

# Flussgebietsmanagement

## GIS-ANWENDUNGEN IN FLIESSGEWÄSSEREINZUGSGEBIETEN

Wasser ist einer der wichtigsten Rohstoffe auf unserer Erde. Ihn zu schützen, aber auch ihn für alle zugänglich zu machen, ist eine der zentralen Aufgaben der Wasserwirtschaft. Am Institut für Wasserwirtschaft, Hydrologie und landwirtschaftlichen Wasserbau wird untersucht, wie das geographische Informationssystem (GIS) hier wichtige Beiträge leisten kann. Ein Überblick.

Zentrale Aufgabe der Wasserwirtschaft ist es, Wasser in ausreichender Menge und Güte zur Verfügung zu stellen. Mit dem Flussgebietsmanagement sind vielfältige Modellrechnungen mit örtlicher und zeitlicher Variabilität verbunden, die für die Bewältigung der Aufgaben der Wasserwirtschaft unverzichtbar sind. Die Durchführung des Flussgebietsmanagement wird heute durch geographische Informationssysteme (GIS) unterstützt, wobei das Wasser im Mittelpunkt der Betrachtung steht.

Das Medium Wasser unterliegt einem ständigen Kreislauf und wird hier in diesem Zusammenhang als Lebensmittel, Schutzgut, Lebensraum, Erosionsauslöser, Transportmittel, Energieträger und Auslöser von Gefahren betrachtet. Da das Wasser dabei sämtliche Lebensräume der Natur durchläuft, hat die Wasserwirtschaft ein besonderes Interesse an einer intakten Umwelt.

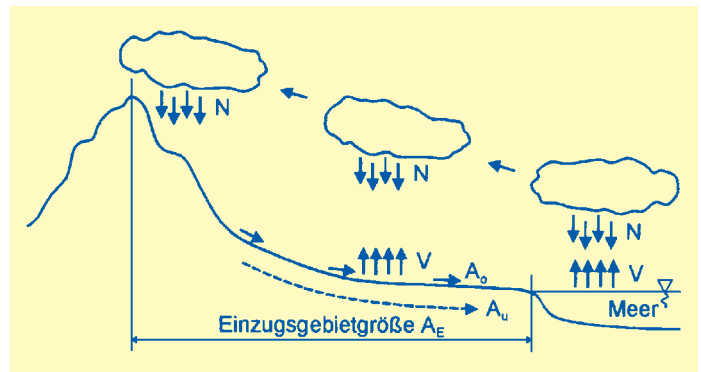
Um die erforderlichen Kenntnisse für den nachhaltigen Umgang mit dem Wasser und seiner Umwelt erwerben zu können, bietet das Weiterbildende Studium »Wasser und Umwelt« dazu einen Masterstudiengang an. Dies erfolgt in enger Zusammenarbeit mit dem Institut für Wasserwirtschaft, Hydrologie und landwirtschaftlichen Wasserbau, welches im Folgenden kurz als Institut für Wasserwirtschaft bezeichnet wird.

### Wasserkreislauf – Wasserhaushalt

Der Wasserhaushalt eines Einzugsgebietes setzt sich aus den Faktoren Niederschlag, Verdunstung, Versickerung, Abfluss und Rückhalt zusammen. Dabei handelt es sich um einen Kreislauf (Abbildung 1).

Wird gespeichertes Wasser abgegeben, wird von negativem Rückhalt gesprochen.

Die Verteilung all dieser Parameter, die ein Einzugsgebiet hydrologisch charakterisieren, lassen sich mittels geographischer Informationssysteme (GIS) darstellen.



Niederschlag entsteht, wenn die Luft mit Wasserdampf gesättigt ist. Das auf den Boden oder die Pflanzen gelangte Wasser verdunstet, versickert oder fließt oberirdisch dem nächsten Vorfluter zu, bis es schließlich ins Meer mündet. Das versickerte Wasser gelangt zeitlich verzögert ebenfalls bis zum Vorfluter oder erreicht sogar unterirdisch das Meer. Über dem Meer verdunstet das Wasser und wird über die Luft auf das Festland transportiert, wo es wiederum als Niederschlag ausfällt.

Wird Wasser im System zum Beispiel als Grundwasser gespeichert, erhält man einen positiven Rückhalt.

Dies ermöglicht eine anschauliche Darstellung der hydrologischen Situation im Einzugsgebiet und einen übersichtlichen Vergleich einzelner Einzugsgebiete. In Modellen werden diese Parameter, die zeitlich und örtliche variabel sind, miteinander verknüpft und bilanziert, um zum Beispiel das Wasserangebot zu ermitteln.

### Wasser als Lebensmittel

Rund 71 Prozent der Erdoberfläche sind mit Wasser bedeckt, wovon weniger als ein Prozent potenziell nutzbares Süßwasser darstellt (Tabelle 1).

Abbildung 1 Vereinfachter Wasserkreislauf (nach Patt et al., 1998)

Der durchschnittliche Tageswasserverbrauch pro Kopf in Deutschland liegt bei 129 Litern gereinigtes Rohwasser (BGW, 2000), das durch Grund-, Quell-, Oberflächenwasser und Uferfiltrat gedeckt wird (Tabelle 2).

Es gilt das Rohwasser vor Nitrat und Pestiziden zu schützen, die heutzutage in erster Linie als Folge der Intensivierung der landwirtschaftlichen Bodennutzung eingetragen werden.

Dazu werden Wasserschutzgebiete ausgewiesen, was unter der Anwendung von GIS erfolgen kann. Der Vorteil in einem geographischen Informationssystem liegt im leichten Erkennen von Konfliktbereichen.

In den Schutzgebieten, die etwa eine Fläche von 10,6 Prozent Deutschlands (38050 km<sup>2</sup>) einnehmen, lassen sich so Strategien einer sinnvollen Bewirtschaftung erarbeiten, die dem Schutz des Rohwassers dienen.

### Wasser als Schutzgut

Bei der Bearbeitung von Umweltverträglichkeitsprüfungen (RICKERT, K., 1997) sind folgende Schutzgüter im Umweltverträglichkeitsgesetz verankert und zu beachten:

- Pflanzen
- Tiere
- Wasser
- Boden
- Klima/Luft
- Landschaft
- Menschen
- Kultur- und Sachgüter

Für den Faktor Wasser wurde in einer interdisziplinär zusammengesetzten Arbeitsgruppe ein Fallbeispiel am Bach Nette bearbeitet, das zur Ableitung von geeigneten Parametern für die Bearbeitung von Umweltverträglichkeitsstudien (DVWK, 1998) diente.

Im Fallbeispiel wurden bezüglich des Schutzgutes Wasser die Ökofaktoren aus Tabelle 3 berücksichtigt.

	Wassermenge in Mio. km <sup>3</sup>	Wassermenge in %
Weltmeere	1.348,00	97,390
Polareis, Gletscher	27,82	2,010
Grundwasser, Bodenfeuchte	8,06	0,580
Seen und Flüsse	0,23	0,020
Atmosphäre	0,01	0,001

Tabelle 1  
Wassermengen der Erde  
(Fritsch, 1990)

	Grundwasser und Quellwasser	Oberflächenwasser	Uferfiltrat
BRD	73,3%	21,9%	4,8%

Tabelle 2  
Wasserversorgung nach Wasserarten 1991: Gesamtwasseraufkommen 5.597 Millionen m<sup>3</sup>  
(Berechnet nach Angaben des Statistischen Bundesamtes)

Schutzgut	Teilzielbereich	Ökofaktor
Wasser	Gewässer	Windungsgrad
		Mäanderbreitenfaktor
		Tiefenvariabilität im Längsschnitt
		Breitenvariabilität im Längsschnitt
		Ausbreitungsbarrieren
		Bettform
	Sohle	Horizontaler Sohlauflauf / Choriotopverteilung
		Strukturvielfalt der Sohle
	Ufer	Strukturen (Ausbreitung)
		Ufergehölze
	Aue	Uferandstreifen
		Ausdehnung der Aue
	Abfluss	Strukturelemente in der Aue
		Mittlere Fließgeschwindigkeit bei verschiedenen Abflüssen
Überflutung	Häufigkeit	
	Fläche und Höhe	
Grundwasser	Mittlerer Grundwasserflurabstand	
Physikalisch	Lichtstärke (Beschattung)	
Biologischer Stoffumsatz	Saprobienindex	

In diesem Projekt wurden für die Planung der Hochwasserschutzanlagen, der Überschwemmungsfallauswertung und die Auswertungen zur Wirkungsanalyse sowie der Bewertung GIS-Anwendungen mit herangezogen.

### Wasser als Lebensraum

Fließende und stehende Gewässer bieten einen vielfältigen Lebensraum für Tiere und Pflanzen. Die zum Teil vom Menschen genutzten Fische sind als größte Bewohner der Wasserlebensräume weitgehend bekannt. Die Fische sind mehr oder weniger »Weltbummler«, die für ihre Arterhaltung weite Wege auf sich

Tabelle 3  
Ökofaktoren des Schutzgutes Wasser

nehmen. Sie sind auf intakte und durchgängige Gewässer mit ausreichendem Nahrungsangebot angewiesen, um in ihre Laichgebiete zu gelangen.

Aufgabe der Wasserwirtschaft ist es, die Lebensräume für die vielfältige Fauna und Flora so zu erhalten und zu gestalten, dass eine artenreiche Lebensgemeinschaft möglich ist.

Dazu gehört als ein wichtiges Element die raue Sohlengleite (Abbildung 2), deren Konzeption (SCHRÖDER, J., 2002) und Entwicklung zusammen mit dem Leineverband betrieben wird.

Es wurden Hinweise und Empfehlungen erarbeitet (LEINEVERBAND, 2000) mit denen eine zukunftsweisende Gewässerentwicklung möglich ist. Eine Modellstrecke wurde im Bewereinzugsgebiet im Frühjahr diesen Jahres verwirklicht (SCHRÖDER, H. ET AL., 2002).

Abbildung 2  
Raue Sohlengleite an der Leine in Gronau



**Wasser als Erosionsauslöser**

Der Abtrag von Boden wird als Erosion bezeichnet. Bei der Bodenerosion durch Wasser gilt der Niederschlag als Auslöser. Die Menge der erodierten Bodenpartikel wird zudem durch die Hangneigung und die Bodenbeschaffenheit als anthropogen kaum zu beeinflussende Faktoren bestimmt.

Abbildung 3 (rechts)  
Karte der Erosionsempfindlichkeit im Einzugsgebiet der Bever

Sie können mittels GIS-Programmen verknüpft werden, wie es für das Einzugsgebiet der Bever und Ilme am Institut für Wasserwirtschaft beispielhaft durchgeführt wurde (BERGHOLZ, C., 2002). Eine Verknüpfung der Bodenkarte des Untersuchungsgebietes mit der Gefällesituation macht es möglich, die Erosionsempfindlichkeit zu klassifizieren (Abbildung 3). Eine Überlagerung der Empfindlichkeitskarte mit der Nutzungskarte zeigt diejenigen Gebiete, in denen Erosion verstärkt auftritt.

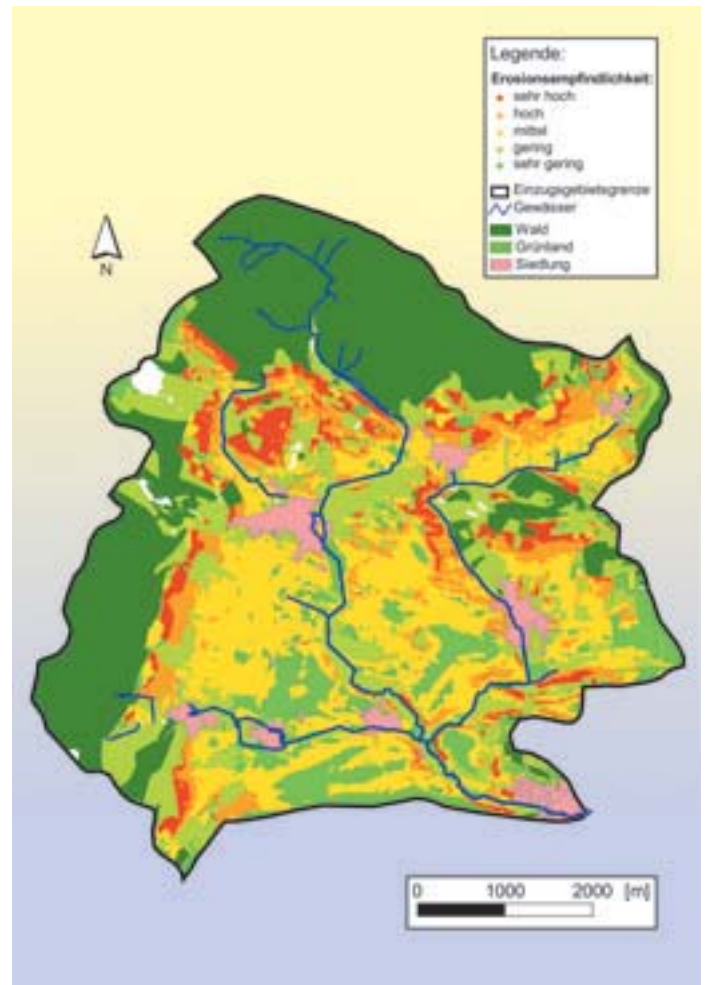
Für diese Gebiete ist es sinnvoll, vorrangig Schutzmaßnahmen zu treffen. Diese haben zum Ziel, dem Verlust von Boden vorzubeugen und das ökologische Gleichgewicht der Gewässer nicht zu stören. Vor allem die den Bodenpartikeln anhaftenden Nähr- und Schadstoffe wirken sich negativ auf das Fließgewässersystem aus.

**Wasser als Transportmittel**

Wasser kann in vielfältiger Weise Stoffe mit sich führen. Allen bekannt sind Transportleitungen, in denen Abwässer und Schmutzstoffe (Fäkalien) mittels Wasser aus den Wohnhäusern entsorgt werden.

In einem Gewässer werden Feststoffe als so genanntes Geschiebe an der Gewässersohle transportiert. Leichtere Feststoffe, die durch das Fließen des Wassers und Turbulenzen in Schwebelagern bleiben, werden als Schwebstoffe bezeichnet. Weiterhin gibt es Elemente, wie zum Beispiel Salz, die mit Wasser in Lösung übergehen.

Eine Gefahr für die Umwelt stellen oftmals mit dem bloßen Auge nicht sichtbare Schadstoffe dar, die Schwebstoffen anhaften oder sich im Wasser lösen. Die Ausbreitungs- und Gefährdungseigenschaften dieser Stoffe sind sehr unterschiedlich.



Anhand von GIS-Systemen ist es möglich die Konzentration in Abhängigkeit der Fließstrecke mittels Stoffverteilungskarten wiederzugeben. Die Visualisierung bietet Hilfe beim Verschaffen eines Überblicks über die Ausbreitung von Stoffen und beim Einschätzen von Gefahren.

**Wasser als Energieträger**

Schon in der vorindustriellen Zeit wurde die kinetische und potenzielle Energie des Wassers genutzt. Heute tragen die circa 5300 Wasserkraftwerke der öffentlichen Stromversorger zur Deckung von etwa fünf Prozent (16151 GWh) des Stromverbrauchs in Deutschland bei (BMWI, 1996).

Die Leistung eines Wasserkraftwerkes hängt in erster Linie von der Fallhöhe ab. Hieraus ergibt sich, dass die Ergiebigkeit der Wasserkraft-

Dabei sollte die Natürlichkeit und die Durchgängigkeit eines Flusssystemes so wenig wie möglich beeinträchtigt werden, da sonst ein Konflikt zum Naturschutz entsteht.

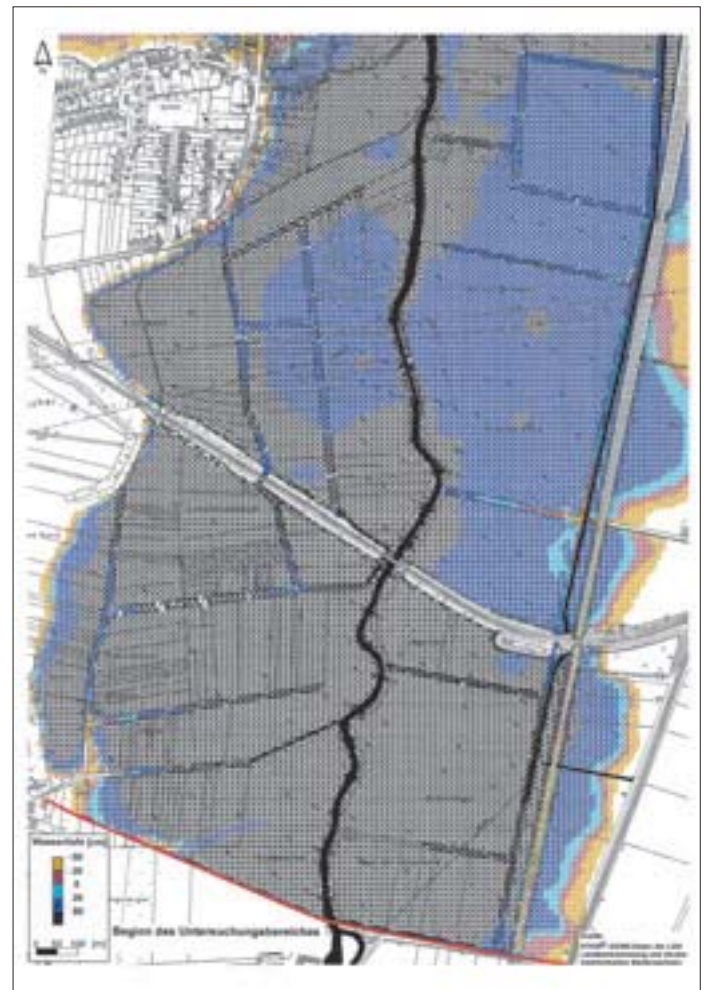
**Wasser als Auslöser von Gefahren**

Neben den vielseitigen ruhigen Erscheinungen, die das Element Wasser hervorbringen kann, zeigt es ein nicht zu unterschätzendes dynamisches Verhalten auf die umliegende Flora und Fauna.

So wirken infolge unterschiedlicher Einflussfaktoren wie Strömungsgeschwindigkeit, Turbulenz und Spannung diverse Kräfte auf Gewässer- und Uferbereiche, die ökologisch wertvolle Kolke und Muren bilden oder auch Uferabbrüche verursachen. Treten zudem jahreszeitlich bedingte Starkniederschläge

rechnet und digitale Überschwemmungskarten mit Ausbreitung und Tiefen des Wassers angefertigt (Abbildung 5) (NICKEL, M., 2002).

Somit können Aussagen zukünftiger Hochwasser-schutzprojekte unterstützt werden und so einen beachtlichen Beitrag zum Schutz der Allgemeinheit leisten.



nutzung in Deutschland von Süden nach Norden abnimmt, da das Potenzial an nutzbarer Gefällehöhe stark fällt.

Mit Hilfe von GIS lassen sich die Energiepotenziale darstellen und Gebiete mit entsprechend großem Potenzial kenntlich machen. Eine gezielte Nutzung der Wasserkraft wird damit möglich.

Aus den Plänen der Energiepotenziale lässt sich erkennen, ob Wasserkraftanlagen hinsichtlich der Energiegewinnung ökologisch sinnvoll sind.

oder lang anhaltender Dauerregen auf, können diese zu raschen Abflusserhöhungen führen. Sobald dabei die maximale Leistungsfähigkeit des Gerinnes überschritten wird, verschärft sich die Hochwassergefahr für Menschen und Tiere (Abbildung 4). Mittels moderner EDV-Anwendungen und geographischer Informationssysteme (GIS) wurden verschiedene Hochwasserszenarien im südlichen Leineeinzugsgebiet vom Institut für Wasserwirtschaft be-

Abbildung 4 (links) Hochwasser 1998 in Bad Gandersheim

Abbildung 5 Auszug einer digitalen Überschwemmungskarte



**Dipl.-Ing. Claudia Bergholz**  
Jahrgang 1973, ist wissenschaftliche Mitarbeiterin am Institut für Wasserwirtschaft, Hydrologie und landwirtschaftlichen Wasserbau.



**Dipl.-Ing. Matthias Nickel**  
Jahrgang 1969, ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Wasserwirtschaft, Hydrologie und landwirtschaftlichen Wasserbau.



**Dr.-Ing. Klaus Rickert**  
Jahrgang 1947, ist wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Arbeitsgruppe Weiterbildendes Studium Bauingenieurwesen, Abteilung Wasser und Umwelt.



**Dipl.-Ing. Michael Witt**  
Jahrgang 1974, ist wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Arbeitsgruppe Weiterbildendes Studium Bauingenieurwesen, Abteilung Wasser und Umwelt.

### Wasser und Umwelt

Die Universität Hannover bietet, in Kooperation mit der Bauhaus-Universität Weimar, seit nunmehr 20 Jahren das Weiterbildende Studium Wasser und Umwelt an (RICKERT, K., 2002).

Das Studienangebot mit den Hauptschwerpunkten

- Fachsprachen
- Recht / Management
- Hydrologie und Wasserwirtschaft
- Hydraulik und Wasserbau
- Ökologie der Gewässer
- Siedlungswasserbau
- Grundwasser und Bodenschutz
- Abfallwirtschaft

richtet sich an Hochschulabsolventen/innen, die als Fachkräfte im Bereich Wasser und Umwelt arbeiten oder dort eine Beschäftigung anstreben. Das in den Kursen erlernte fundierte Wissen soll es dem Teilnehmer erlauben, seine Entscheidungen im beruflichen Alltag im Sinne der Umwelt zu treffen.

### Zusammenfassung und Ausblick

Wasser zu schützen ist Grundvoraussetzung für das Überleben der Menschen und erfordert umfangreiche Kenntnisse, Strategien, Vorsorgemaßnahmen und Kontrollen.

Ein schonender Umgang mit der Ressource Wasser und die Reinhaltung der Gewässer sind und bleiben die wichtigsten Aufgaben der Wasserwirtschaft. Mit Einführung der EU-Wasserrahmenrichtlinie wird in den zur EU gehörenden Teilen Europas ein guter Zustand der Gewässer angestrebt.

### Literatur

- Bergholz, C., 2002: Untersuchung zur flächenhaften Bodenerosion am Beispiel eines Leineteileinzugsgebietes. Unveröffentlichte Diplomarbeit
- BGW, 2000: <http://www.bundesverband-gas-und-wasser.de/bgw/indexflash.html>
- BMWI, 1996: [http://www.iwr.de/re/eu\\_e\\_dat.html](http://www.iwr.de/re/eu_e_dat.html)
- DVWK (Hrsg.), 1998: Maßnahmen an Fließgewässern – umweltverträglich planen. DVWK-Schriften 121 des Deutschen Verbandes für Wasserwirtschaft und Kulturbau e. v., Bonn
- Fritsch, 1990: <http://www.sdw-online.de/backgr/wasser.htm>

- Leineverband, 2000: Planung und Umsetzung von naturnahen Maßnahmen an Fließgewässern und Auen – Hinweise und Empfehlungen – Erfahrungen aus dem Modellvorhaben des Landes Niedersachsen »Naturnahe Gestaltung der Bewer«. Leineverband Göttingen Körperschaft des öffentlichen Rechts (Hrsg.), Göttingen
- Nickel, M., 2002: Kopplung eines hydraulischen Berechnungsmodells mit Geographischem Informationssystem (GIS). Landnutzung und Landentwicklung, 43, 31–36
- Patt, H., Jürging, P., Kraus, W. 1998: Naturnaher Wasserbau – Entwicklung und Gestaltung von Fließgewässern. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg
- Rickert, K., 2002: Zwanzig Jahre Weiterbildendes Studium Wasser und Umwelt. Landnutzung und Landentwicklung, 43, 41–44
- Rickert, K., 1997: Umweltverträglichkeitsuntersuchungen für das Fallbeispiel Nette. Mitteilungen des Instituts für Wasserwirtschaft, Hydrologie und landwirtschaftlichen Wasserbau der Universität Hannover, Eigenverlag
- Schröder, H., Rickert, K., Blüml, W., Heitkamp, U., 2002: Naturnahe Gestaltung des Fließgewässers Bewer – Ein Modellvorhaben des Landes Niedersachsen. Landnutzung und Landentwicklung, 43, 7–14
- Schröder, J., 2002: Sohlengleiten im Leineinzugsgebiet – Bauweise des Leineverbandes. Landnutzung und Landentwicklung, 43, 20–25

WEITERBILDENDES STUDIUM  
»WASSER UND UMWELT«

[www.wbbau.uni-hannover.de](http://www.wbbau.uni-hannover.de)