

Einsatz Geographischer Informationssysteme für die Strategische Umweltprüfung für Hochwasserschutzpläne nach § 31d WHG

Nicole HAUSTEIN

(Universität Kassel, Fachbereich 06: Architektur, Stadt- und Landschaftsplanung, FG Landschaftsplanung, Gottschalkstraße 28, 34109 Kassel, nicole.haustein@uni-kassel.de)

1. EINLEITUNG

Mit Hochwasserschutzplänen werden sowohl technische (Hochwasserrückhaltebecken, Dezentrale Rückhalte) als auch natürliche Maßnahmen des Hochwasserschutzes (Gewässerrenaturierung, Rückhalt in der Fläche usw.) planerisch vorbereitet. In Deutschland ist nach Novellierung des UVPG (Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung) im Mai 2005 eine Strategische Umweltprüfung bei der Erarbeitung von Hochwasserschutzplänen durchzuführen (vgl. Anlage 3 UVPG). Aufgabe der Strategischen Umweltprüfung ist es, die negativen und positiven Umweltwirkungen von Hochwasserschutzmaßnahmen frühzeitig als Entscheidungsgrundlage für die Wasserwirtschaft zu ermitteln und zu bewerten. Bei paralleler Erarbeitung von Umweltbericht und Hochwasserschutzplan können über mehrere Bewertungs- und Rückkoppelungsprozesse die Planungen zu Hochwasserschutzmaßnahmen für ein Flusseinzugsgebiet schrittweise optimiert werden. Unter Berücksichtigung umweltplanerischer, raumplanerischer und hydrologischer Aspekte kann ein auf Nachhaltigkeit ausgerichtetes Hochwasserschutzkonzept erarbeitet werden. Negative Umweltwirkungen können bereits auf der vorbereitenden Planungsebene erkannt und vermieden bzw. vermindert werden. Umgekehrt können Synergien mit Zielen der Umwelt- und Raumplanung z.B. durch die planerische Vorbereitung von Maßnahmen des natürlichen Hochwasserschutzes gesucht und für den Hochwasserschutz genutzt werden. Nachhaltige Lösungskonzepte, die eine Vielzahl möglicher Handlungsoptionen des Hochwasserschutzes aufzeigen und berücksichtigen, können gerade für große Flusseinzugsgebiete nur mit Hilfe von Geographischen Informationssystemen effektiv erarbeitet werden.

Strategische Umweltprüfung (SUP) und Hochwasserschutzplanung sind in Deutschland neu eingeführte Planungsinstrumente, für die in der Praxis kaum Erfahrungen zur Umsetzung vorliegen. In einem Forschungsvorhaben „Creating New Landscapes for Flood Risk Management“ wird im Zeitraum von 2003-2006 die Durchführung einer Strategischen Umweltprüfung an der Universität Kassel modellhaft für die Einzugsgebiete von Fulda und Diemel (Hessen, BRD) erprobt. Das Forschungsvorhaben ist Teil eines internationalen Forschungsvorhabens mit den Kurztitel „Floodscape“ (<http://www.floodscape.net/newsite/>) unter Beteiligung von Forschungspartnern in England, Belgien, Niederlanden und Deutschland. Das Forschungsvorhaben wird finanziert mit Mitteln der Europäischen Union (Programm INTERREG IIB), Region Nord-West-Europa und dem Hessischen Ministerium für Umwelt, ländlichen Raum und Verbraucherschutz. Im Rahmen des deutschen Teilprojektes wird unter Leitung des Fachgebietes Wasserbau/ Wasserwirtschaft an der Universität Kassel ein Hochwasserschutzplan für die Einzugsgebiete von Fulda und Diemel erarbeitet. Weitere Projektpartner im deutschen Teilprojekt sind die TU Braunschweig (Leichtweiß-Institut für Wasserbau), die Technische Universität Darmstadt (Institut IWAR – FG Umwelt- und Raumplanung), die Universität Kassel (FG Landschaftsplanung/Naturschutz sowie das Wissenschaftliche Zentrum für Umweltsystemforschung). Die Strategische Umweltprüfung zum Hochwasserschutzplan wird durch das Fachgebiet Landschaftsplanung/ Naturschutz an der Universität Kassel bearbeitet.

Zentrale Aufgabe der SUP ist die Ermittlung, Prognose und Bewertung der Umweltwirkungen von Hochwasserschutzplänen. Gegenstand der SUP sind bauliche Maßnahmen des Hochwasserschutzes. Für die Umweltbewertung von Hochwasserschutzmaßnahmen in dem 7415 km² großen Untersuchungsgebiet (hess. Teil der Einzugsgebiete) wurde eine GIS-gestützte Bewertungsmethodik entwickelt. Damit können Umweltwirkungen verschiedener Maßnahmentypen des Hochwasserschutzes systematisch bewertet und für die spätere Entscheidung mit Öffentlichkeitsbeteiligung nachvollziehbar dargestellt werden.

Mit dem vorliegenden Beitrag soll am Beispiel der „Strategischen Umweltprüfung zum Hochwasserschutzplan Fulda/ Diemel“ aufgezeigt werden, wie unter Einsatz von GI- Systemen ein umweltverträgliches Hochwasserschutzkonzept erarbeitet werden kann. Im Einzelnen soll dargestellt werden:

Was der Untersuchungsgegenstand der Strategischen Umweltprüfung ist und welche Arbeitsschritte für die Beschreibung der Umweltwirkungen vollzogen wurden.

Welche Datengrundlagen für die Beschreibung der Umwelt und die Darstellung von Umweltwirkungen von Hochwasserschutzmaßnahmen verwendet wurden.

Wie GIS Daten aufbereitet und der Aufgabenstellung entsprechend modifiziert wurden, um eine Beurteilung von Umweltwirkungen zu ermöglichen.

Wie in Anlehnung an die Ökologische Risikoanalyse eine EDV gestützte Bewertung der Umweltwirkungen durchgeführt wird.

Wie im Ergebnis dieser Bewertungen ein optimiertes Hochwasserschutzkonzept erarbeitet wird.

2. ERMITTLUNG, PROGNOSE UND BEWERTUNG VON UMWELTWIRKUNGEN VON HOCHWASSERSCHUTZMAßNAHMEN

2.1 Untersuchungsgegenstand und Arbeitsschritte der SUP

Der Untersuchungsraum der SUP erstreckt sich auf den hessischen Teil des Einzugsgebietes von Fulda und Diemel mit einer Gesamtgröße von 7415 km². Weitere Teile der Einzugsgebiete (ca 1280 km²) liegen in Nordrheinwestfalen, Thüringen und Bayern und wurden bei der Bearbeitung der SUP nicht berücksichtigt, da der Hochwasserschutzplan für den hess. Teil des Einzugsgebietes erarbeitet wurde. Die Einzugsgebiete von Fulda und Diemel sind Teileinzugsgebiete der Weser und liegen im deutschen Mittelgebirge. Der Untersuchungsraum umfasst einen überwiegend ländlich geprägten Raum mit Wald und landwirtschaftlich geprägten Offenlandschaften. Größere Städte sind Kassel, Fulda und Bad Hersfeld. Der Untersuchungsraum ist von Sommer- und Winterhochwassern betroffen. Intensive Gewitterereignisse haben in den letzten Jahren im Untersuchungsgebiet bereits zu zwar lokal begrenzten, aber mit hohen Schäden verbundenen Hochwassern geführt.

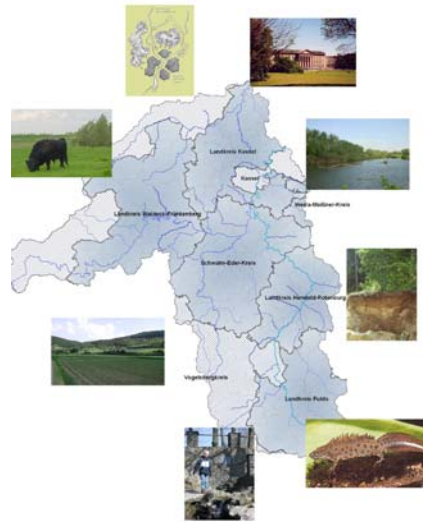


Abb. 1 Untersuchungsraum und Schutzgüter der Strategischen Umweltprüfung

Vor diesem Hintergrund wird ein Hochwasserschutzplan für die beiden Einzugsgebiete im hess. Teil erarbeitet. Aufgabe des Planes ist es, Schadensrisiken und Hochwasserstände zu mindern, sowie Hochwasserbewußtsein und Hochwasserinformation zu verstärken bzw. zu verbessern. Inhalt eines Hochwasserschutzplanes sind folgende Maßnahmen und Instrumente (vgl. Röttcher 2001):

Maßnahmen des natürlichen Hochwasserschutzes: Flächenmaßnahmen, Wasserrückhalt in der Aue und am Gewässer

Maßnahmen des technischen Hochwasserschutzes: Hochwasserrückhaltungen, Lokale Schutzmaßnahmen

Maßnahmen und Instrumente des vorsorgenden Hochwasserschutzes: Flächen-, Bau-, Verhaltens- und Risikovorsorge.

Gegenstand der SUP sind die Maßnahmen des Hochwasserschutzplanes, die raumwirksam sind und positive oder negative Wirkungen auf die Schutzgüter Boden, Wasser, Klima, Biologische Vielfalt, Flora & Fauna, Landschaft, Mensch einschl. menschl. Gesundheit sowie Sach- und Kulturgüter haben. Maßnahmen und Instrumente des vorsorgenden Hochwasserschutzes werden in der SUP nicht berücksichtigt, da von diesen keine erheblichen Wirkungen auf die Umwelt ausgehen. Als erheblich müssen vor allem die Inhalte des Planes angesehen werden, die UVP-pflichtige Vorhaben vorbereiten (Bau von Stauwerken, Deichen oder Dämmen, Baggerungen in Flüssen und Seen zur Gewinnung von Mineralien, Erstaufforstungen). Kernaufgabe der SUP ist es, einen Beitrag zur Entwicklung von Alternativen zu leisten, indem die zu berücksichtigenden Umweltbelange und die durch Maßnahmen entstehenden Umweltfolgen dargestellt werden. Der Beitrag der SUP kann in dem Aufzeigen von Restriktionen einerseits und dem Aufzeigen von Synergien mit Umweltzielen andererseits liegen. Vor diesem Hintergrund kann durch die Wasserwirtschaft ein optimiertes Planungskonzept erarbeitet werden.

Im Forschungsvorhaben werden mehrere Alternativen für einen nachhaltigen und umweltverträglichen Hochwasserschutz aufgezeigt. Der Beitrag der SUP zur Alternativenentwicklung und zur Umweltfolgenabschätzung erfolgt in mehreren Arbeitsschritten:

Beurteilung der derzeitigen Umweltsituation im Einzugsgebiet und Darstellung der möglicherweise durch Hochwasserschutzmaßnahmen betroffenen räumlich konkretisierbaren Umweltziele.

Entwurf eines Landschaftsszenarios zum „Potentiell natürlichen Zustand“ des Einzugsgebietes. Im „Potentiell natürlichen Zustand“ wird ein gedachter Zustand des Einzugsgebietes simuliert, in dem keine anthropogenen Einflüsse auf das Untersuchungsgebiet bestehen. Das Landschaftsszenario dient der Ermittlung des natürlicherweise auftretenden Hochwasserabflusses.

Ermittlung und Bewertung von Umweltwirkungen für verschiedene fiktive Szenarien des Hochwasserschutzes: kleine und mittlere Hochwasserrückhaltebecken, Retention in der Fläche, Gewässerrenaturierung, Maßnahmen in der Landwirtschaft, Maßnahmen im Bereich potentieller Kiesabbauflächen. Für das gesamte Einzugsgebiet wird angenommen, dass lediglich Maßnahmen eines Types realisiert werden. Die Szenarien sind fiktiv und dienen im Rahmen der SUP dazu, die positiven und negativen Wirkungen bestimmter Maßnahmentypen im Planungsraum systematisch und nachvollziehbar zu erfassen und zu bewerten. Mit Hilfe der Szenarien soll die Auswahl von Maßnahmentypen und Standorten für vernünftige, tatsächlich realisierbare Maßnahmen vorbereitet werden.

Erarbeitung von Empfehlungen für die Auswahl von Maßnahmentypen und möglichen Standorten auf Grundlage der Szenarien.

Auswahl von Maßnahmentypen und Standorten für vernünftige, tatsächlich realisierbare Maßnahmenkonzepte, sogenannte „Strategische Alternativen“ (STA). In den STA werden in unterschiedlichem Umfang Maßnahmen des natürlichen und des technischen Hochwasserschutzes miteinander kombiniert. Die Zusammenstellung der Maßnahmenkombinationen erfolgt im Forschungsvorhaben aufgrund der für einzelne Maßnahmentypen berechneten hydrologischen Effektivität (Beitrag der Wasserwirtschaft und Hydrologie) unter Berücksichtigung der Ergebnisse der SUP und unter Berücksichtigung der Belange der Raumplanung. Darüber hinaus werden die entstehenden Kosten für Hochwasserschutzmaßnahmen bei der Zusammenstellung von Maßnahmenkombinationen berücksichtigt.

Abschließende Ermittlung und Bewertung von Umweltwirkungen von drei unterschiedlichen Strategischen Alternativen im Rahmen der SUP.

Erarbeitung von Hinweisen zu Vermeidungs-, Verminderungs- und Kompensationsmaßnahmen, sowie zu Nachfolgeverfahren (FFH-Verträglichkeitsprüfung, Umweltverträglichkeitsprüfung) und zum Monitoring.

Für die Durchführung der SUP sind umfangreiche Raumanalysen durchzuführen, die nur mit GIS Einsatz zu bewerkstelligen sind. Im Forschungsvorhaben wurde für die Umweltfolgenbewertung ARCGIS 9 der Firma ESRI und Microsoft Excel eingesetzt. Darüber hinaus wird für eine 3D-Visualisierung von Maßnahmentypen des Hochwasserschutzes das Softwarepaket VNS 2 (Visual Nature Studio) verwendet (vgl. dazu auch den CORP Beitrag von Müller J., Stemmer, B. 2006).

2.2 Datengrundlagen – räumlich konkretisierbare Kriterien für die Umweltfolgenbewertung

Die Umweltwirkungen der Hochwasserschutzmaßnahmen werden in Text und Karten in einem Umweltbericht dargestellt. In diesem werden die voraussichtlichen erheblichen Umweltwirkungen der Durchführung des Plans und die vernünftigen Alternativen ermittelt, beschrieben und bewertet. Aufgrund der Größe des Einzugsgebietes kann zur Beschreibung der Umwelt nur auf vorhandene Datengrundlagen zurückgegriffen werden. Eigene Erhebungen sind auf der Maßstabsebene des Hochwasserschutzplanes für das gesamte Einzugsgebiet nicht möglich. Im Rahmen der Bestandserfassung wurden Datengrundlagen verwendet, die es ermöglichen Aussagen über die Bedeutung von Landschaftsräumen zur Erfüllung bestimmter Umweltfunktionen zu machen. Die Operationalisierung von Umweltfunktionen erfolgte anhand räumlich konkretisierbarer Kriterien, die einzelnen Schutzgütern des UVPG zugeordnet wurden. Es wurden nur solche Kriterien erfasst, für die Wirkungen durch folgende Hochwasserschutzmaßnahmen zu erwarten sind:

- Hochwasserrückhaltebecken,
- Maßnahmen zur Retention in der Fläche (Vorlandwälle, Auwaldanpflanzung, Anlage von Nebengerinnen),
- Gewässerrenaturierung durch Anlage eines Uferstreifens beidseitig des Gewässers,
- Umwandlung von konventioneller landwirtschaftlicher Nutzung in konservierende landwirtschaftliche Nutzung bzw. Umwandlung von Acker in Grünland,
- techn. Maßnahmen zum Rückhalt von Wasser im Bereich potentieller Kiesabbauflächen,
- Dezentrale Rückhalte.

Einen zusammenfassenden Überblick über die in der Umweltfolgenbewertung verwendeten räumlich konkretisierbaren Kriterien gibt Tabelle 1.

Für die Bestandserfassung zur Umweltsituation und für die Ermittlung der Umweltziele im Untersuchungsraum war es von zentraler Bedeutung, dass mit dem „Landschaftsrahmenplan Nordhessen“ (RP Kassel 2000) und dem „Landschaftsrahmenplan Mittelhessen“ (RP Giessen 1998) zwei akute Fachplanungen mit Angaben zur Umweltsituation und zu Umweltzielen des Naturschutzes als GIS-Daten vorlagen. Auf dieser Grundlage konnten Flächen mit Bedeutung für die Bereitstellung der nachfolgend genannten Umweltfunktionen im Untersuchungsraum ermittelt werden:

Erholungsfunktionen in der freien Landschaft und im Siedlungsbereich (Schutzgut Mensch),

Bedeutung für Vielfalt, Eigenart und Schönheit der Landschaft (Schutzgut Landschaft),

Biotopverbundfunktion und Lebensraumfunktion von Biotopen bzw. Habitaten (Schutzgut Flora & Fauna, biologische Vielfalt).

Bei der Datenverwendung erwies es sich als problematisch, dass für die Erarbeitung der Landschaftsrahmenpläne keine einheitlichen Standards existieren. Die Aufstellung der Landschaftsrahmenpläne wurde in Hessen jeweils für Regierungsbezirke vorgenommen. Das Untersuchungsgebiet erstreckt sich auf Flächen der Regierungsbezirke Kassel und Giessen. Die Planaussagen der beiden Fachplanungen waren inhaltlich z.T. unterschiedlich, so dass zu einigen Themenkomplexen keine Zusammenführung der Daten in eine Datei möglich war. Einige Daten waren zwar inhaltlich vergleichbar, konnten aber aufgrund unterschiedlicher Datenbankstrukturen nicht zusammengefasst werden. Ein weiteres Problem stellte die mangelnde Aktualität der Daten dar. Aufgrund aktueller Schutzgebietsausweisungen, insbesondere im Bereich der FFH-Gebietsmeldungen bei der EU, mussten daher anstelle der in der Landschaftsrahmenplanung dargestellten Schutzgebiete die Datensätze des NATUREG verwendet werden. NATUREG hält als zentrales digitales Naturschutzregister für das Bundesland Hessen aktuelle Sach- und Geodaten zu allen Flächen mit rechtlichen Bindungen (Schutzgebiete, Kompensationsflächen, Investitionsflächen) vor (vgl. HMULV 2005). Der Beitrag der Landschaftsrahmenplanung lag vor allem darin, dass sie aus Umweltsicht bedeutsame Flächen ohne rechtliche Bindungen darstellt. Für eine weitere inhaltliche Qualifizierung der Umweltfolgenbewertung wären Flächenabgrenzungen der besonders schützenswerten Biotope notwendig gewesen. Daten zB. in Form einer selektiven Biotoptypenkartierung lagen für das Untersuchungsgebiet aber nicht vor bzw. waren nicht verfügbar. Für eine weitergehende qualifizierte Bewertung der Wirkungen von Hochwasserschutzmaßnahmen auf Flora & Fauna wären entsprechende Datensätze wünschenswert gewesen.

Bereitstellung von Umweltfunktionen bzw. Gefährdung	Räumlich konkretisierbares Kriterium	Quelle / Datengrundlage
Schutzgut Boden		
Lebensraum Regulation Naturhaushalt	Böden mit Auendynamik	HLUG: Fachinformationssystem Boden - Bodenkarte Hessen (BDK 50)
Archiv	Geol. Geschützte Objekte	RP Kassel / RP Giessen: Landschaftsrahmenplan
Schadstoffeintrag	Altlastenverdachtsfläche	HLUG: Karten der Altflächen
Schutzgut Wasser		
Wasserdagebot	Trinkwasserschutzzonen	HLUG: Umweltatlas
Lebensraum Naturhaushalt	Gewässerstrukturgüte	HLUG: Umweltatlas
Lebensraum	Zielgewässer und Wandergewässer Lachs	Schwevers: Fischereiökologisches Fachgutachten
Schutzgut Klima		
Klimatischer Ausgleich	Regionalplanerisch bedeutsame Frischluftleitbahn (Regionalplan)	RP Kassel / RP Giessen: Regionalplan
	Überwärmte Siedlungsbereiche (Klimafunktionskarte)	HMULV: Klimagutachten Hessen
Schutzgut Biologische Vielfalt		
Artenvielfalt	FFH-Gebiet	HMULV: NATUREG
	Vogelschutzgebiet	
	Brutgebiet / Rastgebiete mit internationaler, nationaler, regionaler und lokaler Bedeutung	RP Kassel / RP Giessen: Landschaftsrahmenplan
Schutzgut Flora & Fauna		
Lebensraum seltener Arten	Naturschutzgebiet	HMULV: NATUREG
	Nationalpark	
	Biosphärenreservat	
Biotopverbund	Biotopverbund Fließgewässer	RP Kassel / RP Giessen: Landschaftsrahmenplan

	Biotopverbund Magerrasen (nur Maßnahmen Landwirtschaft)	
Schutzgut Landschaft		
Vielfalt, Eigenart und Schönheit der Landschaft	Landschaftsschutzgebiet	HMULV: NATUREG
	Freizuhaltende Fläche aus Gründen des Landschaftsbildes	RP Kassel / RP Giessen : Landschaftsrahmenplan
	Historische Kulturlandschaft	
Schutzgut Mensch		
Erholungsraum	Naturpark	HMULV: NATUREG
	Gebiet für landschaftsbezogene Erholung	RP Kassel / RP Giessen: Landschaftsrahmenplan
	Bedeutsame innerstädtische Grünflächen	
Schutzgut Sach- & Kulturgüter		
Produktion	Ackerflächen	Hess. Landesvermessungsamt ATKIS, HLUG: Natürliche Standorteignung für landbauliche Nutzung

Tab.1 : Räumlich konkretisierbare Kriterien für die Umweltfolgenbewertung

Regional bedeutsame Frischluftleitbahnen wurden auf Grundlage des digital vorliegenden Regionalplans „Nordhessen“ (RP Kassel 2000) bzw. „Mittelhessen“ (RP Giessen, 1998) erfasst. Überwärmte Siedlungsbereiche konnten aus dem „Klimagutachten Hessen“, das als GIS-Datensatz beim HMLUV vorlag, übernommen werden. Auf dieser Grundlage konnten im Rahmen der Umweltfolgenbewertung Standorte ermittelt werden, die als besonders empfindlich gegenüber einer Abriegelung von Talquerschnitten (z.B. durch Hochwasserrückhaltebecken oder Auwaldanpflanzung) eingestuft werden müssen.

Eine weitere wichtige Datengrundlage bildete der „Umwelatlas Hessen“ (HLUG 2004), der vom Hessischen Ministerium für Umwelt und Geologie (HLUG) geführt wird und umfangreiche GIS-Daten zur Umweltsituation bereithält. Mit den GESIS Daten lagen Informationen zur Gewässerstrukturgüte für 100m Abschnitte aller Fließgewässer im Einzugsgebiet vor. Zum Einsatz kamen zwei Datensätze, da der Bewertungsdatensatz GESIS lediglich die Bewertung der Fließgewässerabschnitte entsprechend der Gewässerstrukturgütekartierung enthält. Der Erfassungsdatensatz GESIS stellt demgegenüber umfangreiche Daten zum Gewässertyp, zur Gewässersohle, zum Gewässerprofil, zur Breitenvarianz, zu Ufergehölzen, Uferverbau, Flächennutzung im Gewässerumfeld usw. zur Verfügung. Für die Beurteilung von Habitatstrukturen am Uferstrandstreifen und im Gewässer ist dieser Datensatz daher viel besser geeignet, als der Bewertungsdatensatz mit aggregierten Bewertungsergebnissen. Auf Basis der GESIS Daten wurden für die Umweltfolgenbewertung Fließgewässerabschnitte ermittelt, für die durch die Anlage von Ufergehölzstreifen eine Verbesserung der Fließgewässerstruktur angestrebt werden sollte.

In analoger Form lagen Angaben zu Ziel- und Wandergewässern für die Wiederansiedlung des Lachses im Wesereinzugsgebiet vor. Da Fulda und Diemel zu den wichtigsten Reproduktionsgewässern für den Lachs im Wesereinzugsgebiet zählen und durch Hochwasserschutzmaßnahmen positive (z.B. durch Renaturierung) aber auch negative Wirkungen (z.B. Unterbrechung der Fließgewässerdurchgängigkeit durch Hochwasserrückhaltebecken) zu erwarten sind, wurden diese Gewässer im GIS dargestellt und bei der Bewertung von Standorten für einzelne Maßnahmentypen des Hochwasserschutzes berücksichtigt. Über eine Berechnung des Fließgewässergefälles in längszonaler Richtung wurde darüber hinaus eine Einteilung der Fließgewässer in Leitfischregionen vorgenommen. Auf dieser Basis konnten im Umweltbericht Aussagen zu Wirkungen von Maßnahmen auf typische Arten der Fischregionen räumlich konkretisiert werden.

Die Daten zu Wasserschutzgebieten (Trinkwasserschutzzonen I-III) dienen dazu, Räume zu konkretisieren, die als besonders empfindlich gegenüber Schadstoffeinträgen im Falle eines Einstaus im Bereich der Hochwasserschutzmaßnahmen eingestuft werden müssen. Ebenso wurde für Standorte mit Altablagerungen und Altstandorte ein erhöhtes Risiko des Schadstoffaustrages angenommen.

Für die Darstellung der Flächennutzung wurden Daten aus dem Amtlichen Topographischen Informationssystem (ATKIS) des Hessischen Landesvermessungsamtes verwendet. Auf dieser Grundlage wurde im Rahmen der SUP die Flächeninanspruchnahme von Hochwasserschutzmaßnahmen berechnet. Da Hochwasserschutzmaßnahmen überwiegend lokal sehr schmale und kleine Flächen beanspruchen, war im Rahmen der Umweltfolgenbewertung eine detaillierte Erfassung der Fließgewässer und der angrenzenden Auebereiche erforderlich. Trotz des Bearbeitungsmaßstabes von 1:100.000 wurden daher sehr genaue Angaben über die Flächennutzung in den Auen benötigt. CORINE Landcover erschien für die Abbildung der Flächennutzung aufgrund des Erfassungsmaßstabes als zu ungenau. Darüber hinaus werden in CORINE verschiedene Flächennutzungen in kleinteilig parzellierten Landschaften in den Objektklassen „Komplexe Parzellenstrukturen“ und „Landwirtschaft und natürliche Bodenbedeckung“ zusammengefasst. Zudem sind kleinere Fließgewässer in CORINE gar nicht erfasst. Detaillierte Aussagen insbesondere zur Inanspruchnahme landwirtschaftlicher Flächen waren auf dieser Grundlage nicht möglich. ATKIS enthält demgegenüber eine detaillierte räumliche Darstellung und Klassifizierung von Offenlandstrukturen in der Aue.

Als weitere Datengrundlage wurden die Bodendaten aus dem Fachinformationssystem Boden (HLUG 2004) verwendet. Das Fachinformationssystem Boden enthält Angaben zu den Bodentypen und zur Standorteignung für Vegetation. Für die Beurteilung von Bodenfunktionen und für die Abgrenzung der eigentlichen Aue waren die in den Datensätzen enthaltenen Angaben zur Auendynamik der Böden von hoher Bedeutung. Das digitale Geländemodell (DGM im 40x40m-Raster) wurde in Verbindung mit den Daten zu Bodentypen dazu genutzt, einen gedachten Zustand des Einzugsgebietes „Bodenbedeckung ohne anthropogene Einflüsse“ zu simulieren. Dieser „Potentiell natürliche Zustand des Einzugsgebietes“ wurde im Rahmen des Projektes verwendet, um den „natürlichen Hochwasserabfluss“ zu berechnen. Es wurde für die Simulation des „Potentiell natürlichen Zustandes“ davon ausgegangen, dass sich unter Wegfall aller anthropogener Einflüsse in Abhängigkeit von den Bodentypen, den Klimaverhältnissen und dem Einfluss von Großherbivoren eine überwiegend durch Wald geprägte Landschaft im Einzugsgebiet entwickeln würde. Lediglich in Bereichen mit natürlicher Auendynamik und häufigeren Hochwasserereignissen, sowie an klimabegünstigten Standorten wurde von einem größeren Einfluss von Großherbivoren bzw. von natürlichen Hochwasserkatastrophen auf die heutige potentiell natürliche Vegetation nach Bohn U. (1996) und Schröder L. (1994) ausgegangen. Im „Potentiell natürlichen Zustand“ wird daher ein Wald-Hochstauden-Offenland-Verhältnis von jeweils einem Drittel für Standorte mit natürlicher Auendynamik und einer geringen Hangneigung angenommen, da davon ausgegangen werden kann, daß Herden von Großherbivoren, sowie der Biber im Auenbereich starke Einflüsse auf die Landschaftsgestalt haben (vgl. dazu u.a. Holtmeier, F.K. 2002, Gerken & Schirmherr 1995). Für klimabegünstigte Süd- bzw. Süd-West-Hänge wird ein Offenlandanteil aufgrund der bevorzugten Nutzung durch Großherbivoren insbesondere im Frühjahr vermutet. Mit Hilfe des „Spatial Analyst“ wurden diese Süd- und Süd-West-Hänge auf Grundlage des

DGM ermittelt und als Flächen mit einem höheren Offenland- und Hochstaudenanteil ausgewiesen. Auf dieser Grundlage wurde durch die Hydrologie der natürliche Hochwasserabfluss berechnet.

2.3 Umweltwirkungen und Wirkräume von Hochwasserschutzmaßnahmen

Im GIS wurde überprüft, welche Flächen mit welchen Nutzungen und mit welchen Umweltfunktionen für einzelne Maßnahmen des Hochwasserschutzes in Anspruch genommen werden. In den Szenarien wurden folgende Flächen und Maßnahmentypen betrachtet:

Hochwasserrückhaltebecken: Damm und Staubereich der Rückhaltebecken (insgesamt 108 Standorte im gesamten Einzugsgebiet).

Vorgesehen werden im Einzugsgebiet kleine und mittlere Hochwasserrückhaltebecken mit einer Dammhöhe von 15 bzw. 6 Metern. Aufgrund der Topographie im Einzugsgebiet können Becken i.d.R. nicht seitlich vom Gewässer gelagert werden und müssen vorwiegend im Hauptschluss realisiert werden.

Gewässerrenaturierung: 5 bzw. 10m breiter Uferstreifen entlang aller Fließgewässer mit erheblichen Sturkturdefiziten (schlechter GW-Strukturgüteklasse III ausserhalb von Ortschaften). Zur Abgrenzung der Wirkräume im GIS wurde ein 5m breiter Puffer beidseitig der Gewässer bis 10m Breite und ein 10m breiter Puffer für Gewässer ab 10m Breite und mit einer Gewässerstrukturgüteklasse schlechter III angelegt.

Landwirtschaft: Umwandlung von konventioneller landwirtschaftlicher Nutzung in konservierende Landwirtschaft bzw. Umwandlung in Grünland. Auf Grundlage der Daten zur Karte „Standorteignung Landwirtschaft- Potentielle Erosionsgefährdung - Bodenerosion“ (HLUG 1999) und der aktuellen Ackernutzung nach ATKIS wurden Flächen ermittelt, für die aufgrund einer Bodenerosionsgefährdung eine Umstellung der landwirtschaftlichen Nutzung angestrebt werden sollte. Durch die konservierende Landwirtschaft wird das Rückhaltevermögen der Böden für Wasser erhöht, wenn der Boden nicht gefroren ist oder bereits durch vorherige Niederschläge gesättigt ist.

Retention in der Fläche: Anlage von Auwald bzw. Vorlandwällen in der Aue, sowie Anlage von Nebengerinnen entlang der Fließgewässer in den größeren und flachen Talauen. Durch die Maßnahmen wird die Rauigkeit der Aue heraufgesetzt und Wasser in der Fläche zurückgehalten.

Nutzung von Kieslagerflächen: Nutzung aller Vorrang- bzw. Vorbehaltsflächen für Kiesabbau (Regionalplan) zum Rückhalt von Wasser in der Fläche. Als Maßnahmen auf diesen Flächen werden vor allem gesteuerte Rückhalte vorgesehen, die seitlich des Gewässers gelagert sind.

Für die Szenarien wurden für alle möglichen Standorte Wirkräume im GIS abgegrenzt. Durch Überlagerung mit den räumlich konkretisierbaren Kriterien (vgl. Tabelle 1) wurde festgestellt, ob Kriterien von der Maßnahme betroffen sind. Darüber hinaus wurden die Inanspruch genommenen Flächennutzungen nach ATKIS ermittelt. Zur Abschätzung von Wirkungen der Maßnahmen auf das Landschaftsbild und zur Visualisierung der Maßnahmentypen im Rahmen einer Öffentlichkeitsbeteiligung wurden einzelne Maßnahmentypen zusätzlich mit Visual Nature Studio visualisiert (vgl. Mülder J., Stemmer, B. 2006).

3. BEWERTUNGSVERFAHREN ZUR BEWERTUNG VON UMWELTWIRKUNGEN

Für die Untersuchung und Bewertung planungsbedingter Umweltfolgen gelten derzeit Ökologische Risikoanalysen und dazu ergänzend die verbal- argumentativen Bewertungsansätze als die geeignetsten Methoden (vgl. Jacoby 1999, S.403). Die Ökologische Risikoanalyse wurde von Bachfischer (1978) entwickelt und in der Praxis der Umweltverträglichkeitsprüfung ständig weiterentwickelt. Die Methodik ermöglicht es, für eine Vielzahl von Kriterien über mehrere Bewertungs- und Aggregationsschritte Umweltfolgen zusammenfassend zu bewerten. Umweltfolgen werden dabei nicht nur auf der Sachebene erfasst, sondern auch anhand gesellschaftlich festgelegter Normvorstellungen bewertet. Die Ökologische Risikoanalyse konkretisiert sich nach Bachfischer (1978, S.79ff) in den folgenden Arbeitsschritten:

Zerlegung des komplexen Wirkungsgefüges des Systems Mensch-Umwelt in weitgehend unabhängige Teilsysteme

Ermittlung der Intensität der potentiellen Beeinträchtigung

Ermittlung der Empfindlichkeit der Teilsysteme gegenüber Beeinträchtigungen

Einschätzung des Risikos der Beeinträchtigung

Einschätzung des Umweltrisikos unter Berücksichtigung der Bedeutung zur Erfüllung von Umweltfunktionen.

Formalisierte Bewertungsverfahren eignen sich vor allem für komplexe Planungsaufgaben. Planungsmaßstab und Komplexität der Aufgabe (Zahl der Standorte und möglichen Maßnahmentypen mit unterschiedlichen positiven und negativen Wirkungen der Maßnahmen, Größe des Untersuchungsgebietes, Anzahl der zu berücksichtigenden Kriterien) erfordern für die SUP zum Hochwasserschutzplan die Anwendung eines formalisierten Bewertungsverfahrens. Im Rahmen des Forschungsvorhabens wurde daher eine EDV-gestützte Methodik in Anlehnung die Ökologische Risikoanalyse entwickelt. In der Ökologischen Risikoanalyse werden in der bisherigen Praxis überwiegend negative Umweltwirkungen erfasst. Im vorliegenden Anwendungsfall sind neben negativen Wirkungen auch vielfach positive Wirkungen auf die Schutzgüter des UVPG zu erwarten. Daher wurden z.T. Begriffe der Ökologischen Risikoanalyse neu definiert: Anstelle des Risikobegriffs wird der Begriff „Umweltfolgen“ verwendet. Da durch Hochwasserschutzmaßnahmen auch Synergien mit Umweltzielen entstehen können, wird von „Wirkungen“ anstelle von „Belastungen“ und von „Auswirkungen“ anstelle von „Beeinträchtigungen“ gesprochen (vgl. Abb.2).

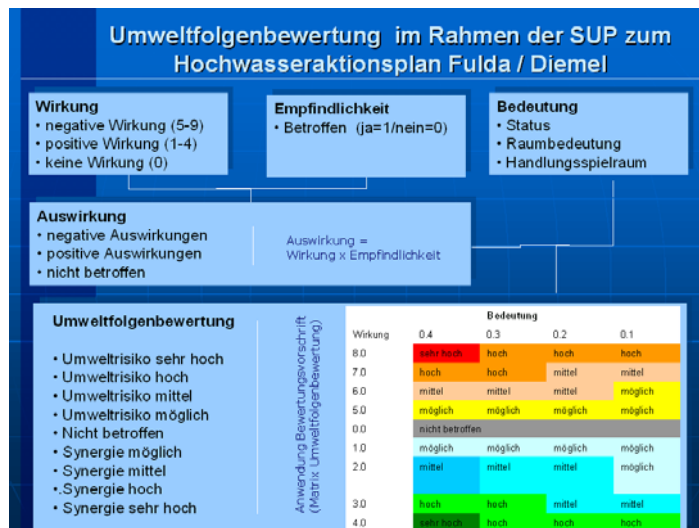


Abb.2: Methodik der Ökologischen Risikoanalyse im Rahmen der SUP zum Hochwasserschutzplan Fulda / Diemel

Im Forschungsvorhaben wurde zunächst die Wirkung eines Maßnahmentypes auf die Schutzgüter des UVPG beschrieben. Dabei wurden für jedes der räumlich konkretisierbaren Kriterien im Planungsraum (vgl. Tabelle 1) Wirkungen von Hochwasserschutzmaßnahmen verbal argumentativ beschrieben. Aufbauend auf dieser verbal argumentativen Darstellung wurden die Wirkungen einer 9-stufigen Ordinalskala zugeordnet. Unterschieden wurde zwischen sehr negativen (Wertstufe 9-5) bis sehr positiven Wirkungen (Wertstufen 1-4) bzw. keinen bzw. geringen Wirkungen auf das Kriterium (0). Die fachliche Wirkungsabschätzung wurde in einer Excel Tabelle dargestellt.

Im GIS wurde ermittelt, inwieweit ein räumlich konkretisierbares Kriterium von einer Maßnahme betroffen ist (betroffen=1, nicht betroffen=0). Dabei wurde davon ausgegangen, dass Räume, die in der Landschaftsrahmenplanung als besonders bedeutsam für die Erfüllung bestimmter Umweltfunktionen eingeschätzt werden, besonders empfindlich gegenüber bestimmten Maßnahmentypen des Hochwasserschutzes eingestuft werden müssen. Weitere Räume mit hoher Empfindlichkeit aufgrund ihrer Bedeutung zur Erfüllung von Umweltfunktionen, die in der Landschaftsrahmenplanung nicht dargestellt werden, wurden durch die Gutachter der SUP räumlich konkretisiert. Im Ergebnis konnten so für alle Schutzgüter Räume ermittelt werden, die aufgrund ihrer Raumausstattung als empfindlich gegenüber Wirkungen von Hochwasserschutzmaßnahmen eingestuft werden müssen. Die weitere Bearbeitung der Umweltfolgenbewertung erfolgte mit Microsoft Excel: Ausgehend von den Ergebnissen der GIS Analyse wurde in Excel durch Multiplikation mit der Empfindlichkeit die Auswirkung für jeden Standort ordinal beschrieben.

Die Bedeutung der räumlich konkretisierbaren Kriterien wurde anhand einer 4stufigen Ordinalskala eingeschätzt (sehr hohe, hohe, mittlere, geringe Bedeutung). Bei der Einstufung wurden Raumbedeutsamkeit (Europa, national, regional, lokal), Status (gesamträumlich abgestimmt, Fachplanung einer Behörde, Fachgutachten im Auftrag einer Behörde) und gesetzlich festgelegter Handlungsspielraum (sehr gering – hoch) berücksichtigt.

Die Umweltfolgen wurden zunächst für jedes Kriterium einzeln bewertet, indem Auswirkung und Bedeutung über eine Matrix miteinander verknüpft wurden. Für die Gesamtdarstellung wurden diese Ergebnisse für die einzelnen Schutzgüter und für alle Schutzgüter insgesamt aggregiert, indem jeweils die Maximalwerte (höchste negative bzw. positive Wirkung) ausgelesen wurden. Die Bewertungsergebnisse können graphisch in Form von Diagrammen oder durch Import in GIS dargestellt werden. Im Ergebnis wurden auf diese Weise für alle Szenarien Karten zur Umweltfolgenbewertung erarbeitet.

4. ERARBEITUNG EINES OPTIMIERTEN HOCHWASSERSCHUTZKONZEPTE

Für alle Szenarien des Hochwasserschutzes (vgl. Punkt 2.1) wurden die Umweltfolgen für alle möglichen Standorte von Hochwasserschutzmaßnahmen entsprechend der vorangehend beschriebenen Methodik (vgl. Punkt 3) bewertet. Bestimmte Standorte wurden aufgrund der hohen negativen Umweltfolgen für einzelne Maßnahmentypen ausgeschlossen. Von den Partnern im deutschen Forschungsvorhaben wurde eine hydrologische, ökonomische (Universität Kassel, FG Wasserbau / Wasserwirtschaft, TU Braunschweig) und raumplanerische Beurteilung (TU Darmstadt) der Maßnahmentypen der Szenarien parallel zur Umweltfolgenbewertung in der SUP vorgenommen. Die Ergebnisse wurden der Umweltfolgenbewertung gegenübergestellt. Einzelne Standorte für Hochwasserrückhaltebecken, die zuvor in der Umweltfolgenbewertung oder in der raumplanerischen Bewertung ausgeschlossen wurden, mussten auf Grund der hydrologischen Notwendigkeit der Standorte (Schutz von Siedlungen vor einem HQ100) erneut diskutiert werden. Aus umwelt- oder raumplanerischer Sicht problematische Standorte, die zum Schutz größerer Siedlungsflächen vor Hochwasserereignissen aus hydrologischer Sicht unbedingt erforderlich erscheinen, wurden im Gelände besichtigt. Dabei stellte sich die Validität der im GIS auf der Maßstabsebene 1:100.000 durchgeführten Analyse und Bewertung heraus: Die im GIS ermittelten Konflikte zwischen raum- und umweltplanerischen Zielen auf der einen Seite und der Notwendigkeit effektiver Maßnahmen zum Rückhalt von Hochwasser auf der anderen Seite, bestätigten sich auch im Gelände. Die entstehenden Zielkonflikte können auf der Ebene der SUP nicht gelöst werden. In den Strategischen Alternativen wurden für einzelne Standorte daher unterschiedliche Maßnahmentypen ausgewählt.

Insgesamt werden für den Planungsraum drei verschiedene sogenannte „Strategische Alternativen“ (STA) erarbeitet. Dabei werden aus den in den Szenarien untersuchten Maßnahmen einzelne Maßnahmentypen ausgewählt. Als Strategische Alternativen werden die folgenden konzeptionellen Lösungsmöglichkeiten vorgeschlagen:

Großflächige und weitgehende Reaktivierung des Retentionsvermögens der gesamten Aue unter Verzicht auf technische Maßnahmen (STA IIa)

Großflächige Reaktivierung des Retentionsvermögens am Gewässer unter weitgehendem Verzicht auf technische Maßnahmen (STA IIb)

Aktivierung des Retentionsvermögens durch punktuelle Maßnahmen am Gewässer und durch technische Maßnahmen (STA III). Darüber hinaus wird die Nullvariante (STA I) dargestellt. Ausgehend von einer Status-Quo Prognose zur zukünftigen Raumentwicklung im Untersuchungsgebiet, wird die Hochwassergefährdung unter Verzicht auf weitere Hochwasserschutzmaßnahmen aufgezeigt. Damit sollen der Wasserwirtschaft und den politischen Akteuren verschiedene Handlungsoptionen und ihre Folgen aufgezeigt werden. Bis Mitte 2006 werden die Strategischen Alternativen im Forschungsvorhaben abschließend im Hinblick auf ihre Umweltfolgen, ihre Verträglichkeit mit Zielen der Raumplanung, ihre hydrologische Wirkung und die durch Maßnahmen entstehenden Kosten bewertet.

5. FAZIT

Die Strategische Umweltprüfung kann bei Vorliegen hinreichend aktueller digitaler Daten effektiv unter EDV Einsatz durchgeführt werden. Wichtig für die Durchführung einer Umweltfolgenbewertung auf der dargestellten Planungsebene ist es, dass auf regionaler Ebene noch nicht abgewogene räumlich konkretisierte Umweltziele für das Planungsgebiet vorliegen. In Deutschland stellt die Landschaftsrahmenplanung in ihren Planwerken einen Großteil der zu berücksichtigenden Umweltziele auf regionaler Ebene räumlich konkretisiert dar. Sie operationalisiert damit gesetzlich oder politisch festgelegte Umweltziele. Die Darstellung von Landschaftsräumen, die zwar keinem rechtlichen Schutzstatus unterliegen, aber dennoch bestimmte Umweltfunktionen mit hoher Empfindlichkeit gegenüber Eingriffen aufweisen, ist für die Durchführung einer fachlich qualifizierten SUP unerlässlich. Landschaftsrahmenpläne müssen daher als Grundlage für die SUP in regelmäßig aktualisierter Form vorliegen. Die Daten müssen dabei in gängigen GIS-Formaten verfügbar sein. Da Untersuchungsräume in der SUP fachlich – inhaltlich festgelegt werden und sich nicht an administrativen Grenzen orientieren, sollten Standards der Datenerfassung und –aufbereitung auch für die Landschaftsplanung erarbeitet werden. Für eine effiziente, kostengünstige und schnelle Bearbeitung einer Umweltfolgenabschätzung ist dies unerlässlich. Aufgrund der länderspezifischen Regelungen zur Landschaftsplanung in Deutschland ist es derzeit allerdings nicht absehbar, dass die Inhalte der Landschaftsplanung in einem semantischen Datenmodell beschrieben werden

Auch bei Vorliegen aktueller Landschaftsrahmenpläne werden in der Umweltfolgenbewertung neben den Daten der Landschaftsplanung weitere Daten zur Erfassung der abiotischen Schutzgüter, des Schutzgutes Mensch und der Sach- & Kulturgüter herangezogen werden müssen. Die in Umweltinformationssystemen wie dem Umweltatlas Hessen zur Verfügung stehenden Daten bilden zwar eine gute Grundlage zur Beschreibung der Umweltsituation, müssen aber häufig zunächst hinsichtlich ihrer Bedeutung zur Erfüllung von bestimmten Umweltfunktionen und politisch festgelegten Umweltzielen interpretiert werden.

Die Nutzung von GIS und Datenbanken ist für die Strategische Umweltprüfung auf der Ebene eines größeren Einzugsgebietes mit einer Vielzahl möglicher Standorte und Handlungsoptionen unerlässlich. Im vorliegenden Fallbeispiel wurden überwiegend Geoprozessing – Funktionen im Rahmen der Umweltprüfung genutzt, da Wirkungen auf räumlich konkretisierte Umweltfunktionen abgeprüft wurden.

Zur Bewertung der Umweltfolgen von Maßnahmen des Hochwasserschutzes hat sich im Planungsbeispiel der Einsatz von Datentabellen mit festgelegten Bewertungs- und Aggregationsvorschriften bewährt, da die Vielzahl der in Betracht kommenden Standorte schnell bewertet werden konnte. Die Bewertung der Szenarien der Maßnahmentypen ist dabei transparent und nachvollziehbar. Darüber hinaus ermöglicht die automatisierte Anwendung von Bewertungsvorschriften im Nachhinein eine Überprüfung der Bewertungsergebnisse auch unter Annahme anderer Rahmenbedingungen. So können z.B. Umweltfolgenbewertungen unter Annahme einer höheren oder geringeren Bedeutung eines Kriteriums ohne großen Mehraufwand verändert werden. Dies ist insbesondere dann erforderlich, wenn z.B. durch Änderungen politischer oder gesetzlicher Umweltzielstellungen eine veränderte Einstufung der Bedeutung vorzunehmen ist. Mit der Nutzung von Excel im Forschungsvorhaben war die Anzahl der in einem Schritt zu berücksichtigenden Standorte allerdings auf 61000 limitiert. Die Vielzahl der verwendeten Datenblätter stellte ausserdem bei der hohen Zahl untersuchter Standorte (Datensätze) erhöhte Anforderungen an den Arbeitsspeicher des Rechners.

Im Forschungsvorhaben zeigte sich, dass durch GIS- und EDV-Einsatz die Umweltfolgenbewertung verschiedener Maßnahmentypen des Hochwasserschutzes für ein ganzes Einzugsgebiet effektiv durchgeführt werden kann. Formalisierte Bewertungsverfahren können in Sachdatentabellen transparent und nachvollziehbar umgesetzt werden, wobei Bewertungsergebnisse automatisiert nach zuvor festgelegten Schritten ausgelesen werden können. Die Eingangsparameter und die Einordnung von fachlichen Wirkungsabschätzungen in Ordinalskalen müssen dabei im Text nachvollziehbar erläutert werden. Insgesamt bietet die Arbeit mit einem GIS-/EDV-gestützten Bewertungsverfahren die Möglichkeit eine Vielzahl möglicher Handlungsoptionen zu erfassen und hinsichtlich ihrer Umweltfolgen zu prognostizieren und zu bewerten. In Weiterentwicklung zu der im Forschungsvorhaben umgesetzten EDV-gestützten Bewertungsmethodik müssten Bewertungslogarithmen entwickelt werden, die innerhalb einer relationalen GIS Datenbank zur Anwendung kommen können.

6. LITERATUR

- Bachfischer, R.: Die ökologische Risikoanalyse – eine Methode zur Integration natürlicher Umweltfaktoren in die Raumplanung, Diss am Lehrstuhl für Raumforschung, Raumordnung und Landesplanung der TU München, München, 1978
- Bohn, U.: Vegetationskarte der Bundesrepublik Deutschland 1:200.000 – Potentielle natürliche Vegetation. In: Schriftenreihe für Vegetationskunde, Heft 15, 2. erw. Auflage, Landwirtschaftsverlag, Bonn Bad Godesberg, 1996
- Gerken B., Schimer M.: Die Weser. In: Limnologie Aktuell – Band 6, Gustav Fischer Verlag, 1995
- HMULV – Hessisches Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft und Verbraucherschutz: Informieren, verwalten, schützen - digitales Naturschutzregister Hessen, <http://www.rp-kassel.de/static/themen/naturschutz/natureg/download/broschuere.pdf>, Zugriff 27.11.05
- HMULV - Hessisches Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft und Verbraucherschutz: Klimagutachten Hessen, unveröffentlichtes Gutachten, Wiesbaden, 2004
- HLUG – Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie: Standorteignung Landwirtschaft – Potentielle Erosionsgefährdung – Bodenerosion, 1999
- HLUG – Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie: Karten der Altflächen, 2003
- HLUG - Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie: Fachinformationssystem Boden - Bodenkarte Hessen (BDK 50), 2004
- HLUG Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie: Umweltatlas Hessen, digitale Umweltdaten http://atlas.umwelt.hessen.de/servlet/Frame/atlas/allg_dat/verwalt/verwalt_txt.htm, Zugriff 27.11.05
- Holtmeier, F.K.: Tiere in der Landschaft – Einfluss und ökologische Bedeutung. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 2002
- Jacoby, Ch.: Die Strategische Umweltprüfung (SUP) in der Raumplanung – Instrumente, Methoden und Rechtsgrundlagen für die Bewertung von Standortalternativen in der Stadt- und Regionalplanung. Erich Schmidt Verlag, 1999
- LAWA – Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (Hrsg): Handlungsempfehlung zur Erstellung von Hochwasserschutzplänen, Eigenvertrieb Umweltministerium Mecklenburg-Vorpommern, Schwerin, 1999
- Mülder J., Stemmer, B.: Unterstützung nachhaltiger Planung durch 3D Visualisierung mit World Construction Set und Visual Nature Studio, Wien 2006
- Röttcher, K.: Hochwasserschutz für kleine Einzugsgebiete im Mittelgebirge am Beispiel der Bauna. In: Kassler Wasserbau-Mitteilungen (Heft 11), Herkules Verlag, Kassel, 2001
- RP Giessen: Landschaftsrahmenplan Mittelhessen, Gutachten im Auftrag des Regierungspräsidiums Giessen, Giessen, 1998
- RP Kassel: Landschaftsrahmenplan Nordhessen, Gutachten im Auftrag des Regierungspräsidiums Kassel, Kassel, 2000
- Schröder, J.: Potentiell natürliche Vegetation Deutschland: Mittel-Westdeutschland. Unveröffentlichte Mauskript-Karte, Bundesamt für Naturschutz, Bonn. 1994
- Schwevers, U.; Adam, B.; Engler, O.: Fischerreiökologisches Gutachten (Bd.1). Unveröffentlichte Studie im Auftrag der Oberen Fischereibehörde, Regierungspräsidium Kassel, Kassel 2002
- UVPG – Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPG). In der Fassung und Bekanntmachung vom 25. Juni 2005, BGBl I S 1757, zuletzt geändert durch Artikel 2 des Gesetzes vom 24. Juni 2005, BGBl I S.1794
- WHG – Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushaltes. In der Fassung und Bekanntmachung, zuletzt geändert durch Art. 2 G v. 25. 6.2005 I 1746