelhafte Berücksichtigung von Wechselwirkungen mit sich. Sie bildet zwar indirekt Ursache-Wirkungszusammenhänge ab, liefert aber keine nachvollziehbare Prognose zur Abschätzung der durch Wirkfaktoren des Vorhabens ausgelösten Beeinträchtigungen (vgl. WÄCHTLER 1992: 155ff, SCHOLLES 1997: 155ff, BECHMANN 1998). Als ausschließliche Entscheidungsgrundlage ist die Darstellung des „ökologischen Risikos“ als Verknüpfung von Wert und Empfindlichkeit des Schutzgutes einerseits und der Wirkungsintensität des Vorhabens andererseits „aufgrund von Prognose- und Bewertungsunsicherheiten *unzureichend* und *vernachlässigt* andererseits die durch die Verfahrensregelungen des UVPG, aber auch nach § 8 BNatSchG festgelegten *behördlichen Entscheidungszuständigkeiten*“ (MÜLLER-PFANNENSTIEL & WINKELBRANDT 1993:50f, Hervorhebung im Original).

Werden die Schutzgüter von unterschiedlichen Fachgutachtern bearbeitet, was für viele UVS notwendige Voraussetzung ist, dann ist eine tiefergehende Bearbeitung von Wirkungsketten auf der Basis der Risikobewertung praktisch ausgeschlossen, da die notwendigen Sachinformationen (Wirkungsprognosen für einzelne Kompartimente eines Schutzgutes) als Grundlage für mögliche Verknüpfungen zwischen den Schutzgütern fehlen. Im Nachhinein läßt sich bei dann nicht mehr erkennen, welche Wirkungsketten (und unter Zugrundelegung welcher Wirkungsprognosen) bei der Bewertung des ökologischen Risikos berücksichtigt wurden. Durch die mangelnde Nachvollziehbarkeit der Bewertung wird auch eine Prüfung von Abwägungsdefiziten erschwert.

3.2.4 Zusammenfassung

Die Bearbeitungen von Wechselwirkungen in den analysierten Umweltverträglichkeitsstudien genügen allenfalls zum Teil den Ansprüchen, die sich aus den rechtlichen und fachlichen Anforderungen ergeben. Es ist jedoch eine Anzahl positiver Ansätze vorhanden, die wie folgt zusammengefaßt werden können:

A) Beschreibung der Umwelt

- Anwendung der Verflechtungsmatrix aus MNU SH (1994),
- Untergliederung des Wirkungsgefüges der Landschaftsfaktoren in funktional abgegrenzte Teilsysteme.

B) Analyse der Auswirkungen

- Aufbau von schutzgutübergreifenden Wirkungsketten,
- Verwendung von Matrices, die ausgehend von den Primärwirkungen der Wirkfaktoren separat für jedes Schutzgut Folgewirkungen bei anderen Schutzgütern zeigen,
- Bearbeitung von einzelnen Funktionen der Schutzgüter, dabei auch Berücksichtigung von Veränderungen bei anderen Schutzgütern,

C) Zusammenfassung der Wechselwirkungen in einem eigenen Kapitel

- Vereinfachte Darstellung der Verknüpfung zwischen Wirkfaktoren und Schutzgütern in einer Graphik,
- tabellarische Darstellung der Auswirkungen der einzelnen Wirkfaktoren auf die verschiedenen Schutzgüter, wodurch eine synoptische Betrachtung der Auswirkungen bezogen auf jeden einzelnen Wirkfaktor möglich wird,
- zusammenfassende Beschreibung der zuvor bei den Schutzgütern dargestellten wesentlichen Wirkungszusammenhänge,
- Abgrenzung von Teilräumen mit besonders ausgeprägten Wirkungsgefügen.

Als wesentliche Defizite lassen sich aufgrund der analysierten UVP-Praxis feststellen:

A) Beschreibung der Umwelt

- keine erkennbare oder nachvollziehbare Berücksichtigung von Wirkungszusammenhängen bei der Ausarbeitung des Untersuchungsumfangs (Wahl der Erfassungsparameter, Erhebungszeiträume oder -flächen),
- Übernahme von pauschalen Darstellungen von Wirkungsbeziehung (allgemeine Erläuterungen, Matrices, Graphiken) ohne ausreichende Anpassung an das konkret zu untersuchende Vorhaben, insbesondere ohne einen hinreichenden räumlichen Bezug zum Untersuchungsraum;

B) Analyse der Auswirkungen

- die Einbeziehung von Auswirkungen durch Veränderungen bei anderen Schutzgütern ist oft schwer nachvollziehbar (hinsichtlich Umfang und Quantität der zugrunde gelegten Veränderungen) und bezieht sich nicht auf konkrete Prognosen der jeweiligen Fachgutachten,
- oft keine ausreichende Prognose von Auswirkungen und Folgewirkungen auf der Sachebene, lediglich verkürzte ökologische Risikoanalyse; dadurch wird die Ableitung bzw. die Prognose von schutzgutübergreifenden Folgewirkungen erschwert;

C) Zusammenfassung der Wechselwirkungen in einem eigenen Kapitel

- sofern versucht wird, Wechselwirkungsgefüge insgesamt zu bewerten, kommt es zu nicht nachvollziehbaren oder aber sehr oberflächlichen Aussagen,
- die zusammenfassenden Darstellungen wiederholen lediglich bereits bei den einzelnen Schutzgütern gemachte Angaben und steuern daher keine neuen Aspekte zur Entscheidungsfindung bei.

3.3 ***Ansätze aus anderen Staaten***

Auch auf internationaler Ebene ist der Ansatz dieses Forschungsprojektes ein wichtiges Thema. Eine Befragung der Mitgliedstaaten der Economic Commission for Europe (ECE) zum Thema Prognosemethoden in der UVP erbrachte 1992 das Ergebnis, daß viele Mitgliedstaaten das Problem defizitärer ökologischer Daten und der Prognoseunsicherheit ökologischer Vorhersagemodelle einschließlich der fehlenden Bewußtseinsbildung für ökologische Zusammenhänge benennen und hier Abhilfe fordern. DEGROOT (1992: XII) führt dazu aus:

„Conventional EIA⁸³ is often limited to an assessment of the direct effects of a given project on the environmental characteristics of an area. Preferably, however, environmental impact assessment studies should also include an assessment of the environmental functions and hazards affected by the planned activity. More integrative environmental assessment and ecosystem evaluation is especially important to the drafting of environmental profiles and to determine carrying capacity limits as background information for the formulation of sustainable development strategies.“

Im Rahmen des Forschungsprojektes wurde eine stichprobenartige Sichtung für die UVP relevanter Literatur aus anderen Staaten vorgenommen. Vor allem wurden Leitfäden oder Trainings-Material gesichtet.

Die internationale Literatur konzentriert sich weniger auf Ökosystemforschung und mehr auf pragmatische Ansätze und Checklisten. In den Checklisten und Leitfäden der Europäischen Kommission finden sich in der Regel einfach strukturierte Fragebögen, die selten einen ökosystemaren Ansatz ermöglichen und komplexen Definitionsansätze wie z.B. bei MNU SH (1995) nicht zeigen (vgl. z.B. Leitfäden der DG I und VIII zur Entwicklungshilfe-UVP).

Zur europäischen Situation stellt der Bericht der Kommission über die Durchführung der UVP (sog. 5-Jahres-Bericht) kritisch fest, daß zwar die Richtlinie in den meisten Staaten in nationales Recht umgesetzt wurde, jedoch „Mängel ... die Nichterfassung ... der Wechselwirkungen ...“ betreffen (EUROPÄISCHE KOMMISSION 1993, S. 21).

Im Anhang über die Umsetzung in Deutschland wird einerseits vermerkt, daß einige Kritiker die der Bewertung (gemäß § 12 UVPG) zugrunde liegenden Grenzwerte aus Fachgesetzen für nicht geeignet halten, bereichsübergreifende Effekte und Wechselwirkungen zu bewerten. Andererseits wird die unklare Bedeutung des Begriffs Wechselwirkungen in der EU-Richtlinie beklagt. Lösungsansätze weist dieser Bericht jedoch nicht auf.

Eine Zusammenstellung von Bearbeitungsansätzen zur Bearbeitung von indirekten und kumulativen

⁸³ Environmental Impact Assessment (Umweltverträglichkeitsprüfung)

Wirkungen sowie Wechselwirkungen wurde in einem Bericht der Europäischen Kommission (WALKER et al. 1999) zusammengestellt (vgl. Kap. 3.3.3).

Neben eher fachplanerisch orientierten Inhalten (z.B. zur Erfassung langfristiger Auswirkungen von Abwässern aus Zellstoffwerken in Fließgewässern im Rahmen von Monitoring-Programmen) konzentriert sich die internationale bzw. ausländische Literatur auf zwei Problembereiche, die in den folgenden Kapiteln tiefergehend behandelt werden sollen:

- Cumulative Impact Assessment (Abschätzung kumulativer Auswirkungen)
- Natural Hazards (Natürliche Risiken).

Die Erfassung kumulativer Effekte von Eingriffen ist ein wichtiger Aspekt im Rahmen der Bearbeitung von Wechselwirkungen. Hierzu zählen beispielsweise in Entwicklungsländern kumulative Wirkungen der Erschließung neuer Baugebiete sowie Brandrodungen als Sekundäreffekte des Straßenbaus (vgl. Leitfaden zur Lomé-Convention der EU). Auch das deutsche Handbuch UVP in der Entwicklungshilfe setzt hier einen Schwerpunkt. Beispielhaft wird im Kapitel Straßenbau das Thema angesprochen:

„Schließlich entstehen häufig Wechselwirkungen, die ein Straßenbauprojekt hinsichtlich anstehender anderer Infrastrukturprojekte auslöst (z. B. hat eine Realisierung eines Staudammes in einer abgelegenen Region die Zufahrtsmöglichkeit zur Bedingung; durch den Straßenbau verursachte gewerbliche Tätigkeit verlangt Abwasser- und Abfallbeseitigung; Düngemiteleininsatz infolge neuerdings vorhandener Straße erzeugt vorher nicht gegebene Umweltbelastung)“⁸⁴.

Insbesondere der Leitfaden „Cumulative Effects Assessment“ des US Council of Environmental Quality (vgl. z.B. SADLER 1996) sowie der Leitfaden der kanadischen UVP-Behörde (CEAA 1998) enthalten ausführliche Ausführung zum Thema kumulativer Wirkungen.

Außerdem wird in der internationalen Literatur darauf hingewiesen, daß auch die Wirkungen natürlicher oder historischer begründeter Risiken (Überschwemmung, Altbergbau, Erdbeben etc.) in die Basisanalyse von Wechselwirkungen im Naturhaushalt einzubeziehen seien⁸⁵.

Im Leitfaden des UVP-Zentrums der Universität Manchester „Five training case studies“ wird unter der Aufarbeitung des Themas „interactions“ im wesentlichen eine Betrachtung der wichtigsten Schwerpunktwirkungen zwischen Vorhaben und Umwelt verstanden, die international häufig in Form einer sogenannten Leopold-Matrix aufgearbeitet wird.

3.3.1 Einbeziehung natürlicher bzw. historischer Risiken

Bei der Betrachtung des Wirkungsgefüges des Naturhaushalts müssen auch natürliche oder historisch bedingte außergewöhnliche Risiken berücksichtigt werden. So sollen z.B. in erdbeben- oder sturm-

⁸⁴ aus BMZ 1993, Bd. I, S. 418

⁸⁵ vgl. z. B. SADLER (1996) und Kapitel 3.3.1 dieses Berichts

bzw. überflutungsgefährdeten Gebieten nicht nur die „normale“ Situation, sondern auch extreme Ereignisse in Risikobetrachtungen einbezogen werden.

Beispielsweise enthält der Fragebogen der Europäischen Kommission zur Umweltprüfung für EU-Strukturfonds-geförderte Projekte von > 25 MECU entsprechende Fragen. Diese sind ggf. noch um vom Menschen produzierte historische Risiken zu erweitern – als Beispiele hierfür werden genannt:

- der Alt-Bergbau im Ruhrgebiet, dessen Risikopotential bei jeder neuen (Infrastruktur-) Planung in diesen Bereichen zu berücksichtigen ist,
- die bei weitem noch nicht bewältigte Altlastensituation,
- vom Menschen verursachte Risiken, die zum Teil grenzübergreifend angelegt sind und zu erheblichen Umweltauswirkungen führen können – wie etwa dem Oderhochwasser.

3.3.2 Untersuchung kumulativer Auswirkungen

3.3.2.1 Definition kumulativer Auswirkungen

Der kanadische Leitfaden zur Identifizierung kumulativer Auswirkungen enthält folgende Definitionsansätze:

- a) *„Beispiele kumulativer Umweltauswirkungen umfassen den zunehmenden Verlust von Feuchtwiesen durch die landwirtschaftliche Intensivnutzung, die Beeinträchtigung der Wasserqualität großer Seen/Meere durch persistente organische Chemikalien, den globalen Treibhauseffekt durch Wirkungen von relevanten Gasen in den oberen Schichten der Atmosphäre und die Verringerung der Biodiversität“ (CEAA, 1998a, S. 2).*
- b) *Kumulative Umweltauswirkungen können definiert werden als*
„Die Umweltauswirkung, die von den Auswirkungen eines Projektes ausgeht und mit vergangenen, aktuellen oder in Kürze zu realisierenden Projekten verbunden ist. Dies kann sich über eine bestimmte Zeit und in einem bestimmten Raum ereignen“ (CEAA 1998a, S. 2).

In dem Leitfaden werden kumulative Umweltauswirkungen nicht als „neuer Auswirkungstyp“ verstanden. Es wird vielmehr ein erweiterter Denkansatz gefordert. Hierbei sollen zwei Aspekte berücksichtigt werden:

- es sollen zeitliche und geographische Grenzen für die Prüfung gesetzt und
- die Wechselwirkungen zwischen den Umweltauswirkungen des Projektes und anderen bereits realisierten und in Planung befindlichen Projekten und Aktivitäten erfaßt werden.

Eine ähnliche Definition enthalten zwei Veröffentlichungen des Ausschusses für Umweltqualität, einem Beratungsorgan des Präsidenten der Vereinigten Staaten (CEQ 1998, CLARK 1998). Sie unterscheiden zwischen drei Typen von Auswirkungen:

- direkten,
- indirekten und
- kumulativen.

Kumulative Auswirkungen werden hier definiert als

„Auswirkungen auf die Umwelt, die aus der Intensivierung einer Wirkung von bereits realisierten, gleichzeitig geplanten oder realistisch vorhersehbaren künftigen Maßnahmen resultieren. Hierbei bleibt unberücksichtigt, welche Behörde oder welche Person dies plant“.

3.3.2.2 Inhalte des kanadischen Leitfadens

Der Entwurf des Praxisleitfadens der kanadischen UVP-Behörde wirft zu diesem Thema einleitend sechs Grundfragen auf, die bei jeder Untersuchung zu beachten sind (CEAA 1998b):

- Wie kann vermieden werden, alles zu untersuchen?
- Wie können wir die bedeutsamen Fragen zur Untersuchung identifizieren?
- Wie groß soll der Untersuchungsraum gefaßt werden?
- Welche anderen Projekte sind zu berücksichtigen?
- Über welchen Zeitraum sollen Auswirkungen erfaßt bzw. prognostiziert werden?
- Wie kann die Erheblichkeit der kumulativen Effekte eingeschätzt werden?

Als Methoden zur Erfassung gibt der Leitfaden folgende Beispiele an:

Tabelle 4: CEAA (1998): Methoden zur Erfassung kumulativer Wirkungen

Methode	Anwendungsbeispiel
Wechselwirkungsmatrix	Frühzeitige Identifizierung (z. B. beim Scoping) von möglichen Auswirkungen sowie der potentiell betroffenen Schutzgüter
Prognosemodelle	Detaillierte Untersuchung von Ursache-Wirkungs-Komplexen zwischen dem Vorhaben und einzelnen Schutzgütern
Räumliche Analyse mit Hilfe von Geo-Informationssystemen	Qualifizierung räumlicher Inanspruchnahme (z. B. Länge einer Straße, Fläche der veränderten Flächennutzung) und Veränderungen von Landschaftsbestandteilen (z. B. Habitaten)
Indikatoren für Ebenen der Landschaftsveränderung	Vergabe numerischer Werte, die große Veränderungen aller Störungen aufzeigen
Mathematische Modellierung	Quantifizierung physikalisch-chemischer Aspekte (z.B. Luft- und Wasserqualität)

Quelle: CEAA 1998b, S. 27

Zur Erfassung der Erheblichkeit kumulativer Umweltauswirkungen gibt der Leitfaden folgende Fragen zur Identifizierung:

Tabelle 5: CEAA (1998): Leitfragen zur Bestimmung der Erheblichkeit

Grundfragen	
–	Werden durch andere Projekte möglicherweise die direkten Umweltauswirkungen dieses Projektes verstärkt?
–	Ist die daraus resultierende Umweltauswirkung unakzeptabel?
–	Ist die Auswirkung andauernd?
–	Wenn sie nur temporär ist, wie lange braucht die Umwelt, um sich zu erholen?
Nach den Grundfragen sind zwei Typen von Schutzgütern zu unterscheiden:	
Fauna/Flora:	
–	Welcher Teil der Population ist in seiner Reproduktion betroffen bzw. welcher Teil überlebt? Welche Reproduktionskapazität ist tangiert? (<1%, 1-10%, >10%)
–	Welche Wiederherstellung der Population bzw. der Biotope ist durch welche Kompensationsmaßnahmen möglich (vollständig, teilweise, keine)?
–	Wie schnell ist diese Wiederherstellung möglich (z.B. <1 Jahr bzw. < 1 Generation, 1-10 Jahre bzw. 1 Generation, >10 Jahre bzw. > 1 Generation)?
Physiko-chemische Schutzgüter:	
–	Welche Relation ergibt sich zwischen den Veränderungen und der natürlichen Bandbreite der Ausgangsschutzgüter?
–	Welche Wiederherstellung der Ausgangsvoraussetzungen ist möglich? Ggf. mit Hilfe von Vermeidungs-/Minderungsmaßnahmen?
–	Wie schnell funktioniert die Wiederherstellung?

aus: CEAA 1998, S. 42

Zur Identifizierung kumulativer Umweltauswirkungen wird dort die folgende Beispielmatrix vorgeschlagen:

Tabelle 6: CEAA (1998): Matrix zur Erfassung kumulativer Wirkungen

Typ der kumulativen Auswirkung	Schutzgut	Andere Projekte/Maßnahmen				
		andere Bau- maßnahmen	Autobahnen und Straßen	Nachbar- gemeinden	Staustufen	Erholungs- gebiete
Transport						
- Gefahrenstoffe						
- physikalische Ereignisse						
Landschaftsveränderung						
- direkter Habitatverlust						
- Zerschneidung von vernetzten Strukturen						
- Unterbrechung von Wanderwegen						
- direkte Zerstörung von Tierpopulationen						
sozio-ökonomische Veränderungen						
- Neuverteilung ökonomischer Strukturen						
- Veränderung traditioneller bzw. kultureller Aktivitäten						

Am Schluß des Leitfadens der CEAA wird eine Checkliste zur Prüfung kumulativer Umweltauswirkungen aufgestellt:

1. Lokale Projektauswirkungen:

- 1.1 Zeigt sich bei der Prüfung der Auswirkungen ein zusätzlicher nicht vernachlässigbar geringer Umwelteffekt? Wenn ja, auf welche Schutzgüter?
- 1.2 Wird das Projekt in einer relativ naturnahen oder in einer stark anthropogen überformten Landschaft realisiert?
- 1.3 Gibt es topographische / räumliche Grenzen, die die Umweltauswirkungen eingrenzen?

2. Andere Projekte:

- 2.1 Sind Auswirkungen bereits realisierter Projekte vorhanden, die mehr als vernachlässigbare Auswirkungen haben?
- 2.2 Haben nahe benachbarte Projekte Auswirkungen auf die gleichen Schutzgüter?
- 2.3 Gibt es andere bereits offiziell beantragte Projekte, die im gleichen Raum bzw. zur gleichen Zeit realisiert werden sollen?

3. Regionale Belange:

- 3.1 Sind Empfindlichkeiten bzw. Schutzgutcharakteristika bereits durch eine UVP oder die Umweltbehörden in diesem Raum festgestellt worden?
- 3.2 Bestehen Vorkommen seltener Arten von lokaler oder regionaler Bedeutung? Werden sensible Biotope gestört?
- 3.3 Kann das Projekt zum Habitatverlust (terrestrisch oder aquatisch) beitragen und werden ggf. Wanderwege bzw. Wechselbeziehungen gestört?

4. Auswirkungsuntersuchung:

- 4.1 Existieren qualifizierte Daten zu Schutzgütern, Habitaten und ihren Beziehungen untereinander?
- 4.2 Existieren qualifizierte Informationen zu möglichen Auswirkungen anderer Projekte?
- 4.3 Sind geeignete Indikatoren für die Schutzgüter vorhanden?
- 4.4 Kann das Projekt andere Maßnahmen induzieren? Wird eine neue Erschließung bzw. werden Straßen benötigt?
- 4.5 Kann eine Zeit festgelegt werden, mit der die aktuellen Veränderungen verglichen werden können?

5. Grenzwerte:

- 5.1 Existieren quantitative Grenzwerte für die Untersuchung der Schutzgüter? Gibt es Richtlinien, die bestimmte Auswirkungsuntersuchungen vorschreiben?
- 5.2 Sind qualifizierte Grenzwerte vorhanden, die Bezug zur künftigen Nutzung haben (z.B. Flächennutzungspläne)?
- 5.3 Existieren Indikatoren für den Naturhaushalt, die eine Untersuchung auf Ausgleichbarkeit des Eingriffs zulassen?

6. Vermeidung/Verminderung/Kompensation:

- 6.1 Sind die üblichen oder neuartige Maßnahmen geeignet, die erheblichen Umweltauswirkungen zu vermindern bzw. auszugleichen?
- 6.2 Kann ein Rückbau oder Genehmigungsrückruf anderer Projekte die Dauer der Umweltbeeinträchtigung reduzieren und den Ausgleich beschleunigen?
- 6.3 Sind andere Biotope gleicher Qualität vorhanden bzw. zur Kompensation entwickelbar?
- 6.4 Gibt es Möglichkeiten, Kompensationsmaßnahmen auf regionaler Ebene zu initiieren?

3.3.2.3 Inhalte des amerikanischen Leitfadens

Das Handbuch des Ausschusses für Umweltqualität (CEQ 1998) nennt folgende typische Beispiele kumulativer Auswirkungen:

- Weiträumiger Transport von Luftschadstoffen, die zur Versauerung oder Eutrophierung von Ökosystemen beitragen,
- Luftschadstoffemissionen, die die regionale Luftqualität beeinträchtigen,
- Freisetzung von Treibhausgasen,
- Eintrag von Sedimenten oder toxischen Stoffen in große Gewässer, Erwärmung
- Reduzierung oder Kontamination von Grundwasservorkommen,
- Veränderungen des hydrologischen Regimes von Gewässern und Ästuaren,
- Langzeitaufbewahrung bzw. Ablagerung von Sonderabfällen,
- Mobilisierung von persistenten oder bioakkumulierenden Substanzen in Nahrungsnetzen,
- Quantitative oder qualitative Reduzierung von natürlichen Böden,
- Verlust natürlicher Habitate oder des historischen Charakters durch Wohn-, Gewerbe- oder Industrieentwicklung,
- Biotopzerschneidung durch Infrastruktur- oder andere Planungen (Bauleitplanung),
- Verschlechterung der Biotopqualität durch Maßnahmen der Land- bzw. Forstwirtschaft oder andere Nutzungen,
- Unterbrechung der Wanderwege der Fauna,
- Reduzierung der Biodiversität.

(Auszug vgl. CEQ 1998, S. 13).

Der gegenüber ausschließlich projektbezogenen Untersuchungen deutlich weiter zu steckende zeitliche Rahmen bei der Erfassung kumulativer Wirkungen wird in einer schematischen Grafik (vgl. Abbildung 8) dargestellt. Wichtig erscheinen die in dieser Grafik verdeutlichten Aussagen,

- daß kumulative Auswirkungen häufig erst zeitversetzt eintreten und
- daß eine für sich betrachtet noch nicht erhebliche Wirkung in Überlagerung mit weiteren Wirkungen zu erheblichen Effekten führen kann.

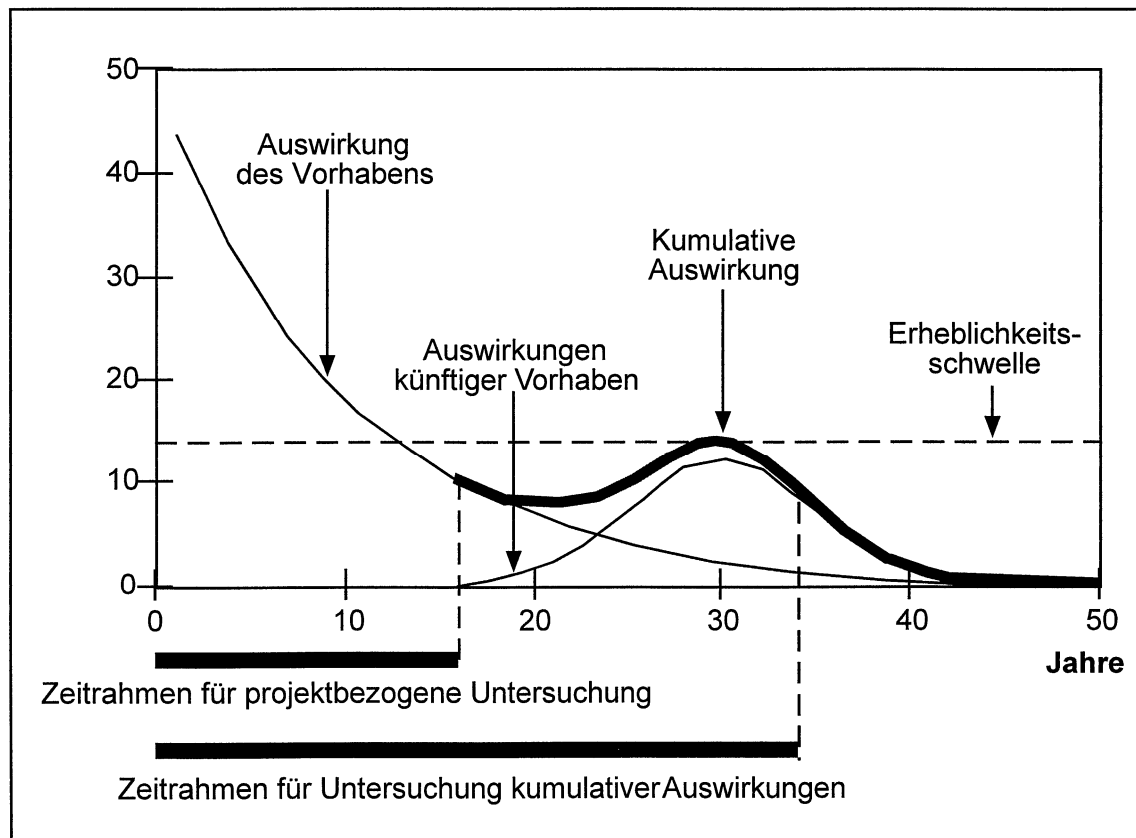


Abbildung 9: CEQ (1998): Zeitrahmen für projektspezifische und kumulative Auswirkungen

Quelle: CEQ (1998), S. 17 (eigene Übersetzung)

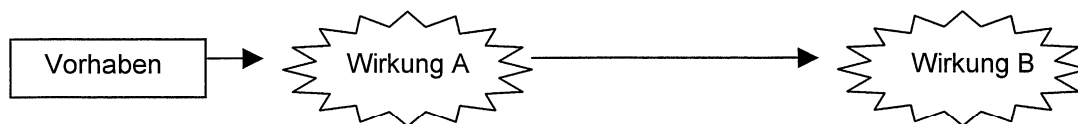
Als Methoden für die Erfassung und Darstellung kumulativer Auswirkungen werden benannt:

1. Fragebögen, Interviews, Anhörungstermine zur Erfassung relevanter Projekte und kumulativer Auswirkungen,
2. Checklisten zur Bestimmung bedeutender kumulativer Auswirkungen von menschlichen Aktivitäten auf natürliche Ressourcen,
3. Matrices zur Verknüpfung der Auswirkungen verschiedener Projekte auf Umweltmedien,
4. Netzwerke und Systemdiagramme, um Akkumulationseffekte in einzelne Ursachen (-komplexe) zu differenzieren,
5. Modellbildung zur Quantifizierung von Ursache-Wirkungsbeziehungen,
6. Trend-Analysen zum Vergleich des Status Quo mit einer zukünftigen Entwicklung,
7. Überlagerung und Verschneidung verschiedener Informationen mit Hilfe von Geo-Informationssystemen.

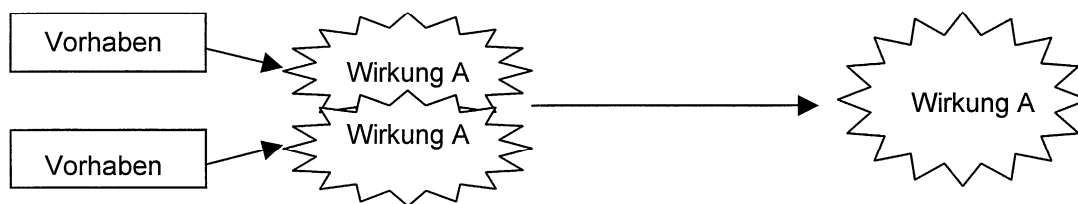
3.3.3 Guidelines for the Assessment of Indirect and Cumulative Impacts as well as Impact Interactions

Zur Erstellung einer Übersicht über den derzeitigen Stand der Praxis bei der Bearbeitung von indirekten und kumulativen Wirkungen sowie Wechselwirkungen wurde von der Europäischen Kommission ein Bericht in Auftrag gegeben, der im Mai 1999 vorgelegt wurde (WALKER et al. 1999). In diesem Bericht werden diese häufig unter dem Begriff der „Wechselwirkung“ subsumierten Begriffe wie folgt differenziert (Abbildung 10):

Indirekte Wirkung



Kumulative Wirkung



Wechselwirkung

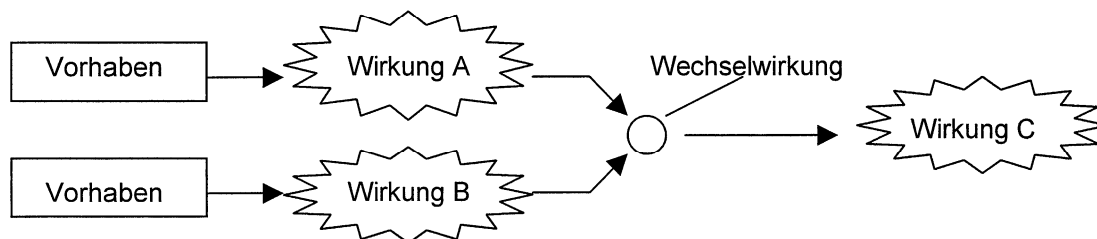


Abbildung 10: Walker et al. (1999): Definition indirekter und kumulativer Wirkungen sowie von Wechselwirkungen

(Quelle: WALKER et al. 1999:6f, übersetzt)

In dem Bericht werden dann anhand von Beispielen aus verschiedenen europäischen UVP-Verfahren (England, Finnland, Griechenland und Deutschland) Methoden aufgezeigt, die geeignet seien, um diese Typen der Auswirkungen von Vorhaben zu erfassen. Im einzelnen werden dargestellt und diskutiert:

- Einbeziehung von Expertenwissen,
- Einbeziehung von externem Wissen, z.B. durch Befragungen,
- Verwendung von Checklisten,

- Räumliche Analyse durch Überlagerung geographischer Informationen,
- Analyse von Wirkungspfaden durch Wirkungsketten und –netze,
- Verknüpfung von Wirkungen mit Hilfe von Matrices,
- Verwendung von Schwellenwerten oder Tragfähigkeitsgrenzen (Carrying Capacity - Konzept) zur Bewertung von kumulativen Wirkungen,
- Verwendung von Simulationsmodellen zur Ermittlung von Auswirkungen.

3.3.4 Zusammenfassung

Die untersuchten Ansätze aus anderen Staaten zeigen, daß das Thema Wechselwirkungen nicht in der Bandbreite diskutiert wird, wie sie die deutlich längere Historie der UVP in einigen Staaten (z.B. USA) vermuten läßt.

Es ist festzustellen, daß dort ein besonderer Schwerpunkt auf die Beachtung von Wirkungsüberschneidungen mit anderen Projekten in räumlichem Zusammenhang gelegt wird⁸⁶. Diese, in den Leitfäden als „kumulative Wirkungen“ bezeichneten **Summationswirkungen** sind inhaltlich klar von der Betrachtung des (z.B. synergistischen, additiven) Zusammenwirkens verschiedener Wirkfaktoren (auch des gleichen Vorhabens) zu trennen. Die besondere Betonung dieses Aspektes liegt nicht zuletzt in einer anderen oder fehlenden Planungshierarchie in diesen Ländern begründet.

Als weiterführender Gedanke kann auch die Betrachtung **natürlicher und historischer Risiken** (so weit noch nicht Gegenstand einer UVS) angeführt werden. Diese Betrachtungsweise kann auf langfristige oder sporadische Störungen des natürlichen Wirkungsgefüges eingehen, die nicht vom Projekt ausgehen, aber mit diesem zusammenwirken und dadurch zusätzliche Auswirkungen auf die Umwelt nach sich ziehen können.

Insgesamt gesehen zeigt die Beschäftigung mit internationaler Literatur, daß qualifizierte methodische Ansätze zur Auseinandersetzung mit dem Begriff Wechselwirkungen rar sind. Dies stellt auch der 5-Jahresbericht der Europäischen Kommission fest.

⁸⁶ Vgl. hierzu auch die Anforderungen an die Verträglichkeitsprüfung nach der FFH-Richtlinie, bei der die „Zusammenwirkung mit anderen Plänen und Projekten“ explizit zu berücksichtigen ist (Art. 6 FFH-RL).

3.4 Kybernetische Ansätze

Mit Hilfe sogenannter „kybernetischer Modelle“ wird versucht, durch Berücksichtigung von Steuerungsmechanismen und Rückkopplungen den Zusammenhang zwischen einzelnen Einflußfaktoren abzubilden. Ziel ist es, mögliche Auswirkungen planerischer Festlegungen und daraus abgeleiteter Maßnahmen abschätzen zu können, auch wenn diese Auswirkungen räumlich entfernt oder zeitlich verzögert auftreten. Eine Umsetzung im Rahmen der Landschaftsplanung bildet das „Sensitivitätsmodell“ (VESTER & HESLER 1980), das 1994 für den Umlandverband Frankfurt als Planungsinstrument vorgestellt wurde (HESLER 1994) und vorwiegend eine Verknüpfung von gesellschaftlichen, wirtschaftlichen und umweltbezogenen Gesichtspunkten enthält. WAFFENSCHMIDT hat diesen Ansatz als Möglichkeit der Bewertung von Wechselwirkungen in der UVP weiterentwickelt (WAFFENSCHMIDT 1997, WAFFENSCHMIDT & POTSCHIN 1998).

Danach werden in einem ersten Schritt durch ein Expertenteam diejenigen Faktoren zusammengestellt, die für die Beurteilung und Entwicklung eines Systems von Bedeutung sind. Diese „Variablen“ sind auf ihre mögliche Redundanz sowie die ausreichende Beschreibungsmöglichkeit nach zuvor festgelegten Kriterien zu überprüfen. Danach werden Beziehungen zwischen den Variablen (gleichgerichtet / entgegengerichtet, sofort / zeitlich verzögert) ermittelt und in einer „Einflußmatrix“ dargestellt. Auf der Grundlage der Einflußmatrix wird für jede Variable ermittelt, welchen Einfluß sie auf andere Variablen hat und wie stark andere Variablen auf sie wirken. Diese Werte werden als Zahlenwerte (Aktiv- und Passivsumme) berechnet. Die Variablen können dann hinsichtlich ihrer „Aktivität“ beziehungsweise „Beeinflußbarkeit“ beurteilt werden.

Im Rahmen des Modells sind Simulationsläufe möglich, wobei hierfür jeweils nur Teilszenarien mit einer geringen Anzahl von Variablen herangezogen werden, die gegebenenfalls hierarchisch aufeinander aufbauen. Die Ergebnisse der Simulation werden nicht als Prognose, sondern als „Denkhilfe zum besseren Verständnis des Systemverhaltens“ interpretiert.

Von WAFFENSCHMIDT wurde dazu eine umfangreiche Beziehungsmatrix der UVP-relevanten Parameter der Schutzgüter zusammengestellt, in der die jeweiligen Beziehungen als starke, mittlere oder schwache Wirkungsbeziehung klassifiziert sind (WAFFENSCHMIDT 1997: 29f). Aufgrund dieser Tabelle sollen die zu berücksichtigenden Wirkungsketten und kumulativen Wirkungen vorhabensbezogen erkannt werden.

Zusätzlich erfolgt eine Ermittlung der „kybernetischen Einflußindizes“ für die einzelnen Landschaftsfaktoren, jedoch nicht für verschiedene Flächeneinheiten differenziert, sondern pauschal für den gesamten Untersuchungsraum (bzw. das zugrunde gelegte Landschaftsmodell) Gültigkeit besitzt (WAFFENSCHMIDT 1997:56f.). Eine Interpretation dieser Größen im Sinne einer Abschätzung von Auswirkungen oder der Empfindlichkeit verschiedener Teilräume ist daher nicht möglich.

Die kybernetischen Einflußindizes lassen keine Aussagen über die Art der möglichen Folgewirkungen und gegenseitigen Einflüsse zu, so daß sich keine Aussagen bezüglich der Veränderung von Wirkungsgefügen auf der Sachebene ableiten lassen. Die Ergebnisse entziehen sich somit der Bewertung. Die ermittelten Zahlenwerte hängen zudem stark von den im Rahmen der Modellbildung zugrunde gelegten Einflußindices ab. Insofern ist dieser Ansatz kaum geeignet, um konkrete Folgewirkungen oder Veränderungen von Wirkungsgefügen darstellen und bewerten zu können.

4 Forschungsansätze der Ökosystemforschung

Im Rahmen der Ökosystemforschung sollen Strukturen und Funktionen von Ökosystemen als Landschaftsbestandteile analysiert und mit Hilfe von Partialmodellen simuliert werden. Die im Rahmen der Ökosystemforschung betrachteten Wirkungszusammenhänge betreffen unter anderem Energieflüsse, Stoffflüsse und -kreisläufe, Nahrungsnetze und ökologische Nischen, Konkurrenz- und Abhängigkeitsbeziehungen, toxische Effekte, Selbstregulationsmechanismen und nicht zuletzt Reaktionen auf menschliche Eingriffe (FRÄNZLE et al. 1995). Ziel ist es u.a., Regelmechanismen, Steuerungs- und Rückkopplungsprozesse zu verstehen. Mithilfe geeigneter Arbeitsverfahren lassen sich nach dem „Bottom-up“-Prinzip (induktiv) Hypothesen über Systemeigenschaften entwickeln und deren Tragfähigkeit und Aussagegrenzen beispielsweise über Simulationsrechnungen definieren und testen. Im „Top-down“-Verfahren (deduktiv) lassen sich aus diesen allgemeine Planungsaussagen zur Landschaftsentwicklung generieren, die dann auf konkrete Landschafts- und Lebensraumausschnitte beziehungsweise Eingriffsvorhaben übertragen werden können. Die dafür entwickelten Methoden können grundsätzlich auch in der Planungspraxis dazu beitragen, komplexe Zusammenhänge zu erfassen, zu analysieren und darauf aufbauend Entwicklungen zu simulieren und zu prognostizieren.

Zur Bewältigung dieser komplexen und umfassenden Arbeitsfelder bedient sich die Ökosystemforschung heute unter anderem raumzeitlich hoch auflösender meßtechnischer Verfahren zur Ermittlung von Standortparametern, ökophysiologischen Daten an Populationen repräsentativer Organismen sowie Stoff-, Energie- und Informationsflüssen zwischen Standort und Lebensgemeinschaft. Die Datenerfassung erfolgt überwiegend mit automatisch registrierenden und datenspeichernden Meßstationen. Über zentrale Datenverwaltungen sind nicht nur statistische Auswertungen der Befunde möglich, sondern beispielsweise auch die für verschiedene Auswertungsschritte notwendige Überlagerung räumlichen Informationen. Schließlich erlauben sie unterschiedliche Ansätze zur prozeßorientierten Modellbildung und Simulationsrechnung auf den verschiedenen Organisationsebenen der Umwelt (EBENHÖH 1993; HEIL & BOBBINK 1993; LAUENROTH et al. 1993, REICHE 1995).

Hieraus lassen sich vielfach gezielte Prognosen über dynamische Abläufe in Ökosystemen erarbeiten. In pessimalen Fällen mag sich ergeben, daß sich komplexe nichtlineare Wechselbeziehungen zwischen erfaßten, als wesentlich erachteten Parametern einer einfachen und eindeutigen Prognostizierbarkeit entziehen, etwa Denitrifikationsprozesse auf unterschiedlichen Böden in Wechselbeziehung zu Wasser- und Sauerstoffhaushalt, Verdichtung, Temperaturen und Azidität (z.B. MOGGE 1995). Dennoch geben Zeitreihenanalysen selbst in solchen Fällen zumindest Aufschluß über Größenordnung und Amplitude der ermittelten Meßgrößen und können damit für Risikoeinschätzungen ausgewertet werden. Umfassendere Analysen an terrestrischen Systemen, teilweise verknüpft mit schlüssig abgeleiteten Handlungsempfehlungen liegen beispielsweise für Wald-, Moor-, Acker- und Grünland-Ökosysteme, für urbane Räume sowie alpine Regionen vor (ANDRÉN et al. 1990; BLISS et al. 1981; ELLENBERG et al. 1986; RYCHNOVSKÁ 1993; SONESSON 1980).

Auf die Datenanalyse können Modellbildungen sowie detaillierte Entwicklungsprognosen aufbauen. In

jüngerer Zeit gewinnen Simulationen und die zugehörigen Simulationsmodelle für die Ökosystemforschung und den Umwelt- und Naturschutz eine wachsende Bedeutung, beispielsweise um Veränderungen in Systemen als Folge von Störungen vorherzusagen (BRZEZIECKI et al. 1995, GOODALL 1989). Mithilfe dynamischer Entwicklungsmodelle lassen sich etwa Veränderungen der Vegetation und Fauna oder des Stoffflußgeschehens in Systemen in Zeitreihen kennzeichnen. Demgegenüber lassen sich statistische Gleichgewichtsmodelle beispielsweise dazu nutzen, den Zustand der Vegetation oder abiotischer Faktoren zu einem bestimmten Zeitpunkt bei vorgegebenen Standortbedingungen vorherzusagen, also Szenarien zu beschreiben (BINZ & WILDI 1988; BOX 1981; FISCHER 1994; LINDACHER 1996). Im abiotischen Bereich lassen sich Verbesserungen der Prognosefähigkeit sowie Vereinfachungen bei der Datenerfassung mit Hilfe von Wasserhaushalts- und Stoffflußmodellen erlangen, im biotischen solche über Reaktionsmuster von Populationen (FRANK et al. 1994; WISSEL & STEPHAN 1994).

Darüber hinaus können die Ergebnisse von Ökosystemanalysen entscheidend dazu beitragen, bei der Abschätzung von Zuständen oder Risiken Prioritäten und Handlungsspielräume klarer zu definieren. Über abgesicherte Angaben etwa zu aktuellen Nährstoffeinträgen in oligotrophe Systeme wie Moore und Heiden kombiniert mit Aussagen über die Flüsse und Speicher (Quellen und Senken) der wesentlichen Nährstoffe in den Systemen selbst und deren Bedeutung für die Vegetationsverteilung lassen sich „Critical loads“ definieren, deren Überschreitung einschneidende Systemänderungen induzieren würde (AERTS & HEIL 1993; HEIL 1984; HEIL & BOBBINK 1993; LÜTKE TWENHÖVEN 1992; NILSSON & GRENNBELT 1988).

Damit nehmen Ergebnisse der Ökosystemforschung bereits heute eine zentrale Position ein bei der Analyse von Konflikten, die sich zum einen aus einer unmittelbaren Nutzungsänderung beziehungsweise Übernutzung der Systeme selbst oder über Fernwirkungen (Erosionen, Immissionen) ergeben. Dies gilt wiederum für unterschiedliche – wenn auch nicht generell UVP-relevante – Maßstabsebenen, beispielsweise von der Hochrechnung regionaler Nährstoffausträge aus Ackerflächen in Abhängigkeit von Bewirtschaftungsintensität und Deckfrucht (SCHIMMING et al. 1995) bis zu überregionalen und globalen Energie-, Nähr- und Schadstoffströmen (Forstliche Bundesversuchsanstalt Wien 1992; Enquête-Kommission „Schutz der Erdatmosphäre“ 1994; STAAF & TYLER 1995). Der Vorzug des ökosystemaren Ansatzes liegt vor allem in der Möglichkeit, Wechselwirkungen zwischen abiotischen und biotischen Systemkompartimenten sowie Interaktionen innerhalb der jeweiligen Kompartimente zu identifizieren und sich bei der vom Gesetzgeber geforderten „nachhaltigen Sicherung des Naturhaushaltes“ auf eine ganzheitliche Wahrung der gewünschten Merkmale und Funktionen von Ökosystemen zu konzentrieren (KLEYER et al. 1992; WOODLEY et al. 1993).

Für die Vermeidung System-beeinträchtigender Störungen sind differenzierte Konfliktanalysen und Bewertungen eine notwendige Voraussetzung. An ausgewählten Systemen entwickelte Modelle erlauben bei behutsamer Anwendung Vorgaben über den erforderlichen Untersuchungsrahmen: Welche Größen müssen in welcher räumlicher Auflösung und mit welchem Zeitfenster erfaßt werden, um valide und übertragbare Aussagen zu gewinnen? Solche Modelle, die für die kausale Erklärung von

Sachverhalten entwickelt worden sind, eignen sich dabei nicht automatisch für Planungsaussagen. Als Planungsgrundlagen müssen auch gesellschaftlich legitimierte Normen als entscheidungserhebliche Wertmaßstäbe in Modelle eingehen (PETERS 1997a).

Für ein pragmatisches Vorgehen ist es hilfreich, zwischen zwei Arbeitskonzepten zu unterscheiden, die für die Analyse von Wechselwirkungen von Bedeutung sind: der Einsatz von **Teilmodellen** für die Bearbeitung klar umrissener Detailfragen (z. B. Erosion und Nährstoffausträge, Entwässerung oder Versiegelung und Wirkung auf den Wasserhaushalt, Regionalklima sowie Fauna und Vegetation, Veränderungen von Landschaftsstrukturen und Auswirkungen auf Biozönosen) sowie der Versuch, gesamthafte, holistische Ansätze zur Beurteilung von **Gesamtsystemen** sowie deren Strukturen, Funktionen und Organisation zu verwenden.

4.1 Analytische Ansätze: Teilmodelle

Für detailliert untersuchte Systeme lassen sich die ablaufenden Prozesse unter Berücksichtigung der wesentlichen Einflußgrößen durch Simulationsmodelle abbilden. Diese können zur Quantifizierung von Wirkungsgefügen genutzt werden und tragen den Interaktionen zwischen den berücksichtigten Einflußgrößen Rechnung (MÜLLER 1996). Im Rahmen der Ökosystemforschung wurde eine Vielzahl solcher Modelle entwickelt. Dazu werden unterschiedlich umfangreiche Datensätze auf verschiedenen Maßstabsebenen abgegrenzter Teilsysteme für eine Auswertung herangezogen. Aufgrund der medienübergreifenden Berücksichtigung der relevanten Einflußfaktoren gehen Wechselwirkungen der beteiligten Umweltkompartimente in die Analyse ein.

Im Rahmen der Modellbildung können dann für einzelne Prozesse wesentliche Parameter beziehungsweise integrierende Indikatoren ermittelt werden, so daß die entwickelten Modelle im Idealfall, gegebenenfalls in modifizierter Form, auch auf solche Räume übertragen werden können, in denen Grundlagendaten nur in geringerem Umfang vorliegen beziehungsweise im Rahmen einer UVP ermittelt werden können.

Hinsichtlich der Anwendbarkeit in der UVP weisen die entwickelten Modelle derzeit einen unterschiedlichen Entwicklungsstand auf (u.a. BONK 1998). Für viele Systeme ist aufgrund des Aufwandes für die Einarbeitung, des Aufwandes für die Ermittlung der Grundlagendaten, der eingeschränkten Anwendungsmöglichkeit auf konkrete Objekte sowie aufgrund der derzeit noch nicht abschließend erfolgten Validierung der Ergebnisse eine routinemäßige Anwendung erst in Einzelfällen möglich.

Als Beispiel für die Anwendung ökosystemarer Ansätze soll das Methodenpaket DILAMO (Digitale Landschaftsanalyse und –modellierung, REICHE, MEYER & DIBBERN 1999) vorgestellt werden, das im Rahmen des Forschungsvorhabens 'Ökosystemforschung im Bereich der Bornhöveder Seenkette' entwickelt wurde und Prognosen für Landschaftsveränderungen auf großen Flächeneinheiten erlaubt. (Tabelle 7). Auf der Grundlage dieses dynamischen Modellsystems kann unter Verwendung zeitlich variierender Eingangsgrößen (Wetterdaten, Bewirtschaftungsdaten etc.) räumlich differenziert die

Dynamik von Wasser-, Kohlenstoff-, Stickstoff- und Phosphorflüssen abgebildet werden. Dadurch lassen sich flächenhaft Standortpotentiale abschätzen und wesentliche Informationen für eine nutzungsorientierte Flächenbeurteilung gewinnen. Dies gilt etwa für die strategische UVP oder die Prüfung von Nutzungsänderungen auf sensiblen Teilflächen eines Untersuchungsgebietes. Unter anderem ergibt sich damit die Möglichkeit, für Landschaftsausschnitte beziehungsweise Einzugsgebiete unterschiedlicher naturräumlicher Ausstattung und anthropogener Überformung die Ursache-Wirkungsbeziehungen beziehungsweise Wechselwirkungen zwischen Stoff-, Wasser- und Energieeinträgen zu zeigen (REICHE, MEYER & DIBBERN 1999). Dieser Ansatz geht über eine konventionelle, strukturierte Landschaftsanalyse deutlich hinaus.

Tabelle 7: DILAMO - ein Methodenpaket zur digitalen Landschaftsanalyse und Modellierung: einbezogene Informationsebenen, Datenquellen, Auswertungsmethoden und Resultate (REICHE et al. 1999).

Informationsebenen			
Boden	Relief	Gewässernetz und andere linienhafte Landschaftselemente	Flächennutzung und Vegetation, Wetterdaten
Datenquellen			
Kartierungsergebnisse, Profilbeschreibungen (Bodenschätzung).	Digitale Höhenmodelle (DGM 5; DGM 25, DGM 50).	ATKIS-Geometrien und Attributinformationen, DGK-5, Aufzeichnungen der Wasser- und Bodenverbände.	Biotoptypenkartierung der Landesämter, Fernerkundung, Gemeinde- und Agrarstatistik, Daten des DWD.
Auswertungsmethoden und Modelle			
„BOSSA-SH“ Profilbezogene Ableitung relevanter Bodenkenngrößen, Bewertung der Bodenfunktionen.	„TOPNEW“ Analyse der Reliefsituation (Hang- u. Senkidentifikation, Abgrenzung topographischer Einzugsgebiete, Erosionsabschätzung).	„TOPTRA“ Kalkulation von Grundwassergleichen u. Analyse der Abflusssituation, flächenbezogene Oberflächen- und Grundwasserabflußzuordnung.	„WaSMOD“ Flächenhafte dynamische Modellierung von Stoff- und Wasserflüssen in der Biosphäre, Pedosphäre und Hydrosphäre.
Ergebnisse			
Bodenarten/typen-Kennzeichnung, Zuordnung bodenphysikalischer Eigenschaften, Einordnung in ein funktionsbezogenes Bewertungsschema.	Rasterbezogene Angaben zur Hanglänge, Hangform und Hangneigung, Angaben zum mittleren jährlichen Bodenabtrag.	Mittlere Grundwasserstände, Kennzeichnung von Abflußbarrieren und Einzugsgebietsgrenzen.	Polygon- und vorfluterbezogene Berechnung von Wasser-, Kohlenstoff-, Stickstoff- und Phosphorbilanzen.

Mit Hilfe des Modellsystems lassen sich z.B. die langfristigen Stickstoffausträge bei verschiedenen Formen der Landnutzung prognostizieren. Eine durchgeführte Modellsimulation über 36 Jahre zeigt, daß mit einer Wirkung der Nutzungsänderung auf die Nitratfrachten nur verzögert zu rechnen ist. Erst nach etwa 15 Jahren ergibt sich unter vorgegebenen Standortbedingungen eine Austragsabnahme von 60 auf 37 kg N/ha/a beziehungsweise eine Gesamtabnahme von 6187 kg N/a (vgl. Abbildung 11). Die großflächige Umwidmung von Weideland zu Wald führt allerdings auch zu einer Absenkung

der Grundwasserneubildungsrate (von 424 mm auf 402 mm), so daß die Verringerung der Stickstoffkonzentration im Grundwasser nur mäßig zu Buche schlägt (von 14.2 auf 9.2 mg N/l). Die reduzierende Wirkung der Nutzungsänderung auf die Stickstoffkonzentrationen - bezogen auf das gesamte Einzugsgebiet des Bornhöveder Sees - ist dagegen mit einer Differenz von 1 mg (von 13,7 mg N/l auf 12,6 mg N/l) gering.

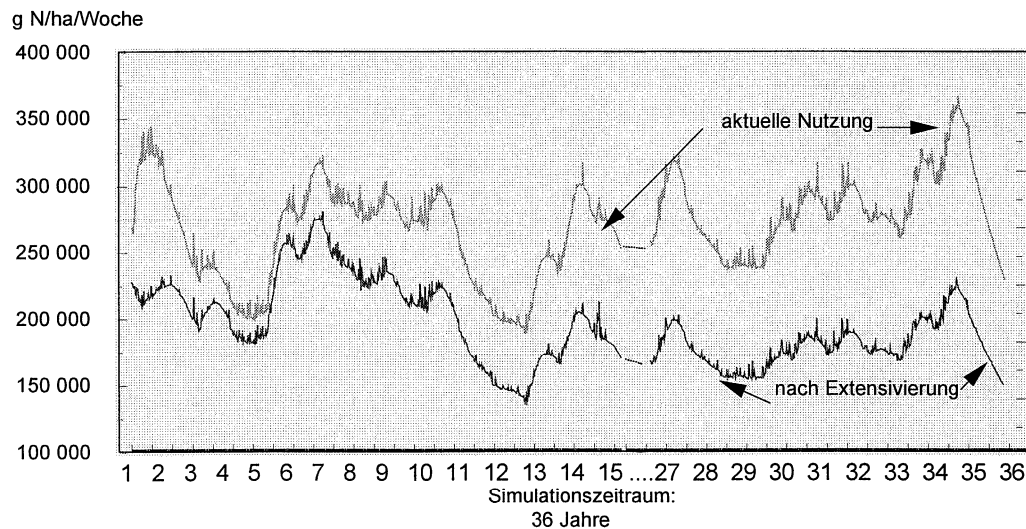


Abbildung 11: Berechnete Stickstofffrachten im Einzugsgebiet eines Sees. Vergleich zwischen aktuellen Nutzungsbedingungen und einem Nutzungsszenario.

Diese Beispiel dokumentiert die Einsatzfähigkeit von Wasser- und Stoffhaushaltsmodellen. Mit ihrer Hilfe läßt sich das komplexe Verhalten von Systemen zu beschreiben und vorhersagen. Dabei können die Ergebnisse unter theoretischen Aspekten zur Überprüfung von Hypothesen dienen. In der angewandten Landschaftsplanung sind erfolgreich evaluierte Modellsysteme ein Werkzeug, um die Reaktion von Systemen auf Veränderungen zu prognostizieren. Mit dem Modellpaket DILAMO können durch den Vergleich der Simulationsergebnisse des aktuellen Zustandes sowie verschiedener Planungsvorstellungen für Raumausschnitte, wie z.B. Teileinzugsgebiete, die Veränderung der Wasser- und Stickstoffflüsse aufgezeigt und entsprechend vorgegebenen Planungszielen optimiert werden.

4.2 Synthetische Ansätze: holistische Konzepte

Neben der Klassifikation und Simulation einzelner Prozesse stellt sich bei der Ökosystemanalyse auch die Frage nach der „ganzheitlichen Wechselwirkungs-Verknüpfung, die im Endeffekt den Begriff ‚Naturhaushalt‘ ausmacht“ (MÜLLER 1996:76). Dieser Ansatz soll die auf den Ursache-Wirkungshypothesen basierende Betrachtung der Umwelt ergänzen. Dadurch versucht die Umweltbeobachtung ihrem Vorsorgeanspruch gerecht zu werden und Veränderungen in der Struktur und Funktion von Ökosystemen frühzeitig zu signalisieren.

Ausgehend von der Überlegung, daß ein System mehr ist als die Summe seiner Einzelteile, wird versucht, integrative Parameter zur Beschreibung und Charakterisierung der betrachteten Systeme zu identifizieren.

Mit Hilfe von emergenten Eigenschaften der Organisationsebenen der Umwelt (vgl. Kap. 2.3.3) wird versucht, Ansätze zur ganzheitlichen Bewertung von Ökosystemen zu entwickeln. Hier lassen sich die Versuche zur Bewertung der „Gesundheit“ („ecosystem health“, vgl. z.B. COSTANZA et al. 1993) oder der „Integrität“ (ecosystem integrity“, vgl. z.B. KAY 1993) von Ökosystemen anführen, die wesentlich auf einer Einschätzung von „Vitalität“ (Gesamtumsatz, Produktivität, Energie- und Stoffflüsse), Organisationsgrad (u.a. Komplexität, Diversität), „Widerstandsfähigkeit“ (Resilienz) und „Selbstorganisationsfähigkeit“ dieser Systeme basieren. Die Konzepte leiten sich aus der Thermodynamik ab, wonach die Aufrechterhaltung der Organisation eines Systems auf der Ausnutzung von Energiegradienten aufbaut, also der Umwandlung von Exergie (nutzbare Energie) in Entropie (Zustand gleichmäßiger Energieverteilung). Natürliche Systeme sind dabei offensichtlich durch Zustände möglichst effizienter Ausnutzung der Exergie gekennzeichnet. Zu den wesentlichen emergenten Eigenschaften zählen in diesem Ansatz nach MÜLLER et al. (1997a:10) unter anderem:

- Exergieaufnahme (Aufnahme von Strahlungsenergie),
- Entropieproduktion,
- Diversität von Gradienten und trophischen Pfaden,
- Speicherkapazität,
- Kreislaufführung von Energie und Stoffen, Minimierung von Stoffverlusten,
- Stoff- und Energieflußdichte,
- Hierarchisierung und Organisation.

Die Ausprägung emergenter Eigenschaften läßt sich als Maß für die Selbstorganisationsfähigkeit des Systems interpretieren. Für natürliche Ökosysteme soll gelten, daß diese emergenten Eigenschaften im Verlauf der Entwicklung (Sukzession) zu „reifen“ Systemen hin optimiert werden. Diese Eigenschaften können daher den aktuellen Zustand eines Systems – zumindest im Hinblick auf seine Reifegrad – charakterisieren. Viele heute als wertvoll eingestufte Ökosysteme sind jedoch erst durch den Menschen entstanden und auf kontinuierliche „Störungen“, z.B. in Form von Nährstoffverlusten, angewiesen (z.B. Heiden, Magerrasen). Für solche Systeme ist aber eine Bewertung hinsichtlich des Reifegrades allein nicht zielführend. Integrierende Parameter, die Unterschiede zwischen Symptomen auf der Basis von Prozeßgefügen kennzeichnen, sind erst dann für die UVP nutzbar, wenn mit ihrer Hilfe Unterschiede bewertet und wenn Veränderungen des betrachteten Systems auf Basis von Wirkgrößen eines Vorhabens hergeleitet werden können. Veränderungen der genannten Parameter kön-

nen jedoch zur Zeit noch nicht widerspruchsfrei hinsichtlich einer Verbesserung oder Verschlechterung der Umweltqualität interpretiert werden. Auch Ansätze zur gesamthaften Beschreibung des Naturhaushalts beispielsweise durch Stoff- oder Energiebilanzen für das Gesamtsystem oder durch die Ermittlung eines „Wirkungsgrades der Landschaft“ entziehen sich aufgrund ihrer Komplexität und begrenzten Übertragbarkeit auf verschiedene Systeme der Bewertbarkeit (vgl. HABER 1997, HILDMANN 1998).

Aufgrund fehlender Bewertungsmaßstäbe für integrierende Leitbilder wie der Gesundheit und Integrität von Ökosystemen sind die genannten holistischen Ansätze nicht in der UVP verwendbar.

5 Begriffsbestimmung und Abgrenzung von „Wechselwirkungen“ i.S. des UVPG

5.1 Definition

Als Ergebnis der dargestellten rechtlichen und fachlichen Grundlagen wird der Begriff „Wechselwirkungen“ im Sinne des § 2 UVPG in dieser Arbeitsanleitung wie folgt definiert:

Wechselwirkungen im Sinne des § 2 UVPG sind die in der Umwelt ablaufenden Prozesse. Die Gesamtheit der Prozesse – das Prozeßgefüge – ist Ursache des Zustandes der Umwelt wie auch ihrer weiteren Entwicklung. Die Prozesse unterliegen einer Regulation durch innere Steuerungsmechanismen (Rückkopplungen) und äußere Einflußfaktoren.

Auswirkungen auf Wechselwirkungen sind die durch ein Vorhaben verursachten Veränderungen des Prozeßgefüges.

Erläuterungen

Mit dieser Definition werden Wechselwirkungen als **Teil der Umwelt** und nicht als spezielle Form von Auswirkungen eines Projektes aufgefaßt. Prozesse sind in der Umwelt wirksam, indem sie z.B. bestimmte Zustände stabilisieren, Gradienten aufbauen oder ausgleichen oder zu periodischen, episodischen oder sukzessiven Veränderungen führen. Über eine auf Strukturen (Gliederung und Anordnung der Elemente) und Funktionen (*Wechselbeziehungen*, Aufgabe und Leistung eines Teils im Rahmen des Ganzen) beschränkte Darstellung hinaus zielt der Begriff des Prozesses auf konkrete, räumlich und zeitlich eingrenzbare **Abläufe und Veränderungen** ab (Geschehniszusammenhänge, „Fluktuationen“) (vgl. JESSEL 1998:164ff, s. Abbildung 12). Von daher ist der Begriff der *Wechselwirkung* sprachlich zutreffend⁸⁷.

⁸⁷ Der Wortbestandteil *-wirkung* bezieht sich dabei nicht auf die *Auswirkungen* eines Vorhabens (vgl. PETERS 1995:24ff). Zu der Abgrenzung der Begriffe „Wechselbeziehung“ und „Wechselwirkung“ vgl. auch SPORBECK et al. 1997b:15.

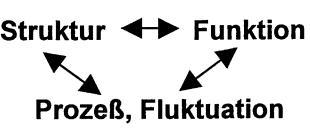
Beschreibungsebenen der Umwelt	Gegenstände, z.B.	Methoden, z.B.
	Sukzession, raum-zeitliche Veränderung, Selbstregulation und –organisation von Ökosystemen	Langzeitbeobachtung, Simulationsmodelle
Struktur ↔ Funktion	Produktions-, Träger- und Informationsfunktion von Ökosystemen	Analyse und Überlagerung räumlicher Informationen
Struktur	Arten und Populationen, Böden, Gewässer etc.	Zählen, Bestimmen, Kartieren

Abbildung 12: Beschreibungsebenen der Umwelt: Struktur - Funktion - Prozeß
(in Anlehnung an JESSEL 1998:179, verändert)

Durch die direkten Wirkungen eines Vorhabens werden in der Umwelt Prozesse ausgelöst oder verändert, die zu **indirekten Auswirkungen** führen (Wirkungsketten oder –netze). Durch diese Prozesse können Auswirkungen beispielsweise räumlich und zeitlich versetzt, abgeschwächt oder verstärkt auftreten. **Auswirkungen auf Wechselwirkungen** sind in diesem Sinne entscheidungserhebliche Auswirkungen eines Vorhabens auf (Schlüssel-)Prozesse oder das Prozeßgefüge, die zu einem veränderten Zustand, einer veränderten Entwicklungstendenz oder einer veränderten Reaktion der Umwelt auf äußere Einflüsse führen.

Prozesse spielen sich in der Umwelt auf allen **Organisationsebenen** sowie auf verschiedenen räumlichen und zeitlichen **Maßstabsebenen** („Scales“) ab (vgl. Kap. 2.3, 4.1 und 5.3). Je nach betrachteter Ebene können unterschiedliche (z.B. physikalische, chemische, physiologische, biozönotische) Prozesse bedeutsam sein (s. Kap. 5.2). Bei Tieren und Menschen spielen auch Wahrnehmungsprozesse und deren Auswirkungen auf das Verhalten eine Rolle. Eine scharfe Trennung von Prozessen unterschiedlicher Ebenen ist dabei nur selten möglich. Wechselwirkungen umfassen notwendigerweise Prozesse innerhalb von einzelnen Schutzgütern des UVPG wie zwischen diesen.

Neben einer Steuerung durch äußere Faktoren (z.B. Energieeinstrahlung) unterliegen Prozesse einer Regulation durch interne **Rückkopplungen** (Selbstregulationsfähigkeit und Selbstorganisationsfähigkeit von Ökosystemen, vgl. Kap. 4.2). Dabei kann es sich um vergleichsweise einfache Mechanismen handeln (v.a. im abiotischen Bereich, z.B. Bindung von Stoffen im Boden in Abhängigkeit von Konzentration und pH-Wert, vgl. auch SPORBECK et al. 1997b:19f). Gerade im biotischen Bereich (z.B. Regulation von Populationsgrößen aufgrund von Konkurrenz, Nahrungs- und Lebensraumangebot, äußeren Störungen u.a.) sind Rückkopplungsmechanismen häufig komplex und damit schwierig zu überblicken. Im Sinne der Umweltvorsorge ist solchen steuernden Rückkopplungen dennoch besondere Aufmerksamkeit zu widmen. Im Sinne des UVPG sind alle Prozesse in der Umwelt als Wechselwirkungen zu betrachten, unabhängig von der Frage, ob Rückkopplungen erkennbar sind oder ihre Berücksichtigung im Rahmen der UVP möglich ist (vgl. z.B. auch BfG 1996:34).

5.2 UVP-relevante Prozesse

Die folgenden Abschnitte geben einen Überblick über für die Umwelt wesentliche Prozesse, die durch die Wirkfaktoren eines Vorhabens erheblichen Veränderungen unterliegen können. Die Gliederung orientiert sich an den verschiedenen Sphären der Umwelt (Litho-, Hydro- und Atmosphäre, Biosphäre, Gesellschaftssystem). Bei vielen Prozessen ist eine solche Zuordnung nicht eindeutig. So lassen sich z.B. die Anreicherung und Festlegung von Stoffen in der Biomasse oder der Abbau von Schadstoffen im Boden einerseits stofflichen Prozessen (Stoffkreisläufe, -anreicherung), andererseits aber auch biologischen Prozessen (physiologische Wirksamkeit) zuordnen.

5.2.1 Energetische, stoffliche und hydrologische Prozesse

Durch energetische, stoffliche und hydrologische⁸⁸ Prozesse wird die Verteilung und Transformation von Stoffen und Energie in der Umwelt reguliert. Auswirkungen auf diese Prozesse ergeben sich u.a. direkt durch Vorhaben, die

- Energie in Form von Wärme, chemischer Energie oder Strahlung abgeben,
- Stoffe emittieren oder
- in bestehende Stoff- und Energieflüsse eingreifen (z.B. durch Barrieren).

Darüber hinaus wirken aber auch Veränderungen der Landschaft (z.B. Relief, Größe von Gewässern, Vegetationsbedeckung) auf diese Vorgänge ein. Zu betrachten sind dabei u.a.:

- **Transportprozesse,**
z.B. Transport von Energie in Form von Wärmeenergie oder chemisch gebundener Energie, Transport von gelösten, gasförmigen oder festen Stoffen, Versickerung und Abfluß von Wasser
- **Filterungs- und Speicherungs- bzw. Anreicherungsprozesse,**
z.B. Filterung von Stoffen im Boden, Speicherung von Stoffen im Boden, Sedimentation
- **Umwandlungsprozesse,**
z.B. Umwandlung von chemischer in thermische Energie, Abbau von organischen Verbindungen
- **Kreisläufe,**
z.B. Wasser-, Nährstoff-, Kohlenstoffkreisläufe.

Diese Prozesse sind verantwortlich für die Entstehung oder die Stabilisierung bestimmter Verteilungsmuster bzw. Gradienten der abiotischen Standortfaktoren in der Landschaft, die wiederum die Voraussetzungen für die Entwicklung entsprechend angepaßter Lebensgemeinschaften bilden. Im Rahmen der UVP ist daher zu prüfen, ob

⁸⁸ In Anlehnung an entsprechende Einteilungen der Fachliteratur beziehen sich stoffliche Prozesse z.B. auf Nähr- und Schadstoffe sowie Kohlenstoff. Das Wasser u.a. als Transportmedium der Stoffe wird hiervon separat betrachtet.

- die **Konzentration** von Stoffen in der Umwelt verändert wird - auch durch Akkumulationsprozesse wie Filterung (z.B. im Boden), Sedimentation (im Windschatten, in Geländesenken, in Gewässern), Festlegung in Biomasse und gegebenenfalls Anreicherung in der Nahrungskette;
- die **Menge verfügbarer Energie** in der Umwelt verändert wird (z.B. Transport von Wärmeenergie);
- landschaftstypische stoffliche oder energetische **Gradienten** verändert werden, etwa klimatische Gradienten (Bestandsklima, Kaltluftaustausch), Gradienten hydrologischer oder bodenchemischer Parameter;
- **Stoffflüsse** erzeugt oder gefördert werden, die über das für das jeweilige Ökosystem spezifische Maß hinausgehen - wie z.B. Nährstofftransporte oder Bodenerosion.

5.2.2 Biologische Prozesse

Biologische Prozesse umfassen sowohl die physiologische Wirksamkeit von Stoffen als auch die Reaktionen von Organismen auf ihre jeweilige belebte und unbelebte Umwelt. Zusätzlich sind die Rückwirkungen von biologischen Prozessen auf die unbelebte Umwelt zu berücksichtigen. Auswirkungen auf biologische Prozesse ergeben sich z.B., wenn

- Flächennutzungen verändert werden,
- Eingriffe in den Wasserhaushalt (Abflußdynamik, Grundwasserflurabstände etc.) erfolgen,
- physiologisch wirksame Stoffe, Energie oder Störreize (Erschütterungen, Lärm, Licht, optische Reize) emittiert werden,
- Barrieren für den Austausch zwischen Populationen oder Teillebensräumen errichtet oder beseitigt werden.

Die verschiedenen Lebensphasen bzw. Aktivitäten von Organismen (z.B. Nahrungsaufnahme, Fortpflanzung, Ausbreitung) mit ihren u.U. verschiedenen Ansprüchen und Verhaltensmustern sind zu berücksichtigen. Im Rahmen der UVP sind daher u.a. zu prüfen:

- **toxische, kanzerogene und hormonelle Wirkung von Stoffen in Organismen**
im Hinblick auf die individuelle Fitness, die Fortpflanzungsfähigkeit und den Fortpflanzungserfolg,
- **physiologische Reaktion und Verhalten von Tieren aufgrund visueller, auditiver und olfaktorischer Umweltbedingungen**
z.B. Flucht (bei Störungen, ggf. aber mit Gewöhnungsprozessen), Anlockung (z.B. Licht auf Insekten), Fehlleitung (z.B. Anlage von Brutgelegen auf Maisäckern);
- **Migrationsprozesse**
zwischen Teillebensräumen und Teilpopulationen, dadurch u.U. populationsökologische Auswirkungen;
- **Bildung von Lebensgemeinschaften**
durch direkte oder indirekte Förderung beziehungsweise Verdrängung von Arten, z.B. aufgrund von Veränderungen der abiotischen Bedingungen oder aufgrund von Konkurrenz, Fraß bzw. Prädatorendruck (dabei sind ggf. spezifische Funktionen von Arten - z.B. Bestäubung und Verbreitung von Pflanzenarten durch Tiere - zu beachten, die zu weiteren Folgewirkungen führen können);
- **Regulation der abiotischen Bedingungen durch biologische Prozesse**,
z.B. Humusbildung durch die Bodenfauna, Erosionshemmung durch die Vegetationsbedeckung oder Filterung von Schadstoffen aus Gewässern durch die Makrofauna.

Diese Prozesse sind verantwortlich für die Bildung und Stabilisierung von Lebensgemeinschaften (Phyto-, Zoo- und Biozönosen) in spezifischen Populationsgrößen, die wiederum regulierend auf die abiotischen Standortbedingungen zurückwirken. Entscheidungserhebliche Auswirkungen ergeben sich u.a., wenn

- **Populationsgrößen** von wertgebenden Arten unter einen kritischen Schwellenwert vermindert werden,
- Lebensgemeinschaften Veränderungen ihrer **Artzusammensetzung** erfahren, die unerwünschte Entwicklungen verstärken (z.B. Förderung ubiquitärer gegenüber spezialisierten Arten),
- **Regulationsfunktionen** von Arten und Lebensgemeinschaften verändert werden, die einen nachteiligen Einfluß auf den zukünftigen Zustand der Umwelt haben können (z.B. Bodenbildung, Schadstoffabbau, Sauerstoffproduktion, Regulation der Luftfeuchtigkeit etc.),
- **Lebensraumpotentiale** für erwünschte Arten oder Lebensgemeinschaften beeinträchtigt werden.

5.2.3 Gesellschaftliche Prozesse

Durch ein Vorhaben bewirkte Veränderungen der Umwelt – etwa hinsichtlich der Zugänglichkeit der Landschaft oder deren Attraktivität für Umweltnutzungen – können zu einem Wandel des menschlichen Verhaltens führen. Dies kann erhebliche Einflüsse auf die weitere Entwicklung der Umwelt haben, wobei der Mensch sowohl als Betroffener als auch Verursacher von Auswirkungen auf die Umwelt auftritt. Derartige Verhaltensmuster unterliegen nur selten eindimensionalen Ursache-Wirkungs-Mechanismen, so daß Prognosen in diesem Bereich häufig mit besonders hohen Unsicherheiten verbunden sind. Aus diesem Grund wird eine Einbeziehung derartiger Prozesse in die UVS häufig abgelehnt und auf eine Darstellung der Vorbelastung beschränkt (z.B. MNU SH 1994, SPORBECK et al. 1997b:70). Allerdings führen diese Prozesse – insbesondere Veränderungen bei umweltabhängigen Nutzungen wie Fremdenverkehr, Wohnen, Land- und Forstwirtschaft – nicht selten zu gravierenden Auswirkungen auf die Umwelt (z.B. der durch Straßen induzierte Verkehr), so daß ihre Bearbeitung als entscheidungserheblich anzusehen ist und bei der Ableitung von Wirkungsnetze einbezogen werden muß (vgl. GASSNER & WINKELBRANDT, 1997:187). Eine beispielhafte Zusammenstellung von Wirkungsketten in Bezug auf menschliche Verhaltensweisen (Erholung) als Reaktion auf ein Straßenbauvorhaben geben z.B. KRAUSE & HENKE (1980:187). Auch solche Wirkfaktoren, die hinsichtlich der Gesundheit und des Wohlbefindens des Menschen (i.S. des UVP-Schutzgutes) als unerheblich eingestuft werden, können aufgrund der Änderung von Umweltnutzungen zu erheblichen Auswirkungen auf die Umwelt führen.

Beispiel

- Im Rahmen einer Deichverstärkung wird auch dessen Zugänglichkeit für Menschen verbessert. Ein Weg wird gebaut (Deichkronenweg, Treibselabfuhrweg) und für Wanderer freigegeben. Das wird mit der Attraktivität für einen "sanften Tourismus" gerechtfertigt. Der gesteigerte Besucherandrang bedingt eine vermehrte Störung für dort rastende Vögel, wodurch diese – im Extremfall – nicht mehr genug Fettreserven für den Vogelzug besitzen
→ Schutzgut Mensch: positive, Schutzgut Tiere: negative Auswirkung.

UVP-relevante Auswirkungen auf gesellschaftliche Prozesse ergeben sich, wenn durch ein Vorhaben die Lebensgewohnheiten von Menschen im Hinblick auf ihre Mobilität oder die Nutzung der Umwelt aus wirtschaftlichen Gründen oder zur Erholung verändert werden. Zu berücksichtigen sind daher u.a. die folgenden gesellschaftlichen Prozesse:

- **Attraktion**
z.B. vermehrte Nutzung eines Raumes durch Erholungssuchende aufgrund landschaftlicher oder kultureller Attraktionen, guter Erreichbarkeit oder Nähe Wohn- bzw. Feriengebieten;
- **Mobilität**
z.B. Veränderung von Verkehrsflüssen aufgrund von Verkehrswegen, Lage von Wohn- und Gewerbegebieten;
- **Nutzung**
z.B. Veränderung der land-, forst- und fischwirtschaftlichen Nutzung aufgrund der Erreichbarkeit oder wirtschaftlicher Rahmenbedingungen.

Neben einer Berücksichtigung von Auswirkungen auf Gesundheit und Wohlbefinden des Menschen sind in der UVP alle gesellschaftlichen Prozesse von Bedeutung, die als Einflußfaktoren für die zuvor genannten energetischen, stofflichen, hydrologischen oder biologischen Prozesse eine erhebliche Wirkung entfalten können.

5.2.4 Langfristige und sporadische Prozesse

Bei der Ermittlung der Auswirkungen eines Vorhabens auf die Umwelt sind sporadische auftretende (z.B. Sturm, Erdbeben) oder langfristige (z.B. Weiterentwicklung von Ökosystemen) Prozesse einzu-beziehen, die durch „natürliche Impulse des Landschaftswandels“ (vgl. Tabelle 8) oder als historische anthropogene Veränderungen (Altbergbau, Altlasten, Veränderung des Lokalklimas aufgrund anthro-pogener Belastung etc.) bedingt sind. Es ist zu prüfen, ob durch das Vorhaben der Naturhaushalt dergestalt beeinträchtigt wird, daß solche langfristigen oder sporadischen Prozesse ohne weitrei-chende Konsequenzen für den erwünschten Zustand der Ökosysteme nicht mehr abgepuffert werden können.

Tabelle 8: Natürliche Impulse des Landschaftswandels

Herkunft der Impulse	langfristige, großräumige Effekte	kurzfristige, räumlich begrenzte Effekte
1. Endogene Kräfte	Reliefänderungen*	Erdbeben
2. Gravitativ-exogene Kräfte (Verwitterung, Bodenbildung, Abtragung, Massenbewegung)	abtragende Veränderungen auf dem Festland*	Erosion und Erdrutsche durch extreme Niederschläge und Tauwetter, Lawinen, Deflation und Dünenbildung, Dolinenbildung
3. Atmosphärische Kräfte	Klimaänderungen und –schwankungen*	Stürme/Orkane (Windbruch, Sand, Staub, Sturmfluten); Brände; Hochwässer und Dürren; Lawinen und Schneebruchkatastrophen
4. Hydrologische Vorgänge	Veränderungen des Wasserspiegels in Meeren und Seen	Hochwässer, Sturmfluten, Dürren
5. Biogene Vorgänge	Erlöschen/Neuentwicklung von Arten, Ausbildung von Gleichgewichts/Optimum-Biogeozönosen	Störung von Populationsgleichgewichten (Schädlings-/ Krankheitsinvasionen besonders bei Dominanz weniger Arten), Einwanderung von Arten, Arealverschiebungen

(nach BERNHARDT & JÄGER 1985, verändert)

* i.d.R. nicht UVP-relevant

5.3 Räumliche und zeitliche Dimension von Prozessen

Prozesse spielen sich in räumlicher (z.B. Transport von Stoffen, Bewegung von Tieren oder Menschen) und zeitlicher (z.B. Anreicherungen, Wachstum, Zersetzung) Dimension ab (vgl. auch Kap. 2.3.3 und Abbildung 2, S. 33). Den jeweiligen Prozessen ist ein spezifischer Zeithorizont sowie eine räumliche Maßstabsebene zuzuordnen, die bei der Beurteilung möglicher Auswirkungen zu berücksichtigen sind. Im Rahmen der UVP ist gerade die räumliche Differenzierung der stofflichen und energetischen Prozesse in der Landschaft von besonderer Bedeutung (vgl. ZEPP 1994:105).

5.3.1 Bezugsräume

Für die Betrachtung einzelner Prozesse sind geeignete Bezugsräume zugrunde zu legen. So können Prozesse entweder großflächig oder nur für Teilflächen, z.B. ausschließlich im Nah- oder im Fernbereich von Bedeutung sein. Mit der Wahl des Bezugsraumes geht auch die Festlegung der räumlichen Auflösung (z.B. flächendeckende, gerasterte oder stichprobenhafte Untersuchungen) einher. Als Beispiele können genannt werden:

Tabelle 9: Beispiele für Prozesse mit unterschiedlichen Bezugsräumen

	Effekte in räumlicher Nähe zum Vorhaben	Effekte in größerer Entfernung zum Vorhaben
Effekte auf begrenzten Teilflächen	Filterung und Akkumulation von Stoffen im Boden	Transport von Schadstoffen über den Wasserpfad Wanderungen von Tieren zwischen Teilhabitaten
großflächige Effekte	Emission von Lärm, Licht	Transport von Schadstoffen über Luftpfad

Durch verschiedene Prozesse kann der Wirkraum eines Vorhabens deutlich über den Raum der direkten Wirkungen hinausgehen. Dies gilt insbesondere für Stoffflüsse zwischen Landschaftsstrukturen („raumverschobene Wirkungen“, z.B. Schadstofftransport über den Luftpfad, Auswirkungen von Veränderungen im Oberlauf auf den Unterlauf von Fließgewässern, vgl. GASSNER & WINKELBRANDT 1997:204) oder hinsichtlich biologischer Prozesse, z.B. bei Tieren mit größerem Aktionsradius (z.B. Fragmentierung von Ökosystemen, vgl. GASSNER & WINKELBRANDT 1997:204). Die von Auswirkungen betroffenen Raumausschnitte können je nach betrachtetem Akzeptor auch ein diskontinuierliches Gebiet bilden. Die Wirksamkeit ist so weit zu verfolgen, bis sich die Veränderungen nicht mehr erkennbar von dem ursprünglichen Zustand (bzw. der Vorbelastung) unterscheiden.

5.3.2 Zeithorizont

Bei der Analyse von Prozessen ist im Einzelfall zu begründen, auf welche Zeiträume die Betrachtungen beschränkt werden. Die zeitliche Eingrenzung der betrachteten Prozesse orientiert sich bei den Wirkungen bezüglich struktureller Veränderungen an der wahrscheinlichen Lebensdauer des Objektes (Größenordnung: 50 - 100 Jahre). Bei Prozessen, die durch stoffliche Emissionen ausgelöst werden, lassen sich meist nur für kürzere Zeiträume Prognosen treffen, da Art und Menge der emittierten Stoffe mit dem technischen Fortschritt rasch erheblichen Veränderungen unterworfen sein können. Für die Wirkungen durch Emissionen und Anreicherungsprozesse sollte etwa ein Betrachtungszeitraum von 25 Jahren zugrunde gelegt werden.

Hinsichtlich der Folgewirkungen können zeitliche Eingrenzungen nicht von vornherein vorgenommen werden. Dies gilt zum Beispiel für stoffliche Wirkungsketten, da durch Anreicherungseffekte in der Nahrungskette oder im Boden oft erst nach langen Zeiträumen Werte erreicht werden, bei denen erhebliche Beeinträchtigungen der Umwelt sichtbar werden. Für die Betrachtung der Umweltauswirkungen sind daher längere Zeiträume zugrunde zu legen. Für populationsökologische Auswirkungen von Barrieren werden z.B. mindestens 100 Jahre als Prognosezeitraum vorgeschlagen.

Tabelle 10: Beispiele für Prozesse mit unterschiedlichen Zeithorizonten

kurzfristige Effekte	langfristige Effekte
Erosionsprozesse bei Starkregen oder Überflutungsereignissen	Akkumulation von Schadstoffen im Boden Akkumulation von Schadstoffen in der Nahrungskette genetische Isolation von Populationen

5.4 Bewertungsmaßstäbe

§ 6 (1) UVPG schränkt die im Rahmen der UVP darzustellenden Sachverhalte auf jene ein, die zur **Entscheidung über die Zulässigkeit** eines Vorhabens beitragen können. Notwendige Voraussetzung für die Entscheidungsrelevanz ist, daß erhebliche Veränderungen der Umwelt erwartet werden können und daß diese Veränderungen (nach allgemein anerkannten Maßstäben) bewertbar sind. Maßstäbe für die Bewertung von Prozessen können grundsätzlich nicht allein aus der Ökologie gewonnen werden, da „jeder Zustand und Prozeß in der Natur auf seine Weise ‚ökologisch‘ ist in dem Sinne, daß sich immer eine Art von Gleichgewicht oder Stoffkreislauf einstellt und es immer auch Lebewesen gibt, die einen Vorteil davon haben“ (SRU 1994: Tz. 91). Die Frage der Bewertung der Veränderung von Prozessen ist daher abhängig von gesellschaftlich sanktionierten Zielvorstellungen und entsprechenden Wertsetzungen.

5.4.1 Sektorale Bewertungsmaßstäbe

Nach Pkt. 0.6.1.1 UVPVwV sind als Bewertungsmaßstäbe u.a. spezielle Kriterien (z.B. Grenzwerte) der Fachgesetze (z.B. BImSchG, WHG, etc.) heranzuziehen. Die in den **Fachgesetzen** formulierten speziellen Kriterien und Grenzwerte⁸⁹ sind sektoral ausgerichtet. Bewertet wird dabei nicht ein spezifischer Prozeß, sondern die Veränderung von bestimmten Ausprägungen der Umwelt, die durch (meist nicht im einzelnen benannte) Prozesse bewirkt werden⁹⁰. Die bewerteten Veränderungen stellen somit die Endglieder der jeweils betrachteten – und häufig medienübergreifenden – Wirkungsketten bzw. –netze dar. **Die Anwendung fachgesetzlicher Bewertungsmaßstäbe auf medienübergreifende Wirkungspfade ist Bestandteil der medienübergreifenden Bewertung** (SPOERR 1996: 87)

Gegenüber der Betrachtung eines isolierten Akzeptors ist die Frage nach der Erheblichkeit von Auswirkungen bei der Betrachtung von Wirkungsketten und –netzen schwieriger zu beantworten. Hierfür sind vor allem Kenntnislücken hinsichtlich der möglichen an den Prozessen beteiligten Umweltbestandteile sowie der genauen Wirkungsmechanismen verantwortlich.

1. Empfindlichkeit

Es ist möglich, daß eine hinsichtlich der direkten Wirkung als geringfügig bewertete Auswirkung aufgrund der hierdurch veränderten Prozesse zu erheblichen Auswirkungen bei weiteren am Prozeß beteiligten Umweltbestandteilen führt. Hierfür sind Kenntnisse über die entsprechenden Prozesse bzw. Wirkungsketten erforderlich. Bevor die Analyse einer Wirkungskette aufgrund der Unerheblichkeit der Auswirkungen abgebrochen werden kann, sind daher potentiell erhebliche Auswirkungen auf alle am Prozeßgefüge beteiligten Umweltbestandteile zu berücksichtigen.

⁸⁹ Neben den in den Fachgesetzen formulierten „strengen“ Grenzwerten sind entsprechend des Vorsorgecharakters der UVP auch „weichere“ Maßstäbe (z.B. Richt- und Orientierungswerte, Umweltqualitätsziele) für die Bewertung heranzuziehen.

⁹⁰ Ggf. können Veränderungen dieser Ausprägungen als Indikatoren für bestimmte Prozesse herangezogen werden.

Hierbei spielen oft spezifische Wirkungsmechanismen (ökologische Ansprüche, synergistische Wirkungen, Anreicherungen) eine Rolle, die nur in Kenntnis der Empfindlichkeit der einzelnen Akzeptoren beurteilt werden können.

2. Berücksichtigung der Prognoseunsicherheit

Der für die UVP zentrale Gesichtspunkt der wirksamen **Umweltvorsorge** stellt im Hinblick auf die Bearbeitung von Wechselwirkungen eine bedeutsame Erweiterung des klassischen Gefahrenbegriffs dar. Durch diesen werden u.a. Umweltbelastungen mit einbezogen, deren kausale, empirische oder statistische Verursachungszusammenhänge nicht oder nicht hinreichend bekannt oder nachweisbar sind, die eine geringe Eintrittswahrscheinlichkeit aufweisen oder für sich genommen ungefährlich, aber im Zusammenwirken mit anderen an sich auch ungefährlichen Belastungen schädlich sind (SCHOLLES 1995). Insofern reichen die Anforderungen bei der Ermittlung von Umweltauswirkungen in der UVP über konkret und mit hoher Sicherheit prognostizierbare Veränderungen der Umwelt hinaus.

Für die Beurteilung der Auswirkungen sind für jeden Prozeß Wirkungsprognosen erforderlich, die hinreichend konkret sein müssen, um weitere potentiell erhebliche Folgewirkungen abschätzen zu können. Dabei müssen indirekte Auswirkungen ebenso wie das mögliche Zusammenwirken mehrerer Wirkfaktoren berücksichtigt werden. Gerade bei der Betrachtung von Prozeßgefügen und kumulativen Wirkungen sind viele Prognosen mit Unsicherheiten behaftet, die u.a. auf

- die Rahmenbedingungen, die zur Gewinnung von Daten führen,
- die unzureichenden Kenntnisse über zugrundeliegende Wirkungsmechanismen,
- die Veränderbarkeit der Wirkungsmechanismen sowie
- Neben- und Fernwirkungen

zurückzuführen sind (vgl. z.B. PIETSCH & WACHTLER 1996:505)⁹¹.

Mit zunehmender Anzahl der beteiligten Prozesse (bzw. Prognoseschritte) steigt die Prognoseunsicherheit und damit das Risiko von Fehleinschätzungen. Unterliegt beispielsweise ein Akzeptor verschiedenen Einflüssen, die jeweils als „wahrscheinlich unerheblich“ eingestuft werden, so läßt sich im Sinne einer Umweltvorsorge insgesamt eine erhebliche Beeinträchtigung nicht mehr sicher ausschließen und muß daher in der UVP Berücksichtigung finden.

5.4.2 Medienübergreifende Bewertungsansätze

Neben einer Bewertung in Bezug auf einzelne Schutzgüter wird auch eine „medienübergreifende Bewertung zur Berücksichtigung der jeweiligen Wechselwirkungen“ gefordert (UVPVwV Pkt. 0.6.2.1). Ziel einer „medienübergreifenden Bewertung von Wechselwirkungen“ ist die Beantwortung der Frage, ob es durch das Zusammenwirken von Auswirkungen bei den einzelnen Schutzgütern zu Effekten auf

⁹¹ Konfidenzintervalle von weniger als $\pm 20\%$ sind in ökologischen Untersuchungen nur mit hohem Aufwand zu erreichen (z.B. EKSCHMITT et al. 1996:497)

die Umwelt kommt, die über die einzelnen Beeinträchtigungen hinausgehen. Auch medienübergreifende Wirkungs- oder Prozeßgefüge müssen sich auf gesellschaftlich erwünschte Leistungen des Naturhaushaltes oder aber unerwünschte Tendenzen der Umweltentwicklung beziehen, um bewertbar zu sein und damit zur Entscheidungsfindung beitragen zu können. Hierfür sind die speziellen Grenzwerte der Fachgesetze als Bewertungsmaßstäbe nicht geeignet (vgl. EUROPÄISCHE KOMMISSION 1993, Anhang). Für die Bewertung muß nach Pkt. 0.6.1.1 UVPVwV auf

- die in den Gesetzen aufgeführten **allgemeinen Zielsetzungen** und Belange (z.B. das „**Wohl der Allgemeinheit**“) und
- die im BNatSchG formulierten **Ziele des Naturschutzes und der Landschaftspflege** zurückgegriffen werden.

Im Sinne des auch in der Zielbestimmung des UVPG genannten Vorsorgeprinzips umfaßt das **Wohl der Allgemeinheit** auch die Erhaltung von Freiräumen im Interesse einer materiellen Sicherung der Handlungsfreiheit (SCHOLLES 1995). Teilziele, die zum Wohl der Allgemeinheit beitragen, sind u.a. (vgl. DE GROOT 1992:131ff):

- die Erhaltung der menschlichen Gesundheit,
- die Erhaltung eines dem Menschen zuträglichen Zustands von Natur und Umwelt (Regulations-, Informationsfunktionen),
- die Bereitstellung von Ressourcen für aktuelle Nutzungen,
- eine direkte Nutzbarkeit von Naturgütern,
- das Erhalten von Nutzungsoptionen in der Zukunft,
- ethischer Naturschutz (z.B. die ethisch motivierte Erhaltung bestimmter Arten oder Ökosysteme bzw. der biologischen Vielfalt).

Auch die Ziele des **BNatSchG** orientieren sich an einer wirksamen Umweltvorsorge. Maßgeblich für die Bewertung sind hiernach die durch das Vorhaben verursachten, erheblichen oder nachhaltigen Beeinträchtigungen der Leistungsfähigkeit des Naturhaushaltes oder des Landschaftsbildes. Dies erfordert eine Einbeziehung der Entwicklungspotentiale sowie der zukünftigen Leistungsfähigkeit der betrachteten Systeme (vgl. Kap. 2.2).

Organismen (einschließlich des Menschen) integrieren räumliche und zeitliche Veränderungen der Umwelt in für die UVP relevanten Zeiträumen und sind daher in besonderem Maße geeignet, einzelnen Veränderungen bzw. Prozessen Bedeutungs- und damit Bewertungsinhalte zu geben. (vgl. Kap. 2.3.1) Dabei kann etwa das Verschwinden einer Art sowohl auf die Verschlechterung von Umweltbedingungen in einem einzelnen Lebensbereich (z.B. die Beeinträchtigung der Fortpflanzung aufgrund von Schadstoffen) als auch von – einzeln genommen ggf. geringfügigen – Beeinträchtigungen in mehreren Bereichen (z.B. höherer Aufwand zur Nahrungssuche aufgrund von Vegetationsveränderungen bei gleichzeitig höherem Energieverbrauch aufgrund häufigerer Störungen mit Fluchtreaktion) zu suchen sein. Aufgrund der vielfältigen Wirkungsbeziehungen zur abiotischen Umwelt ist es bei Organismen daher erforderlich

- bei der Beurteilung der Wirkung einzelner Wirkfaktoren den Zustand der Umgebung zu berücksichtigen, auch wenn diese keinen direkten Veränderungen unterliegt,
- bei kumulativen Wirkungen die für den jeweiligen Organismus spezifischen Wirkungsmechanismen oder dessen Reaktionen abzuschätzen,
- unterschiedliche Teillebensräume, -aktivitäten und -stadien zu betrachten,
- potentiell erhebliche Rückwirkungen der (beeinträchtigten) Organismen auf die belebte und unbelebte Umwelt in die Überprüfungen einzubeziehen.

Die hohe Indikationsleistung von Lebewesen in Bezug auf Veränderungen von Wirkungsgefügen ist nicht nur von der Seite der „naturwissenschaftlichen“ Abbildung, sondern auch hinsichtlich deren Bewertbarkeit zu sehen. Eine gesellschaftlich bewertbare Bedeutung erlangen komplexe Veränderungen der Umwelt, wenn sich dadurch der Zustand der Vegetation oder der Fauna verändert oder physische und psychische Bedürfnisse des Menschen weniger gut befriedigen lassen. Veränderungen von Stoff- und Energieflüssen oder von landschaftlichen Strukturen sind derzeit nur hinsichtlich ihrer Auswirkung auf die Gesundheit und das Wohlbefinden des Menschen, Lebensräume von Tieren und Pflanzen oder das Landschaftsbild bewertbar und damit im rechtlichen Sinne entscheidungserheblich. Hier ist nochmals auf den 11. Erwägungsgrund der UVP-RL (vgl. Kap. 2.1.1) hinzuweisen, der die Beurteilung der Umweltauswirkungen von Vorhaben im Hinblick auf eben diese Lebensvorgänge einfordert, nämlich auf:

- den Schutz der **menschlichen Gesundheit**,
- die Verbesserung der Umweltbedingungen als Beitrag zur **Lebensqualität** des Menschen,
- die Erhaltung des **Lebensraumpotentials** für Pflanzen und Tiere⁹².

Daher ist es naheliegend, diese direkt aus der UVP-Richtlinie abzuleitenden Teilziele als die explizit medienübergreifenden Aspekte in der UVP zu berücksichtigen (vgl. auch GASSNER & WINKELBRANDT 1997:304). Sie lassen sich als inhaltliche Ausfüllung des Zieles „Wohl der Allgemeinheit“ auffassen, den die UVPVwV als universellen Maßstab zur medienübergreifenden Bewertung nennt. Die Betrachtung darf sich dabei nicht nur auf den aktuellen Zustand der Umwelt beschränken, sondern muß im Sinne der Betrachtung der Leistungsfähigkeit auch potentielle zukünftige Entwicklungsmöglichkeiten, Selbstregulation und -organisation sowie die Belastbarkeit der Umwelt einbeziehen. Leitfragen für eine solche auf die Entwicklungsfähigkeit gerichtete Betrachtung der Leistungsfähigkeit sind etwa:

- Sind Regulationsfunktionen in der Lage, Störungen in ausreichendem Maß zu kompensieren, oder kann es (leichter, häufiger) zu extremen Auswirkungen kommen (z.B. Klimaregulation)?
- Werden Belastungsschwellen erreicht (Carrying Capacity – Konzept)?
- Ist aufgrund beeinträchtigter Lebensraumpotentiale ein Verlust von Arten oder eine negativ zu bewertende Verschiebung des Arteninventars zu erwarten?

⁹² Das **Lebensraumpotential** umfaßt sowohl die aktuell genutzten Habitate als auch geeignete Flächen, die (noch) nicht von entsprechenden Arten besiedelt sind, sowie deren Entwicklungsmöglichkeiten. Die Erhaltung des Lebensraumpotentials beinhaltet die in den Erwägungsgründen zur UVP-RL genannten Ziele „Sorge für die Erhaltung der **Artenvielfalt**“ und „Erhaltung von **Ökosystemen** als Grundlage allen Lebens“.

Diesen Größen liegen jeweils komplexe Wirkungsgefüge zugrunde, die einzelne Schutzgüter hinsichtlich ihrer Freiheit von Schadstoffen (→ Gesundheit), ihrer Wahrnehmbarkeit (→ Lebensqualität) und ihrer Zusammensetzung und strukturell-/funktionalen Verknüpfung (→ Lebensraumpotential) zusammenfassen. Dabei sind die Wechselwirkungen zwischen den einzelnen Komponenten von entscheidender Bedeutung.

5.4.2.1 Teilziel „Schutz der Gesundheit“

Zwischen den Umweltbedingungen und der menschlichen Gesundheit besteht ein komplexes Wirkungsgefüge, bei dem neben der Betrachtung direkter körperlicher Gefährdungen (durch Unfälle, Störfälle) auch die folgenden Faktoren eine Rolle spielen können (vgl. Abbildung 13):

- Beeinträchtigungen durch energetische Wirkungen (Lärm, Erschütterungen, elektromagnetische und radioaktive Strahlung etc.),
- Aufnahme von Schadstoffen aus der Luft,
- Aufnahme von Schadstoffen durch Nahrungsmittel,
- Aufnahme von Schadstoffen über das Trinkwasser,
- Schädigung durch klimatische Faktoren,
- Krankheiten und Parasiten.

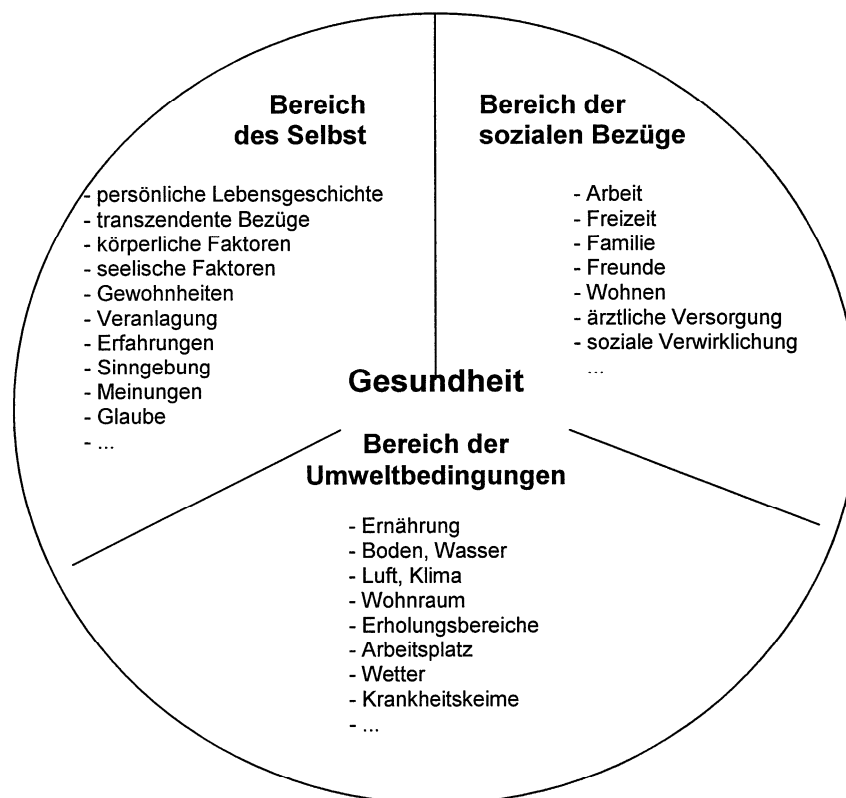


Abbildung 13: Medienübergreifendes Konzept der Gesundheit des Menschen

Quelle KÜHLING & PETERS (1996: 17)

Bei der Beurteilung eines Vorhabens im Hinblick auf die Gesundheit des Menschen ist das kumulative Zusammenwirken der einzelnen Faktoren in einzelnen Teilräumen und ggf. für Bevölkerungsgruppen mit einer erhöhten Empfindlichkeit gegenüber diesen Faktoren zu prüfen. Dabei sind die Prozesse zu berücksichtigen, die zur synergetischen oder zeitlich verzögerten Wirkung der Einzelfaktoren führen

können. Neben direkt feststellbaren toxischen Wirkungen sind ebenso (ggf. zeitverzögert auftretende) kanzerogene Wirkungen, hormonelle Wirkungen und Auswirkungen auf das Immunsystem zu berücksichtigen. Kenngrößen zur Beurteilung der menschlichen Gesundheit sind z.B.:

- Lebenserwartung
- Häufigkeit von Krankheiten
- Häufigkeit von Gesundheitsschäden
- Häufigkeit von sozialen Konflikten

Zukünftige Wirkungen auf die Gesundheit des Menschen durch eine Verminderung der natürlichen genetischen Ressourcen beispielsweise bei Nahrungsmitteln mit schlechteren Reaktionsmöglichkeiten auf Umwelteinflüsse (z.B. Klimaänderungen, Krankheiten) als deren Folge werden bei dem Lebensraumpotential berücksichtigt und hier nicht in Betracht gezogen, obwohl sie mittel- und langfristig von hoher Bedeutung für die Gesundheit des Menschen sein können.

5.4.2.2 Teilziel „Verbesserung der Umweltbedingungen als Beitrag zur Lebensqualität des Menschen“

Die Lebensqualität des Menschen kann als Leistung der Umwelt verstanden werden, spezifische (und z.T. widersprüchliche) seelische Bedürfnisse des Menschen zu befriedigen und so zum psychischen Wohlbefinden des Menschen beizutragen. Diese Leistung der Umwelt kann weitgehend durch das „Landschaftsbild“ abgebildet werden.⁹³

Zu berücksichtigen sind in diesem Zusammenhang unter anderem

- ästhetische Bedürfnisse: eine Steigerung des Wohlbefindens durch Wirkung des Landschaftsbildes als sinnlich wahrnehmbarer Teil der Landschaft (Eigenart, Vielfalt, Schönheit) bei gleichzeitiger Abwesenheit von als „störend“ empfundenen Einflüssen wie Lärm, Gerüche, bauliche Fremdkörper im Landschaftsbild,
- kulturelle Bedürfnisse: die Erlebbarkeit naturhistorischer oder kulturgeschichtlicher Zeugnisse in Form von Naturdenkmälern, Kulturlandschaften oder Kulturgütern,
- Identifikationsbedürfnis: die Erlebbarkeit von Landschaft als „Heimat“,
- Naturerfahrung: Möglichkeiten des Zugangs und der freien Bewegungsmöglichkeit oder Erlebbarkeit der biologischen Vielfalt sowohl in nicht wesentlich durch menschliche Nutzung geprägten und offensichtlich durch den Menschen gestalteten Bereichen als auch in der Kulturlandschaft.

Im Gegensatz zur Gesundheit des Menschen, die (trotz ggf. nur in Ansätzen prognostizierbarer kausaler Zusammenhänge) einer Bewertung z.B. nach medizinischen Kriterien zugänglich ist, unterliegt die Bewertung der Lebensqualität (bzw. des Landschaftsbildes) subjektiven Einschätzungen der jeweils betroffenen Bevölkerung, so daß zur Gewichtung und Beurteilung der Einzelfaktoren und Ab-

⁹³ Dabei ist das Landschaftsbild nicht mit dem Schutzgut Landschaft des UVPG gleichzusetzen. Zur begrifflichen Diskussion Landschaft (nach UVPG) und Landschaftsbild (nach BNatSchG) vgl. Kap. 2.1.

schätzung des Gesamteffekts in der Regel Bewertungen durch die örtliche Bevölkerung und von Besuchern heranzuziehen sind. Dadurch wird zumindest eine Abschätzung der Leistungsfähigkeit möglich (vgl. GASSNER & WINKELBRANDT 1997:304). Merkmale der Umwelt, mit denen der Beitrag der Umwelt zur Lebensqualität des Menschen gefaßt werden kann, sind z.B.

- Potentielle Eignung von Flächen für Wohnnutzung
- Potentielle Eignung von Flächen zur Erholung, z.B. Kurgelände
- Potentielle Eignung von Flächen zum Naturerleben, z.B.
- ungestörtes Wandern in der Natur, Erlebnis einer naturnahen Umgebung

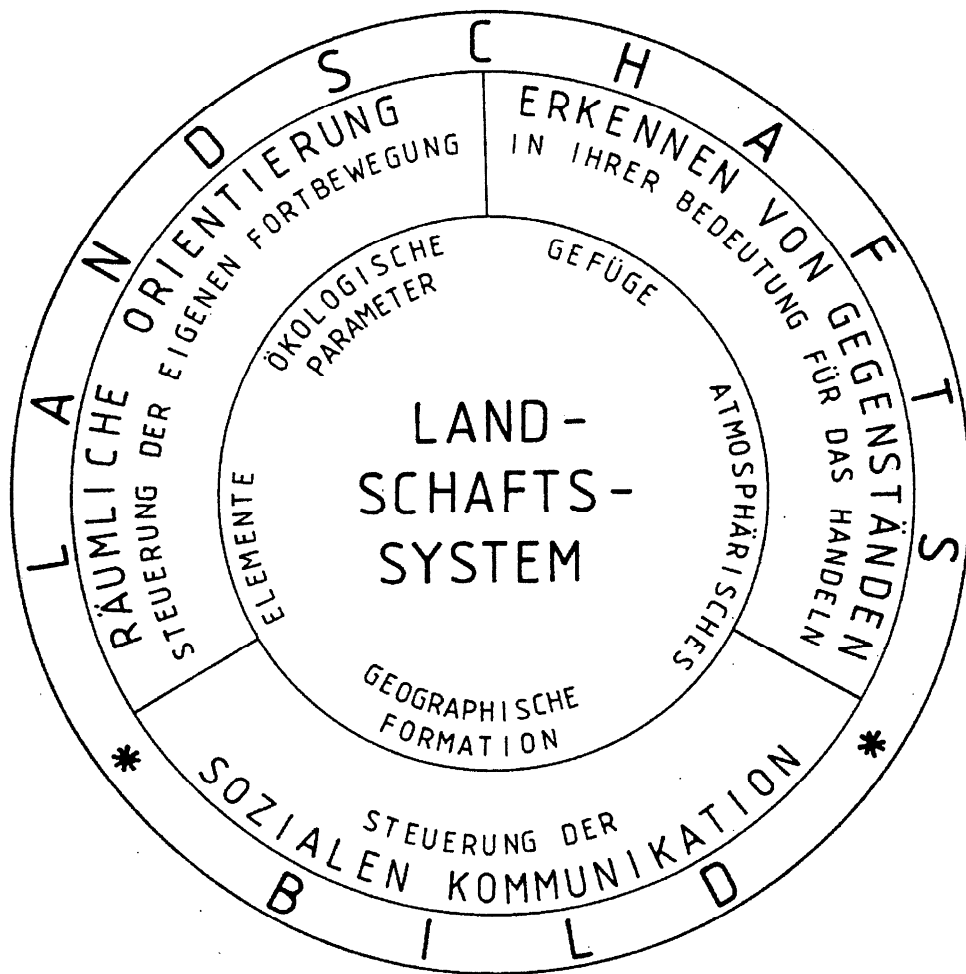


Abbildung 14: Medienübergreifendes Konzept des Landschaftsbildes

Quelle: GAREIS-GRAHMANN (1993: 114)

5.4.2.3 Teilziel „Erhaltung des Lebensraumpotentials für Pflanzen und Tiere“

Bei der Beurteilung des Lebensraumpotentials (im Sinne des Lebensraumangebots bzw. der vorhandenen Lebensmöglichkeiten für alle Arten von Organismen) sind die einzelnen Lebensprozesse der Organismen zu betrachten, die in der Synthese einen Schluß auf das Lebensraumpotential von Arten und Lebensgemeinschaften zulassen. Dabei ist stets die Veränderung der einzelnen Faktoren im Jah-

resverlauf zu berücksichtigen, um womöglich kritische Situationen (limitierende Faktoren) zu erfassen, die nur unter bestimmten Umständen auftreten (jahreszeitlich, bei besonderen Witterungsverhältnissen). Neben der Organisationsebene der Arten und Populationen (Ziel: Erhaltung der Artenvielfalt) sind hierbei die Organisationsebenen der Lebensgemeinschaften, Ökosysteme und Landschaften (Ziel: Erhaltung bestimmter Ökosysteme) und damit die spezifischen Rückwirkungen der Lebensgemeinschaften auf die abiotischen Medien mit einzubeziehen. Kenngrößen für das Teilziel sind u.a.

- Artenvielfalt, Biodiversität
- Vorkommen, Zustand und Entwicklungsmöglichkeiten von Lebensraumpotentialen für bestimmte (seltene, schutzbedürftige) Arten und Lebensgemeinschaften (Zielarten, -lebensgemeinschaften)

Zu betrachten sind für das Lebensraumpotential bei Pflanzen u.a.:

- das Angebot an Standorten (substratgebundene Standortfaktoren wie Nährstoff- und Wasserversorgung, Bodenreaktion, Schadstoffe),
- die Luftqualität (Schadstoffe, Stäube),
- klimatische Voraussetzungen (Temperatur, Feuchte, auch klimatische Extremwerte wie z.B. Spätfröste) am Standort,
- der Konkurrenzdruck durch andere Arten,
- die Ausbreitungsmöglichkeiten (Befruchtung, Ausbreitung, Verfügbarkeit besiedelbarer Flächen),
- Schädigung durch Fraß und Parasiten sowie
- direkte Schädigungen durch den Menschen.

Tiere sind als mobile und reagierende Organismen zusätzlich abhängig von der Raumstruktur der Umwelt und der Intensität von Reizen verschiedenster Art. Zu berücksichtigen sind hier beispielsweise:

- die Intensität anthropogener Störungen (optische, akustische, taktile und olfaktorische Reize) sowie direkte Schädigungen z.B. durch Umweltnutzungen, Verkehrswege, Windkraftanlagen,
- stoffliche Belastungen der Umwelt (toxische und endokrine Wirkungen, Auswirkung z.B. auf Partnerfindung, Fortpflanzungserfolg),
- die Diversität und Menge des Nahrungsangebots,
- die Erreichbarkeit von Flächen (sowie deren Anzahl, Größe und räumliche Lage), die spezifische Habitatfunktionen erfüllen können und damit Voraussetzungen für das Vorkommen, die Größe und Stabilität von Tierpopulationen bilden, wie
 - Nahrungs- und Ruhehabitate,
 - Überwinterungs-, Fortpflanzungs- und Sommerhabitate,
 - Larval- und Imaginalhabitate.

Da die meisten Standorte der Erde durch Pflanzen und Tiere besiedelbar sind, impliziert eine Bewertung des Lebensraumpotentials eine Auswahl verschiedener Anspruchstypen, deren Erhaltung ein besonderer Wert zugemessen wird. Aspekte der Betrachtung können dabei sein:

- die Vielfalt von Lebensräumen und die Vollständigkeit lebensraumtypischer Artengemeinschaften,
- Lebensräume von Arten und Lebensgemeinschaften, die durch Veränderungen der Umwelt in der Vergangenheit (überregional oder regional) dezimiert oder beeinträchtigt wurden,
 - bei Pflanzen z.B. Arten und Lebensgemeinschaften nährstoffarmer Standorte,
 - bei Tieren z.B. Arten mit großen Arealansprüchen;
- Lebensräume von Arten und Lebensgemeinschaften, deren Entwicklung und/oder Besiedlung lange Zeiträume erfordert und die daher nicht oder kaum wiederherstellbar sind,
- Lebensräume, deren Arten und Lebensgemeinschaften Schlüsselfunktionen für die Regulation der Umweltmedien erfüllen, z.B. hinsichtlich
 - von Selbstreinigungsprozessen durch Filterung von Schadstoffen aus der Luft, der Festlegung von Schadstoffen in Sedimenten oder Biomasse, der Oxidation / Reduktion von chemischen Verbindungen, des mikrobiellen Abbaus organischer Schadstoffe,
 - der Speicherung, Pufferung von Stoffen und Wasser in Biomasse und Boden,
 - der Bodenbildung durch Streuakkumulation, einer Einarbeitung der Streu in den Boden, einer Zersetzung der Streu, der Belüftung des Bodens durch Wurzelwerk etc.,
 - des Aufbaus stofflicher oder klimatischer Gradienten;
- Lebensräume, deren Arten- und Lebensgemeinschaften Schlüsselfunktionen für biologische Regulationsmechanismen erfüllten, z.B. Nahrungspflanzen für spezialisierte Phytophage, Prädatoren, habitatbildende Großherbivoren etc.

5.4.2.4 Bewertung im Hinblick auf medienübergreifende Teilziele

Der Schutz der Gesundheit, die Verbesserung der Umweltbedingungen als Beitrag zur Lebensqualität und die Erhaltung des Lebensraumpotentials für Pflanzen und Tiere sind Teilziele, die sich für eine medienübergreifende Bewertung des Zustands der Umwelt (und damit für Veränderungen, die durch ein Vorhaben verursacht werden) eignen. Diese Teilziele sind ihrerseits komplex und umfassen verschiedene jeweils bewertungsrelevante Aspekte des „Wohls der Allgemeinheit“, sie lassen sich jedoch nicht als solche quantifizieren. Es existieren daher auch keine Bewertungsmaßstäbe im engeren Sinn. Insofern können sie treffend als „Interpretationsgrößen“ oder „Interpretationsmodelle“ (vgl. JESSEL 1998:163) bezeichnet werden, die verschiedene Prozesse und Schutzgüter (oder Wahrnehmungsebenen) z.B. auf höheren Organisationsebenen des Umweltmodells integrieren (vgl. Kap 2.3.3) und in ihrer Gesamtheit die „übergeordneten Interpretationsgrößen ‚Naturhaushalt‘ und ‚Landschaftsbild‘“ (ebd.) ausmachen. Dieses im Hinblick auf die Umweltqualität **„interpretierende Bild von Wechselwirkungen“** (MISERIOR & BUND 1996) soll die wirkfaktorbezogene Betrachtung von Einzeleffekten ergänzen, um den **Ansprüchen des UVPG im Hinblick auf eine medienübergreifende Bewertung Rechnung zu tragen.**

Grundlage für die Bewertung ist daher eine Zusammenschau derjenigen sektoralen Umweltauswirkungen, die für den Zustand der Umwelt im Hinblick auf die genannten Ziele von Bedeutung sind. Für die Charakterisierung der Ziele bzw. der Teilziele können verschiedene **Merkmale** der Umwelt herangezogen werden (vgl. Tabelle 12, S. 110). Diese sind i.d.R. selbst ebenfalls noch nicht direkt erfaßbar und somit keine Indikatoren im strengen Sinn. Für diese lassen sich dann **Indikatoren** (also quantifizierbare/meßbare Größen, z.B. Durchschnittsalter, Flächengröße, Populationsgrößen) und Bewertungsmaßstäbe herleiten. Diese sind für sich genommen wiederum medial ausgerichtet und werden in den meisten Fällen bereits bei den einzelnen Schutzgütern bearbeitet. Sie stellen somit allein keine Bewertungsmaßstäbe für eine medienübergreifende Bewertung von Auswirkungen dar, sondern ermöglichen erst in der Zusammenschau eine Bewertung des Vorhabens im Hinblick auf das „Wohl der Allgemeinheit“.

6 Arbeitsanleitung zur Berücksichtigung von Wechselwirkungen in der UVP

6.1 Vorbereitung der Antragsunterlagen

6.1.1 Beauftragung des Gutachterteams

Die Identifizierung der durch ein Vorhaben beeinflussten Prozesse erfordert eine eingehende – und in jedem Einzelfall neu zu erstellende – Analyse des jeweils betroffenen Umweltausschnitts. Das Erkennen der Systemzusammenhänge erfordert sowohl den Sachverstand und die Erfahrung der jeweiligen Fachgutachter (für die einzelnen Schutzgüter) als auch eine intensive fachübergreifende Zusammenarbeit, da nur so komplexe Folgen von Vorhaben, synergetische Wirkungen und die zugrunde liegenden Schlüsselprozesse erkannt werden können. Dies setzt einen auf das Vorhaben abgestimmten Kreis von Gutachtern der verschiedenen Fachdisziplinen und deren enge, gut koordinierte Zusammenarbeit voraus. Auch bei der Genehmigungsbehörde ist eine entsprechende fachübergreifende Kompetenz erforderlich. Der **Koordination der Fachgutachter** sowie dem zwischen ihnen stattfindenden **Austausch von Informationen und Daten** ist von entscheidender Bedeutung für die Identifizierung von entscheidungserheblichen Wechselwirkungen.

Im Rahmen dieses Expertenkreises sind nicht nur Wirkungsketten aufgrund (bekannter) Ursache-Wirkungs-Hypothesen abzuarbeiten. Vielmehr ist ein **kreativer Diskussionsprozeß** anzustreben, bei dem ggf. auch nicht offensichtliche, sich aber aus den komplexen Systemzusammenhängen ergebende „unerwartete“ Auswirkungen erkannt werden können („strukturelle Überraschungen“ vgl. GASSNER & WINKELBRANDT 1997: 204). Durch die in Umweltsystemen gegebene starke Vernetzung und hohe Komplexität muß nach DÜRR (1992) das auf der künstlichen Isolierung einzelner Bestandteile beruhende naturwissenschaftliche Denken versagen und durch intuitive Betrachtungsweisen ergänzt werden, um „Zusammenhänge in Form von Gestalten erkennen und Entscheidungen treffen“ zu können.

6.1.2 Erstellung geeigneter Unterlagen für die Feststellung des vorläufigen Untersuchungsrahmens

Als Grundlage für die Erörterung und Festlegung des voraussichtlichen Untersuchungsrahmens gemäß § 5 UVPG (das sogenannte „Scoping“) legt der Vorhabensträger geeignete Unterlagen vor. Die Möglichkeiten, Auswirkungen eines Vorhabens auf Prozesse im Rahmen einer UVS zu erfassen, hängen entscheidend davon ab, ob Zusammenhänge **frühzeitig** erkannt wurden und die Fragestellung der Fachgutachten darauf abgestellt werden konnte. **Daher kommt dem Scoping als dem fachlichen „Einstieg“ in das Verfahren – unter Beteiligung von Vorhabensträger, Planern, Behörden und der Öffentlichkeit – eine besondere Bedeutung für die Berücksichtigung der relevanten Wechselwirkungen zu.**

Die hierbei – bewußt oder unbewußt – zugrunde liegende **Modellvorstellung der Umwelt** mit ihren Wirkungsgefügen, aber auch den von dem Vorhaben ausgehenden Wirkfaktoren, ist **konzeptleitend** für die anschließenden Untersuchungen. Als Grundlage hierfür müssen die Unterlagen für die Feststellung des vorläufigen Untersuchungsrahmens umfassen:

- die Angabe der für die Ermittlung der Auswirkungen relevanten Wirkfaktoren,
- die Darstellung der voraussichtlich veränderten Prozeßgefüge und
- die Festlegung der im einzelnen im Rahmen von Fachgutachten zu bearbeitenden Prozesse.

6.1.2.1 Darstellung der Wirkfaktoren

Die Wirkfaktoren des Vorhabens sind in ihrer Intensität, ihrem Flächenbezug sowie ihrem zeitlichen Verlauf hinreichend zu quantifizieren, um die von ihnen ausgehenden Veränderungen in Prozeßgefügen prognostizieren zu können.

Ggf. sind zusätzlich auftretende Wirkfaktoren zu ermitteln, die neben den vorhabensspezifischen Wirkfaktoren zu berücksichtigen sind. Zu diesen sogenannten „äußeren Faktoren“ zählen neben sporadisch auftretenden natürlichen Prozessen wie Erdbeben, Überflutungen oder Stürmen (vgl. Kap. 5.2.4) insbesondere bestehende und zukünftige Projekte, deren Wirkfaktoren mit jenen des Vorhabens zu **Summationswirkungen** führen können. Im deutschen Recht ist z.B. bei immissionsschutzrechtlichen Vorhaben die Vorbelastung i.d.R. nicht nur durch Messung, sondern auch durch ergänzende Berechnung der Emissionen gerade genehmigter oder bereits in Genehmigungsverfahren befindlicher Projekte zu ermitteln. Der Vorsorgegedanke des UVPG erfordert, eine solche Vorgehensweise auch auf andere Vorhabentypen zu übertragen (z.B. Grundwasserabsenkungen, Zerschneidung von Biotopen, klimatische Auswirkungen, Veränderungen der Flächennutzung bzw. Lebensraumverlust). Als Konvention wird entsprechend der z.T. bereits ausgeübten Praxis vorgeschlagen,

- im Genehmigungsverfahren befindliche Vorhaben,
- im Rahmen kommunaler, regionaler oder überregionaler Planungswerke festgelegte Flächennutzungen/Vorhaben,
- nach Raumordnungsrecht angezeigte Vorhaben sowie
- Folgeprojekte, die in direktem kausalem Zusammenhang mit dem Vorhaben stehen,

und bei denen eine Realisierung im Zeitraum von 10 Jahren wahrscheinlich ist, mit in die Betrachtungen einzubeziehen. Ggf. ist die Betrachtung grenzüberschreitend durchzuführen (vgl. Urteil EuGH 1996, s. Kap. 2.1). Die hierfür in die UVP aufzunehmenden Vorhaben müssen von der Raumordnungs- bzw. Genehmigungsbehörde benannt werden.

6.1.2.2 Darstellung der relevanten Prozesse und Prozeßgefüge

Ausgehend von den Wirkfaktoren ist eine **Modellvorstellung der Umwelt** zu entwickeln, die eine Übersicht über diejenigen Prozesse bzw. Prozeßgefüge umfaßt, die bei der Beschreibung der Umwelt und der Ermittlung der Auswirkungen des Vorhabens von Bedeutung sind. Eine Eingrenzung der entscheidungserheblichen Prozesse erfordert eine Annäherung von zwei Seiten:

1. Ausgehend von den Wirkfaktoren bzw. primären Auswirkungen sind die Prozesse zu ermitteln, die zu (indirekten) Folgewirkungen führen. Durch die Verknüpfung mehrerer Prozesse entstehen **Wirkungsketten** bzw. **-netze**, die über mehrere Stufen verfolgt werden können und oft mehrere Schutzgüter umfassen.
2. In Kenntnis der prognostizierten direkten und indirekten Auswirkungen ist zu prüfen, inwieweit auf komplexen Prozeßgefügen beruhende **Leistungen oder Potentiale** der Umwelt durch die Veränderung der zugrunde liegenden Prozesse oder Strukturen beeinträchtigt werden können. Die jeweils relevanten Einflußgrößen (die sich ggf. unterschiedlichen Schutzgütern zuordnen lassen und/oder durch verschiedene Wirkfaktoren beeinflusst werden) sind zusammenzustellen, damit sie bei der Festlegung des Untersuchungsrahmens hinreichend berücksichtigt werden können.

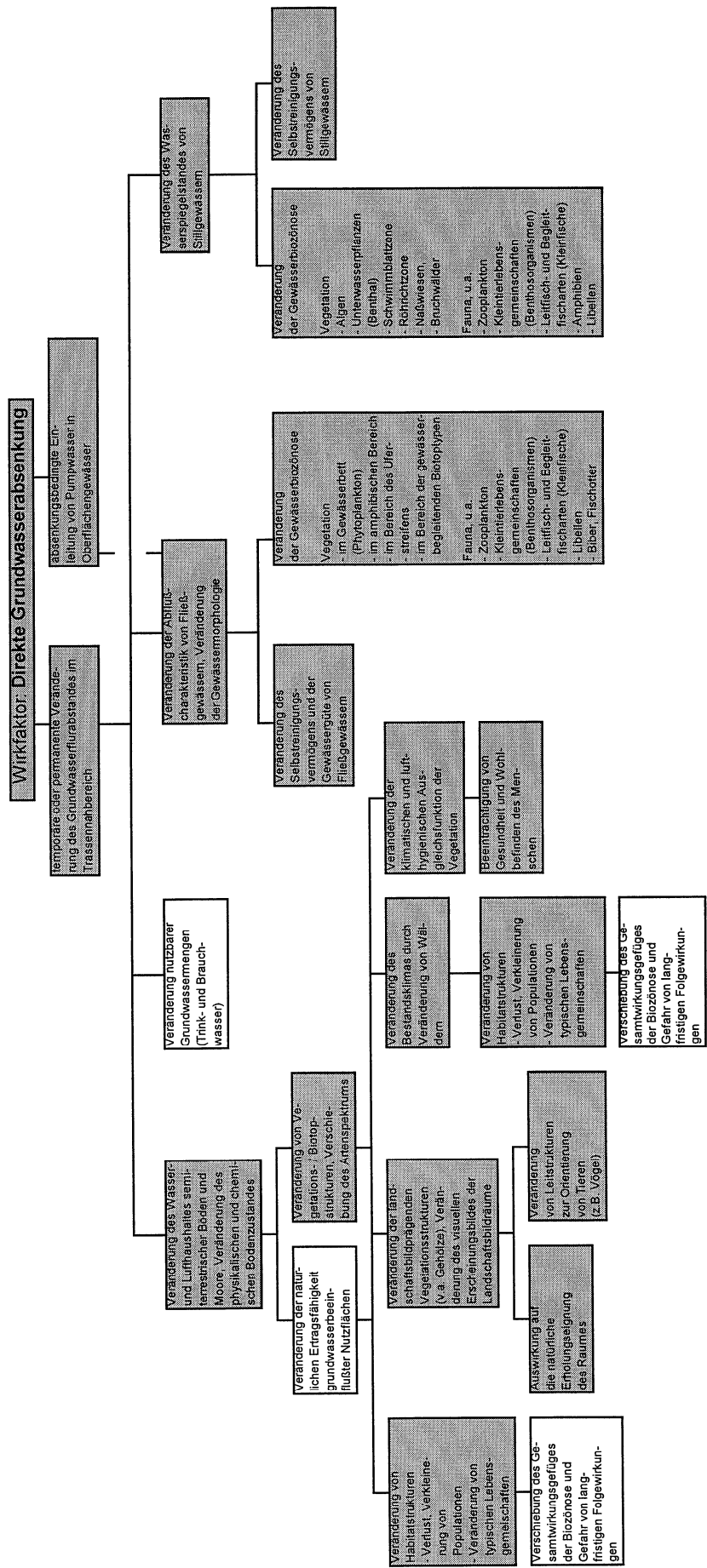
Beide Ansätze müssen gemeinsam zu einem „einheitlichen“, vorhabensspezifischen Modell der durch ein Vorhaben betroffenen Umwelt führen, welches sowohl die Wirkfaktoren als auch Leistungen und Potentiale der Umwelt umfaßt. Es handelt sich hierbei um einen iterativen Prozeß, der mit dem Erkenntniszuwachs im Verlauf der fortschreitenden Bearbeitung der UVP fortzusetzen ist. Da die nachfolgenden Erhebungen die getroffenen Annahmen bestätigen oder widerlegen können, aber nur selten zur Entdeckung von Sachverhalten führen, nach denen nicht von vornherein „gesucht“ wurde, ist es wichtig, die diesem Modell zugrundeliegenden Hypothesen und Erwartungen möglichst genau zu formulieren und explizit darzulegen.

Die zu berücksichtigenden Wirkungsketten und -netze können z.B. in graphischer Form veranschaulicht werden (vgl. SPORBECK et al. 1997b:111ff, s. auch Abbildung 15). Es bietet sich an, einzelne Teilräume oder funktional abgegrenzte Umweltbereiche separat zu charakterisieren, um die einzelnen Verknüpfungen in ausreichender Genauigkeit und Übersichtlichkeit darstellen zu können. Hinweise auf Leistungen und Potentiale, die geeignet sind, Prozeßgefüge zu beschreiben, finden sich z.T. in den fachgesetzlichen Grundlagen. In diesem Zusammenhang werden in der UVPVwV u.a. die

- Lebensraumfunktion für wildlebende Tiere und Pflanzen,
- Wasserhaushaltsfunktionen,
- Funktionen des Oberbodens sowie
- Klimaschutzfunktionen

aufgeführt. Nach den Vorschriften des MUVS (1990:11) werden Flächen, die bei der Ermittlung konfliktarmer Korridore zu berücksichtigen sind, u.a. durch medienübergreifende Funktionen charakterisiert wie

- Wohn- und Wohnumfeldfunktion,
- Erholungsfunktion,
- Biotop- und Artenschutzfunktion,
- Regulations- und Regenerationsfunktionen von Boden, Wasser, Luft,
- Klimatische Funktionen,
- Funktionen für die nachhaltige Nutzung von Naturgütern,
- Kulturelle Funktionen.



grau hinterlegt: Auswirkung ist im Regelfall entscheidungserheblich
weiß hinterlegt: Auswirkung tritt nur im Einzelfall bzw. als langfristige Folgewirkung auf.

Abbildung 15: Wirkungsnetz "Zerschneidung von oberflächennahen Grundwasservorkommen"

hier: bei Straßenbauvorhaben

Quelle: SPORBECK et al. (1997b:117)

Das Umweltmodell soll Antworten auf die folgenden Leitfragen geben:

Leitfragen

1. Welche Prozesse und Prozeßgefüge sind aufgrund der durch diese entstehenden **direkten und indirekten Wirkungen** (Wirkungsketten und –netze) für die Ermittlung der Auswirkungen des Vorhabens entscheidungserheblich?
2. Welche auf Prozeßgefügen beruhenden **Leistungen** und **Potentiale** der Umwelt können durch die direkten und indirekten Wirkungen verändert werden?
3. Sind bei diesen Prozessen **Vernetzungen** und **Rückkopplungen** zu beachten?
4. Welche **Teilräume** sind für diese Prozesse zu betrachten?
5. Welche **zeitlichen Horizonte** sind bei der Berücksichtigung der Prozesse angemessen?

6.1.2.3 Indikatoren und Parameter für Prozesse und Prozeßgefüge: Festlegung von Schnittstellen zwischen den Schutzgütern

Das Umweltmodell und die daraus abgeleiteten entscheidungserheblichen Prozeßgefüge dienen als Hilfestellung für die **Auswahl von Indikatoren** bzw. **Parametern**, die für die Ermittlung der Auswirkungen des Vorhabens im Hinblick auf die betroffenen Prozesse und Prozeßgefüge geeignet sind. Ferner sind die Einflußgrößen zu benennen, die den Ablauf dieser Prozesse steuern und die bei der Prognose der Umweltauswirkungen zu berücksichtigen sind. Dabei kann es sich einerseits um Faktoren handeln, die durch das Vorhaben beeinflusst werden, andererseits auch um solche, deren Kenntnis für die Beurteilung von Prozessen von Bedeutung ist (z.B. als limitierende Faktoren), obwohl sie selbst keinen direkten Veränderungen unterliegen.

Bei der Prognose der Auswirkungen des Vorhabens auf medienübergreifende Prozesse ergibt sich ein hoher Abstimmungsbedarf zwischen den Fachgutachtern (z.B. hinsichtlich von Untersuchungsflächen, Anzahl und Lage von Probestellen, Abgrenzung von Teilflächen, Zeitraum der Untersuchungen). Um den erforderlichen Informationsfluß (insbesondere die erforderliche Qualität der Wirkungsprognosen) sicherzustellen, können „**Schnittstellen**“ zwischen den Bearbeitern der einzelnen Schutzgüter definiert werden. Dadurch werden die im Rahmen der UVP (voraussichtlich) relevanten und zu bearbeitenden Verknüpfungspunkte zwischen einer begrenzten Anzahl von Bestandteilen der Umwelt definiert. Dabei sind die geforderte **Detailgenauigkeit** sowie der **Zeithorizont** der Wirkungsprognose anzugeben.

Aus organisatorischer Sicht lassen sich drei Fälle unterscheiden:

1. Prozesse, die innerhalb eines Schutzgutes von Bedeutung sind

Diese Prozesse können i.d.R. von den entsprechenden Fachgutachtern ermittelt und berücksichtigt werden. Es sind keine organisatorischen Hilfen erforderlich.

Beispiele: Bindungs- und Transformationsprozesse von Stoffen im Boden, dadurch Stoffanreicherung oder Veränderung der Bodenreaktion, Veränderungen der Populationsgrößen durch Verdrängungsprozesse (Konkurrenz) oder aufgrund von Räuber-Beute-Beziehungen bei Tieren.

2. Prozesse, die zwischen verschiedenen Schutzgütern, aber innerhalb eines Teilraums von Bedeutung sind

Die Bearbeitung dieser Prozesse erfordert eine gezielte „Übergabe“ von Information zwischen den Fachdisziplinen. Hierfür sind im Rahmen des vorläufigen Untersuchungsrahmens „Schnittstellen“ zu definieren, die angeben, wann und in welcher Form Information erforderlich sind.

Beispiel: Prognose der Bodenentwicklung infolge von Entwässerung, um Aussagen zur Entwicklung der Vegetation zu erhalten.

3. Prozesse, die zu Wirkungszusammenhängen zwischen getrennten Teilräumen führen und damit i.d.R. auch mehrere Schutzgüter umfassen.

Die Bearbeitung dieser Prozesse ist insofern mit größerem Aufwand verbunden, als sich potentielle Folgeakzeptoren ggf. erst nach Erarbeitung der räumlichen Ausbreitung der Wirkungen ergeben. Die entsprechenden „Schnittstellen“ können daher z.T. erst im Verlauf der Erstellung der UVS angegeben werden. Im Rahmen des Scoping kann aber bereits der Bedarf an solchen zusätzlichen Schnittstellen formuliert werden, z.B. in Form von wenn-dann Bedingungen.

Beispiel: Im Boden gebundene Schadstoffe, die durch Erosion in Stillgewässer transportiert werden, sich anreichern und auf die stoffliche Wasserqualität und damit auf die Gewässerfauna wirken.

Tabelle 11: Vorschlag für eine Matrix zur Dokumentation der in der UVS zu bearbeitenden schutzgutübergreifenden Prozeßgefüge („Schnittstellen“)

	schutzgutübergreifende Prozeßgefüge (Wechselwirkungen)								
beteiligte Schutzgüter:	Mensch	Tiere	Pflanze	Boden	Wasser	Luft	Klima	Land-schaft	Kultur-u. Sach-güter
Mensch		1							
Tiere								2	
Pflanzen		4						2	
Boden		5, 6, 13	5, 6, 13		6, 7				
Wasser	8	6, 8, 13	6, 8, 13	9, 14	10			15	16
Luft	6	6	6	6	6				
Klima		11	11						
Landschaft	12								
Kultur- und Sachgüter					17			2	

Erläuterung: Jede Ziffer kennzeichnet ein in der UVS zu bearbeitendes schutzgutübergreifendes Prozeßgefüge. Im Begleittext zur Matrix werden die wesentlichen Prozesse kurz charakterisiert und die im Rahmen der einzelnen Fachgutachten zu ermittelnden Informationen aufgeführt.

Die konsequente Beachtung dieses Ansatzes führt zu einer transparenten Bearbeitung der relevanten Prozesse, die auch mehrere Schutzgüter oder Teilräume umfassen können. Die im Rahmen der UVS inhaltlich bearbeiteten Verknüpfungspunkte zwischen den Schutzgütern können in Form einer Matrix dokumentiert werden. Es bietet sich an, an den einzelnen Kreuzungspunkten jeweils Hinweise auf die konkret untersuchten Wirkungsmechanismen zu geben (vgl. Tabelle 11). Ggf. können für verschiedene Teilräume eigene Matrices angelegt werden.

Nach Möglichkeit sollen jeweils **Kriterien für Erheblichkeitsgrenzen** angegeben werden. Bei der Angabe der Erheblichkeit muß darauf geachtet werden, ob verstärkende oder synergistische Effekte zu berücksichtigen sind. Ebenso ist auf kumulative Effekte sowie die Möglichkeit von Anreicherungen zu achten. Ggf. müssen Erheblichkeitsgrenzen als „wenn-dann“ oder „entweder-oder“ – Bedingung formuliert werden. Für die Koordination des Informationsflusses bei der Bearbeitung der UVS sind die folgenden Leitfragen zielführend:

Leitfragen

1. Welche **Indikatoren** können verwendet werden, um Veränderungen der im Umweltmodell dargestellten Prozesse und Prozeßgefüge beurteilen zu können? Welche **Parameter** müssen dafür im Rahmen der Untersuchungen erfaßt werden?
2. Welche Erfassungen sind von den Ergebnissen zuvor durchgeführter Erhebungen abhängig, so daß hier ein besonderer **Organisationsbedarf** besteht?
3. Wie müssen die Untersuchungen innerhalb der verschiedenen Schutzgüter inhaltlich aufeinander abgestimmt werden, z.B. hinsichtlich
 - der berücksichtigten **Parameter** bzw. **Indikatoren**;
 - des **räumlichen und zeitlichen Bezugs** der Erhebungen (z.B. Lage der Probestellen, Zeitpunkt der Untersuchung);
 - der **Erfassungsgenauigkeit** (z.B. Anzahl der Probestellen, Dauer der Untersuchung), ggf. in Abhängigkeit von der räumlichen Entfernung zum geplanten Vorhaben
 - des Über- oder Unterschreitens von **Erheblichkeitsschwellen**;
4. Ist der **Untersuchungsraum** für die einzelnen Schutzgüter ausreichend groß gewählt, damit auch Informationen ermittelt werden können, die für die Ermittlung von Auswirkungen bei anderen Schutzgütern relevant sind?
5. Wann und in welchem Umfang sind koordinierende Arbeitstreffen zum **Datenaustausch** und zur **Überprüfung des Untersuchungsumfangs** voraussichtlich erforderlich?

Dokumentation

Die Unterlagen für die Festlegung des vorläufigen Untersuchungsrahmens umfassen eine vollständige Zusammenstellung der Wirkfaktoren, eine Übersicht über die als wesentlich erachteten Prozesse und Prozeßgefüge, eine Festlegung geeigneter Indikatoren und Parameter sowie Angaben darüber, welche Untersuchungen für die Prognose der Veränderungen von Prozessen und Prozeßgefügen erforderlich sind.

Die **Wirkfaktoren** sind mit quantitativen Angaben und räumlichem bzw. zeitlichem Bezug aufzählen. Zusätzlich sind Angaben zu den zu berücksichtigenden Zusatzbelastungen (Summationseffekte) durch weitere (ggf. grenzüberschreitende) Projekte erforderlich.

Die Dokumentation der als wesentlich erachteten **Prozesse** und **Prozeßgefüge** kann zusätzlich zur textlichen Darstellung mit Hilfe **graphischer Darstellungen** erfolgen. Hier ist insbesondere die Darstellung von **Wirkungsketten** und **–netzen** zu empfehlen. Derartige Visualisierungen erreichen zwar häufig nur einen geringen Konkretisierungsgrad, sind aber eine gute Möglichkeit zur Orientierung. Hierbei lassen sich auch qualitative Beziehungen darstellen, für die (zunächst) keine konkreten Überprüfungen (z.B. durch Messungen) im Rahmen der UVP vorgesehen sind. Aufgrund des Übersichtscharakters der Darstellung bietet es sich an, diese im Methodenteil der UVS zu integrieren. Dabei sollten Wirkungsgefüge in unterschiedlichen räumlichen Bereichen (z.B. Nah- und Fernbereich, Funktionsräume, einzelne Ökosysteme) separat dokumentiert werden (vgl. z.B. MÜLLER 1995: 65f).

Die aus dem Umweltmodell abgeleiteten **Indikatoren** und **Parameter**, die zur Ermittlung, Beschreibung und Bewertung der Auswirkungen auf Prozesse und Prozeßgefüge verwendet werden können, sind im einzelnen zu benennen.

Hieraus ergeben sich Verknüpfungen zwischen den einzelnen Fachdisziplinen, die als **Schnittstellen** im Rahmen des vorläufigen Untersuchungsrahmens wie auch im Methodenteil der UVS z.B. in Form einer Matrix zu dokumentieren sind. Dabei ist die Art der benötigten Daten, ihr räumlicher und zeitlicher Bezug sowie ggf. eine Erheblichkeitsschwelle anzugeben (d.h. bei welchem Ausmaß von Veränderungen eine erhebliche Folgewirkung zu erwarten ist). Die Zeitpunkte für den Austausch von Daten sind (z.B. in einem **Netzplan**) festzulegen.

6.2 Feststellung des vorläufigen Untersuchungsrahmens

Die Zulassungsbehörde erörtert gemäß § 5 UVPG mit dem Vorhabensträger den Umfang, Gegenstand und Methode der UVS („Scoping“). Hierzu werden i.d.R. andere Behörden, Sachverständige und Dritte (z.B. Träger öffentlicher Belange, die Öffentlichkeit, Verbände) hinzugezogen. Die Erörterung findet auf der Grundlage der vom Vorhabensträger vorgelegten Unterlagen statt, die die in Kap. 6.1.2 aufgeführten Angaben zu den relevanten Prozessen und Prozeßgefügen enthalten.

Beim Scoping ist die Möglichkeit der fachlichen Diskussion - insbesondere mit externen Experten - zu nutzen, um ggf. den Planungshorizont um zuvor übersehene Zusammenhänge ergänzen zu können. Auf der Grundlage der Ergebnisse des Erörterungstermins legt die Zulassungsbehörde den vorläufigen Untersuchungsrahmen sowie ggf. erforderliche Ergänzungen oder Veränderungen fest. Der vorläufige Untersuchungsrahmen enthält somit auch Hinweise auf die für die Berücksichtigung von Prozessen erforderliche Untersuchungstiefe, die z.B. anhand der definierten Schnittstellen zwischen den Schutzgütern ersichtlich ist.

6.3 Erstellung der Antragsunterlagen

6.3.1 Beschreibung der Umwelt

Die im vorläufigen Untersuchungsrahmen zugrunde gelegten Annahmen bezüglich wertgebender Strukturen und Funktionen sowie der zu berücksichtigenden Prozesse sind im Rahmen der Bestandserhebung zu überprüfen. Zusätzlich festgestellte relevante Prozessen lassen sich ggf. durch die Definition einer neuen Schnittstelle zwischen den Fachdisziplinen berücksichtigen.

Eine zusammenfassende Beschreibung des Ist-Zustands der Umwelt sollte jeweils für einzelne Teilräume des Untersuchungsgebiets tabellarisch die ermittelten wertgebenden Merkmale der Schutzgüter nennen und Hinweise auf möglicherweise entscheidungserhebliche Einflußfaktoren bzw. Prozesse geben. Dabei ist auch das mögliche Auftreten extremer äußerer Bedingungen (Hochwasser, Stürme, Erdbeben etc.) zu berücksichtigen.

Im Hinblick auf die Bearbeitung der Wirkungszusammenhänge sind die folgenden Leitfragen zu stellen:

Leitfragen

1. Welche Prozesse sind für die ermittelten wertgebenden Bestandteile und Leistungen der Umwelt von Bedeutung? Können diese durch direkte oder indirekte Wirkungen des Vorhabens verändert werden? Lassen sich ggf. Räume abgrenzen, in denen Prozesse für wertgebende Merkmale bei einem oder mehreren Schutzgütern besonders zu berücksichtigen sind?
2. Wurden diese Prozesse im Untersuchungsrahmen so berücksichtigt, daß auf dieser Grundlage Wirkungsprognosen erstellt werden können?
3. An welchen Stellen ist der Untersuchungsumfang aufgrund noch nicht berücksichtigter Wirkungszusammenhänge zu erweitern?

Dokumentation**1. Schutzgutbezogene Darstellung von Prozessen**

Für die einzelnen schutzgutbezogen erfaßten wertgebenden Merkmalen sind die ihnen zugrunde liegenden Prozesse sowie insbesondere wesentliche Einflußfaktoren aus anderen Schutzgütern in einer Übersicht (z.B. am Ende des jeweiligen Schutzgutkapitels) aufzuführen. Im Hinblick auf die Prognose von Veränderungen sowie die erforderliche Bearbeitungstiefe ist die Empfindlichkeit der wertgebenden Merkmale im Hinblick auf Veränderungen dieser Prozesse von Bedeutung.

2. Zusammenfassende Darstellung von Prozessen

Für einzelne Teil- bzw. Funktionsräume können für die Auswirkungen des Vorhabens wesentlichen Prozeßgefüge anhand der ermittelten Daten zusammenfassend dargestellt werden. Hierfür sind z.B. tabellarische oder graphische Darstellungsformen geeignet. Diese zusammenfassende Darstellung füllt die Annahmen des Umweltmodells aus und präzisiert diese.

6.3.2 Schutzgutbezogene Prognose von Auswirkungen

Bei der Prognose von Auswirkungen eines Vorhabens auf die einzelnen Schutzgüter sind neben den direkten Wirkungen des geplanten Vorhabens diejenigen Auswirkungen zu prognostizieren, die aufgrund von Veränderungen von Prozeßgefügen entstehen. Die Auswirkungen des Vorhabens sind auf der Sachebene zu prognostizieren. Dies gilt gleichermaßen für wertgebenden Elemente wie für solche Merkmale, die als Grundlage für Wirkungsprognosen bei anderen Schutzgütern erforderlich sind. Die Ergebnisse sind so aufzubereiten, daß sie als Eingangsgrößen bei weiteren Schutzgütern berücksichtigt werden können („Schnittstellen“).

Die Eignung der Prognoseverfahren muß im Einzelfall unter Berücksichtigung des jeweiligen Standes der Technik ermittelt werden. Hierfür kommen neben den in der UVP-Praxis am häufigsten angewendeten verbal-argumentativen Verfahren u.a. EDV-gestützte Modelle (vgl. Kap. 4.1), Überlagerungen von Informationen mit Hilfe geographischer Informationssysteme oder Visualisierungsmethoden (Photomontage, Computersimulation) in Frage⁹⁴. Kriterien für die Auswahl sind

- Aufwand zur Erstellung der Datenbasis,
- Erkenntnisgewinn (Prognosegenauigkeit, Prognosesicherheit) gegenüber einem weniger aufwendigen Verfahren sowie
- potentielle Entscheidungserheblichkeit der mit dem Verfahren gewonnenen Aussagen.

Die Prognose darf sich keinesfalls auf die Darstellung des ökologischen Risikos - und damit auf die Wertebene – beschränken (vgl. Exkurs: Ökologische Risikoanalyse, S. 58), sondern muß Angaben zu Art, Ort, Quantität und Wahrscheinlichkeit der Veränderung machen, damit sich entsprechende

⁹⁴ Eine Bewertung der Eignung unterschiedlicher Methoden zur Prognose von Auswirkungen ist nicht Gegenstand dieses Leitfadens. Hierzu erfolgt eine Zusammenstellung der praxisrelevanten Methoden im Forschungsprojekt „Wirkungsprognosen in der Eingriffsregelung“ des Bundesamtes für Naturschutz.

Folgewirkungen ableiten lassen. Als Ergebnis der Auswirkungsprognose sind – neben einer ggf. durchgeführten Aggregation auf der Wertebene, etwa im Rahmen der ökologischen Risikoanalyse – erforderlich:

- Angabe über Art und Ausmaß der zu erwartenden Veränderungen, mit konkreter Benennung des Flächenbezuges,
- Angaben über den Prognosezeitraum,
- Angabe über die Unsicherheit der jeweiligen Prognose (vgl. Kap. 8).

Die folgenden Leitfragen sind bei der Prognose von Auswirkungen zu berücksichtigen:

Leitfragen

1. Können die Einflußgrößen (Wirkfaktoren des Vorhabens und prognostizierte Veränderungen bei anderen Schutzgütern) hinreichend genau ermittelt werden, um die Prognose durchführen zu können?
2. Wurde bei der Prognose von Veränderungen des Prozeßgefüges berücksichtigt, daß die Einflußgrößen
 - dauernd oder vorübergehend, gleichzeitig oder zeitversetzt auftreten können,
 - additiv, gegenläufig oder synergetisch wirken können?
3. Wurden positive oder negative Rückkopplungen berücksichtigt?
4. Wie genau lassen sich Auswirkungen prognostizieren, wie groß sind Unsicherheiten, wo bestehen Kenntnislücken?

Dokumentation

Grundsätzlich sind zu Beginn eines jeden schutzgutbezogenen Kapitels alle relevanten Einflußgrößen hinsichtlich ihres räumlichen und zeitlichen Bezug sowie Art und Mechanismus der Wirksamkeit für das jeweilige Schutzgut darzustellen. Zur Berücksichtigung von Prozeßgefügen sind hierbei insbesondere die prognostizierten Veränderungen bei anderen Schutzgütern aufzuführen, die ihrerseits zu Auswirkungen bei dem betrachteten Schutzgut führen können.

Als schutzgutbezogene Ergebnisse werden neben den prognostizierten Veränderungen der wertgebenden Ausprägungen explizit auch solche Veränderungen aufgeführt, die als Einflußgrößen für weitere Schutzgüter erheblich sein können.

6.3.3 Verfahrensbegleitendes Scoping

Um nicht bei einem starren Erhebungsprogramm stehen zu bleiben, das durch die einmal formulierten Fragestellungen bestimmt wird und keinen Raum mehr läßt, um auf Unerwartetes flexibel reagieren zu können, sind die zugrundeliegenden Annahmen und Hypothesen parallel zum Erkenntniszuwachs zu überprüfen und ggf. zu ergänzen. Hierfür ist wiederum ein interdisziplinärer Austausch zwischen den Fachgutachtern (ggf. unter Beteiligung der zuständigen Behörden) erforderlich, da die Bedeutung einzelner Auswirkungen für das Gesamtsystem der Umwelt aus der eingeschränkten Perspektive nur eines Bearbeiters oft nicht möglich ist. Ein solcher planungsbegleitender Scoping-Prozeß wurde bereits mehrfach eingefordert (z.B. GLÄNZER 1993: 110, KOCH 1993: 31, TMUL 1994: 23).

Aus fachlicher Sicht ist für die Berücksichtigung der Wechselwirkungen mindestens ein solcher Termin während der Phase der Ermittlung des Ist-Zustands erforderlich, damit ggf. erforderliche Ergänzungen des Untersuchungsumfangs vorgenommen werden können. In diesem Zusammenhang ist auch eine Überprüfung der Abgrenzung des Untersuchungsraums vorzunehmen. Dabei sind u.a. Prozesse zwischen (u.U. weit voneinander entfernt liegenden) Teilräumen zu berücksichtigen.

Ein weiterer Termin ist in der Phase der Prognose der Umweltauswirkungen sinnvoll. Hierbei können die (vorläufigen) Prognoseergebnisse dahingehend bewertet werden, ob die zu erwartenden Auswirkungen die Einbeziehung weiterer, bisher nicht betrachteter Prozesse erforderlich machen.

Dokumentation

Die im Rahmen des verfahrensbegleitenden Scopings festgelegten Veränderungen des Untersuchungsumfangs sind im Methodenteil der UVS in chronologischer Reihenfolge zu dokumentieren.

6.3.4 Medienübergreifende Prognose von Auswirkungen

Eine medienübergreifende Ermittlung und Darstellung von Auswirkungen auf die Umwelt kann nach dem derzeitigen Kenntnisstand nur durch die Zusammenschau der einzelnen medialen Auswirkungen im Hinblick auf die Teilziele

1. Schutz der menschlichen Gesundheit,
2. Verbesserung der Umweltbedingungen als Beitrag zur Lebensqualität des Menschen,
3. Erhaltung des Lebensraumpotentials für Pflanzen und Tiere

erfolgen (vgl. Kap. 5.4.2). Ihre jeweilige Ausprägung basiert auf komplexen Prozeßgefügen, die die Mehrzahl der Schutzgüter mit den in und zwischen ihnen ablaufenden Prozessen umfassen. Sie bilden die in der UVP-RL definierten Zielaussagen der UVP und füllen das übergeordnete Ziel „Wohl der Allgemeinheit“ aus.

Für die Darstellung können verschiedene Merkmale der Umwelt herangezogen werden (vgl. Tabelle 12). Diese sind für sich genommen medial ausgerichtet und werden in den meisten Fällen schon bei den einzelnen Schutzgütern bearbeitet. Sie werden hier in Bezug auf die genannten medienübergreifenden Teilziele zusammengestellt.

Bei einer solchen medienübergreifenden, verbal-argumentativen Darstellung sollte auch dargestellt werden, ob durch die Auswirkungen des geplanten Vorhabens Entwicklungsmöglichkeiten der Umwelt eingeschränkt oder verändert werden. Hierfür ist auch eine Abschätzung der Veränderungen erforderlich, die durch Selbstregulation und Selbstorganisation als Reaktion der Umwelt auf die prognostizierten Auswirkungen zu erwarten sind. Unter Berücksichtigung ggf. bereits feststellbarer Trends der Umweltentwicklung oder des möglichen Erreichens von Belastungsschwellen können ggf. neue, entscheidungserhebliche Aspekte für die Gesamtbeurteilung des geplanten Vorhabens und seiner Auswirkungen auf die Umwelt gewonnen werden.

Auch wenn wegen der Komplexität der Umwelt und der Vielzahl u.U. nicht hinreichend exakt erfaßbarer Einflußfaktoren eine eindeutige Prognose der Umweltentwicklung nicht möglich ist, können die Eckpunkte der Entwicklungsmöglichkeiten durch unterschiedliche Szenarien (z.B. optimal - pessimal) verdeutlicht werden.

Leitfragen

1. Welche der einzelnen medialen Auswirkungen des Vorhabens sind im Hinblick auf die medienübergreifenden Teilziele
 - Schutz der menschlichen Gesundheit,
 - Verbesserung der Umweltbedingungen als Beitrag zur Lebensqualität des Menschen
 - Erhaltung des Lebensraumpotentials für Pflanzen und Tierevon Bedeutung?
2. Treten im Hinblick auf diese Teilziele Vernetzungen, Rückkopplungen oder Verstärkungseffekte auf? Welche Veränderungen der Umwelt sind aufgrund von Selbstadaption oder Selbstorganisation sind zu erwarten?
3. Werden durch die Auswirkungen des Vorhabens zukünftige Entwicklungsmöglichkeiten der Umwelt im Hinblick auf diese Teilziele eingeschränkt oder verändert?
4. Werden unerwünschte Trends der Umweltentwicklung verstärkt oder Belastungsschwellen erreicht?

Tabelle 12: Beispiele für Ziele und Merkmale für eine medienübergreifende Bewertung

Gegenstand der UVP n. UVPG	Elemente der Umwelt	Ziel	Teilziel	Beispiele für Merkmale, aus denen Indikatoren und Bewertungsmaßstäbe* hergeleitet werden können
Ermittlung, Beschreibung und Bewertung der Auswirkungen eines Vorhabens auf die Umwelt	Schutzgüter - Mensch - Tiere - Pflanzen - Boden - Wasser - Klima - Luft - Landschaft - Kultur- und Sachgüter Wechselwirkungen (Prozesse)	Medienübergreifend: Wohl der Allgemeinheit	Schutz der menschlichen Gesundheit	- Lebenserwartung, - Häufigkeit von Krankheiten oder Gesundheitsschädigungen
			Verbesserung der Umweltbedingungen als Beitrag zur Lebensqualität des Menschen	- Eignung von Flächen für bestimmte Nutzungen (wie Wohngebiet, Kurgelände Erholen) - Naturerlebnis (Erleben „ungestörter“ Natur)
			Erhaltung des Lebensraumpotentials für Pflanzen und Tiere	- Artenvielfalt - Vorkommen, Zustand und Entwicklungsmöglichkeiten von Lebensraumpotentialen für Zielarten oder –lebensgemeinschaften
		Sektoral: Mediale Ziele, die in den jeweiligen Fachgesetzen formuliert sind	(...)	(...)

* Beispiel für die Ableitung von Indikatoren/Bewertungsmaßstäben für das Merkmal „Artenvielfalt“:
 Indikator: Vorkommen regionaler Leitarten
 Maßstab: Artenzahl, Größe der Populationen

Dokumentation

Die verbal-argumentative medienübergreifende Zusammenschau der medialen Auswirkungen sollte zusammenfassend in einem eigenen Kapitel erfolgen. Dabei sind die einzelnen Auswirkungen im

Hinblick auf die medienübergreifenden Teilziele zusammenzuführen. Zur Darstellung unterschiedlicher Entwicklungsmöglichkeiten der Umwelt ist es ggf. sinnvoll, mögliche Entwicklungslinien in Form von Szenarien zu skizzieren. Dabei ist jeweils abzuschätzen, inwieweit die Auswirkungen des Vorhabens einzelne Entwicklungsmöglichkeiten einschränken.

6.4 Dokumentation der berücksichtigten Wechselwirkungen im UVS-Dokument

In der folgenden Tabelle werden diejenigen Abschnitte der UVS aufgezeigt, in denen auf die jeweils zu berücksichtigenden Wechselwirkungen (bzw. Prozesse) eingegangen werden sollte.

Tabelle 13: Dokumentation der berücksichtigten Wechselwirkungen im UVS-Dokument

Abschnitt	Relevanz in Bezug auf Wechselwirkungen
Vorhabensbeschreibung	Liste der vorhabensspezifischen Wirkfaktoren mit quantitativen Angaben und räumlichem bzw. zeitlichem Bezug
	Liste der zu berücksichtigende Zusatzbelastungen und äußeren Wirkfaktoren, die z.B. zu Summationswirkungen führen können
Methodik	Umweltmodell, das die in der UVP berücksichtigten Prozesse (ggf. bezogen auf Teilräume) umfaßt. Daraus werden Wirkungsketten bzw. -netze abgeleitet. Darstellung in Textform und ggf. in graphischer Form (Wirkungsnetze)
	Festlegung von Indikatoren und Parametern, mit deren Hilfe Veränderungen von Prozessen und Prozeßgefügen erfaßt werden können. Daraus ergeben sich „Schnittstellen“ zwischen den Fachdisziplinen, d.h. eine Liste der Angaben, die von jeder Fachdisziplin für die Wirkungsprognose anderer Disziplinen zu erstellen ist, Dokumentation z.B. in Form einer Matrix
	Dokumentation der durchgeführten interdisziplinären Erörterungstermine
Beschreibung der Umwelt	Schutzgutbezogene Darstellung relevanter Prozesse jeweils am Ende der schutzgutbezogenen Kapitel mit Hinweisen auf <ul style="list-style-type: none"> - relevante Einflußgrößen in anderen Schutzgütern - besondere Empfindlichkeit der Prozesse gegenüber den Auswirkungen des Vorhabens
	Ggf. schutzgutübergreifende Darstellung von Prozeßgefügen, z.B. für einzelne Teilräumen
Ermittlung der Auswirkungen des Vorhabens	schutzgutbezogene Übersicht aller bei der Wirkungsprognose berücksichtigten Wirkfaktoren, u.a. <ul style="list-style-type: none"> - direkte Wirkfaktoren des geplanten Vorhabens - Veränderungen bei anderen Schutzgütern - durch das Vorhaben beeinflusste Prozesse - Wirkfaktoren von anderen Projekten mit Wirkungsüberschneidungen - langfristigen und sporadischen Prozesse
	Prognose der Veränderungen auf der Sachebene, dabei sind auch solche Veränderungen zu prognostizieren, die als Einflußgrößen bei anderen Schutzgütern relevant sind
Medienübergreifende Betrachtung	Zusammenschau der Auswirkungen bei den einzelnen Schutzgütern im Hinblick auf die Teilziele <ul style="list-style-type: none"> - Schutz der menschlichen Gesundheit, - Verbesserung der Umweltbedingungen als Beitrag zur Lebensqualität des Menschen, - Erhaltung des Lebensraumpotentials für Pflanzen und Tiere
Kenntnislücken	Verweis auf Prozesse, die im Rahmen der UVP nicht näher betrachtet wurden, obwohl sie für die Bewertung der Auswirkungen eines Vorhabens erheblich sein könnten

7 Bewertung von Wechselwirkungen

Nach dem derzeitigen Kenntnisstand lassen sich einzelne Prozesse für sich genommen nicht bewerten. Charakterisierungen des Naturhaushalts durch Stoff- oder Energiebilanzen entziehen sich der Bewertbarkeit (vgl. Kap. 4) aufgrund fehlender Bewertungsmaßstäbe. Die medienübergreifende Bewertung ist daher keine einheitliche ökologische Gesamtbewertung anhand eines einheitlichen Maßstabes (vgl. SPOERR 1996).

Unter diesen Bedingungen kann die rechtlich geforderte medienübergreifende Bewertung durch folgende methodische Herangehensweise erfolgen:

Bei den in der UVS ermittelten medialen Auswirkungen auf die einzelnen Schutzgüter werden die betroffenen Prozesse und Prozeßgefüge bei der Wirkungsprognose in ausreichendem Umfang berücksichtigt. Entsprechend umfaßt die Bewertung der Auswirkungen anhand der Ausprägung der wertgebenden, an den Wirkungsketten bzw. -netzen beteiligten (sektoralen) Umweltbestandteile damit auch die für die jeweilige Ausprägung verantwortlichen Prozesse. Als Bewertungsmaßstäbe können die **Grenzwerte der Fachgesetze bzw. vorsorgeorientierte Richt- und Schwellenwerte** herangezogen werden. Die Anwendung der fachgesetzlichen Maßstäbe auf medienübergreifende Prozeßgefüge ist Teil der medienübergreifenden Bewertung.

Ergänzend sollte eine Zusammenschau und Bewertung der Umweltauswirkungen im Hinblick auf medienübergreifende Zielsetzungen (z.B. „Wohl der Allgemeinheit“) bzw. dazugehöriger Teilziele (z.B. „Schutz der menschlichen Gesundheit“) erfolgen (s. Kap. 5.4). Eine derartige medienübergreifende Zusammenschau basiert im wesentlichen auf den bereits ermittelten o.a. sektoralen Auswirkungen, die ihrerseits bereits Prozesse und Prozeßgefüge berücksichtigen. Für die Zusammenschau werden dabei diejenigen (sektoralen) Merkmale der Umwelt ausgewählt und mit Hilfe von Indikatoren quantifiziert und bewertet, die eine Bewertung der Auswirkungen des Vorhabens im Hinblick auf die jeweilige medienübergreifende Zielsetzung erlauben. Die Indikatoren sind – wie auch die aus ihnen abgeleiteten Bewertungsmaßstäbe – wiederum medial ausgerichtet. Sie stellen somit allein noch keine Bewertungsmaßstäbe für eine medienübergreifende Bewertung von Auswirkungen dar. Die medienübergreifende Bewertung erfolgt vielmehr durch die Zusammenfassung der mit Hilfe der Indikatoren vorgenommenen Einzelbewertungen zu einer **verbal-argumentativen Gesamtaussage** im Hinblick auf das Ziel bzw. Teilziel.

8 Hinweise zum Umgang mit Kenntnislücken

Die Richtlinie 85/337/EWG gibt vor, daß zu den Angaben, die der Projektträger im Rahmen der UVP in geeigneter Form vorzulegen hat, auch eine

„kurze Angabe etwaiger Schwierigkeiten (technische Lücken oder fehlende Kenntnisse) des Projektträgers bei der Zusammenstellung der geforderten Angaben“⁹⁵

gehört. Im Wortlaut des hierzu korrespondierenden § 6 (4) UVPG zählen zu den entscheidungserheblichen Unterlagen über die Umweltauswirkungen eines Vorhabens auch

„Hinweise auf Schwierigkeiten, die bei der Zusammenstellung der Angaben aufgetreten sind, z.B. technische Lücken oder fehlende Kenntnisse.“

Angesichts des Umfangs der übrigen beizubringenden Unterlagen darf hier vorausgesetzt werden, daß eine Zusammenstellung derartiger Angaben beziehungsweise Hinweise vom Antragsteller billigerweise verlangt werden kann⁹⁶, ihre Bebringung demnach zumutbar ist⁹⁷. Das Wissen um Kenntnislücken ist wichtig für eine richtige Einschätzung und Beurteilung der möglichen erheblichen Umweltauswirkungen⁹⁸. Im Interesse einer angestrebten und durch die UVP sicherzustellenden wirksamen Umweltvorsorge⁹⁹ kann die Bedeutung der Zusammenstellung verbleibender Kenntnislücken daher kaum unterschätzt werden. Inhaltlich wird darauf noch eingegangen.

Im UVP-Alltag sind Defizite bei der Offenlegung bestehender Kenntnislücken zu beobachten. Weder in der juristischen noch in der Fachliteratur ist dieser Mangel bislang anscheinend erkannt oder problematisiert worden. Deshalb soll im Rahmen der vorliegenden Arbeitsanleitung auf dieses Problemfeld besonders hingewiesen werden.

Wenn die UVP nach dem Willen des BVerwG schon keine „Richtigkeitsgewähr durch Verfahren“¹⁰⁰ bieten muß¹⁰¹, wie der VGH München¹⁰² gefordert hatte¹⁰³, dann muß eine Richtigkeitsgewähr durch eine gute fachliche Praxis zur Regel werden. Unstrittig ist es Aufgabe der UVP, die wesentlichen Gesichtspunkte der Umweltauswirkungen eines Vorhabens so darzustellen, daß sie in der Abwägung zur Geltung kommen können.¹⁰⁴ Wie soll aber festgestellt werden können, ob

„wesentliche Gesichtspunkte der Umweltauswirkungen“¹⁰⁵

⁹⁵ Richtlinie 85/337/EWG, Anhang IV (ehemals Anhang III).

⁹⁶ So die Formulierung in der Richtlinie 85/337/EWG, Art. 5, Abs. 1, lit. b).

⁹⁷ Vgl. hierzu auch die Ausführungen bei BUNGE (1991 ff.), § 6, Rdn. 10 ff.,

Richtlinie 85/337/EWG, 6. Erwägungsgrund.

⁹⁹ Angesichts der Praxis sei nochmals daran erinnert, daß dies der in § 1 UVPG formulierte Anspruch an die UVP ist.

¹⁰⁰ So noch der VGH München in seinem Urteil vom 5.7.1994 (Az. 8 A 93 40056) – in: DVBl. vom 15.10.1994, S. 1198 – 1203. – hier: S. 1200; ausführlicher: Natur und Recht, 17. Jahrgang, Heft 5/6; S. 274 – 285. – hier: S. 276.

¹⁰¹ Vgl.: Urteil des BVerwG vom 21.3.1996 (4 C 19.94) – Natur und Recht, 18. Jahrgang, Heft 11/12, S. 589 – 594.

In diesem Sinne noch einmal der Richter am BVerwG HIEN (1997), S. 426.

¹⁰² s.a. HIEN (1997), S. 422.

¹⁰³ Für die EU-Kommission scheint der VGH München das richtige Gespür für die europarechtlichen Bestimmungen zu vertreten. Das zeigt nicht nur das im Hinblick auf Anhang II-Projekte geführte Verfahren C-301/95, sondern deutlicher noch die Klage gegen Deutschland im Zusammenhang mit Plangenehmigungen (C-420/99).

¹⁰⁴ Vgl. wiederum HIEN (1997), S. 426.

¹⁰⁵ HIEN (1997), S. 426.

vernachlässigt worden sind, wenn im UVP-Verfahren nicht dargelegt wird, ob und welche Schwierigkeiten es bei der zutreffenden Prognose der wahrscheinlich entscheidungserheblichen Umweltauswirkungen gibt?

In jeder UVP ist daher eine Analyse folgender Fragestellungen und nötig:

- Können durch die für ein UVP-Verfahren ausgewählten Parameter und Indikatoren alle für die Entscheidungsfindung wesentlichen Beziehungen und Abhängigkeiten in einem Ökosystem dargestellt werden?
- Können alle wesentlichen Auswirkungen des Vorhabens auf die Beziehungen und Abhängigkeiten in einem Ökosystem erfaßt werden?
- Wie genau gelingt die Erfassung des Ist-Zustandes bei den verwendeten Erfassungsmethoden? Eine ausführliche Methodendarstellung und –kritik ist gerade im Hinblick auf die darauf aufbauende Beurteilung von Wechselwirkungen notwendig.
- Von welchem „allgemeinen Kenntnisstand“ gehen die jeweiligen Gutachter und Behörden aus, da der spezifische Blickwinkel der verschiedenen ökologisch bedeutsamen Fachdisziplinen unterschiedliche Beurteilungen zur Folge haben kann? Der zugrunde gelegte Kenntnisstand bei Aussagen und Beurteilungen ist durch Literaturzitate zu belegen.
- Welche möglicherweise entscheidungserheblichen Aspekte bei der Beurteilung der erheblichen Umweltauswirkungen sind unberücksichtigt geblieben (z.B. aufgrund nicht revidierter Vorgaben aus dem Scoping)? Wo sind für diese UVP vermutlich wichtige ökosystemare Zusammenhänge bis heute noch nicht ausreichend verstanden (verbleibende Forschungsdefizite) und mußten daher unberücksichtigt bleiben?
- Wie pflanzen sich die verschiedenen Fehler im Verlauf des UVP-Verfahrens fort und wie wachsen diese Fehler mit jeder Daten-Verknüpfung an? (Eine kurze Darstellung der Fehlerfortpflanzung von der Auswahl der Erhebungsgrößen über deren Erfassung und die darauf aufbauenden Prognosen der Umweltauswirkungen bis hin zur fachlichen Beurteilung und schließlich der juristischen Bewertung reicht in der Regel aus.)
- Inwieweit lassen sich in Zusammenfassungen der verschiedensten Untersuchungen in der UVS alle notwendigen Fakten für Dritte nachvollziehbar und verständlich darlegen?

Zur Beurteilung der Umweltauswirkungen ist es erforderlich, die verbleibenden Unsicherheiten und Kenntnislücken anzusprechen. Es ist kein Manko, vorhandene Defizite in der UVS beziehungsweise bei der zusammenfassenden Darstellung und Bewertung darzulegen. Wichtige, immer wieder vorkommende und für eine zutreffende Bewertung der möglichen Umweltauswirkungen zu benennende Kenntnislücken ergeben sich beispielsweise¹⁰⁶ aus folgenden Gründen:

- Die als Wechselwirkungen zu untersuchenden ökosystemare Zusammenhänge bilden regelmäßig eine komplexe funktionale Verknüpfung vieler einzelner Einflußgrößen. Daher müssen immer wie-

¹⁰⁶ Im Rahmen dieser Arbeitsanleitung ist eine systematisch vollständige Auflistung möglicher Kenntnislücken nicht möglich; die folgenden Hinweise sollen lediglich für das Thema sensibilisieren und zur Aufarbeitung existierender Kenntnislücken beitragen.

der wahrscheinliche Aussagen zu den einzelnen Strukturen und den zwischen ihnen bestehenden funktionalen Verbindungen in zutreffender Weise miteinander verknüpft werden. Aus der Kombination zahlreicher Fehler, selbst wenn diese nur klein sind, kann sich ein erheblicher Gesamtfehler ergeben. Ergänzend muß auf die wesentlichen Risiken hingewiesen werden, die in den aggregierten Aussagen enthalten sind. Das ist insbesondere dann von Bedeutung, wenn Entscheidungen zu Lasten von Ökosystemen erfolgen, wenn also bei Abwägungsentscheidungen Eingriffe in den Naturhaushalt für zumutbar erklärt werden.

- **Die Auswahl von Untersuchungsparametern zur Bearbeitung von Wechselwirkungen erfolgt sinnvollerweise auf begründeten Erwartungen und Erfahrungswerten.** Problematisch ist in diesem Zusammenhang, daß bekanntlich nahezu ausschließlich das gefunden wird, wonach zuvor auch gesucht wurde. Je stärker im voraus das Untersuchungsprogramm begrenzt wird, um so größer ist dementsprechend die Wahrscheinlichkeit, daß entscheidungserhebliche Informationen bei den nachfolgenden Untersuchungen nicht gefunden werden können.

Aus diesem Grund sind die in einem UVP-Verfahren zugrunde gelegten Annahmen (für den Untersuchungsrahmen) immer daraufhin zu überprüfen, ob sie in der Realität auch tatsächlich zutreffen, für eine problemadäquate Umweltbeschreibung ausreichend sind und durch die Untersuchungen bestätigt werden. Eine kritische Analyse der Annahmen des jeweiligen Einzelfalls leistet dazu einen wichtigen Beitrag. Es ist hilfreich, die verschiedenen Erwartungen bei der Bearbeitung der UVU systematisch festzuhalten und vor dem Abschluß der Untersuchungen zu überprüfen, ob die nicht bestätigten Annahmen darauf hinweisen, daß nach wesentlichen Gesichtspunkten eventuell gar nicht gesucht wurde¹⁰⁷. Auch die Gegenprobe kann wichtige Hinweise für Kenntnislücken liefern: Spät erkannte Zusammenhänge können Informationen über verbleibende Untersuchungsdefizite liefern¹⁰⁸. Wenn also die beim Scoping zugrunde gelegten Annahmen deutlich von der vorgefundenen Realität abweichen, sind diese Annahmen noch einmal gründlich zu hinterfragen.

- **Im gesamten Bereich der Umweltwissenschaften existieren zahlreiche Kenntnislücken aufgrund von Forschungsdefiziten.** Das gilt ganz allgemein und ist überdies in besonderem Maße für die Prognose ökosystemarer Zusammenhänge zutreffend. Eine solche Aussage mag als Binsenweisheit betrachtet werden.

Eine kurze, entscheidungserheblich aufbereitete Darstellung derjenigen Forschungsdefizite, die für ein sicheres Verständnis der Wirkungszusammenhänge von Bedeutung sind, sollte Fehleinschätzungen zu vermeiden helfen. Für die in der UVP geforderte vorsorgeorientierte Bewertung sind abhängig von den verbleibenden Kenntnislücken angemessene Sicherheitsabstände im Hinblick auf die Ausnutzung von Belastungsgrenzen unabdingbar.

¹⁰⁷ Beispielsweise wird die Bedeutung eines technischen Bauwerks für die Fauna relativ leicht unterschätzt. Das Vorkommen von Tierarten, die im Rahmen von Standarduntersuchungen wider Erwarten gefunden wurden, gibt einen Hinweis auf solche Fehleinschätzungen.

¹⁰⁸ Wenn etwa im erwarteten Grundwasserabstrom einer Bodenverunreinigung die gesuchten Belastungen nicht auftreten, kann das ein Hinweis auf lokale Besonderheiten in der Grundwasserfließrichtung sein – und damit auf falsch positionierte Bohrungen.

- **Mit der ökologischen Risikoanalyse steht ein geeignetes Bewertungsverfahren im Rahmen der UVP zur Verfügung; dessen Anwendung verstößt allerdings häufig gegen den dahinterstehenden Grundgedanken.** Problematisch wird es stets, wenn der Bewertungsschritt zu schnell erfolgt, also zu früh von der Sachebene auf die Wertebene gewechselt wird. Eine Betrachtung der möglichen Auswirkungen muß bis zum Endakzeptor durchgehalten werden. Oft wird statt dessen vom Primärakzeptor auf sämtliche ökologischen Auswirkungen geschlossen, ohne dabei Anreicherungseffekte oder z.T. unterschiedliche Empfindlichkeiten der verschiedenen Akzeptoren zu berücksichtigen. In diesen Fällen kann das ökologische Risiko nicht erkannt werden. Wann immer eine Auswirkungsbetrachtung vor weiteren Folgeakzeptoren einer Wirkungskette beziehungsweise eines Wirkungsnetzes abgebrochen wird, ist mindestens auf den damit verbundenen Informationsverlust hinzuweisen. Besser ist es, im Rahmen einer nachvollziehbar dargelegten Abschätzung die Risikobetrachtung in die Bewertung zu integrieren.

Die Darstellung von Kenntnislücken ist ein unverzichtbarer Beitrag zur Rechtssicherheit von UVP-pflichtigen Planungen. Ihr kommt gerade für den Bereich der Wechselwirkungen Bedeutung zu, weil hier aufgrund der Komplexität der Prozeßgefüge oft gravierende wissenschaftliche Kenntnislücken bestehen und die Zusammenhänge im Rahmen der UVP oft nicht vollständig ermittelbar sind. Sofern die in jedem UVP-Verfahren bestehenden Kenntnislücken nicht erkannt und berücksichtigt werden, ist stets die Gefahr von Abwägungsdefiziten gegeben. Aus diesem Grund ist es auch erforderlich, in der zusammenfassenden Darstellung ebenfalls auf Kenntnislücken einzugehen¹⁰⁹. Das gilt nicht nur für diejenigen Fälle, in denen die Funktionen von Anhörungsbehörde und Genehmigungsbehörde nicht in einer Hand liegen.

¹⁰⁹ ERBGUTH & SCHINK (1996), § 11, Rd. 13.

9 Nutzung der Arbeitsanleitung

In der Vergangenheit sind Arbeitsanleitungen zum Thema UVP¹¹⁰ von vielen Anwenderinnen und Anwendern offensichtlich schnell gelesen worden. Das zeigen speziell die Erfahrungen mit vorliegenden Veröffentlichungen, die auf den ansonsten wenig bearbeiteten Bereich der Wechselwirkungen eingehen. Allerdings reduziert sich die praktische Bedeutung solcher Hilfestellungen nahezu ausschließlich auf eine rein nachrichtliche Übernahme von dort zu findendem Anschauungsmaterial wie schematischen Darstellungen bestehender Beziehungsgeflechte¹¹¹, Abbildungen¹¹² oder Matrices¹¹³. Die notwendige inhaltliche Auseinandersetzung mit der Problematik eines komplexen ökosystemaren Beziehungsgeflechtes und der darauf einwirkenden projektspezifischen Auswirkungen im konkret zu prüfenden Einzelfall ist bedauerlicherweise fast nie erkennbar.

Daher scheint es erforderlich zu sein, an dieser Stelle auf einige Bedingungen hinzuweisen, die bei der Anwendung der vorliegenden Arbeitsanleitung zur Berücksichtigung der Wechselwirkungen in der UVP zu beachten sind. Sie können zugleich als Prüfkriterien für die Qualitätskontrolle von UVS, zusammenfassender Darstellung und Bewertung der Umweltauswirkungen Verwendung finden.

1. Es reicht keineswegs aus, die in einer Arbeitsanleitung zusammengetragenen Hinweise in einem UVP-Verfahren zu zitieren. Sie müssen vielmehr für die gesamte Bearbeitung der UVP handlungsleitend werden. Deshalb ist es entscheidend, die genannten Ansätze zur Bearbeitung der Wechselwirkungen jeder UVS bereits als Konzept zugrunde zu legen. Danach müssen die Untersuchungen ausgewählt und die notwendigen fachlichen Entscheidungen gefällt werden. Ein vor-aussichtlicher Untersuchungsrahmen kann nur dann einigermaßen präzise festgelegt werden, wenn mindestens die UVP-Gutachter und die zuständigen Behörden zum Zeitpunkt des Scopings eine klare Vorstellung von den zu bearbeitenden Wechselwirkungen haben. Vor Beginn der Untersuchungen muß im wesentlichen festgelegt werden,
 - welche Untersuchungsparameter speziell für die Wechselwirkungen benötigt werden,
 - welche Schnittstellen zwischen den verschiedenen Fachdisziplinen erforderlich sind und
 - wie die organisatorischen Voraussetzungen zur Bearbeitung dieses notwendigerweise interdisziplinären Arbeitsschrittes gestaltet werden.
2. Die hier angesprochenen Inhalte zielen auf die Gemeinsamkeiten bei der Bearbeitung von Wechselwirkungen ab. Sie können zwangsläufig nur beispielhaft sein. Neben der Vielzahl möglicher Vorhaben ist die praktisch unbegrenzte Möglichkeit der Ausstattung eines konkret betroffenen Naturraumes in jeder UVS individuell zu berücksichtigen¹¹⁴. Entscheidend ist also, die aufgezeig-

¹¹⁰ Vgl. Zusammenstellung bei: BRÖSEL (1998).

¹¹¹ Beispielsweise hat erst mit der Veröffentlichung von MNU SH (1994, S. 29) eine Darstellung des schweizerischen BUWAL Eingang in die schleswig-holsteinische UVP-Praxis gefunden.

¹¹² Hierzu zählen auch heute noch die von KOCH (1989) dargestellten Wirkungszusammenhänge zwischen Straßen, Verkehr und Umwelt.

¹¹³ Relativ häufig zu finden ist die Matrix der Wechselbeziehungen zwischen den Schutzgütern des UVP-Gesetzes von RAMMERT et al., zuerst veröffentlicht in MNU SH (1994), S. 25.

¹¹⁴ Was für die Entscheidung gilt, ob überhaupt eine UVP durchzuführen ist, nämlich die Beurteilung der Erheblichkeit von Umweltauswirkungen in Abhängigkeit von Vorbelastung und Empfindlichkeit des betroffenen Raumes [vgl. SCHINK (1999), S. 15 unter Hinweis auf die Richtlinie 97/11/EG], muß auch für die Durchführung der UVP handlungsleitend sein.

ten Prinzipien und Herangehensweisen eigenständig auf jeden Einzelfall zu übertragen und der jeweiligen Situation entsprechend in angemessener Weise zu differenzieren.

3. In der UVS sind alle möglicherweise¹¹⁵ entscheidungserheblichen Wechselwirkungen darzustellen. Eine lediglich beispielhaft aufgezeigte Bearbeitung oder Darstellung der ökosystemaren Beziehungen im zu betrachtenden Untersuchungsgebiet in einer UVS wird den rechtlichen Anforderungen nicht gerecht. Um die im UVPG formulierten Ziele der UVP – eine frühzeitige Betrachtung der Umweltauswirkungen im Hinblick auf eine wirksame Umweltvorsorge¹¹⁶ – tatsächlich einlösen zu können, muß also eine umfassende Bearbeitung der entscheidungserheblichen Wechselwirkungen erfolgen. Dies ist von den Gutachtern zu belegen.
4. Die Bearbeitung der ökosystemaren Wechselwirkungen ist äußerst komplex. Diese Aufgabe erfordert eine spezifische Qualifikation bei den Bearbeiterinnen und Bearbeitern – sowohl auf Gutachter- als auch auf Behördenseite. Angesichts der Vielzahl zu beteiligender Fachdisziplinen und der dort - für unterschiedliche Teilbereiche - vorhandenen Kenntnisse zu ökosystemaren Wirkungen wird dies nur in einem interdisziplinär zusammenarbeitenden Team gelingen.
5. Von entscheidender Bedeutung für das Erkennen bestehender Wechselwirkungen und darauf gerichteter Auswirkungen eines Vorhabens ist eine transparente und für Außenstehende nachvollziehbare Darstellung der berücksichtigten Wechselwirkungen in der UVS. Nur dadurch ist sichergestellt, daß die erarbeiteten ökosystemaren Zusammenhänge entscheidungserheblich werden können, indem sie von Dritten beim Lesen der UVS erkannt, nach ihrer Bedeutsamkeit sowie auf bis dahin übersehene Aspekte überprüft¹¹⁷ und bei der Entscheidung über die Zulässigkeit eines Vorhabens berücksichtigt werden können¹¹⁸.
6. Zusätzlich zur UVS ist die vom UVPG geforderte Berücksichtigung einer ökosystemar-gesamt-haften Betrachtungsweise – neben der weiterhin bedeutsamen sektoralen - auch in der nach § 11 UVPG von der zuständigen Behörde anzufertigenden zusammenfassende Darstellung von entscheidender Bedeutung. Alle erheblichen Wechselwirkungen sind dort in ihren wesentlichen Bestandteilen darzustellen und einer Bewertung zugänglich zu machen. Diese Zusammenstellung muß sich eigenständig, unabhängig von der als Parteien-Gutachten vorgelegten UVS und durch die Integration weiterer Informationen¹¹⁹ mit der Frage der Wechselwirkungen auseinandersetzen. Deshalb muß es im Interesse der zuständigen Behörde liegen, bereits bei der für das Verfahren wichtigen Informationsquelle UVS auf Transparenz und Nachvollziehbarkeit zu achten. Es sollte zur Selbstverständlichkeit werden, diese Qualitätsmerkmale in der zusammenfassenden Darstellung zu liefern.

¹¹⁵ Die Bewertung ist gemäß § 12 UVPG ausschließlich Aufgabe der zuständigen Behörde. Damit diese gesetzliche Bestimmung nicht leerläuft und der Behörde diese Aufgabe nicht unnötig erschwert oder gar weitgehend vorenthalten wird, muß wenigstens in Zweifelsfällen auch die Entscheidung über eine Entscheidungserheblichkeit von der Behörde und nicht vom Antragsteller oder seinen Gutachtern vorgenommen werden.

¹¹⁶ Vgl. § 1 UVPG.

¹¹⁷ Dazu dient nicht zuletzt die Öffentlichkeitsbeteiligung mit mündlichem Anhörungsverfahren, der unter anderem eine Aufklärungsfunktion zukommt.

¹¹⁸ Vgl. §§ 11, 12 UVPG.

¹¹⁹ Vgl. hierzu zunächst § 11 UVPG; daneben beispielsweise auch: BUNGE (1991 ff.), § 12, Rdn. 15, 26 f., 29 oder ERBGUTH & SCHINK (1996), § 11, Rdn. 1, 3 und 11.

7. Schließlich sind die verschiedenen ökosystemaren Auswirkungen ebenfalls in die behördliche Bewertung der Umweltauswirkungen und die Berücksichtigung der UVP einzubeziehen. Mit dieser Bestimmung werden die Verfahrensvorschriften des UVPG um eine entscheidende materiell-rechtliche Komponente ergänzt¹²⁰. Angesichts der nach wie vor weitgehend sektoral orientierten Bewertungsmaßstäbe in deutschem Fachrecht¹²¹ ist dies nicht einfach. Es gibt aber inzwischen einige Hilfestellungen, die etwa für den Bereich des von besonderen Problemen bestimmten deutschen Immissionsschutzrechts zeigen, daß dies sehr wohl möglich ist und damit die notwendige Änderung der Auslegung von Fachgesetzen nicht nur theoretisch¹²², sondern auch praktisch möglich ist. Unterstützung hierbei bieten z.B. KÜHLING & PETERS (1995a, b).

¹²⁰ Vgl. hierzu beispielsweise die kritische Auseinandersetzung mit der Rechtsprechung des BVerwG bei ERBGUTH (1997), S. 265 mit dort zu findenden weiteren Nachweisen, ferner bei SCHINK (1998), S. 179.

¹²¹ Vgl. stellvertretend etwa: ERBGUTH & SCHINK (1996), § 12, Rdn. 99 ff..

¹²² Der Umweltausschuß des Deutschen Bundestages hatte die Änderung der Auslegung der Fachgesetze durch die Berücksichtigung der Wechselwirkungen bei UVP-pflichtigen Vorhaben in Aussicht gestellt. Vgl.: Bericht der Kommission über die Durchführung der Richtlinie 85/337/EWG über die Umweltverträglichkeitsprüfung bei bestimmten öffentlichen und privaten Projekten vom 2. April 1993 (KOM (93) 28 endg.), Anhang über Deutschland, Nr. 3 g) [abgedruckt in: ERBGUTH & SCHINK (1996), S.744 ff.].

10 Ausblick

Im Rahmen des Vorhabens wurden die Anforderungen aufgearbeitet, die an die Bearbeitung von Wechselwirkungen zu stellen sind, sowie ein Vorgehenskonzept zur Berücksichtigung von Wechselwirkungen in der UVP entwickelt.

Für die tatsächliche Anwendbarkeit in der Praxis wie auch für die Etablierung von vorhabensbezogenen Methodenstandards der Umweltbeschreibung ist eine beispielhaft Umsetzung der aufgestellten Forderungen im Rahmen von Praxistests wünschenswert. Dies könnte z.B. durch die fachliche Begleitung eines entsprechenden UVP-Verfahrens erfolgen. Dabei müßte eine frühzeitige Beteiligung gewährleistet sein, da wesentliche für die Bearbeitung von Wechselwirkungen erforderliche Arbeitsschritte bereits zu Beginn des Verfahrens geleistet werden müssen.

Eine solche exemplarische Umsetzung wurde u.a. von den Teilnehmern der Workshops mehrfach angesprochen und als eine entscheidende Hilfe für die Praxis angesehen.

Ebenfalls im Rahmen von Praxistests können die Möglichkeiten der Bearbeitung und Darstellung solcher Kenntnislücken und Unsicherheiten veranschaulicht werden, die für die Bearbeitung der Wechselwirkungen von Bedeutung sind.

11 Zusammenfassung

Ziel des Forschungs- und Entwicklungsvorhabens des Umweltbundesamtes „Entwicklung einer Arbeitsanleitung zur Berücksichtigung der Wechselwirkungen in der Umweltverträglichkeitsprüfung“ (FKZ 297 13 180, Laufzeit 01.02.1998 – 15.03.2000, Forschungsnehmer Christian-Albrechts-Universität zu Kiel) war die Entwicklung einer praxistauglichen Arbeitshilfe für die Berücksichtigung der Wechselwirkungen in der UVP auf der Grundlage der verfügbaren Literatur und des Forschungsstandes.

Methode

Im Rahmen des Vorhabens wurde eine **Literaturrecherche** zum Thema „Wechselwirkungen“ durchgeführt. Dazu wurden

- rechtliche Grundlagen (Gesetze, Vorschriften und Kommentare),
- Leitfäden und Arbeitsanleitungen für die UVP,
- Praxisbeispiele aus deutschen Planungen sowie
- Literatur aus dem europäischen und außereuropäischen Ausland

herangezogen. Die Literatur wurde im Hinblick auf die vorhandenen Ansätze zur Definition und zur Bearbeitung von Wechselwirkungen in der UVP ausgewertet.

Im Rahmen des Forschungsvorhabens wurden zwei eintägige **Workshops** durchgeführt, in denen die Schwerpunkte des Vorhabens festgelegt und die entwickelten Ansätze diskutiert wurden. Die Anregungen und Verbesserungsvorschläge der Teilnehmer aus allen Bereichen der UVP-Praxis (Behörden, Gutachter, Forschungseinrichtungen) haben wesentlich zu den Inhalten dieses Berichts beigetragen.

Ergebnisse

Die Analyse der **rechtlichen Grundlagen** ergab, daß eine adäquate Berücksichtigung der Wechselwirkungen notwendiger Bestandteil jeder UVP ist. Dabei wird unter Wechselwirkungen ein wesentlicher Bestandteil der Umwelt verstanden, dessen Betrachtung und Bewertung in Ergänzung zur herkömmlichen sektoralen Betrachtungsweise einzelner Umweltmedien eine neue Qualität zum Inhalt hat. Diese Betrachtungsweise soll zu einer funktionalen Verknüpfung der einzelnen Umweltmedien und damit einer ganzheitlichen Betrachtung der Umwelt führen. Eine Definition dessen, was unter Wechselwirkungen materiell zu verstehen ist, wird dort aber nicht gegeben.

Aus **naturwissenschaftlicher Sicht** lassen sich Wechselwirkungen als energetische Prozesse, stoffliche Prozesse und Informationsprozesse zwischen den Bestandteilen der Umwelt auf ihren unterschiedlichen Organisationsebenen (z.B. Organismus, Population, Lebensgemeinschaft, Landschaft, Gesellschaft-Umwelt-System) auffassen. Diese Prozesse unterliegen Regulationsmechanismen, z.B. durch Rückkopplungen. Den Prozessen lassen sich spezifische Zeithorizonte und räumliche Maßstabsebenen zuordnen.

Die ausgewerteten **Anleitungen** und **Praxisbeispiele** wurden hinsichtlich der Definitionsansätze sowie der methodischen Hilfen zur Bearbeitung von Wechselwirkungen analysiert und zusammenfassend dargestellt. Dabei zeigte es sich, daß weder eine einheitliche Definition des Begriffs „Wechselwirkungen“ noch eine einheitliche Vorgehensweise bei der Berücksichtigung der Wechselwirkungen in der UVP existiert. Überwiegend wird die Ansicht vertreten, daß die Berücksichtigung der Wechselwirkungen zu einer gesamtökologischen Betrachtung der Umwelt in der UVP führen soll. Als methodisches Werkzeug wird hierfür häufig die Betrachtung von Wirkungsketten und –netzen vorgeschlagen. Dadurch können ausgehend von den direkten Auswirkungen eines Vorhabens indirekte Wirkungen (Folgewirkungen) erkannt werden. Hierfür finden sich in den Praxisbeispielen auch verschiedene Ansätze, u.a. durch eine Verknüpfung unterschiedlicher Wirkfaktoren (z.B. Emissionen) und Schutzgüter in Matrices. Eine medienübergreifende Betrachtung von Wechselwirkungen wird zwar in den Anleitungen teilweise gefordert („der Wald ist mehr als die Summe der Bäume“). Es werden hierfür aber keine konkreten Handlungsanleitungen gegeben, die zu neuen planungsrelevanten Aussagen führen würden. In den Praxisbeispielen fanden sich keine Ansätze für eine medienübergreifende Betrachtung von Wechselwirkungen.

Die **außereuropäische Literatur** (Leitfäden aus den USA und Kanada) setzt bei der Bearbeitung von Wechselwirkungen einen Schwerpunkt auf kumulative Wirkungen, die auf (oft gleiche oder ähnliche) Wirkfaktoren zurückzuführen sind, die von verschiedenen Vorhaben im gleichen Raum ausgehen. Diese Wirkungsüberlagerungen werden oft auch als Summationswirkungen bezeichnet. Wechselwirkungen im Sinne von komplexen Wirkungsgefügen bilden dabei nicht den Schwerpunkt der Betrachtungen.

In einer Studie im Auftrag der **Europäischen Kommission** zum Stand der Praxis bei der Bearbeitung von Wechselwirkungen werden indirekte Wirkungen, kumulative Wirkungen und Wechselwirkungen unterschieden, wobei letztere als indirekte Wirkung verstanden werden, die auf das Zusammenwirken unterschiedlicher direkter Wirkungen zurückzuführen sind.

Einen weiteren Arbeitsschwerpunkt bildete die Frage, ob Ansätze der **Ökosystemforschung** als Hilfen für die Bearbeitung der Wechselwirkungen in der Planungspraxis anwendbar sind. Für viele Teilbereiche sind in der Ökosystemforschung umfassende Modellvorstellungen der komplexen Prozeßgefüge der Umwelt entstanden, die zumeist auf umfangreichen Datenerhebungen beruhen. In diesen Modellen werden Regelmechanismen, Steuerungs- und Rückkopplungsprozesse berücksichtigt. In vielen Fällen wurden auf dieser Grundlage EDV-Modelle entwickelt, die die dynamische Entwicklung von Ökosystemen bei unterschiedlichen Eingangsvoraussetzungen simulieren sollen. Hinsichtlich der Anwendbarkeit in der UVP weisen die entwickelten Modelle einen unterschiedlichen Entwicklungsstand auf. Für viele Systeme ist ein hoher Aufwand für die Einarbeitung und die Ermittlung der Grundlagendaten erforderlich. Oft sind die Modelle für spezifische Untersuchungsräume entwickelt worden und können nicht ohne weiteres in andere Räume übertragen werden. Zudem sind die in den Modellen berücksichtigten Einflußgrößen selten auf typische in der UVP zu betrachtende Wirkfaktoren zugeschnitten. Für viele Modelle fehlt eine Validierung. Eine Anwendung ökosystemarer Modelle in

der Planungspraxis ist daher derzeit erst in Einzelfällen möglich und erfordert den Einsatz entsprechend ausgebildeter Fachwissenschaftler.

Darüber hinaus wird im Rahmen der Ökosystemforschung versucht, Ökosysteme durch hochintegrierende Indikatoren ganzheitlich zu charakterisieren. Diese Indikatoren – z.B. Stoff- und Energiebilanzen – entziehen sich derzeit aber aufgrund fehlender Bewertungsmaßstäbe einer Bewertung im Hinblick auf die Auswirkungen eines Vorhabens auf die Umwelt und sind daher nicht für eine medienübergreifende Bewertung von Auswirkungen eines Vorhabens geeignet. Integrierende Leitbilder wie „Gesundheit von Ökosystemen“ oder „Integrität von Ökosystemen“ sind aufgrund fehlender Indikatoren derzeit nicht hinreichend operationalisiert.

Definition

Auf der Grundlage der bestehenden Planungspraxis und Handlungsanleitungen und unter Berücksichtigung der naturwissenschaftlichen Ansätze wurde eine **Definition** für Wechselwirkungen entwickelt. Unter Wechselwirkungen im Sinne des § 2 UVPG werden die in der Umwelt ablaufenden Prozesse verstanden. Prozesse sind Teil der Umwelt und verantwortlich für ihren Zustand und ihre weitere Entwicklung. Prozesse sind in der Umwelt wirksam, indem sie z.B. bestimmte Zustände stabilisieren, Gradienten aufbauen oder ausgleichen oder zu periodischen oder sukzessiven Veränderungen führen. Die von einem Vorhaben verursachten Auswirkungen auf die Umwelt umfassen direkte Auswirkungen und Veränderungen von Prozessen, die zu indirekten Wirkungen führen. Diese indirekten Wirkungen können räumlich und zeitlich versetzt, abgeschwächt oder verstärkt auftreten. Auswirkungen auf Wechselwirkungen sind solche Auswirkungen auf Prozesse, die zu einem veränderten Zustand, einer veränderten Entwicklungstendenz oder einer veränderten Reaktion der Umwelt auf äußere Einflüsse führen.

Entwicklung einer Methode zur Berücksichtigung von Wechselwirkungen in der UVP

Aufbauend auf den vorgenannten Grundlagen wurde eine Methode für die Ermittlung, Beschreibung und Bewertung von Wechselwirkungen in der UVP entwickelt. Für die UVP relevante Prozesse wurden dargestellt und Kriterien für die Einbeziehung von Prozessen in die UVP erarbeitet. Hierzu gehören die Frage nach adäquaten zeitlichen und räumlichen Abgrenzungen, nach der Erheblichkeit der von Prozessen bewirkten Veränderungen sowie nach möglichen Bewertungsmaßstäben. Als UVP-relevante Prozesse lassen sich nennen:

1. Energetische, stoffliche und hydrologische Prozesse,
2. Biologische Prozesse,
3. Gesellschaftliche Prozesse,
4. Langfristige oder sporadisch auftretende äußere Prozesse.

Eine Bewertung von Veränderungen der in der Umwelt ablaufenden Prozesse an sich ist aufgrund fehlender Bewertungsmaßstäbe nicht möglich. Bewertbar sind vielmehr Leistungen und Potentiale des Naturhaushalts, die aufgrund von Veränderungen des Prozeßgeschehens Beeinträchtigungen unterliegen. Auswirkungen eines Vorhabens auf das Prozeßgefüge lassen sich daher nur anhand der

von ihnen verursachten Veränderungen von wertgebenden Leistungen und Potentialen bewerten. Dabei handelt es sich um eine sektorale Bewertung, die jedoch medienübergreifende Wirkungsgefüge berücksichtigt. Die Prognose der Veränderung von komplexen Prozeßgefügen sowie der dadurch entstehenden Veränderungen von Leistungen und Potentialen ist oft schwierig durchzuführen. Zur Gewährleistung einer wirksamen Umweltvorsorge sind daher auch Auswirkungen zu berücksichtigen, deren Vorhersage mit Unsicherheiten behaftet ist.

Eine medienübergreifende Betrachtung der Auswirkungen eines Vorhabens ist durch eine Zusammenschau der einzelnen sektoralen Auswirkungen im Hinblick auf **medienübergreifende Ziele** möglich. Hierfür lassen sich die folgenden Teilziele heranziehen, die das „Wohl der Allgemeinheit“ als übergeordnetes Ziel ausfüllen und die sich direkt aus den Zielen der UVP-RL ergeben:

- Schutz der menschlichen Gesundheit,
- Verbesserung der Umweltbedingungen als Beitrag zur Lebensqualität des Menschen,
- Erhaltung des Lebensraumpotentials für Pflanzen und Tiere.

In der erarbeiteten **Arbeitsanleitung** werden für die einzelnen Arbeitsschritte der UVP Hinweise für die Bearbeitung der in der Umwelt ablaufenden Prozesse gegeben. Diese beziehen sich u.a. auf

- die erforderliche interdisziplinäre Arbeitsweise zwischen den Fachgutachtern,
- die Bedeutung des Scopings für die Ermittlung wesentlicher Prozesse,
- die Berücksichtigung von Prozessen bei der Beschreibung der Umwelt,
- die Berücksichtigung und Darstellung von Prozessen bei der Ermittlung der Auswirkungen eines Vorhabens sowie
- die Möglichkeiten zur medienübergreifenden Bewertung von Prozeßgefügen.

Besonders zu betonen ist die Notwendigkeit einer frühzeitigen Auseinandersetzung mit den Prozeßgefügen des betroffenen Umweltausschnitts, da relevante Prozesse nicht im Nachhinein aus den Ergebnissen isolierter Bestandserfassungen abgeleitet werden können. Vielmehr muß bereits beim Scoping ein **Umweltmodell** vorliegen, das bezogen auf einzelne Teilräume die vermuteten entscheidungserheblichen Prozesse aufzeigt und das dem vorläufigen Untersuchungsrahmen zugrunde zu legen ist. Hieraus sind in der UVP zu berücksichtigende **Wirkungsketten** bzw. **–netze** und **Indikatoren für komplexe Wirkungsgefüge** abzuleiten. Dabei sind **Schnittstellen** zwischen den einzelnen Fachgutachtern zu definieren, die festlegen, welche Informationen über andere Schutzgüter jeweils für die Ermittlung von Auswirkungen erforderlich sind.

Die im Umweltmodell zugrunde gelegten Annahmen sind parallel zum Erkenntniszuwachs zu überprüfen und ggf. zu ergänzen. Hierfür ist ein regelmäßiger interdisziplinärer Austausch ggf. unter Beteiligung der zuständigen Behörden erforderlich („verfahrensbegleitendes Scoping“).

Als Grundlage für die sich anschließende **medienübergreifende Beschreibung und Bewertung der Auswirkungen** wird eine Zusammenschau der prognostizierten Auswirkungen auf die einzelnen Schutzgüter im Hinblick auf medienübergreifende Ziele vorgenommen. Eine derartige medienüber-

greifende Zusammenschau basiert im wesentlichen auf den bereits ermittelten o.a. sektoralen Auswirkungen, die ihrerseits bereits Prozesse und Prozeßgefüge berücksichtigen. Für die Zusammenschau werden dabei diejenigen (sektoralen) Merkmale der Umwelt ausgewählt und mit Hilfe von Indikatoren quantifiziert und bewertet, die eine Bewertung der Auswirkungen des Vorhabens im Hinblick auf die jeweilige medienübergreifende Zielsetzung erlauben. Die medienübergreifende Bewertung erfolgt durch die Zusammenfassung der mit Hilfe der Indikatoren vorgenommenen Einzelbewertungen zu einer **verbal-argumentativen Gesamtaussage** im Hinblick auf das Ziel bzw. Teilziel.

Für die Transparenz des Entscheidungsprozesses ist eine nachvollziehbare **Dokumentation der bearbeiteten Wechselwirkungen im UVP-Dokument** essentiell. Insbesondere ist das Umweltmodell mit den potentiell entscheidungserheblichen Prozessen sowie die hieraus abgeleiteten Wirkungsketten und -netze zu erläutern. In den einzelnen schutzgutbezogenen Kapiteln sind jeweils zu Beginn die bei der Prognose der Auswirkungen berücksichtigten Einflußfaktoren zu nennen, die anderen Schutzgütern zuzuordnen sind. Als Ergebnis sind neben den jeweiligen Veränderungen bei schutzgutbezogenen wertgebenden Merkmalen diejenigen Veränderungen zu benennen, die für andere Schutzgüter bedeutsam sind. Dabei sind auch die zugrunde gelegten räumlichen und zeitlichen Prognosehorizonte zu erläutern.

Eine medienübergreifende Betrachtung der Wechselwirkungen sollte in einem eigenen Kapitel erfolgen.

Abschließend wurde die Bedeutung einer adäquaten Darstellung von **Kenntnislücken** in der UVP erörtert. Dies trifft insbesondere auf Kenntnislücken im Zusammenhang mit komplexen Prozeßgefügen zu, da hier häufig mit Unsicherheiten und fehlenden wissenschaftlichen Kenntnissen zu rechnen ist.

Dokumentation/Leitfaden

Die Ergebnisse des Vorhabens wurden in einem Forschungsbericht dokumentiert. Für die Verwendung in der Praxis wurde zusätzlich ein kürzerer **Leitfaden** erstellt, der die für die Durchführung des UVP-Verfahrens wesentlichen Ergebnisse und die daraus resultierende Arbeitsanleitung enthält. Der Leitfaden richtet sich an Vorhabensträger, Gutachter und Behörden. Er soll die sachgerechte Ermittlung, Beschreibung und Bewertung von Wechselwirkungen in der UVP unterstützen.

12 Literatur

- Aerts, R. & Heil, G. W. (1993): Heathland: patterns and processes in a changing environment.- Dordrecht.
- Albin, S. (1997): Unmittelbare Anwendung von Richtlinien mit „Doppelwirkung“ im Umweltbereich – ein Scheinproblem? Anmerkungen anlässlich des „Großkrotzenburg“-Urteils des EuGH. – *Natur und Recht* 19(1): 29 – 33.
- Andrén, O.; Lindberg, T.; Paustian, K. & Rosswall, T. (Hrsg.) (1990): *Ecology of Arable Land*.- Copenhagen.
- Arbeitsgemeinschaft UVP-Gütesicherung (1992): UVP-Gütesicherung. Qualitätskriterien zur Durchführung von Umweltverträglichkeitsprüfungen. – Anforderungsprofil 1, 81 S., Dortmund.
- Asshoff, M. (1998): Expertensysteme in der bioökologischen Modellierung: Ein Beratungssystem zum Feuchtwiesenmanagement. – *Ecosys - Beiträge zur Ökosystemforschung Suppl.*
- Auge, J. (1997): Analyse von 150 Umweltverträglichkeitsstudien. – UVP-report 3/97:131.
- Bäck, L. & Jonasson, C. (1998): The Kiruna-Narvic Road and its Impact on the Environment and on Recreational Land Use.- *Ambio* 27(4): 345-350.
- Balla, S. & Müller-Pfannenstiel, K. (1997): Wechselwirkungen in planerischer und behördlicher Praxis. – UVP-report 4+5/97: 243-246 und 1/98: 32-36.
- Bechmann, A. (1998): Zur Bewertung für die Umweltverträglichkeitsprüfung – wie zeitgemäß ist die ökologische Risikoanalyse? – in: Lachmann, S & Rösel, B. (Hrsg.): Vom Krisenmanagement zum vorsorgenden Umweltschutz, S. 27 – 55.- Halle.
- Bechmann, A & Hartlik, J. (1998): Vom Gesetz zur Verwaltungsreform? – UVP-report 5/98: 246-251.
- Beirat für Naturschutz beim BMU (1995): Naturschutzforschung und -lehre: Situation und Forderungen. – *Natur und Landschaft* 70: 5-10.
- Bernhardt, A. & Jäger, K.-D. (1985): Zur gesellschaftlichen Einflußnahme auf den Landschaftswandel in Mitteleuropa in Vergangenheit und Gegenwart. – Beiträge zum Problemkreis des Landschaftswandels, Sitzungsbericht d. Sächsischen Akademie d. Wissenschaften zu Leipzig, math.-nat. Klasse 117(4): 5-56.
- BfG - Bundesanstalt für Gewässerkunde (1996): Umweltverträglichkeitsuntersuchungen an Bundeswasserstraßen. Materialien zur Bewertung von Umweltauswirkungen. – Mitteilung Nr. 9.- Koblenz, Berlin.
- Binz, H. R. & Wildi, O. (1988): Das Simulationsmodell MAB-Davos. – In: Schlußbericht Schweizer MAB-Programm 33.- Bern.
- Bliss, L. C.; Heal, O. W. & Moore, J. J. (Hrsg.) (1981): *Tundra ecosystems: a comparative analysis*.- Cambridge.
- BMU – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (1992): *Umweltpolitik. Konvention über die biologische Vielfalt*.- Bonn.
- BMU – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hrsg.) - o.J. - Konferenz der Vereinten Nationen für Umwelt und Entwicklung im Juni 1992 in Rio de Janeiro - Dokumente - Agenda 21.- Bonn.

- BMV – Bundesministerium für Verkehr & BMU – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (1992): Ökologische Anforderungen an Verkehrsprojekte – Verwirklichung Deutsche Einheit.- Bonn.
- BMV – Bundesministerium für Verkehr (1987): Hinweise zur Berücksichtigung des Naturschutzes und der Landschaftspflege beim Bundesfernstraßenbau (HNL-Stb 87).- Bonn.
- BMV – Bundesministerium für Verkehr (1992): Ergänzende Hinweise zu den Ökologischen Anforderungen an Verkehrsprojekte – Verwirklichung Deutsche Einheit.- Bonn.
- BMV – Bundesministerium für Verkehr (1994): Handbuch für Verträge über Leistungen der Ingenieure und Landschaftsarchitekten im Straßen- und Brückenbau. Stand 12/94.- Bonn.
- BMV – Bundesministerium für Verkehr (1996): Hinweise zu den entscheidungserheblichen Unterlagen gemäß § 6 UVPG für Bundesfernstraßen. Erarbeitet vom Bund-Länder-Arbeitskreis UVP im Straßenbau und Planungsbüro Froelich & Sporbeck.- Bonn.
- BMZ – Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit (Hrsg.) (1993): Umwelt-Handbuch Bd. I – III, Braunschweig (engl. Fassung 1995).
- Bonk, A. (1998): Beiträge der Ökosystemforschung zum Problemfeld Wechselwirkungen in Umweltverträglichkeitsuntersuchungen. – Diplomarbeit Universität Kiel.
- Box, E. O. (1981): Macroclimate and plant forms: an introduction to predictive modelling in phytogeography.- In: Tasks for vegetation science 1.- Den Haag.
- Brösel, I. (1998): Verwaltungsvorschriften, Richtlinien und Arbeitshilfen für die Umweltverträglichkeitsprüfung. - 13 S.. - in: Storm, P.-CH.; Bunge, Th. (Hrsg.) - Handbuch der Umweltverträglichkeitsprüfung (HdUVP). Ergänzbare Sammlung der Rechtsgrundlagen, Prüfungsinhalte und -methoden für Behörden, Unternehmen, Sachverständige und die juristische Praxis. - Loseblatt-Sammlung, Kennzahl 9600, Berlin.
- Brüning, H. (1995a): Die häufigsten Mängel beim Scoping. Erfahrungsbericht aus über 100 UVP-Verfahren in Schleswig-Holstein. – UVP-report, 2/95: 75 - 77, Hamm.
- Brüning, H. (1995b): Wechselwirkungen: Rechtliche Anforderungen und Schleswig-Holsteinische Praxis. – Akademie für Natur und Umwelt Schleswig-Holstein Tagungsband 4: 24-41.
- Brüning, H. (1996a): Europäisches Naturschutzrecht im Vollzug der Bundesländer - Erfahrungen aus der Arbeit von Naturschutzverbänden in Schleswig-Holstein.- In: Czybulka, D. (Hrsg.): Naturschutzrecht und Landschaftsplanung in europäischer Perspektive. - Rostocker Schriften zum Seerecht und Umweltrecht 1: 73 – 94.
- Brüning, H. (1996b): UVP in Schleswig-Holstein – bis heute Mangelware. – UVP-report 1/96:17-22.
- Brzeziecki, B.; Kienast, F. & Wildi, O. (1995): Modelling potential impacts of climate change on the spatial distribution of zonal forest communities in Switzerland. – Journal of Vegetation Science 6: 257-268.
- Bunge, Th. (1991 ff.): Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPG). Kommentar. - in: Storm, P.-C.; Bunge, T. (Hrsg.) - Handbuch der Umweltverträglichkeitsprüfung (HdUVP). Ergänzbare Sammlung der Rechtsgrundlagen, Prüfungsinhalte und -methoden für Behörden, Unternehmen, Sachverständige und die juristische Praxis. - Loseblatt-Sammlung, Kennzahl 0600, Berlin.
- Calliess, Ch. (1996): Zur unmittelbaren Wirkung der EG-Richtlinie über die Umweltverträglichkeitsprüfung und ihrer Umsetzung im deutschen Immissionsschutzrecht. – NVwZ, 15(4): 339 – 342.

- CEAA – Canadian Environmental Assessment Agency (1998a): Reference Guide Addressing Cumulative Environmental Effects.- Quebec.
- CEAA – Canadian Environmental Assessment Agency (1998b): Draft Cumulative Effects Assessment Practitioners Guide.- Quebec.
- CEQ – Council of Environmental Quality of the USA (1997): Considering cumulative effects.- Washington.
- Costanza, R. (1993): Toward an operational definition of ecosystem health. In: Costanza, R., Norton B. & Haskell, B.D.: Ecosystem health, S. 239-256.- Washington.
- De Groot (1992): Functions of Natur.
- Dörner, D., Kreuzig, H.W., Reither, F. & Ständel, T. (1983): Lohhausen. Vom Umgang mit Unbestimmtheit und Komplexität. Forschungsbericht Universität Bamberg.
- Duelli, P., Studer, M. & Katz, E. (1990): Minimalprogramme für die Erhebung und Aufbereitung zooökologischer Daten als Fachbeiträge zu Planungen am Beispiel ausgewählter Arthropodengruppen. – Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz 32: 211-222.
- Dürr, H.-P. (1991): Wissenschaft und Wirklichkeit. Über die Beziehung zwischen dem Weltbild der Physik und der eigentlichen Wirklichkeit. – In: Dürr, H.-P. & Zimmerli, H.: Geist und Natur, Scherz, S. 28-46.- Bern, München, Wien.
- EBA – Eisenbahn-Bundesamt (Hrsg.) (1998): Leitfaden zur Umweltverträglichkeitsprüfung und naturschutzrechtlichen Eingriffsregelung für die Betriebsanlagen der Eisenbahnen des Bundes sowie Magnetschwebbahnen. Loseblatt-Ausgabe, Stand 1998.- 75 S. und Anhänge.
- Ebenhöh, W. (1993): Coexistence of similar species in models with periodic environments. – Ecological Modelling 68: 227-247.
- Eissing, H. & Louis, H. (1996): Rechtliche und fachliche Anforderungen an die Bewertung von Eingriffen. – Natur und Recht 10: 785-488.
- Ekschmitt, K., Breckling, B. & Mathes, K. (1996): Unsicherheit und Ungewißheit bei der Erfassung und Prognose von Ökosystementwicklungen. – Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie, 26: 495-500.
- Ellenberg, H.; Meyer, R. & Schauer mann, J. (Hrsg.) (1986): Ökosystemforschung. Ergebnisse des Solling-Projekts.- Stuttgart.
- Epiney, A. (1996): Unmittelbare Anwendung und objektive Wirkung von Richtlinien - Zur Entscheidung des EuGH vom 11.8.1995 - Rs. C-431/92 – Großkrotzenburg. – In: DVBl., S. 409 - 414.
- Erbguth, W. & Schink, A. (1996): Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung. Kommentar. - 2. Auflage.- München.
- FGSV – Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (1990): Merkblatt zur Umweltverträglichkeitsstudie in der Straßenplanung (MUVS).- Köln.
- Fischer, H. S. (1994): Simulation der räumlichen Verteilung von Pflanzengesellschaften auf der Basis von Standortkarten. Dargestellt am Beispiel des MaB-Testgebietes Davos. – Veröffentlichungen des Geobotanischen Instituts der ETH Zürich 122.- Zürich.
- Frank, K.; Drechsler, M. & Wessel, C. (1994): Überleben in fragmentierten Lebensräumen - Stochastische Modelle zu Metapopulationen. – Zeitschrift für Ökologie und Naturschutz 3: 167-178.
- Fränze, O.; Straskraba, M. & Jørgensen, S. E. (1995): Ecology and ecotoxicology.- In: Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry B7, S. 19-154.

- Gassner, E. & Winkelbrandt, A. (1997): UVP. Umweltverträglichkeitsprüfung in der Praxis. - 3. Auflage.- München, Berlin.
- Gauch, H. G. (1982): Multivariate analysis in community ecology.- Cambridge.
- Gigon, A. (1983): Über das biologische Gleichgewicht und seine Beziehungen zur ökologischen Stabilität. – Berichte des Geobotanischen Institutes der ETH Zürich, Stiftung Rübel 50: 149-177.
- Glänzer, U. (1993): Perspektiven zur Umweltverträglichkeitsstudie in Bayern – künftige Anforderungen, Möglichkeiten und Grenzen. – Laufener Seminarbeiträge 2/93: 110-119.
- Goodall, D. W. (1989): Simulation modelling for ecological applications. – Coenoses 4(3): 175-180.
- Groß, G. Heimann, D., Neis, J. & Kunka, R. (1998): Zur Bedeutung von Regionalwinden für das Klima. – UVP-report 4/98: 186-189.
- Haber, W. (1993): Von der ökologischen Theorie zur Umweltplanung. – Gaia 2: 96-106.
- Heidt, E. & Plachter, H. (1996): Bewerten im Naturschutz. Probleme und Wege zu ihrer Lösung. – Beiträge der Akademie für Natur- und Umweltschutz Baden-Württemberg 23: 193-252.
- Heil, G. W. & Bobbink, R. (1993): „Calluna“, a simulation model for evaluation of impacts of atmospheric nitrogen deposition on dry heathlands. – Ecological Modelling 68: 161-182.
- Heil, G. W. (1984): Nutrients and the species composition of heathlands.- Utrecht.
- Henle, K. & Kaule, G. (Hrsg.)(1994): Arten- und Biotopschutzforschung für Deutschland.- Jülich.
- Hesler, A. (1994): Wirkungsgefüge im Flächennutzungsplan – Strategische Planung mit dem Sensitivitätsmodell.- Frankfurt a.M.
- Hesler, A.v. (1994): Wirkungsgefüge im Flächennutzungsplan.- Frankfurt a.M.
- Hien, E. (1997): Die Umweltverträglichkeitsprüfung in der gerichtlichen Praxis. – Natur und Recht 19(5): 422 - 428.
- Holling, C. S. (1973): Resilience and stability of ecological systems. – Annual Review of Ecology and Systematics 4: 1-23.
- Holling, C. S. (1983): Terrestrial Ecosystems. Local surprise and global change.- In: Clark, W. C. & Munn, R. E. (Hrsg.) Sustainable development of the biosphere. S. 292-317., Cambridge.
- Hoplitschek, E. (1996): Alleen, Eisenbahnlandschaften, historische Gärten – Refugien für Kultur und Natur. – UVP-report 2/96: 80-83.
- Hoppe, W. (Hrsg.) (1995): Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPG). Kommentar.- Berlin, Bonn, München.
- Hörmann, G. (Red.) (1995): Auswirkungen einer Temperaturerhöhung auf die Ökosysteme der Bornhöveder Seenkette. – Ecosys 2, 246 S.
- Hübler, K.-H. (1998): Ist die Plan- und Programm-UVP der Königsweg der Umweltpolitik im Jahr 2002? – UVP-report 2/98: 65-68.
- Institut für Landschaftspflege und Naturschutz der Universität Hannover (1996): Methodik der Eingriffsregelung, Teil III. Gutachten im Auftrage der Länderarbeitsgemeinschaft Naturschutz, Landschaftspflege und Erholung. – LANA Schriftenreihe 6, 146 S.
- Jarass, H.D. (1995): Konflikte zwischen EG-Recht und nationalem Recht vor den Gerichten der Mitgliedstaaten. - DVBl. S. 954 - 962.
- Jessel, B. (1995): Die Umweltverträglichkeitsprüfung vor dem Hintergrund des Natur- und Umweltschutzes. – UVP-report 5/95: 245-247.

- Jessel, B. (1998): Landschaften als Gegenstand von Planung. Theoretische Grundlagen ökologisch orientierten Planens. – Beiträge zur Umweltgestaltung, Band A 139.
- Jørgensen, S. E. (1990): Modelling in ecotoxicology.- Amsterdam.
- Kay, J.J. (1993): On the nature of ecological integrity: some closing comments.- In: Woodley, S.J., Kay, J.J. & Francis, G.: Ecological integrity and the management of Ecosystems, S. 201-214.- University of Waterloo and Canadian Park Service.- Ottawa.
- Kelschbach, M. & Nesselhauf, G. (1997): Integrative Sukzessionsprognose zu dynamischen Landschaftsveränderungen – Wechselwirkungen zwischen Boden und Vegetation bei Veränderung des Standortpotentials. – UVP-report 2/97:108-112.
- Kleinschmidt, V. (1993): Die Bewertung in UVS und UVP – Empfehlungen für Gutachter und Behörden. – Laufener Seminarbeiträge 2/93: 99-104.
- Kleyer, M., Kaule, G. & Henle, K. (1992): Landschaftsbezogene Ökosystemforschung für die Umwelt- und Landschaftsplanung. – Zeitschrift für Ökologie und Naturschutz 1: 35-50.
- Koch, M. (1993): Die Bedeutung einer Festlegung des voraussichtlichen Untersuchungsrahmens („Scoping“) für die nachfolgende Umweltverträglichkeitsstudie. – Laufener Seminarbeiträge 2/93: 26-32.
- Koch, M. (1996): Qualitätssicherung und -kontrolle bei der Umweltverträglichkeitsprüfung. – UVP-report 3+4/96:121-226.
- Krause, C.L. & Henke, H. (1980): Beispielhafte Untersuchung von Wirkungszusammenhängen im Rahmen der Landschaftsplanung. – Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz 20.
- Kühling, D. & Röhrig, W. (1996): Mensch, Kultur- und Sachgüter in der UVP. – UVP-spezial Band 12, 168 S.
- Kühling, W. & Peters, H.-J. (1995): Luftverunreinigungen. - in: Storm, P.CH. & Bunge, Th. - 1988 ff. - Handbuch der Umweltverträglichkeitsprüfung (HdUVP). Ergänzbare Sammlung der Rechtsgrundlagen, Prüfungsinhalte und -methoden für Behörden, Unternehmen und die juristische Praxis. - Loseblatt-Ausgabe, Kennziffer 2710, 103 S.- Berlin.
- Landschaftsverband Rheinland; Rheinischer Verein für Denkmalpflege und Landschaftsschutz; Seminar für Historische Geographie an der Universität Bonn (Hrsg.) (1994): Kulturgüterschutz in der Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP). Bericht des Arbeitskreises „Kulturelles Erbe in der UVP“. - zugleich: Kulturlandschaft, 4. Jahrgang, Sonderheft 2. - 72 S.- Köln, Bonn.
- Lauenroth, W.K., Urban, D.L., Coffin, D.P., Parton, W.J., Shugart, H.H., Kirchner, T.B. & Smith, T.M. (1993): Modelling vegetation structure-ecosystem process interactions across sites and ecosystems. – Ecological Modelling 67: 49-80.
- Lenz, R. & Schall, P (1991): Theorie und Modellierung von Waldschadensprozessen im Fichtelgebirge – ihre hierarchische Strukturierung und technologische Anwendung. – Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie 19/3: 647-661.
- Leser, H. (1991): Landschaftsökologie. 3. Auflage.- Stuttgart.
- Lindacher, R. (1996): Verifikation der potentiellen natürlichen Vegetation mittels Vegetationssimulation am Beispiel der TK 6434 „Hersbruck“. – Hoppea 57: 5-143.
- Louis, H.W. (1994): Bundesnaturschutzgesetz; Kommentar der unmittelbar geltenden Vorschriften. Braunschweig.
- Luhmann, N. (1990): Ökologische Kommunikation.- Opladen.

- Lütke Twenhöven, F. (1992): Untersuchungen zur Wirkung stickstoffhaltiger Niederschläge auf die Vegetation von Hochmooren. – Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft Geobotanik Schleswig-Holstein/Hamburg 44.
- Maarel, E. van der & Sykes, M. (1993): Small scale species turnover in a limestone grassland: the carousel model and some comments on the niche concept. – *Journal of Vegetation Science* 4: 179-188.
- Marks, R., Müller, M.J., Leser, H. & Klink, H.-J. (1989): Anleitung zur Bewertung des Leistungsvermögens des Landschaftshaushaltes. – *Forschungen zur deutschen Landeskunde* 229.
- Maxwell, T. & Costanza, R. (1993): An approach to modelling the dynamics of evolutionary self-organization. – *Ecological Modelling* 69: 149-161.
- Meier, H (1997): Möglichkeit der Koordination von Eingriffsregelung und UVP. – UVP-report 3/97:134-138.
- Misereor & BUND (Hrsg.) (1996): Zukunftsfähiges Deutschland. Ein Beitrag zu einer global nachhaltigen Entwicklung.- Basel.
- MNU SH – Ministerium für Natur und Umwelt Schleswig-Holstein (Hrsg.) (1994): Wechselwirkungen in der Umweltverträglichkeitsprüfung – Von der Begriffsdefinition zur Anwendbarkeit.- Kiel.
- MNU SH – Ministerium für Natur und Umwelt Schleswig-Holstein (Hrsg.) (1995): Umweltauswirkungen in der Umweltverträglichkeitsprüfung.- Kiel.
- Mogge, B. (1995): N₂O-Emissionen und Denitrifikationsabgaben von Böden einer Jungmoränenlandschaft in Schleswig-Holstein. – *ECOSYS Suppl.* 9.
- Müller, F. (1996): Ökosystemforschung und Wechselwirkungen. - Akademie für Natur und Umwelt Schleswig-Holstein Tagungsband 4: 61-82.
- Müller, F., Breckling, B. Bredemeier, M. Grimm, V. Malchow, H., Nielsen, S.N. & Reiche, E.W. (1997a): Entwicklung von Ökosystemen. Emergente Ökosystemeigenschaften. In: Fränze, O., Müller, F. & Schröder, W. (Hrsg.): *Handbuch der Umweltwissenschaften*, Kap. III-2.5.- Landsberg.
- Müller, F.; Breckling, B.; Bredemeier, M.; Grimm, V.; Malchow, H.; Nielsen, S. N. & Reiche, E. W. (1997b): Ökosystemare Selbstorganisation. In: Fränze, O., Müller, F. & Schröder, W. (Hrsg.): *Handbuch der Umweltwissenschaften*, Kap. III-2.4.- Landsberg.
- Müller-Pfannenstiel, K. & Winkelbrandt, A. (1993): Naturschutzfachliche Mindestanforderungen an Umweltverträglichkeitsstudien vor dem Hintergrund von Planungsbeschleunigungen. – *Laufener Seminarbeiträge* 2/93: 40-58.
- Münchener Rück (1999): Topics. Naturkatastrophen 1998. Jahresrückblick.- München.
- Naujokat, D. (1997): Nährstoffbelastung und Eutrophierung stehender Gewässer. Möglichkeiten und Grenzen ökosystemarer Entlastungsstrategien am Beispiel der Bornhöveder Seenkette.- Darmstadt.
- Nilsson, J. & Grennbelt, P. (Hrsg.) (1988): Critical loads for sulphur and nitrogen.- Stockholm.
- Nowok, C. (1994): Räumliche Struktur und Gewässerbelastung im Quellgebiet der alten Schwentine.- Diplomarbeit Geogr. Inst. Univ. Kiel.
- Okasen, L. (1988): Ecosystem organization: mutualism and cybernetics or plain darvinian struggle for existence? – *American Naturalist* 131: 424-444.
- Ökosystemforschungszentrum Kiel (1997): Basiskonzeption für eine Indikation der Ökosystem-Funktionalität. unveröff. Tagungsskript.

- Peters, H.-J. (1995a): Die Bewertung in der Umweltverträglichkeitsprüfung. – In: Pfaff-Schley, H. (Hrsg.): Die Umweltverträglichkeitsprüfung, S. 51-56.
- Peters, H.-J. (1994): Die UVP-Richtlinie der EG und die Umsetzung in das deutsche Recht. Gesamthafter Ansatz und Bewertung der Umweltauswirkungen.- Baden-Baden.
- Peters, H.-J. (1995b): Das Recht der Umweltverträglichkeitsprüfung. Band 1. Vorschriftensammlung mit Einführung in das UVP-Recht.- Baden-Baden.
- Peters, H.-J. (1996): Das Recht der Umweltverträglichkeitsprüfung. Band 2. UVPG Kommentar einschließlich 9. BImSchV, AtVfV, BauGB, BBergG und LUVPG.- Baden-Baden.
- Peters, H.-J. (1997a): Zum umweltrechtlichen Begriff der Wechselwirkungen. – UVP-report 4+5/97: 256.
- Peters, W. (1997b): Zur Theorie der Modellierung von Natur und Umwelt.- Berlin.
- Pietsch, J. & Wachtler, T. (1996): Modellierung von Bewertungsprozessen und Wahrnehmungskontexten. – Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie 26: 501-510.
- Pietsch, J. (1992): Kommunale Umweltinformationssysteme - Eine Standortbestimmung.- In: Du Bois, W. & Zimmermann, K. O. (Hrsg.): Umweltdaten in der kommunalen Praxis.- Taunusstein.
- Reiche, E.-W. (1995): Ein Modellsystem zur Erstellung regionaler Wasser- und Stoffbilanzen.- In: Ostendorf, B. (Hrsg.): Räumlich differenzierte Modellierung von Ökosystemen. – Bayreuther Forum Ökologie 13: 121-128.
- Reiche, E.-W. (1996): WASMOD - Ein Modellsystem zur gebietsbezogenen Simulation von Wasser- und Stoffflüssen - Darstellung des aktuellen Entwicklungsstandes. – Ecosys 4: 143-164.
- Reiche, E.-W., Meyer, M., & Dibbern, I. (1999): Modelle als Bestandteile von Umweltinformationssystemen, dargestellt am Beispiel des Methodenpaketes „DILAMO“.- In: Blaschke, T. (ed.) Umweltmonitoring und Umweltmodellierung. GIS und Fernerkundung als Werkzeuge einer nachhaltigen Entwicklung.- Heidelberg.
- Riecken, U. (1992): Planungsbezogene Bioindikation durch Tierarten und Tiergruppen. Grundlagen und Anwendung. – Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz 36.
- Rychnovská, M. (Hrsg.) (1993): Structure and functioning of seminatural meadows.- Amsterdam.
- Sadler, B. (1996): Environmental Assessment in a changing World – Evaluating Practice to Improve Performance; Hrsg.: Canadian Environmental Assessment Agency / IAIA – International Association for Impact Assessment.- Quebec.
- Schaefer, M. & Tischler, W. (1983): Wörterbücher der Ökologie. Ökologie. – 2. Auflage.- Stuttgart, New York.
- Schemel, H.-J. (1990): Handbuch zur Umweltbewertung, Konzept und Arbeitshilfe für die kommunale Umweltplanung und Umweltverträglichkeitsprüfung.- Dortmund, München, Hannover.
- Schimming, C.-G., Mette, R., Reiche, E.-W., Schrautzer, J. & Wetzel, H. (1995): Stickstoffflüsse in einem typischen Agrarökosystem Schleswig-Holsteins. Meßergebnisse, Bilanzen, Modellvalidierung. – Zeitschrift für Pflanzenernährung und Bodenkunde 158: 313-322.
- Schink, A. (1998): Die Umweltverträglichkeitsprüfung – eine Bilanz. - Natur und Recht 20(4): 173-180.
- Schink, A. (1999): Auswirkungen des EG-Rechts auf die Umweltverträglichkeitsprüfung nach deutschem Recht. – NVwZ, 18(1): 11-19.
- Scholles, F. (1995): Was ist eine „wirksame Umweltvorsorge“? – UVP-report 5/95: 257-258.
- Scholles, F. (1997): Abschätzen, Einschätzen und Bewerten in der UVP.- Dortmund.

- Schrautzer, J.; Asshoff, M. & Müller, F. (1996): Restoration strategies for wet grasslands in Northern Germany. – *Ecological Engineering* 7: 255-278.
- Schröder, W. (1998): Ökologie und Umweltrecht als Herausforderung natur- und sozialwissenschaftlicher Lehre.- In: Daschkeit, A. & Schröder, W.: *Umweltforschung quergedacht. Perspektiven integrierter Umweltforschung und -lehre*, S. 329-357.- Heidelberg.
- Seggelke, J. (1994): *Ganzheitlicher integrierter Modellansatz für DV-gestützte Informationssysteme am Beispiel Umweltschutz*.- Polykopie.
- Sonesson, M. (Hrsg.) (1980): Ecology of a subarctic mire. – *Ecological Bulletins* 30.
- Spoerr, W. (1996): Die Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Ausführung des Gesetzes über die Umweltverträglichkeitsprüfung.- *NJW* 1996(2): 85-88.
- Sporbeck, O., Balla, S., Borkenhagen, J. & Müller-Pfannenstiel, K. (1997a): Arbeitshilfe zur praxisorientierten Einbeziehung der Wechselwirkungen in Umweltverträglichkeitsstudien für Straßenbauvorhaben.- Bonn.
- Sporbeck, O., Balla, S., Borkenhagen, J. & Müller-Pfannenstiel, K. (1997b): Die Berücksichtigung von Wechselwirkungen in Umweltverträglichkeitsstudien zu Bundesfernstraßen. – *Forschungsarbeiten aus dem Straßen- und Verkehrswesen* 106.
- Spranger, T. (1992): Erfassung und ökosystemare Bewertung der atmosphärischen Deposition und weiterer oberirdischer Stoffflüsse im Bereich der Bornhöveder Seenkette. – *Ecosys Suppl.* 4.
- SRU – Der Rat von Sachverständigen für Umweltfragen (1994): *Umweltgutachten 1994*.- Stuttgart.
- Steinberg, R. & Klössner, B. (1994): Zur unmittelbaren Wirkung von Umweltschutz-Richtlinien der Europäischen Gemeinschaft. - *Bayerische Verwaltungsblätter* 2: 33 - 39.
- TMUL – Thüringer Ministerium für Umwelt und Landesplanung (1994): *Leitfaden Umweltverträglichkeitsprüfung und Eingriffsregelung in Thüringen*.
- Tobias, K. & Jessel, B. (1997): Psychologische und genetische Grenzen menschlichen Verhaltens in der Umwelt. – *UVP-report* 2/97: 95-99.
- UBA – Umweltbundesamt (1997): 4. Europäischer UVP-Workshop: Die UVP für Politiken, Pläne und Programme - 4th European Workshop on Environmental Impact Assessment.- UBA-Forschungsbericht 101 02 178.- Berlin.
- Vester, F. & Hesler, A.v. (1980): *Sensitivitätsmodell. Regionale Planungsgemeinschaft Untermain*.- Frankfurt.
- Vieting, U. (1998): Schutz archäologischer Quellen bei Verkehrsplanungen. – *UVP-report* 5/98: 236-240.
- Wächtler, J. (1992): Leistungsfähigkeit von Wirkungsprognosen in Umweltplanungen. – *Werkstattberichte des Instituts für Landschaftsökologie der TU Berlin* 41.
- Waffenschmidt, C. (1997): Die Wechselwirkungen im Sinne von § 2 des deutschen Umweltverträglichkeitsprüfungsgesetzes (UVPG) – Eine Untersuchung aus landschaftsökologischer Sicht.- Diplomarbeit Universität Basel.
- Waffenschmidt, Ch.; Potschin, M. (1998): Wechselwirkungen bei Umweltverträglichkeitsprüfungen. Ein Konzept zur Bewertung der Wechselwirkungen gemäß § 2 UVPG. – *UVP-report*, 2/98: 113-117.
- Walker, L.J., Johnston, J., Napier, H. & Clark, D. (1999): *Guidelines for the Assessment of Indirect and Cumulative Impacts as well as Impact Interactions*. Bericht im Auftrag der Europäischen Kommission, DG XI.- Brüssel.

- Wende, W. (1997): Störfallanalysepflichtige Vorhaben und Anlagen in der UVP. – UVP-report 3/97: 175-176.
- Wilhelmsen, U. (Red.) (1994): Ökosystemforschung Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer - Eine Zwischenbilanz. – Schriftenreihe des Nationalparks Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer 5.
- Winter, G. (1991): Rechtsschutz gegen Behörden, die Umweltrichtlinien der EG nicht beachten. - Natur und Recht 13(10): 453-457.
- Wissel, C. & Stephan, T. (1994): Bewertung des Aussterberisikos und das Minimum-Viable-Population-Konzept. – Zeitschrift für Ökologie und Naturschutz 3: 155-159.
- Witt, A. (1996): Die UVP in den Ländern. – UVP-report 1/96: 6-10.
- Wood, Christopher (Hrsg.) (1989): Environmental Impact Assessment – Five Training Case Studies, Occasional Paper No. 19.- Manchester.
- Woodley, S., Kay, J. & Francis, G. (Hrsg.) (1993): Ecological integrity and the management of ecosystems.- Ottawa.
- Zeitz, J., Vogel, I., Tölle, R. & Lehrkamp, H. (1997): Entwicklung eines Bewertungsverfahrens und Erarbeitung von Richtlinien zum Schutz der Bodenfunktionen in Niedermooren Brandenburgs. – Ökologische Hefte der Landwirtschaftlich-Gärtnerischen Fakultät Berlin 8.
- Zepp, H. (1994): Geoökologische Ansätze zur Bewertung des Leistungsvermögens des Landschaftshaushaltes. Versuchungen, Grenzen und Möglichkeiten aus der Sicht der universitären Praxis. – NNA-Berichte 1/94: 105-114.
- Zölitz-Möller, R.; Schleuss, U. & Heinrich, U. (1993): Integration of GIS, data bank and simulation models for ecosystem research and environmental assessment. – In: Reiche, E.-W.; Harts, J.; Ottens, H. F. L. & Scholten, H. J. (Hrsg.): EGIS '93 Conference proceedings. EGIS Foundation.- Utrecht.

Gesetze, Richtlinien

- BauGB: Baugesetzbuch in der Fassung der Bekanntmachung vom 27. August 1997. – BGBl. I, S. 2141 ff.
- BergB: Bundesberggesetz vom 13. August 1980. - BGBl. I, S. 1310 ff.. - zuletzt geändert durch Gesetz vom 6. Juni 1995. - BGBl. I, S. 778.
- FFH-Richtlinie: Richtlinie 92/43/EWG des Rates vom 21. Mai 1992 zur Erhaltung der natürlichen Lebensräume sowie der wildlebenden Tiere und Pflanzen. - ABl. EG vom 22. Juli 1992, Nr. L 206, S. 7 - 50.
- Gesetz zur Erleichterung von Investitionen und der Ausweisung und Bereitstellung von Wohnbauland (Investitionserleichterungs- und Wohnbaulandgesetz) vom 22. April 1993, BGBl. Teil I, S. 466 ff..
- HmbUVPG Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung in Hamburg vom 10. Dezember 1996. - Hamb. GVBl. S. 310.
- IVU-Richtlinie: Richtlinie des Rates 96/61/EG vom 24. September 1996 über die integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung. - ABl. EG vom 10. Oktober 1996, Nr. L 257, S. 26 - 40.
- LUVPG: Landesgesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung vom 12. Dezember 1991. - GBl. S. 848 ff.. - zuletzt geändert durch Gesetz vom 8. Juni 1995. - GBl. S. 417.

ROG: Raumordnungsgesetz vom 18. August 1997.- BGBl. I, S. 2081 ff..

Übereinkommen über die Umweltverträglichkeitsprüfung im grenzüberschreitenden Rahmen vom 25. Februar 1991. - ABl. EG, Nr. C vom 24. April 1992, S. 7 ff.

UVP-Änderungsrichtlinie: Richtlinie 97/11/EG des Rates vom 3. März 1997 zur Änderung der Richtlinie 85/337/EWG über die Umweltverträglichkeitsprüfung bei bestimmten öffentlichen und privaten Projekten. ABl. EG, Nr. L 73, S. 5.

UVPG NW: Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung im Lande Nordrhein-Westfalen vom 29. April 1992. - GV. NW. S. 175 ff.

UVPG: Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPG) vom 12. Februar 1990 - verkündet als Artikel 1 des Gesetzes zur Umsetzung der Richtlinie des Rates vom 27. Juni 1985 über die Umweltverträglichkeitsprüfung bei bestimmten öffentlichen und privaten Projekten (85/337/EWG) vom 12.2.1990. - BGBl. I, S. 205. - zuletzt geändert durch Gesetz vom 18. August 1997. - BGBl. I, S. 2081.

UVPG-Bln: Berliner Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung vom 21. Juli 1992. – GVBl. S. 234 ff.

UVP-RL: Richtlinie des Rates vom 27. Juni 1985 über die Umweltverträglichkeitsprüfung bei bestimmten öffentlichen und privaten Projekten (85/337/EWG). - Abl. EG, Nr. L 175 vom 5.7.1985, S. 40.

UVP-V Bergbau: Verordnung über die Umweltverträglichkeitsprüfung bergbaulicher Vorhaben vom 13. Juli 1990. - BGBl. I, S. 1420 ff.

UVPVwV: Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Ausführung des Gesetzes über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPVwV) vom 18. September 1995. - GMBI. S. 671.

Vogelschutzrichtlinie: Richtlinie des Rates vom 2. April 1979 über die Erhaltung der wildlebenden Vogelarten (79/409/EWG). - ABl. EG vom 25.4.1979, Nr. L 103, S. 1 - 6.