


Zukunftsperspektiven für ein integriertes Wasserressourcen-Management im Einzugsgebiet des Neckar



 Tagungsdokumentation 18. Juli 2006, Stuttgart – Hohenheim



Baden-Württemberg

REGIERUNGSPRÄSIDIUM STUTTART
UMWELTMINISTERIUM

Impressum

Herausgeber: Regierungspräsidium Stuttgart – Landesbetrieb Gewässer,
Geschäftsstelle Integrierende Konzeption Neckar-Einzugsgebiet

Verantwortlich für den Inhalt:

- Prof. Ernst Troßmann, Universität Hohenheim
- Dr. Udo Andriof, Regierungspräsident – Regierungspräsidium Stuttgart
- Margareta Barth, Präsidentin der Landesanstalt für Umwelt,
Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg
- Dr. Joachim Bley, Umweltministerium Baden-Württemberg
- Klaus Hofmann, Regierungspräsidium Stuttgart
- Prof. Karl Stahr, Dr. Thomas Gaiser und Heike Weippert,
Universität Hohenheim (Institut für Bodenkunde und Standortslehre)
- Andreas Printz und Dr. Hans-Georg Schwarz von Raumer,
Universität Stuttgart (Institut für Landschaftsplanung und Ökologie)
- Jens Götzinger, Prof. Dr. András Bárdossy, Johanna Jagelke, Wei Yang und
Dr. Roland Barthel, Universität Stuttgart (Institut für Wasserbau)
- Martin Henseler, Dr. Tatjana Krimly und Prof. Dr. Stephan Dabbert,
Universität Hohenheim (Institut für Landwirtschaftliche Betriebslehre)
- Dr. Joachim Ruf und Kurt Henning, LUBW – Referat Fließgewässer,
Integrierter Gewässerschutz
- Dr. Matthias Schneider, Ianina Kopecki, Andreas Eisner,
sje – Schneider & Jorde Ecological Engineering GmbH, Stuttgart
- Dr. Frank-Michael Lange, terra fusca – Ingenieurbüro und Consulting,
Stuttgart

*Das Projekt Rivertwin wurde von der Europäischen Kommission innerhalb
des 6. Forschungsrahmenprogramms gefördert.*

Gestaltung, Grafik, Satz: Sisters of Design, Halle (Saale)

Druck: typopress Druckerei GmbH, Leinfelden-Echterdingen

Redaktion: terra fusca – Ingenieurbüro und Consulting, Stuttgart

1. Auflage: 2006

ISBN 3-00-020348-6

Bisherige Veröffentlichungen Integrierende Konzeption Neckar-Einzugsgebiet
(IKoNE): siehe <http://www.ikone-online.de>

**Zukunftsperspektiven für ein
integriertes Wasserressourcen-Management
im Einzugsgebiet des Neckar**

VORWORT	4
Ernst Troßmann, <i>Prorektor Universität Hohenheim</i> Regierungspräsident Udo Andriof, <i>Regierungspräsidium Stuttgart</i> Präsidentin Margareta Barth, <i>Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg</i>	
1. ANFORDERUNGEN DER EU-WASSERRAHMENRICHTLINIE (WRRL) AN DIE GEWÄSSERBEWIRTSCHAFTUNG	7
Joachim Bley, <i>Umweltministerium Baden-Württemberg</i>	
2. ANFORDERUNGEN DER EU-WASSERRAHMENRICHTLINIE (WRRL) AN DIE GEWÄSSERBEWIRTSCHAFTUNG FÜR DAS BEARBEITUNGSGEBIET NECKAR	8
Klaus Hofmann, <i>Regierungspräsidium Stuttgart</i>	
3. EINFÜHRUNG IN DAS RIVERTWIN PROJEKT.....	12
Thomas Gaiser und Karl Stahr, <i>Universität Hohenheim (Institut für Bodenkunde und Standortslehre)</i>	
4. ÜBERBLICK ÜBER DIE SZENARIENBILDUNG UND EINFÜHRUNG IN DIE INTEGRIERTE MODELLIERUNG	18
Andreas Printz und Hans-Georg Schwarz von Raumer, <i>Universität Stuttgart (Institut für Landschaftsplanung und Ökologie)</i> Thomas Gaiser, <i>Universität Hohenheim (Institut für Bodenkunde und Standortslehre)</i> Jens Götzinger, Johanna Jagelke, Wei Yang, Roland Barthel, <i>Universität Stuttgart (Institut für Wasserbau)</i> Martin Henseler, <i>Universität Hohenheim (Institut für Landwirtschaftliche Betriebslehre)</i> Matthias Schneider, <i>Schneider und Jorde Engineering GmbH, Stuttgart</i> Frank-Michael Lange, <i>terra fusca – Ingenieurbüro und Consulting, Stuttgart</i>	
5. ERSTE ERGEBNISSE DER GAP-REFORM-SZENARIENRECHNUNG MIT DEM MODELL ACRE-NECKAR	27
Martin Henseler, Tatjana Krimly und Stephan Dabbert, <i>Universität Hohenheim (Institut für Landwirtschaftliche Betriebslehre)</i>	
6. VERÄNDERUNG DER NÄHRSTOFFEINTRÄGE IN DIE OBERFLÄCHENGEWÄSSER	34
Kurt Henning und Joachim Ruf, <i>Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz, Referat Fließgewässer</i>	
7. DIE NIEDRIGWASSERSITUATION IM NECKAREINZUGSGEBIET.....	43
Jens Götzinger, Iris Maria Klein und András Bárdossy, <i>Universität Stuttgart (Institut für Wasserbau)</i>	
8. GRUNDWASSERBELASTUNGEN DURCH NITRAT – EINFLUSS DER GAP REFORM	49
Thomas Gaiser, <i>Universität Hohenheim (Institut für Bodenkunde und Standortslehre)</i> Frank-Michael Lange, <i>terra fusca – Ingenieurbüro und Consulting, Stuttgart</i> Heike Weippert, <i>Universität Hohenheim (Institut für Bodenkunde und Standortslehre)</i> Martin Henseler, <i>Universität Hohenheim (Institut für Landwirtschaftliche Betriebslehre)</i> Karl Stahr, <i>Universität Hohenheim (Institut für Bodenkunde und Standortslehre)</i>	
9. ENTWICKLUNG DES HABITATMODELLS MesoCASiMiR UND ANWENDUNG IM NECKAREINZUGSGEBIET.....	55
Matthias Schneider, Iana Kopecki, Andreas Eisner, <i>sje – Schneider & Jorde Ecological Engineering GmbH, Stuttgart</i>	



Meine sehr verehrten Damen, sehr geehrte Herren,

die Tagung „Zukunftsperspektiven für ein integriertes Wasserressourcen-Management im Einzugsgebiet des Neckar“ dient einem ersten umfassenden Bericht zum Projekt Rivertwin, einem Projekt, das zwar den Neckar zum unmittelbaren Untersuchungsgegenstand hat, aber in seiner Bedeutung weit darüber hinaus geht. Es geht um die Frage, wie ein zusammenhängendes Gewässersystem integriert zu analysieren und gegebenenfalls beeinflussend zu bewirtschaften ist. Unterstützt und beschleunigt wird diese gemeinsame Betrachtung durch die Wasserrahmenrichtlinie der Europäischen Union, die vor allem die staatliche Verwaltungsebene dazu zwingt, eine einheitliche Zuständigkeit für ein ganzes Flusseinzugsgebiet zu definieren. So findet sich das Regierungspräsidium Stuttgart etwa als zuständige Einheit für das gesamten Einzugsgebiet des Neckars wieder, der sich in seinem Flusslauf und in seinen Zuflüssen naturgemäß überhaupt nicht an regionale Verwaltungsgrenzen hält.

Das Rivertwin-Projekt ist ein gemeinsames Unternehmen der Universität Hohenheim (vertreten durch das Institut für Bodenkunde und Standortslehre sowie das Institut für landwirtschaftliche Betriebslehre), des Umweltministeriums Baden-Württemberg, des Regierungspräsidiums Stuttgart, der Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, der Universität Stuttgart (vertreten durch das Institut für Wasserbau und Siedlungswasserwirtschaft sowie das Institut für Landschaftsplanung und Ökologie) und verschiedenen Mittelbehörden, die mit Wasserwirtschaftsfragen beschäftigt sind. Gefördert wird das Projekt durch die Generaldirektion Forschung der Europäischen Kommission.

Zielsetzung des Projekts ist es, den Analyseansatz für den Neckar auf andere Anwendungsfelder zu übertragen. Rivertwin selbst strebt eine unmittelbare Übertragung der Forschungsergebnisse auf Einzugsgebiete in Usbekistan (Zentralasien) und Benin (Westafrika) an. Der Neckar als erster Ansatzpunkt ist indessen gut gewählt, weil hier einerseits ein dichtes Monitoringnetz verfügbar ist, andererseits die Gesamtlage im Neckarraum nicht untypisch für die Problemlage der Wasserbewirtschaftung überhaupt ist. Die Wechselwirkung der Problemfelder in der Analyse modellmäßig übertragbar zu gestalten, d. h. hinreichend adäquat abzubilden, ist eine wichtige Projektaufgabe, deren Zwischenergebnisse hier präsentiert werden.



*Professor Dr. Ernst Troßmann
Prorektor der Universität Hohenheim*



Unter den Flüssen von Baden-Württemberg nimmt der Neckar mit seinen Zuflüssen eine besondere Stellung ein. Von seiner Quelle im Naturschutzgebiet „Schwenninger Moos“ in 706 m Höhe bis zu seiner Mündung in den Rhein bei Mannheim in 85 m Höhe liegt sein Einzugsgebiet fast vollständig im Land Baden-Württemberg. Die unterschiedlichen Landschaften im Neckar-Einzugsgebiet sind nicht nur Heimat für viele Menschen, sondern auch für viele Tier- und Pflanzenarten, von denen ein großer Teil direkt in und an den Bächen und Flüssen lebt.

Der Neckar und seine Zuflüsse haben auch eine wichtige wirtschaftliche Funktion, zum Beispiel bei der Erzeugung von umweltfreundlichem Strom in zahlreichen Wasserkraftwerken oder als Wasserstraße zwischen Plochingen und Mannheim. Das Grundwasser dieses Raums wird als Trinkwasser in vielen tausenden Haushalten verwendet. Nicht zuletzt zählen die wenigen naturnah verbliebenen Bäche und Flüsse mit ihrer Umgebung zu

den wertvollsten Erholungsräumen unseres Landes. Der Neckar und seine Nebenflüsse bilden vernetzende Elemente in einem Lebens- und Wirtschaftsraum, der mit 13.600 Quadratkilometern Fläche knapp 40% der Landesfläche und mit etwa 5 Mio. Einwohner knapp die Hälfte der Wohnbevölkerung von Baden-Württemberg umfasst. Dem Lebensraum Neckar kommt daher zentrale Bedeutung für die wirtschaftliche Entwicklung und die Lebensqualität in Baden-Württemberg zu. Der Neckar prägt die Landschaft und den Siedlungsraum. Daher war es eine richtige und wichtige Entscheidung, in dem von der EU finanzierten Rivertwinprojekt gerade das Neckareinzugsgebiet zu betrachten. Die Erkenntnisse hieraus sind eine wichtige Grundlage für die im Rahmen der Umsetzung der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie anstehenden Aufgaben. Das Regierungspräsidium Stuttgart steht als Flussgebietsbehörde sowohl für das Einzugsgebiet des Neckars als auch für den baden-württembergischen Teil des Mains gegenüber dem baden-württembergischen Landtag und der EU-Kommission für die termingerechte Erreichung der Ziele der Wasserrahmenrichtlinie in der Verantwortung.

Wie viele andere große Flüsse in Mitteleuropa hat auch der Neckar in den letzten 150 Jahren viel von seinen ökologischen Funktionen verloren. Seine natürlichen Ressourcen wurden ausgebeutet und der Schiffbarmachung, der Energiegewinnung und der Siedlungsentwicklung untergeordnet. Dies führte zu einem massiven Verlust von Lebensräumen und zum Rückgang der Artenvielfalt. Der Neckar wurde übernutzt und in seiner Wasserqualität massiv beeinträchtigt. Hiergegen wurde bereits in den vergangenen Jahrzehnten viel Positives unternommen und auch schon einiges erreicht: Der Neckar ist ein beeindruckendes Beispiel dafür geworden, wie mit großen finanziellen Investitionen die Wasserqualität wieder erheblich verbessert werden kann.

Zahlreiche Interessengruppen versuchen ebenfalls, auf ihre Weise den Wirtschafts- und Lebensraum Neckar und das Leben am Neckar zu verbessern. Der Grünzug Neckartal der im September 2004 gegründeten Stiftung ist eine städtebauliche Vision, die der vernachlässigten Flusslandschaft des Neckars wieder die gebührende Rolle zuweist. Hervorzuheben ist auch der vom Verband Region Stuttgart geplante Landschaftspark Neckar.

Gerade in Zeiten eng begrenzter finanzieller Ressourcen und – insbesondere am Neckar – auch begrenzter räumlicher Ressourcen und widerstreitender berechtigter Interessen und Nutzungen am Gewässer gewinnt die zielführende Entwicklung und Bündelung aller Maßnahmen und Aktivitäten an Bedeutung. Wir begrüßen die vielfältigen Aktivitäten am Neckar und seinem Einzugsgebiet, müssen uns aber auf gemeinsame Ziele verständigen und die Aktivitäten auf die zu erreichenden Ziele kanalisieren.

Unter dem hohen Druck der unterschiedlichen Interessen und Nutzungen, den sowohl finanziell als auch räumlich knappen Ressourcen am Neckar müssen wir die Wirkungen unserer Maßnahmen kennen, um die erforderlichen Entscheidungen heute treffen zu können und die Weichen für die Zukunft zu stellen.

Hier ist die Wissenschaft gefordert. Mit dem Projekt Rivertwin ermöglichen Sie uns einen Blick in die Zukunft. Viele Fragen stehen an: Wie wird sich der Raum hier entwickeln? Wie sind die Prognosen zu Bevölkerungsentwicklungen und zu Veränderungen der industriellen Nutzungen? Welche Auswirkungen hat GAP – die Gemeinsame Agrarpolitik der Europäischen Union – auf die Gewässersituation? Wie wird sich unter diesem Einfluss die Grundwassersituation verändern? Fundierte Antworten hierauf sind die Basis für die zur Zielerreichung erforderlichen Maßnahmen.



Dr. Udo Andriof
Regierungspräsident



Die Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg kurz LUBW wurde zum 1. Januar 2006 durch die Fusion der ehemaligen Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg – LfU – mit der ehemaligen UMEG, dem Zentrum für Umweltmessungen, Umwelterhebungen und Gerätesicherheit Baden-Württemberg gebildet.

Mit dem Zusammenschluss von UMEG und LfU wurden die Umweltkompetenzen in Baden-Württemberg gebündelt. Hauptaufgabe der LUBW ist wie bisher die Beratung und Unterstützung der Ministerien und der Verwaltung in Frage des Umwelt-, Natur- und Strahlenschutzes, des technischen Arbeitsschutzes sowie der Anlagen und Produktsicherheit. Dazu betreiben wir Messnetze in den Bereichen Boden, Wasser, Luft, Ökologie und Radioaktivität sowie die entsprechenden Datenbanken.

Die LUBW steht in engem Kontakt mit zahlreichen Universitäten, Fachhochschulen und Forschungseinrichtungen. Gemeinsam werden Fachfragen genauso wie beispielsweise neue Anwendungen und Auswerteroutinen im LuK-Bereich bearbeitet. Auf diesem Weg erschließen wir uns die neuesten Erkenntnisse aus Wissenschaft und Forschung für die Umweltverwaltung. Dazu vergeben wir Werkverträge oder wir schließen wie im Falle von Rivertwin eine förmliche Kooperationsvereinbarung ab.

Ziel des von der EU geförderten Forschungsvorhabens Rivertwin ist die Entwicklung von Methoden für eine integrierte Bewirtschaftung von Flusseinzugsgebieten und zwar ganz konkret für das Bearbeitungsgebiet Neckar. Zur Bearbeitung einer solch komplexen Fragestellung ist eine Fülle von Daten erforderlich. Grunddaten und Sachdaten waren früher meist auf verschiedene Dienststellen verteilt, in allen möglichen Datenformaten vorhanden und meistens konnten nur die Sachbearbeiter selbst etwas damit anfangen. Dieses Problem hat man erkannt und in Baden-Württemberg – und darum beneidet man uns in den anderen Bundesländern – schon vor vielen Jahren den Datenverbund WAABIS, das „Informationssystem Wasser, Abfall, Altlasten, Boden“ in der Umweltverwaltung aufgebaut, denn nachhaltiger Umweltschutz braucht eine verlässliche Datenbasis. Die LUBW hat hierfür über die Jahre eine solide einheitliche Datenplattform geschaffen, die den beteiligten Behörden zum Einspeisen der Daten zur Verfügung steht und Auswertungen mit landeseinheitlichen Programmen erlaubt. Ohne diese Grundlagen wären fundierte Zukunftsbetrachtungen wie im Projekt Rivertwin nur schwer oder gar nicht möglich. Konkret stellte die LUBW der Universität Hohenheim digitale Geodaten, Sachdaten und Messwerte aus dem WAABIS-Datenverbund zur Verfügung.

Über diese Daten hinaus übergaben wir auch verschiedene Rechenprogramme, so z. B. das Wasserhaushaltsmodell LARSIM inklusive der Datensätze für das Neckargebiet, Programme zur Visualisierung von Zeitreihen und von flächenbezogenen Daten sowie das Stoffbilanzmodell MONERIS.

Wir erhoffen uns durch Rivertwin eine Unterstützung unserer eigenen Aktivitäten, insbesondere zur Erledigung der zahlreichen Verpflichtungen aus der EU-Wasserrahmenrichtlinie. Für die Verwaltung ist es wichtig, dass die von der Wissenschaft gewonnenen Erkenntnisse in der Praxis anwendbar sind.

Ich denke, mit Kooperationen wie hier bei Rivertwin sind wir auf dem richtigen Weg. In Zukunft wird es wegen abnehmender Ressourcen auf allen Seiten häufiger solche Kooperationen geben und geben müssen.



Margareta Barth
Präsidentin der Landesanstalt für Umwelt, Messungen
und Naturschutz Baden-Württemberg

1. Anforderungen der EU-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) an die Gewässerbewirtschaftung

Joachim Bley, Umweltministerium Baden-Württemberg, Leiter der Projektgruppe EU-Wasserrahmenrichtlinie, Geschäftsführer der Deutschen Kommission zur Reinhaltung des Rheines

Mit In-Kraft-Treten der EU-Wasserrahmenrichtlinie (RL 2000/60/ EG) am 22.12.2000 und deren Umsetzung in nationales Recht sind die Anforderungen an die Gewässerbewirtschaftung deutlich anspruchsvoller geworden. Während bisher im Wesentlichen die lokale Sanierung der *Wasserqualität* im Vordergrund stand, sieht die EU-WRRL die anhand von chemischen und ökologischen Kriterien definierte *Gewässerqualität* als Sanierungsziel vor. Während die bisherigen Systeme zur Bewertung von Gewässern im Wesentlichen am Sauerstoffbedarf des Wassers orientiert waren, spielen mit der EU-Wasserrahmenrichtlinie ökologische Kriterien eine weitaus größere Rolle.

Die ökologischen Kriterien sind definiert über das Vorkommen von verschiedenen Organismengruppen (Fische, wirbellose Gewässerorganismen, Algen, Wasserpflanzen), die die ökologische Funktionsfähigkeit der Gewässer (auch Küstengewässer) anzeigen sollen. Erstmals soll die Gewässerbewirtschaftung einzugsgebietsbezogen vorgenommen werden. Darüber hinaus soll, wie im deutschen Wasserrecht z. T. bisher schon angelegt, integral, also alle Beeinträchtigungen o. g. Ziele berücksichtigend, vorgegangen werden.

Die große Herausforderung für die wasserwirtschaftlichen Akteure ergibt sich neben den zeitlichen Vorgaben dadurch, dass die Bezugsräume für die Ziele sehr unterschiedlich sind. Während einzelne Zielkategorien rein lokaler Natur sind (kleine Gewässerorganismen, Kurzdistanzwanderfische) haben andere Ziele (Schadstoffreduzierung Nordsee, Lebensraum Langdistanzwanderfische) das ganze Flussgebiet oder wesentliche Teile davon als Planungsraum.

Aus den unterschiedlichen Bezugsräumen für die Ziele, aus den unterschiedlichen Beteiligten in einem Einzugsgebiet – im Einzugsgebiet des Rheines sind es 9 Staaten und innerhalb Deutschlands 7 Bundesländer – und aus den unterschiedlichen Lebensraumansprüchen der einzelnen Zielorganismen ergibt sich ein sehr komplexer Planungsprozess. In diesem Planungsprozess sind die Reduktionsverpflichtungen für Nähr- und Schadstoffe einerseits auf die verschiedenen Emittentengruppen herunter zu brechen, und andererseits sind die Lebensraumansprüche für die Organismen innerhalb des Flussgebietes zu erfüllen.

Die sich aus fachlicher Sicht ergebenden Maßnahmenoptionen sind unter Beteiligung der Öffentlichkeit anhand der technischen Machbarkeit, der Flächenverfügbarkeit, der rechtlichen Durchsetzbarkeit, der Kosten und der Vereinbarkeit mit anderen Planungen abzuprüfen, um zu kosteneffizienten Lösungen zu kommen. Die Bewirtschaftungspläne und Maßnahmenprogramme geben neue rechtliche Instrumente zur Umsetzung der in ihnen enthaltenen Ziele.

Die Planung und Festlegung von Maßnahmen haben hierbei in einem Top-Down-Prozess zu erfolgen. Dies bedeutet, dass zunächst die flussgebiets- und bearbeitungsgebietsweiten Probleme betrachtet werden müssen, bevor regionale und lokale Aspekte angegangen werden können. Dies bedeutet auch, dass zunächst „externe“ Einflüsse und großräumige Trends berücksichtigt werden müssen, bevor an die kleinräumige Lösung von Problemen gegangen wird.

Das vorliegende Projekt Rivertwin versucht erstmalig, auf wissenschaftlicher Grundlage durch die Verknüpfung von verschiedenen Computersimulationsmodellen flussgebiets- und bearbeitungsgebietspezifische Aussagen zu treffen und Trends abzuschätzen. Dies erfolgt sowohl für naturwissenschaftliche als auch für sozioökonomische Fragestellungen.

Das Projekt kann somit einen wesentlichen Beitrag für die Identifikation von Basisentwicklungen (Baseline szenarios) liefern, auf deren Grundlage dann durch die Flussgebietsbehörde die Maßnahmen auf regionaler und lokaler Ebene identifiziert und im Bewirtschaftungsplan und dem darin enthaltenen Maßnahmenprogramm festgeschrieben werden können.

2. Anforderungen der EU-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) an die Gewässerbewirtschaftung für das Bearbeitungsgebiet Neckar

Klaus Hofmann

Regierungspräsidium Stuttgart

2.1 Hintergrund

Die internationale Flussgebietseinheit Rhein wurde organisatorisch in insgesamt 9 Bearbeitungsgebiete (BG) aufgeteilt. Eines davon umfasst das Einzugsgebiet des Neckars mit einer Fläche von knapp 14.000 km². Rund 98 % liegen in Baden-Württemberg, 302 km² (2 %) gehören zu Hessen und 13 km² zu Bayern. Das BG Neckar wurde innerhalb von Baden-Württemberg in 10 Teilbearbeitungsgebiete (TBG) und weiter in 55 Wasserkörper (WK) – 5 Flussbettwasserkörper = Abschnitte des Neckars und 50 flächige Wasserkörper – unterteilt. TBG und WK sind die Bezugsebenen für die Maßnahmenplanung nach Wasserrahmenrichtlinie hinsichtlich der Oberflächengewässer. Die Gesamtlänge aller WRRL-relevanten Gewässer (EZG > 10 km²) im BG Neckar beträgt 5338 km. Der Neckarursprung in Villingen-Schwenningen liegt auf 706 m ü. NN, die Mündung in den Rhein in Mannheim auf 85 m ü. NN. Der Flusslauf des Neckars hat eine Länge von 367 km. Zwischen Plochingen und Mannheim ist der Neckar auf einer Länge von 203 km als Bundeswasserstraße ausgebaut.

Im BG Neckar finden sich keine Seen mit einer Größe von > 50 ha, die als eigene See-Wasserkörper abzugrenzen gewesen wären.

Grundwasserkörper i.S. der WRRL sind abgrenzbare Grundwasservolumen innerhalb von Grundwasserleitern. Grundlage für die Abgrenzung der Grundwasserkörper (GWK) waren die bundeseinheitlich kartierten „hydrogeologischen Teilräume“. In Abhängigkeit von der jeweiligen Belastungsursache wurden aus diesen jeweils die Gebiete „herausgeschnitten“, die sich durch gleichartige Gefährdungen auszeichnen. Diese Gebiete wurden als gefährdete Grundwasserkörper (gGWK) bezeichnet. Außerhalb der gGWK verbleiben die Restflächen der hydrogeologischen Teilräume. Gewünscht war von der WRRL zunächst ein Zusammenfallen der Grenzen der Grundwasserkörper mit denen der Oberflächenwasserkörper. Dies ist jedoch nur großräumig der Fall, z. B. bei Betrachtung von Flussgebieten von einigen tausend km² gegeben.

2.2 Bestandsaufnahme nach WRRL

Die erste wesentliche fachliche Aufgabe der WRRL war die sogenannte Bestandsaufnahme über die Situation der Oberflächengewässer und des Grundwassers. Im Rahmen der Bestandsaufnahme war abzuschätzen, ob die Oberflächengewässer bereits einen guten ökologischen und chemischen Zustand bzw. die Grundwasservorkommen einen guten chemischen und mengenmäßigen Zustand aufweisen. Der Bericht über die Bestandsaufnahme wurde termingerecht im Frühjahr 2005 abgegeben.

Bei den Oberflächengewässern verlangt die WRRL die Bestimmung des ökologischen Zustands über die Fauna (Fische und Wirbellose) und Flora (Wasserpflanzen und Algen) der Gewässer. Hierfür notwendige Verfahren mussten größtenteils erst entwickelt werden. Bei der Bestandsaufnahme stützte sich die Wasserwirtschaftsverwaltung daher auf Daten aus der bisherigen Gewässerüberwachung in Baden-Württemberg. Für die Ökologie wurden vier Parametergruppen, die sogenannten „Ökologischen Qualitäts-Komponenten-Gruppen (ÖKG) I bis IV“ gebildet:

- ÖKG I = Gewässergüte und Gewässerstruktur
- ÖKG II = physikalisch-chemische Parameter
(Temperatur, pH-Wert, Nährstoffe – N und P –, Chlorid, Versauerung)
- ÖKG III = Belastungen aus nicht prioritären Schadstoffen
(z.B. NH₃, NO₂, PSM, Cu, Cr, Zn, PSM, LHKW)
- ÖKG IV = Wanderungshindernisse (vorerst provisorisch bewertet)

Der chemische Zustand wurde anhand von zwei Komponenten-Gruppen, den sogenannten „Chemischen-Qualitäts-Komponenten-Gruppen (CKG) I und II“, beurteilt:

- CKG I = prioritäre Schwermetalle (Cd, Ni, Hg, Pb)
- CKG II = sonstige Schadstoffe nach Anhang IX und X der WRRL, z. B. Isoproturon, PAK, HCB

Für die Gefährdungsabschätzung des chemischen Zustandes des Grundwassers wurden die Belastungen aus den verschiedenen Quellen (z. B. Landwirtschaft, Siedlungen, schädliche Bodenveränderungen/Altlasten) erfasst und bewertet, sowie die Standorteigenschaften betrachtet. Der mengenmäßige Zustand des Grundwassers wurde anhand langjähriger Messreihen von Wasserständen und Quellschüttungen sowie Bilanzrechnungen ermittelt.

2.3 Ergebnisse der Bestandsaufnahme

Die meisten Bäche und Flüsse im Einzugsgebiet des Neckars besitzen heute – von einigen lokalen Ausnahmen abgesehen – eine ausreichende Gewässergüte. Dennoch besteht an vielen Stellen die Gefahr, dass auf Grund vieler unpassierbarer Querbauwerke und eines naturfernen Ausbauszustands der gute ökologische Zustand nicht erreicht wird.

Die EU-Kommission gibt in ihren Grundsatzpapieren zur Umsetzung der Richtlinie eine „worst-case“-Betrachtung vor, d. h. die schlechteste Bewertung einer Komponentengruppe bestimmt die Gesamteinstufung eines Wasserkörpers. Dieser Ansatz ist jedoch für eine zielgerichtete Identifizierung und Lösung der Probleme untauglich. Baden-Württemberg hat bei der Festlegung der Wasserkörper von vorneherein auf bewirtschaftbare Einheiten gesetzt und sich dabei an den „MONERIS“-Gebieten (Modeling of nutrient Emissions into River Systems) orientiert. Dies führte zu flächigen Einheiten mit einer Größenordnung von ungefähr 200 bis 250 km². In diesen Gebieten ist es möglich, lokale Problemstellungen, z. B. Belastungen aus Punktquellen, aber auch diffuse Belastungen im Rahmen der Maßnahmenplanungen gezielt anzugehen. Überörtliche Defizite, z. B. mangelnde Durchgängigkeit oder fehlende Habitate können dagegen besser auf der nächst höheren Ebene der TBG bewertet und ausgeglichen werden.

Die Situation im einzelnen (in % der Anzahl WK):

	Zielerreichung wahrscheinlich „grün“	Zielerreichung unklar „gelb“	Zielerreichung unwahrscheinlich „rot“
ÖKG I	31 %	60 %	9 %
ÖKG II	67 %	33 %	–
ÖKG III	27 %	69 %	4 %
ÖKG IV	–	100 % ¹⁾	–
	6 % ²⁾	2 % ²⁾	92 % ²⁾

1) Bestandsaufnahme Frühjahr 2005

2) Verifizierung durch Fischereisachverständigen und Wasserwirtschaft

Im Neckar-Einzugsgebiet wurden insgesamt 19 Grundwasserkörper abgegrenzt. Davon wurden auf Grund der hohen Belastung mit Nitrat zehn gefährdete Grundwasserkörper (gGWK) ausgewiesen. Obwohl örtliche Grundwassermessstellen Überschreitungen des Grenzwertes von $0,1 \mu\text{g/l}$ für Pflanzenschutzmittel aufweisen und von Altlasten bzw. schädlichen Bodenveränderungen (i.S. BBodSchG) lokale Grundwasserverunreinigungen ausgehen, treten keine größeren, zusammenhängend belasteten Gebiete auf, die zur Ausweisung weiterer gGWK führen würden. Die auf Grund der Nitratbelastung ausgewiesenen gGWK wurden zunächst entlang der Gemeindegrenzen abgegrenzt. Durch ein verdichtetes Messprogramm im Rahmen des Monitorings und eine Modellrechnung mit „STOFF-BILANZ“ werden die belasteten Gebiete nun weiter eingegrenzt. Hinsichtlich des mengenmäßigen Zustandes des Grundwassers ergaben die Bilanzrechnungen auch für tiefere Grundwasserstockwerke keine Anzeichen für eine Übernutzung.

2.4 Ansätze für den Bewirtschaftungsplan und die Maßnahmenplanung im Neckar-Einzugsgebiet

Die Ergebnisse der Bestandsaufnahme geben zwar nur ein vorläufiges Bild über den Zustand von Oberflächengewässern und Grundwasser wieder. Trotzdem können daraus bereits die neuralgischen Punkte herausgelesen werden, die im Rahmen der Maßnahmenplanung prioritär angegangen werden müssen. Monitoring und die Beteiligung der Öffentlichkeit werden weiter dazu beitragen, örtlich vorhandene Lücken zu schließen. Die WRRL gibt mit den nächsten Schritten

- Aufstellung von Überwachungsprogrammen bis Ende 2006
- Entwurf eines Bewirtschaftungsplans bis Ende 2008
- Anhörung der Öffentlichkeit
- Umsetzung der Maßnahmen bis Ende 2012

einen sehr anspruchsvollen Zeitplan vor. Erschwerend kommt hinzu, dass in keinem Mitgliedstaat bisher Erfahrungen in der Praxis mit den neu eingeführten biologischen Bewertungsverfahren bestehen. Der Zeitplan wird deshalb nur einzuhalten sein, wenn über eine frühzeitige Kooperation aller Verantwortlichen und Betroffenen eine breite gesellschaftliche Akzeptanz für die notwendigen Maßnahmen erreicht werden kann.

Belastung aus Punktquellen (kommunale und industrielle Abwassereinleitungen):

Durch den Ausbau der Kläranlagen ging die Belastung mit organischen Stoffen am Neckar und seinen Nebenflüssen stark zurück. Probleme bereiten nach wie vor die auch diffus eingetragenen Nährstoffe Stickstoff und Phosphor, in erster Linie an Gewässern mit geringer Eigenwasserführung und in staugeregelten Gewässerabschnitten. Letztendlich belasten diese Stoffe über Neckar und Rhein die empfindlichen Küstengewässer. Die kommunalen Kläranlagen wie auch die direkt einleitenden Industriekläranlagen halten die Anforderungen der Abwasserverordnung bereits weitestgehend ein. Wo noch Nachholbedarf besteht, ist dies punktuell im Rahmen des wasserwirtschaftlichen Vollzugs zu erledigen. Dies gilt gleichermaßen für die vereinzelt erhöhten Werte bei Pflanzenschutzmitteln, organischen Industriechemikalien und Schwermetallen.

Darüber hinaus müssen bei besonders belasteten Gewässerabschnitten weiterreichende Maßnahmen ergriffen werden. Am Beispiel einer Pilotuntersuchung im Einzugsgebiet der Glems wurde deutlich, dass selbst in einem dicht besiedelten Gebiet mit hohem – gereinigtem – Abwasseranteil im Gewässer weitergehende Maßnahmen auf den kommunalen Kläranlagen nicht ausreichen werden, die Zielvorgaben der LAWA (Länderarbeitsgemeinschaft Wasser) für die Nährstoffbelastung gesichert einzuhalten. Eine Verminderung der Phosphoremissionen wäre zwar durch stärkere Ausfällung möglich, hätte aber steigende Betriebskosten und zusätzliche Belastungen der Gewässer mit Metallsalzen zur Folge. Eine Reduzierung des Stickstoffeintrags lässt sich nur durch umfangreiche, kostenintensive Ausbaumaßnahmen der Anlagen erreichen. Verminderungen der diffusen Einträge sowie flankierende Maßnahmen (Gewässerrandstreifen, Beschattung usw.) sind deshalb zusätzlich erforderlich.

Belastung aus diffusen Quellen (Landwirtschaft, Erosion, Abschwemmung)

Diffuse Nährstoffeinträge in Oberflächengewässer können nicht direkt gemessen werden. Daher erfolgt ihre Abschätzung mit Hilfe des Nährstoffbilanzmodells MONERIS. Während der Stickstoff die Gewässer vor allem über den Grundwasserpfad (rd. 50% des Gesamteintrags im EZG Neckar) erreicht, sind Erosion und Abschwemmung vorrangige Quellen (rd. 40%) für die Phosphorbelastung. Die Einflüsse aus der Landwirtschaft dominieren bei der Gefährdungsabschätzung für das Grundwasser und für die Oberflächengewässer hinsichtlich der Nährstoffe Stickstoff und Phosphor, wie auch bei den saisonal erhöhten Konzentrationen von Pflanzenschutzmitteln. Die Verminderung von Stickstoffausträgen aus der landwirtschaftlichen Produktion, sowie die Vermeidung von Erosion und Abschwemmung bei der Bewirtschaftung der Flächen sind die wichtigsten Herausforderungen an die Landwirtschaft im Zuge der Umsetzung der WRRL. Bewährte Maßnahmen, wie SchALVO, MEKA und Gewässerrandstreifen müssen deshalb konsequent weiterentwickelt und durch in enger Abstimmung mit der Landwirtschaftsverwaltung entwickelte zusätzliche Maßnahmen ergänzt werden. Die im Rahmen des Projektes Rivertwin gewonnenen Prognosen über die Entwicklung der landwirtschaftlichen Nutzungen können dabei wichtige Grundlagen liefern.

Fehlende Längsdurchgängigkeit und naturferner Ausbau der Gewässer

Die Anforderungen an die Längsdurchgängigkeit ergeben sich aus dem Wanderungsverhalten der Fische. Möglichst lange, zusammenhängende, naturnahe (durchwanderbare) Gewässerabschnitte sind Grundvoraussetzung für Lebensräume von Fischen und Kleinlebewesen. Von den Fischereiexperten wurden der Neckar und seine Nebenflüsse als Lebensraum für Fische mit hohem, mittlerem und normalem Wanderungsverhalten ausgewiesen.

Querbauwerke, Ausleitungsstrecken, Abstürze und Schleusen verändern Abfluss- und Strömungsverhältnisse, Temperatur und Sauerstoffversorgung im Gewässer. Querbauwerke, welche nicht über moderne Bauwerke für den Auf- und Abstieg von Fischen und Wirbellosen verfügen und bei denen keine ausreichende Mindestwasserführung in Ausleitungsstrecken gewährleistet ist, stellen unüberwindliche Barrieren dar und unterbrechen Lebensräume bzw. riegeln den Zugang zu Rückzugsgebieten und Laichplätzen ab.

Die strukturellen Defizite an vielen Gewässern sind die Folge jahrzehntelanger naturferner Ausbaumaßnahmen und des hohen Nutzungsdrucks auf die Flusstäler. Sie sind sicherlich nicht in wenigen Jahren zu revidieren. Auch wird die Wasserkraft im Einzugsgebiet des Neckars auch weiterhin eine wichtige Rolle als nachhaltige Energiequelle spielen. Beim Betrieb sowie bei der Zulassung von Wasserkraftanlagen sind künftig die in §§ 25 a u. b WHG verankerten Bewirtschaftungsziele der WRRL zu beachten, d.h. dass eine Genehmigung neuer Wasserkraftanlagen ohne moderne Auf- und Abstiegsanlagen sowie ausreichende Mindestwasserregelung nicht mehr möglich ist. Auch bei noch laufenden Genehmigungen sowie bei Altrechten sind nachträgliche Anordnungen möglich, damit die Bewirtschaftungsziele erreicht werden können.

Zur Verbesserung der Gewässerstruktur können ökologische Verbesserungen im Zusammenhang mit Hochwasserschutzmaßnahmen oder bei Ausgleichsmaßnahmen nach Naturschutzrecht integriert werden.

Die Wasserwirtschaft hat jetzt zusammen mit den Fischereisachverständigen die Aufgabe, Gewässer bzw. Gewässerabschnitte, sog. Handlungsstrecken zu ermitteln, die prioritär angegangen werden müssen. Für die verschiedenen Belastungen sind mögliche und sinnvolle Gegenmaßnahmen zu entwickeln, die in Maßnahmenkatalogen zusammen gestellt werden. Diese bilden die Grundlage für die spezifischen Maßnahmen auf Ebene der Wasserkörper und der Teilbearbeitungsgebiete, da nicht von vorneherein absehbar sein wird, auf welchen Flächen, in welchen Gewässerabschnitten bzw. an welchen Anlagen Maßnahmen zu bestimmten Zeitpunkten durchgeführt werden können (Mitwirkung der Eigentümer, technische Machbarkeit usw.). Auch hierzu werden Hilfestellungen aus den Prognoserechnungen von Rivertwin erwartet, um eine effektive und effiziente Maßnahmenplanung entwickeln zu können.

3. Einführung in das Rivertwin-Projekt

Thomas Gaiser und Karl Stahr

Universität Hohenheim (Institut für Bodenkunde und Standortslehre)

Unsere lebensnotwendigen Wasserressourcen werden sowohl hier in Deutschland als auch in anderen Teilen der Erde durch eine ständig steigende Nachfrage nach qualitativ hochwertigem Wasser sowie durch die Folgen des globalen Klimawandels gefährdet. Im extremen Trockenjahr 2003 erreichten die Pegelstände einiger Flüsse – selbst im humiden Zentraleuropa – Tiefststände, die den Betrieb von Energiekraftwerken, den Schiffsverkehr und die Flussökosysteme beeinträchtigten. Andererseits häufen sich in den letzten Jahren Überflutungen nach Starkregenfällen nicht nur in Europa sondern auch in anderen Erdteilen. Weltweit gesehen ist in den nächsten Jahrzehnten mit einer Verknappung des nutzbaren Wassers durch

- Zunehmende Bevölkerung mit steigendem Lebensstandard
- Anstieg des Anteils an Bewässerungslandwirtschaft
- Zunehmende Verschmutzung der Gewässer
- Globaler Klimawandel

zu rechnen.

Um dieser Entwicklung zu begegnen, erließ die Europäische Kommission bereits im Jahre 2000 die Europäische Wasserrahmenrichtlinie (WRRL), die momentan in Deutschland und den anderen EU Mitgliedsstaaten umgesetzt wird. Weiterhin initiierte die EU im Jahre 2002 auf dem Weltgipfel für nachhaltige Entwicklung die „EU Global Water Initiative“ mit dem Vorschlag, die Prinzipien der WRRL auch auf anderen Kontinenten anzuwenden (Europäische Gemeinschaft, 2004). Die Ziele der Globalen Wasserinitiative orientieren sich an den Millennium-Zielen der UN: (1) die Zahl der Menschen mit keinem Zugang zu sauberem Trinkwasser bis zum Jahr 2015 halbieren und die Abwasserentsorgung verbessern (2) ein Gleichgewicht zwischen den menschlichen Bedürfnissen und der Umwelt sicherstellen (3) integriertes Wasserressourcen-Management und Bewirtschaftungspläne für Flusseinzugsgebiete entwickeln. Ein zentrales Merkmal der globalen Wasserinitiative wie auch der WRRL ist die Betrachtung von Flusseinzugsgebieten als Basiseinheit für die Planung und Bewirtschaftung der Wasserressourcen.

3.1 Ziele des Forschungsprojekt Rivertwin

Das Forschungsprojekt Rivertwin soll durch die Entwicklung eines integrierten Modells für die strategische Planung der Gewässerbewirtschaftung auf Einzugsgebietsebene sowohl die Ziele der globalen Wasserinitiative der EU unterstützen als auch zur wissenschaftlich untermauerten Umsetzung der WRRL in Baden-Württemberg beitragen. Das Modell für nachhaltiges Wasserressourcen-Management MOSDEW (MOdel for Sustainable DEvelopment of Water resources) soll den Entscheidungsträgern helfen, den Einfluss von ökonomischen und technologischen Entwicklungen sowie die Auswirkungen von Landnutzungsänderungen und des globalen Klimawandels auf die langfristige Verfügbarkeit und die Qualität der Gewässer abzuschätzen. Das Modell basiert auf einem geografischen Informationssystem, das sowohl ökologische (Wasser Verfügbarkeit, Wasserqualität) als auch ökonomische Aspekte (Wasserbedarf, Wasserentnahmen) des Wassermanagements integriert.

Als Fokus wurden drei Einzugsgebiete in der Größe von 10.000 bis 50.000 km² mit stark unterschiedlichen Rahmenbedingungen ausgewählt. Gemeinsam mit den potenziellen Nutzern in Baden-Württemberg wurde das Modell zunächst im Neckareinzugsgebiet entwickelt und angewandt.

Momentan erfolgt die Übertragung der Modelle auf die Flusseinzugsgebiete des Oueme (Bénin) und des Chirchik (Usbekistan). Im Neckareinzugsgebiet sollen die Projektergebnisse die Formulierung von Handlungsempfehlungen für den von der WRRL geforderten Bewirtschaftungsplan unterstützen.

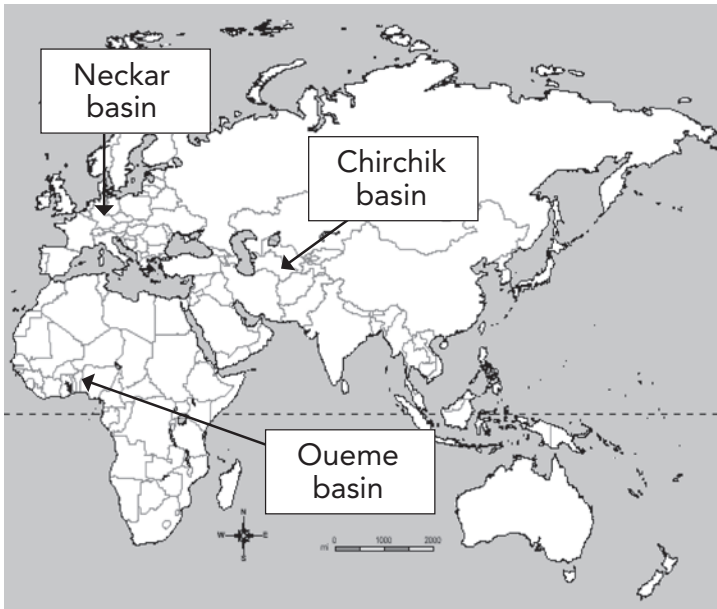


Abb. 1: Rivertwin Projektgebiete

Das Regionalmodell MOSDEW soll die Auswirkungen von Landnutzungsänderungen und des globalen Klimawandels auf die Wasserqualität abschätzen

Das Neckareinzugsgebiet erstreckt sich über eine Fläche von mehr als 13.000 km² und beinhaltet neben größeren Gebieten mit intensiver landwirtschaftlicher Nutzung einen der am dichtesten besiedelten industriellen Ballungsräume in Deutschland. Nutzungskonflikte bzw. Gefährdungspotenziale für die Gewässer im Neckareinzugsgebiet sind:

- die intensive Nutzung von Gewässern zur Trinkwasserversorgung, Bewässerung und für Erholungszwecke,
- die Einleitung von Klärwässern aus kommunalen und industriellen Anlagen,
- der naturnahe Ausbau der Gewässer auf Schifffahrtswegen und in Siedlungsgebieten,
- die landwirtschaftliche Nutzung mit intensivem Einsatz von Dünge- und Pflanzenschutzmitteln,
- die Versiegelung von Versickerungsflächen,
- die Nutzung von Gewässerrandstreifen und Überschwemmungsflächen und
- die Trinkwasserzuleitung aus anderen Einzugsgebieten (Donau, Bodensee).

Rivertwin möchte zu einer nachhaltigen, integrierten Gewässerbewirtschaftung und zum Ausgleich zwischen ökonomischen Zwängen und ökologischen Anforderungen im Neckareinzugsgebiet beitragen, indem es den zuständigen Behörden und Entscheidungsträgern ein Planungsinstrument zur Verfügung stellt, das ökonomische und ökologische Belange des Wassermanagements integriert und gemeinsam mit öffentlichen und privaten Entscheidungsträgern mögliche Entwicklungsszenarien für das Wassermanagement unter Berücksichtigung von ökonomischem Wachstum, Landnutzungsänderungen und Klimawandel entwickelt (Abb. 2).

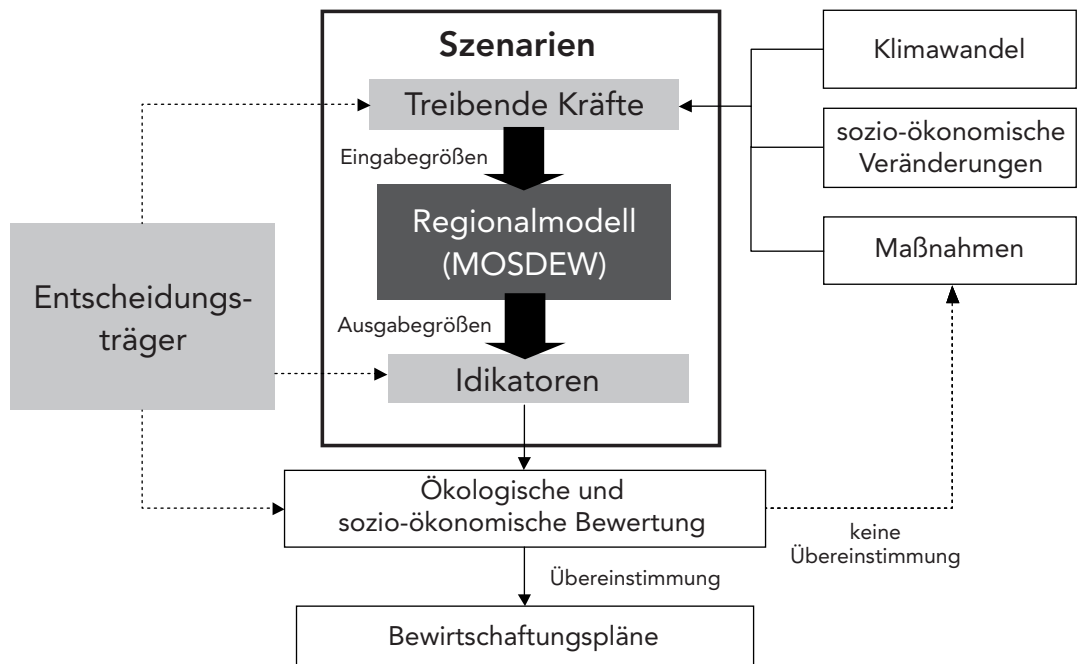


Abb. 2: Vorgehensweise zur Abschätzung der Auswirkungen von sich ändernden Rahmenbedingungen auf die ökologischen und ökonomischen Indikatoren der Gewässerbewirtschaftung

Für verschiedene Szenarien wurden spezifische Annahmen zum Klimawandel, zur sozio-ökonomischen Entwicklung und zu den Bewirtschaftungsmaßnahmen getroffen. Diese Annahmen gingen als Eingabegrößen in das integrierte Regionalmodell MOSDEW ein, das dann die Auswirkungen auf ausgewählte Indikatoren des Gewässerzustandes quantifiziert. Auf diesem Wege können robuste Maßnahmen d.h. Eingriffe die unter verschiedensten Rahmenbedingungen zu einer Zielerreichung führen, identifiziert werden.

Im Neckareinzugsgebiet befindet sich einer der am dichtesten besiedelten Ballungsräume Deutschlands

Auch in anderen Bundesländern wird an der Entwicklung von integrierten Regionalmodellen gearbeitet. So werden in Hessen im Rahmen eines Sonderforschungsbereichs für das Einzugsgebiet der Lahn und der Dill verschiedene Modelle zur Unterstützung der Landschaftsplanung in peripheren Räumen integriert (Weber et al. 2001). Gleichzeitig wird im Forschungsprogramm GLOWA des Bundesministeriums für Bildung und Forschung für das Einzugsgebiet der oberen Donau (Baden-Württemberg, Bayern und Tirol) ein dynamisches, integriertes Regionalmodell entwickelt und im EU Projekt MONIT simuliert ein Modellverbund aus deutschen und französischen Partnern die Nitratauswaschung für den gesamten Oberrheingraben (Rieland 2004, MONIT 2005).

Wie in den oben erwähnten Modellen wird in MOSDEW auch der Agrarsektor, der entscheidende Bedeutung für Landnutzungsänderungen, mit seinen ökologischen und ökonomischen Aspekten integriert. Außerdem werden über die Definition von Szenarien allgemeine ökonomische und demografische Entwicklungen sowie Verlagerungstendenzen im Energiesektor berücksichtigt.

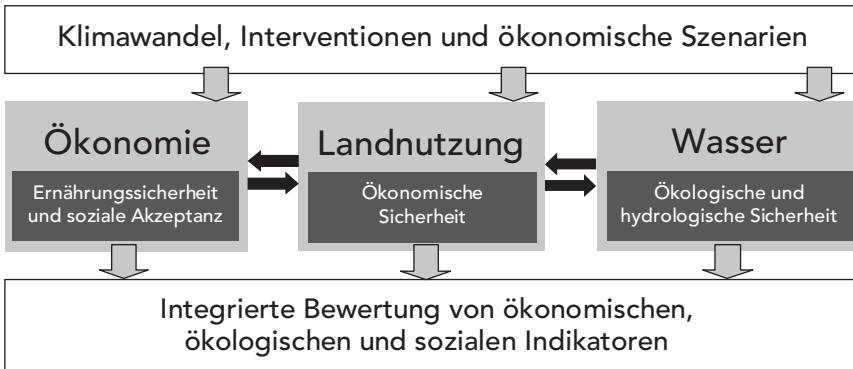


Abb. 3: Integration von Landnutzungs- und wasserwirtschaftlichen Aspekten im Verbundprojekt Rivertwin

Deshalb besteht das MOSDEW Modell aus einer Kette von Spezialmodellen, die verschiedene Aspekte der Wasser- und Landnutzung abdecken (Abb. 4). Jedes Modell wird von einem auf die Anwendung dieses Modells spezialisierten Projektpartner kalibriert und betreut. Dies hat den Vorteil, dass eine fachlich optimale Anwendung der Teilmodelle gewährleistet ist. Das Konsortium setzt sich neben den deutschen Universitäten Hohenheim und Stuttgart sowie deren Ausgründungen Terra Fusca Consulting und Schneider & Jorde Ecological Engineering GmbH aus drei weiteren Partnern aus Schweden (Stockholm Environment Institute), den Niederlanden (Center for World Food Studies) und Griechenland (Aristoteles Universität) zusammen.

Rivertwin entwickelt mögliche Entwicklungsszenarien für das Wassermanagement unter Berücksichtigung von ökonomischem Wachstum, Landnutzungsänderungen und Klimawandel

Tabelle 1: Zuständigkeiten für der Anwendung der Teilmodelle

Partner	Teilmodell	Inhaltliche Einordnung
Universität Stuttgart	MOSDEW	Integration der Einzelmodelle
Universität Stuttgart	HBV / LARSIM / MODFLOW	Hydrologie (Oberflächen- und Grundwässer)
Universität Hohenheim	ACRE	Ökonomie der landwirtschaftlichen Nutzung
Universität Hohenheim	SLISYS	Regionalisierung der diffusen Austräge
Terra Fusca Consulting	EPIC	Simulation der Erträge der Kulturpflanzen und der diffusen Austräge auf Feldebene
Schneider & Jorde GmbH	CASIMIR	Gewässereignung als Fischhabitate (biologische Gewässerqualität)
Aristoteles Universität	MONERIS / QUAL2K	Chemische und physikalische Wasserqualität
Stockholm Environment Institute	WEAP	Wasserbedarf und -entsorgung

Die Abfolge der Einzelmodelle ist durch Schnittstellen definiert, welche die Datenübergabe zwischen den Modellen eindeutig regeln.

Die Projektergebnisse dienen zur Identifizierung von robusten Maßnahmen, die auch unter zukünftigen möglichen Rahmenbedingungen einen guten Zustand der Gewässer garantieren

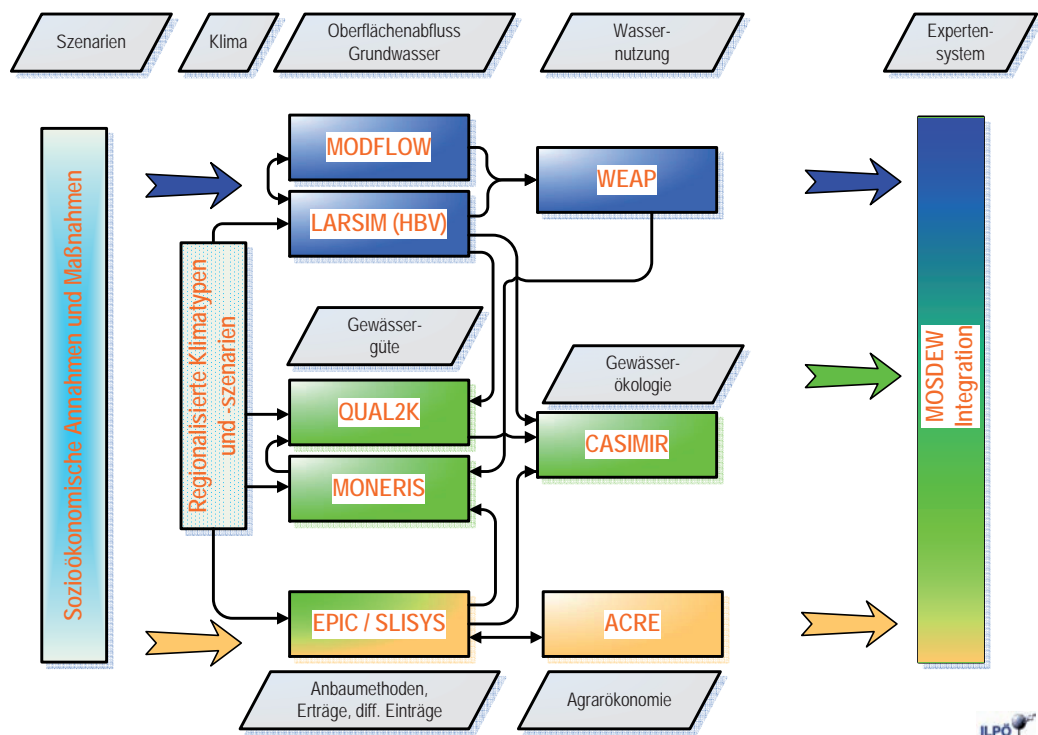


Abb. 4: Abfolge der Teilmodelle im integrierten Modell MOSDEW

3.2 Wie kann Rivertwin die Umsetzung der WRRL unterstützen?

Nach den Vorgaben der Europäischen Kommission ist die Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie in Europa an festgesetzte Fristen geknüpft (Europäische Gemeinschaft 2001, LAWA 2002) (Abb. 5)

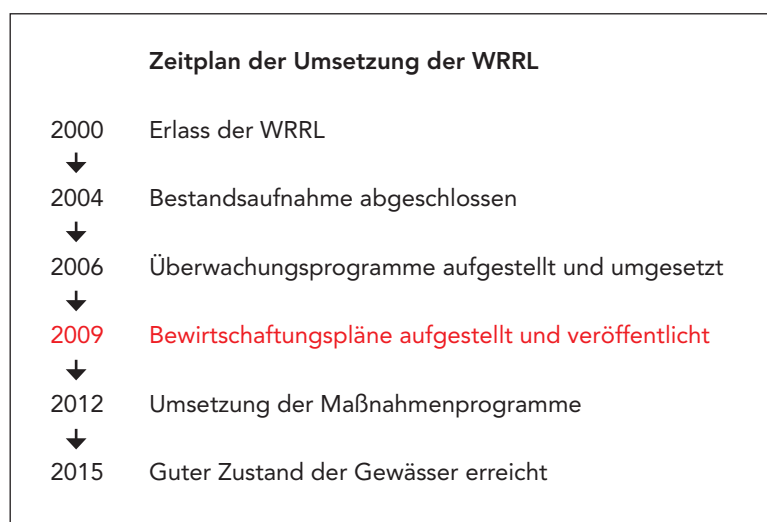


Abb. 5

Die Bestandsaufnahme wurde in Baden-Württemberg fristgerecht Ende 2004 abgeschlossen. Bis 2006 sollen Monitoringprogramme in den stärker gefährdeten Teileinzugsgebieten aufgestellt und mit den Messungen begonnen werden. Parallel dazu verläuft die Erstellung von Bewirtschaftungsplänen für die Bearbeitungsgebiete. Insbesondere sollen die Modellergebnisse die Identifikation und Quantifizierung der folgenden signifikanten Belastungen erleichtern:

- Schätzung von diffusen Quellen für Gewässerverschmutzung
- Analyse der Auswirkungen menschlicher Eingriffe auf den Gewässerstatus
- Schätzung des Nutzungsdrucks auf die Gewässer

Es wird erwartet, dass die Ergebnisse des integrierten Modells oder einzelner Teilmodelle dazu beitragen in den gefährdeten Teileinzugsgebieten geeignete Maßnahmen zu ergreifen, die auch unter zukünftigen möglichen Rahmenbedingungen einen guten Zustand der Gewässer garantieren.

Danksagung:

Den folgenden Einrichtungen sei für Ihre Zusammenarbeit und die Zurverfügungstellung von Daten für die Durchführung der Forschungsarbeiten gedankt: Umweltministerium Baden-Württemberg, Landesanstalt für Umwelt, Messungen, und Naturschutz Baden-Württemberg, Landesvermessungsamt Baden-Württemberg, Regierungspräsidium Stuttgart, Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau Baden-Württemberg, Statistisches Landesamt, Landeswasserversorgung, Bodenseewasserversorgung und alle Landratsämter im Neckareinzugsgebiet. Das Projekt Rivertwin wurde von der Europäischen Kommission innerhalb des 6. Forschungsrahmenprogramms gefördert.

Literatur:

Europäische Gemeinschaft (2001): Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik.

Europäische Gemeinschaft (2004): The EU Water Initiative. (<http://www.euwi.net>)

LAWA (2002): LAWA-Länderarbeitsgemeinschaft Wasser Handlungskonzept zur Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie. (<http://www.lawa.de/pubs/Handlungskonzept.pdf>) Stand: 2002.

MONIT (2005): Modellierung der Grundwasserbelastung durch Nitrat im Oberrheingraben. Tagungsband zur Zwischenpräsentation am 15.4.2005 in Karlsruhe. (http://www2.lfu.baden-wuerttemberg.de/lfu/abt4/monit/df/7Publikation/MoNit_15042005.pdf)

Rieland, M. (2004): Das BMBF-Programm GLOWA: Instrumente für ein vorausschauendes Management großer Flusseinzugsgebiete. *Hydrologie und Wasserbewirtschaftung* 48(2):83–83. (http://www.glowa-danube.de/PDF/general_informations/bericht_rieland.pdf)

RIVERTWIN (2004): Ein Regionalmodell für die integrierte Gewässerbewirtschaftung in Flusseinzugsgebieten. (<http://www.rivertwin.org>)

Weber, A., Fohrer, N. and Möller, D. (2001): Long-term land use changes in a mesoscale watershed due to socio-economic factors-effects on landscape structures and functions. *Ecological modelling* 140:125–140.

4. Überblick über die Szenarienbildung und Einführung in die integrierte Modellierung

Andreas Printz und Hans-Georg Schwarz von Raumer,
Universität Stuttgart (Institut für Landschaftsplanung und Ökologie)
Thomas Gaiser, *Universität Hohenheim (Institut für Bodenkunde und Standortslehre)*
Jens Götzinger, Johanna Jagelke, Wei Yang, Roland Barthel,
Universität Stuttgart (Institut für Wasserbau)
Martin Henseler, *Universität Hohenheim (Institut für Landwirtschaftliche Betriebslehre)*
Matthias Schneider, *Schneider und Jorde Engineering GmbH, Stuttgart*
Frank-Michael Lange, *terra fusca – Ingenieurbüro und Consulting, Stuttgart*

4.1 Szenarienbildung

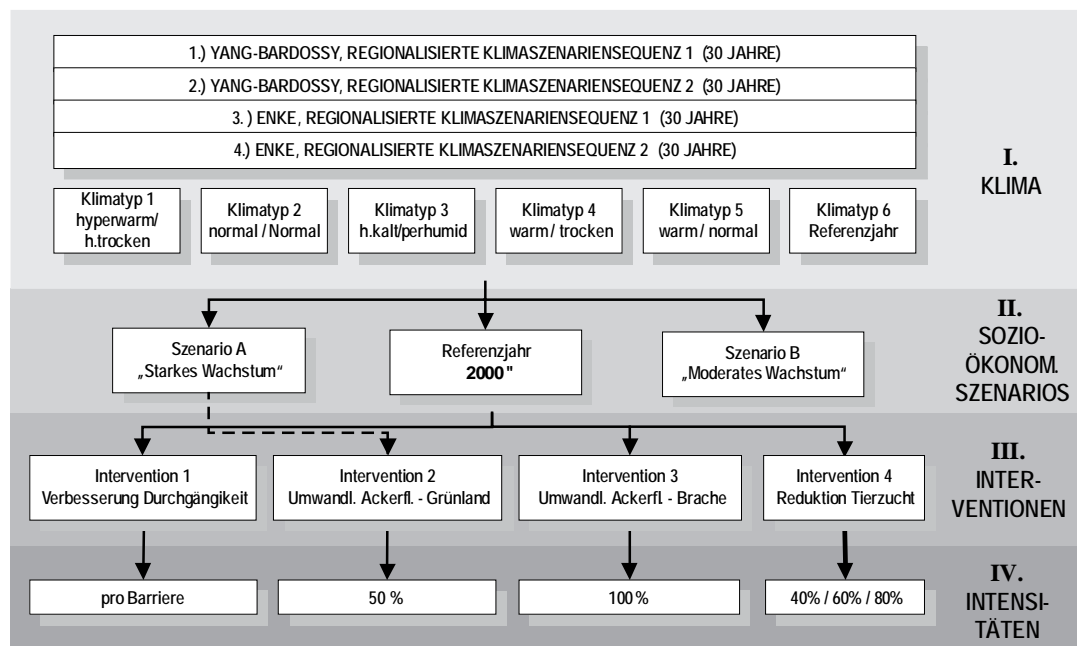
Szenarien: statt Wunschvorstellungen oder Vorhersagen – konsistente und plausible Bilder möglicher Zukunftsentwicklungen

Szenarien dürfen nicht verwechselt werden mit Wunschvorstellungen oder Vorhersagen. Mit Hilfe von Szenarien sollen zukünftige Entwicklungen sowie mögliche Interventionen in ihren komplexen Auswirkungen besser abgeschätzt werden. Dazu ist es zunächst notwendig, möglichst konsistente, plausible, also nachvollziehbare „Story-lines“ gemeinsam mit den jeweiligen Entscheidungsträgern zu entwickeln und die treibenden Kräfte für die zukünftige Entwicklung im Wassersektor bis zum Jahr 2030 zu identifizieren.

Im Neckar-Modellgebiet des Rivertwin-Projektes wurden vier Ebenen für die Szenarienbildung definiert:

1. Annahmen zur Klimaentwicklung
2. Annahmen zu den sozio-kulturellen und ökonomischen Entwicklungen
3. Interventionen
4. Intensität der Interventionen

Der Rivertwin-Ergebnisraum wird ausgelotet durch unterschiedliche klimatische und sozioökonomische Annahmen sowie zusätzlich durch Interventionen und Intensitäten



Die Annahmen auf den vier Ebenen stellen für alle Einzelmodelle verbindliche Vorgaben dar und führen zu einer Vervielfachung der zu berechnenden Simulationsfälle. Wenn keine Modellsensitivitäten zu erwarten sind, wurde allerdings auf eine Berechnung der jeweiligen Szenariokombinationen verzichtet. So wurde z. B. angenommen, dass sich die Intervention „Verbesserung der Durchgängigkeit“ ausschließlich auf das Fischhabitatmodell MesoCASIMIR auswirkt.

4.1.1 Annahmen zur Klimaentwicklung

Die verwendeten Klimasequenzen wurden von den Klimaszenarien A2 und B2 des Globalen Zirkulationsmodells ECHAM4 (MPI, Hamburg) abgeleitet. Zwei unterschiedliche Regionalisierungsansätze mit höherer räumlicher Auflösung werden den Simulationen zugrunde gelegt: In Zusammenarbeit mit der LUBW wurden eine Niedrigwasser- und eine Hochwasservariante der „Enke-Szenarien“ (MeteoResearch, Berlin) ausgewählt. Außerdem wurde ein Regionalisierungsansatz von „Yang-Bardossy“ (Universität Stuttgart-IWS) jeweils für A2 und B2 durchgerechnet.

Die vier Klimaszenarien unterscheiden sich im mittleren Jahresniederschlag, der vom ENKE- Szenario mit 1162 mm zum YANG-BARDOSSY B2-Szenario mit 1322 mm ansteigt (Tab. 1). In allen Fällen ist der Jahresniederschlag höher als in der aktuellen Situation. Die Niederschläge nehmen insbesondere im Winterhalbjahr zu (November bis April). Parallel dazu werden auch die Jahresmitteltemperaturen leicht ansteigen mit einem im Winter etwas stärkeren Anstieg als im Sommer.

Tabelle 1: Veränderungen der Klimabedingungen im Neckareinzugsgebiet in Abhängigkeit vom Klimaszenario im Vergleich zum Mittel des Zeitraums 1987–2003 (A2 und B2, unterschiedliche Läufe des Globalen Zirkulationsmodells ECHAM4, MPI Hamburg, ENKE_Trocken und Enke_Feucht, zwei Varianten der Klimaszenarien der Firma MeteoResearch, Berlin)

	Niederschlag [%]			Temperatur [°C]		
	Jahresmittel	Sommer	Winter	Jahresmittel	Sommer	Winter
A2	12.57	2.37	27.37	+3.50	+3.17	+3.89
B2	22.19	7.66	43.63	+3.30	+3.02	+3.61
Enke_Trocken	8.24	-3.58	26.52	+2.40	+2.28	+2.45
Enke_Feucht	13.59	0.03	33.46	+2.30	+2.26	+2.33

4.1.2 Annahmen zu den sozio-kulturellen und ökonomischen Entwicklungen

Gemeinsam mit Vertretern der Aufsichtsbehörden wurde vorgeschlagen, die Auswirkungen von Steuerungsmaßnahmen in der Wasserwirtschaft vor dem Hintergrund zweier unterschiedlicher Hauptentwicklungsrichtungen zu betrachten:

A. Eine wachstumsorientierte Entwicklung im Zeichen fortschreitender Globalisierung („Referenzszenario A“)

B. Eine vorwiegend endogen gesteuerte, ökologisch orientierte Entwicklung mit einem moderaten Wirtschaftswachstum („Referenzszenario B“).

Regionale Klimaszenarien: Langfristiger Anstieg von Temperatur und Niederschlag

Die beiden Alternativen sind eng angelehnt an die international anerkannten „Szenariofamilien“ des Zwischenstaatlichen Ausschusses für Klimaänderungen (IPCC-Intergovernmental Panel on Climate Change, www.ipcc.ch). Sie sind mit den entsprechenden Entscheidungsträgern (UVM, LUBW, RP Stuttgart etc.) abgestimmt und gegebenenfalls modifiziert.

Die Charakteristika der beiden Szenariofamilien sind in der folgenden Tabelle schlagwortartig gegenübergestellt:

Zwei sozioökonomische Szenariofamilien mit unterschiedlichen Wachstumsannahmen

Szenario A	Szenario B
Wirtschaftlich und technologisch orientierte Entwicklung (Globalisierung)	Ökologisch und sozial orientierte Entwicklung (Regionale Eigenentwicklung)
Starkes wirtschaftliches Wachstum	Mäßiges wirtschaftliches Wachstum
Mäßiges Bevölkerungswachstum	Stabile Bevölkerungszahlen
Schnelle Einführung und Verbreitung neuer, effizienter Technologien	Schnelle Einführung und Verbreitung umweltfreundlicher Technologien
Globale Mobilität von Menschen, Kapital, Technologien und Ideen (Multinationale Konzerne)	Starker Regionalbezug von Menschen, Kapital und Technologien (Kleine und Mittlere Unternehmen)
Angleichung regionaler Besonderheiten, sinkende Bedeutung gemeinschaftl. Werte	Betonung regionaler Identität und gemeinschaftlicher Werte
Gewinne werden in die Wirtschaft reinvestiert	Gewinne fließen z. T. in Umweltschutz- und soziale Projekte
Umwelt- und Ressourcenschutz hat geringe Priorität	Umwelt- und Ressourcenschutz ist wichtiger Teil der Lebensqualität
Verlängerung Restlaufzeiten AKW bis mind. 2030	Restlaufzeiten AKW, wachsender Anteil von KMK und regenerativen Energieträger
Flächenverbrauch steigt proportional zum Wirtschaftswachstum	Flächenrecycling und innovative Steuerungsmodelle reduzieren den Flächenverbrauch

Die dargestellten Charakteristika können durch mathematische Modelle nicht oder nur unzureichend über längere Zeiträume vorhergesagt werden. Daher werden sie in Form von Annahmen für jedes einzelne zu simulierende Szenario vorab festgelegt. Sie dienen als Randbedingungen für die Simulation von Gewässerbewirtschaftungsszenarien mit dem Integrierten Regionalmodell MOSDEW.

4.1.3 Definition der treibenden Kräfte in den sozio-ökonomischen Szenarien

Annahmen zu den sozioökonomischen Veränderungen werden für die beiden Szenarien jeweils für Fünfjahresschritte festgelegt. Die treibenden Kräfte der Szenarien können in vier verschiedene Gruppen gegliedert werden:

1. Bevölkerungsentwicklung:

Die Abbildung 1 zeigt die jährlichen Wachstumsraten der Bevölkerung zwischen 2003 und 2030 im baden-württembergischen Teilgebiet des Neckarraums im Vergleich der beiden Szenarien. Die Szenarien unterscheiden Bevölkerungswachstum und -dichte in städtischen und ländlichen Siedlungsräumen [Kröhnert et al. 2004, Statistisches Landesamt 2001].

2. Wirtschaftliche Entwicklung:

Als Bezugsgröße wird hier das Bruttoinlandsprodukt betrachtet. Für Szenario A wird von einem jährlichen Wachstum von 2% – für Szenario B von der Hälfte (1%) ausgegangen (Abbildung 1) [Prognos 2000 und eigene Annahmen].

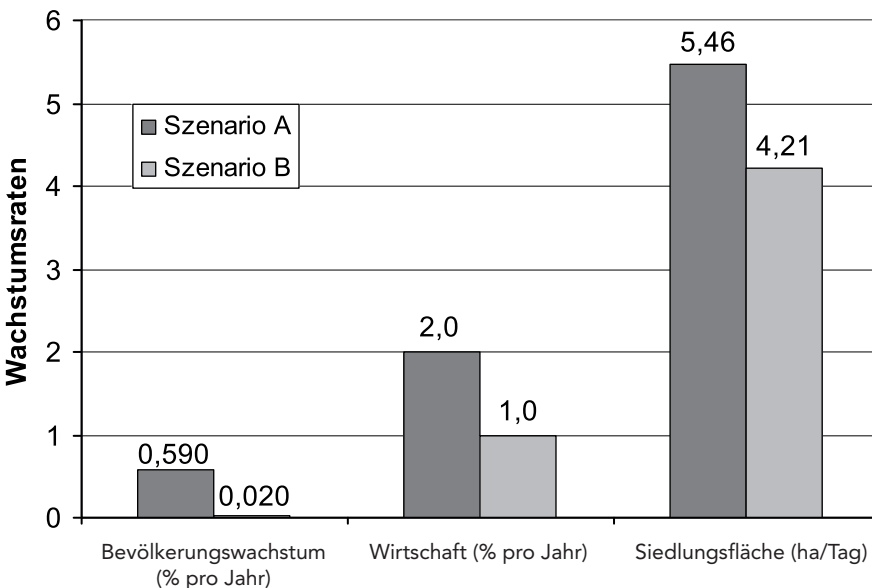


Abb. 1: Wachstumsraten ausgewählter treibender Kräfte in den sozioökonomischen Szenarien A und B

3. Wasserverbrauch:

Bei der Modellierung des Wasserverbrauchs werden Energieerzeuger, Haushalte, Industrie und Landwirtschaft unterschieden. Stand der Technik und bewusster Umgang mit Wasserressourcen werden ebenfalls berücksichtigt. Die Szenarien unterscheiden sich insbesondere im Energiemix und seinen Auswirkungen. Zur Modellierung werden öffentliche Abwässer, Industrieabwässer und Ab-/Kühlwasser aus Kraftwerken als Verbraucher unterschieden. Eine wichtige Annahme für die Berechnung des Wasserbedarfs ist der Wasserverbrauch pro Kopf sowie der technische Fortschritt zur Wassernutzung in der Industrie. In Szenario A wird angenommen, dass der Pro-Kopf-Verbrauch auf dem bisherigen Niveau von 120 l pro Tag bleibt und dass die Effizienz der Wassernutzung sich nur mäßig verbessert. Hingegen rechnet man im ökologisch orientierten Szenario aufgrund höherem Umweltbewusstsein und forcierter Technologieentwicklung im Umweltbereich mit einem Pro-Kopf-Verbrauch von 90 l (in etwa der Verbrauchswert von Freiburg [Statistisches Landesamt 2006b]) und stark erhöhter Effizienz der Wassernutzung (Tabelle 1).

4. Veränderungen der Landnutzung

Obwohl veränderte Landnutzung eigentlich erst die Folge ökonomischer und gesellschaftlicher Prozesse darstellt, wird sie hier aufgrund des hohen Einflusses z. B. auf hydrologische und agrarökonomische Modellberechnungen selbst als treibende Kraft definiert. Zunächst wurden unterschiedliche Annahmen für das Siedlungswachstum getroffen (so genannter „Flächenverbrauch“). Der Zuwachs

Intensität von Bevölkerungswachstum und Siedlungswachstum in Abhängigkeit vom Wirtschaftswachstum

Tagesbedarf Trinkwasser Szenario A: 120 l pro Kopf und Tagesbedarf Trinkwasser Szenario B: 90 l pro Kopf

der Siedlungsflächen basiert in Szenario A auf dem Trend des Siedlungsflächenzuwachses der Jahre 1997–2001, während Szenario B sich auf mittlere (moderatere) Zuwachswerte der gesamten statistisch erfassten Periode 1989–2001 bezieht (Abbildung 1) [Statistisches Landesamt 2006a]. Der Zuwachs der Siedlungsflächen geht in beiden Szenarien vorwiegend auf Kosten der Ackerflächen, aber auch Grünland-, Streuobst- und Waldflächen können in Anspruch genommen werden. Nach der Umwandlung in Siedlungsfläche werden auf der nun reduzierten landwirtschaftlichen Fläche die Ackerkulturen verteilt (Schwarz-v.Raumer, 2006).

Die Ausdehnung der Anbaufläche der einzelnen Ackerfrüchte und des Grünlands wird vom Agrarsektormodell ACRE-Neckar [Henseler 2006] unter der Annahme berechnet, dass die neue gemeinsame Agrarpolitik der EU (GAP-Reform 2003) im Neckareinzugsgebiet planmäßig stufenweise bis 2015 umgesetzt wird. Demnach ist zu erwarten, dass durch die GAP-Reform der Anteil der Klee-gras- und der Stilllegungsfläche in beiden Szenarien auf Kosten der Maisanbaufläche (insbesondere Silomais) zunehmen wird (Abb. 2).

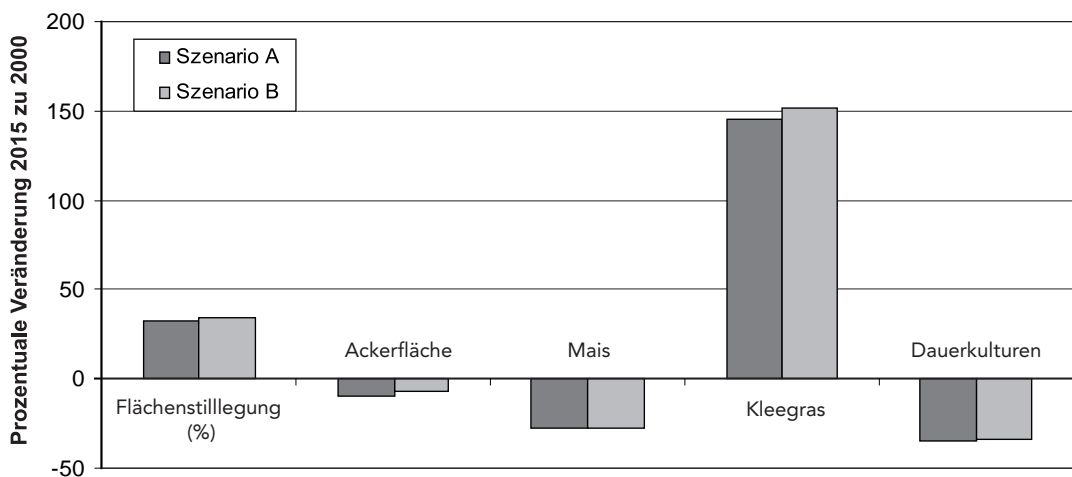


Abb. 2: Veränderung der Flächenausdehnung ausgewählter landwirtschaftlicher Nutzungen in den sozioökonomischen Szenarien A und B im Jahre 2015 nach Umsetzung der GAP-Reform

4.2 Integrierte Modellierung für ein Integriertes Wasserressourcenmanagement

Zentrales Ziel des EU-Forschungsprojektes Rivertwin ist es, dazu beizutragen, Instrumente für ein Integriertes Wasserressourcenmanagement zu entwickeln. Diese sollen einen wesentlichen Beitrag dazu liefern, die in der Wasserrahmenrichtlinie geforderten integrierten Managementpläne für Wassereinzugsgebiete aufstellen zu können. Es geht also darum, den politischen Entscheidungsträgern bzw. der zuständigen Verwaltung Instrumente an die Hand zu geben, welche bei sich verändernden zukünftigen Rahmenbedingungen wissenschaftlich fundierte strategische Entscheidungshilfen geben können. Modellauswahl und -design des Rivertwin-Projektes war somit von Beginn an auf den konkreten Anwendungsbezug ausgerichtet.

Inhaltlich wurde deswegen darauf geachtet, dass Modellauswahl und -ergebnisse die relevanten Problembereiche für ein Wasserressourcenmanagement im Neckarraum widerspiegeln und eine Abschätzung bzgl. der hydrologischen, ökologischen und agrarökonomischen Risiken bzw. Nachhaltigkeiten ermöglicht wird. Konkrete Problemkomplexe im Neckarraum, welche durch Rivertwin-Modellergebnisse abgebildet werden, sind z. B.:

- Entwicklung der Niedrigwassersituation durch eine mögliche Klimaänderung und/oder Landnutzungsänderungen
- Entwicklung der Gewässerbelastung z. B. durch die Reform der Gemeinsamen Agrarpolitik (GAP) der EU oder anderweitige Landnutzungsänderungen
- Agrar-ökonomische Auswirkungen durch die GAP-Reform oder andere Interventionen im Agrarsektor
- Entwicklung der Habitatbedingungen für Fische

Kopplung von 11 Modellen durch verbindlichen Modellrahmen und Schnittstellen

4.2.1 GIS-basierte Integration und Modellkopplung

Der Rivertwin-Integrationsansatz ist GIS-basiert. Die zentrale Ergebnisgeometrie besteht aus den von der LUBW zur Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie definierten Wasserkörper bzw. Teilbearbeitungsgebieten. Elf Einzelmodelle sind im Neckarmodellgebiet durch einen verbindlichen Modellierungsrahmen gekoppelt (s. Kap. „Einführung in das Rivertwin-Projekt“ Abb.4).

Zum verbindlichen Modellrahmen zählen gemeinsame räumliche und zeitliche Auflösungen (Grundgeometrien und Modellierungsschritte), genau definierte Schnittstellen/Übergabeparameter sowie die Definition der zu berechnenden Simulationsfälle: klimatische und sozioökonomische Szenarien sowie Interventionen und Intensitäten (wie bereits oben beschrieben).

Die Modelle sind nicht „dynamisch“ gekoppelt und können auch nicht jede erdenkliche Situation als Ergebnis abbilden, sondern nur jene Situationen, die zuvor im Modellierungsrahmen bzw. den Szenarienvorgaben definiert wurden. Diese Form der „interaktiven“ Integration hat den Vorteil, dass Unstimmigkeiten von den zuständigen Modellexperten direkt geklärt werden können. Damit entspricht die Integrationsmethode auch dem derzeitigen Stand der Ergebnissicherheit der Einzelmodelle.

Das integrierte Regionalmodell MOSDEW

MOSDEW (Model for Sustainable Development of Water Resources), das integrierte Regionalmodell, wird also einerseits über die internen Modellschnittstellen definiert und organisiert die Ergebnisse der Einzelmodelle in einer homogenen Datenbank. Andererseits werden die Ergebnisse über eine graphische Benutzeroberfläche via Internet abrufbar gemacht.

Durch die Datenbereitstellung via Internetserver und die Abrufbarkeit durch eine Browser-Benutzeroberfläche werden räumlich verteilte Nutzer in die Lage versetzt, auf die Ergebnisse ohne gesonderte Softwareinstallation und -updates zuzugreifen: Nach der Auswahl des Simulationsfalles (des Modellierungsrahmens) und der gewünschten Ergebnisparameter kann das gewünschte Ergebnis in Form von Karten oder Tabellen dargestellt werden. Dabei wird insbesondere auf das Überschreiten von definierten Grenzwerten hingewiesen.

MOSDEW – die Schnittstelle zwischen wissenschaftlichen Simulationsmodellen und Entscheidern

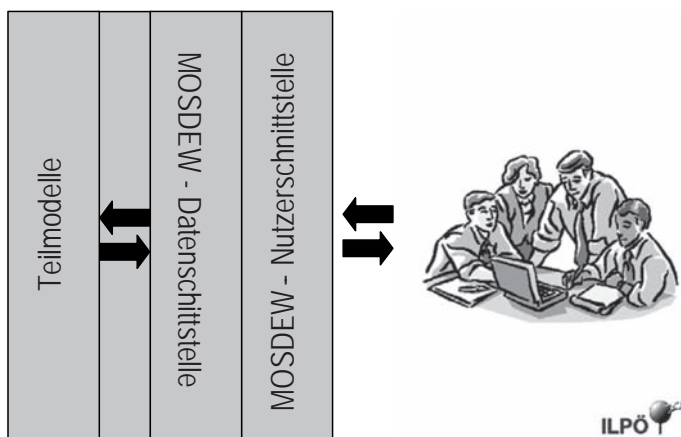


Abb. 3: Interne und externe MOSDEW-Schnittstellen

Das so gestaltete internetbasierte „Decision support system“ (Entscheidungs-Unterstützungssystem) hat eine offene, auf open-source Software basierende Architektur, in welche mit überschaubarem Aufwand weitere Modellergebnisse eingespeist werden können.

Alle Ergebnisse und Funktionalitäten für das Neckar-Modellgebiet sind hier abrufbar:
<http://mapserver.ilpoe.uni-stuttgart.de/rivertwin/index.php>

Experten-Informationssystem mit Internet-Benutzeroberfläche

Landuse	Interventions	Y-0-A2	Y-0-B2	ENKZ Dry	ENKZ Wet	T1 (2001)	T2 (1988)	T3 (1995)	T4 (1997)	T5 (1991)	T6 (2000)
No Growth	No Intervention	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	50% Grassland	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Animal Reduction	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Fish Passages	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Scenario A	No Intervention	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	50% Grassland	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Animal Reduction	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Fish Passages	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Scenario B	No Intervention	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	50% Grassland	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Animal Reduction	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Fish Passages	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

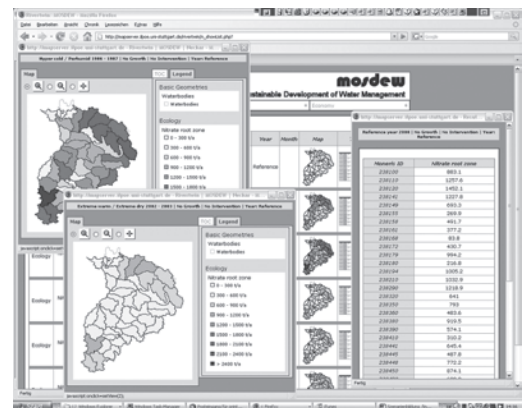


Abb. 4: Beispiele für die Graphische Benutzeroberfläche mit MOSDEW-Auswahl- und Ergebnismenü

Tabelle 2: Übersicht über die quantitativen Annahmen in den sozio-ökonomischen Szenarien A und B

	Aktuelle Situation		Alle Angaben für 2030	
	Rivertwin Berechnung	Entspr. WRRL	Szenario A	Szenario B
Demographie				
Einwohner (Neckar-EZG-BaWü) 2000	5.292.121			
Einwohner (Neckar-EZG-BaWü) 2001	5.331.590	5.500.000		
Fläche Neckar-Wassereinzugsgebiet [EZG] (BaWü)*	13.618	13.644		
Gesamtfläche Neckar-EZG (incl. Bayern und Hessen)	13.709	13.958		
Einwohner (Neckar-EZG-BaWü) 2030			6.332.411	5.390.653
Mittleres jährl. Bevölkerungswachstum 2005–2030			0,59%	0,02%
Urbane Bevölk. (Gemeinden > 10.000 Einw.) 2000	69,13%		73,21%	68,92%
Ländl. Bevölk. (Gemeinden < 10.000 Einw.) 2000	30,87%		26,79%	31,08%
Wirtschaft				
BIP EZG Neckar (Mio. EUR)	236.126	146.437	265.250	197.375
BIP ‚Dienstleistungen‘ (Mio. EUR)		88.645	160.562	119.476
BIP ‚Industrie‘ (Mio. EUR)		56.785	102.858	76.538
BIP ‚Land- und Forstwirtschaft‘ (Mio. EUR)		968	1.753	1.305
Jährliches BIP-Wachstumsrate			2,0%	1,0%
Wassernutzung				
Wasserverbrauch (1.000 m ³ /a, 2001, Haushalte, Kleinunt.)	236.126		277.360	176.282
Wasserverbrauch l/Kopf/Tag (2001, Haushalte, Kleinunt.)	121	121	120	90
Wasserverbrauch Industrie (1.000 m ³ /a, 2001)		88.062	76.419	28.836
Abwasser				
Gesamtmenge (Mio. m ³ /a, 2001)		4.922	4.304	286
Öfftl. Kläranlagen (Mio. m ³ /a, 2001)		1.013	753	154
Industrie (keine Info ü. Behandlungsart, Mio. m ³ /a, 2001)		22	7	5
Landnutzung (nur Teil BaWü, (km²)*	Rivertwin Berechnung		2015	
Siedlung	1.428	10,45%	14,53%	9,84%
Ackerland	3.578	26,19%	23,98%	24,6%
Grünland	2.606	19,08%	18,7%	19,2%
Wald	5.122	37,5%	36,42%	36,64%
Rest	958	7,01%	6,01%	6,08%
Summe	13.660	100%	100%	100%
*Angaben weichen entsprechend Aggregation auf unterschiedliche Gridzellengröße geringfügig voneinander ab.				

Literatur:

Börsch-Supan, A. (2003): Herausforderungen an den Standort Baden-Württemberg durch den demographischen Wandel. (http://www.newcome.de/gruenderservice/shop/artikel/download/Studie_Demographischer_Wandel.pdf)

Europäische Kommission (2000): European Water Framework Directive (2000/60/EC).
Fahl, U.; Blesl, M.; Rath-Nagel, S.; Voß, A. (2001): Maßnahmen für den Ersatz der EZGfallenden Kernenergie in Baden-Württemberg. IER, Stuttgart.

Henseler, M., Wirsig, A. und T. Krimly (2006): Anwendung des Regionalmodells ACRE in zwei interdisziplinären Projekten. In: Wenkel, K.-O., Wagner, P., Morgenstern, Luzi, K. und P. Eisermann (Hrsg.) (2006): Land- und Ernährungswirtschaft im Wandel – Aufgaben und Herausforderungen für die Agrar- und Umweltinformatik, Proceedings of the 26th GIL-Jahrestagung, Potsdam, 6.–8. März 2006, pp.101–104.

Kröhnert, S.; van Olst, N.; Klingholz, R. (2004): Deutschland 2020. Die demographische Zukunft der Nation. Berlin-Institut für Weltbevölkerung und globale Entwicklung, (<http://www.berlin-institut.org>)

Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (2004): Umweltdaten 2003 Baden-Württemberg. (http://www.lfu.baden-wuerttemberg.de/lfu/abt2/umweltdaten2003_pdf)

Prognos (2000): Deutschland-Report 2002–2020. Prognos AG, Basel.

Regierungspräsidium Stuttgart (2004): Wirtschaftliche Analyse der Wassernutzung des Bearbeitungsgebiets Neckar für Baden-Württemberg. Regierungspräsidium Stuttgart (unveröffentlicht).

Schwarz-v.Raumer, H.-G. (2006): A priority based allocation procedure for drawing up spatial scenarios on physical urban growth (ILPOE-Arbeitspapier), Stuttgart.

Statistisches Landesamt (2001): Landesvorausrechnung Basis 2001. StaLa Baden-Württemberg.

Statistisches Landesamt (2006a): Flächennutzung 1989 bis 2005. (<http://statistik-bw.de/SRDB/home.asp?H=1&U=01>)

Statistisches Landesamt (2006b): Wasserverbrauch Freiburg 2004: (<http://statistik-bw.de/SRDB/home.asp?H=11&U=06&T=22025035&R=GE311000>,
<http://statistik-bw.de/Pressemitt/2006080.asp>)

Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg (2002): Landesentwicklungsplan 2002. (http://www.wm.baden-wuerttemberg.de/htm/bereich8/content8_2.htm)

5. Erste Ergebnisse der GAP-Reform-Szenarienrechnung mit dem Modell ACRE-Neckar

Martin Henseler, Tatjana Krimly und Stephan Dabbert

Universität Hohenheim (Institut für Landwirtschaftliche Betriebslehre)

5.1 Einleitung

Für das Teilprojekt Rivertwin-Neckar wurde das von Winter (2005) entwickelte Regionalmodell ACRE (Agro-eConomic pRoduction model at rEgional level) zur Anwendung auf das Neckareinzugsgebiet als ACRE-Neckar angepasst. ACRE-Neckar simuliert die landwirtschaftliche Produktion im Neckareinzugsgebiet. Es ist ein komparativ statisches partielles Gleichgewichtsmodell, das den regionalen Gesamtdeckungsbeitrag maximiert indem es die landwirtschaftliche Produktion auf Landkreisebene optimiert. Die Optimierung erfolgt durch die Methode der Positiven Quadratischen Programmierung (PQP). Es wird angenommen, dass die landwirtschaftliche Produktion der einzelnen Landkreise durch jeweils einen Betrieb erfolgt. Diese Annahme wird als ‚Regionshofansatz‘ bezeichnet. Die kürzeste Simulationsperiode beträgt 1 Jahr. In ACRE-Neckar sind 20 Verfahren der pflanzlichen Produktion sowie 12 Verfahren der Tierproduktion modelliert, vgl. Tabelle 1.

Das Modell ACRE-Neckar basiert auf dem Regionshofansatz.

Tabelle 1: Pflanzliche Produktion und Tierproduktion in ACRE-Neckar. Quelle: eigene Darstellung

Pflanzliche Produktion auf Ackerland und Grünland			
Winterweizen	Sommerweizen	Wintergerste	Sommergerste
Hafer	Roggen	Körnermais	Sonnenblumen
Winterraps	Spätkartoffeln	Zuckerrüben	Futtererbse
Silomais	Klee und Klee gras	Weißkohl	Äpfel
Wein	Gründüngung	Intensives Grünland	Extensives Grünland
Tierproduktion			
Milchkühe	Mastbullen	Zuchtfärsen	Mastfärsen
Männliche Kälber	Weibliche Kälber	Zuchtsauen	Mastschweine
Pensionspferde	Schafe	Legehennen	Masthähnchen

Basierend auf dem prozessanalytischen Ansatz des Modells wird die Fütterung, die Tierhaltung und die Düngung optimiert indem Futter und Wirtschaftsdünger (z.B. Gülle) modellendogen produziert werden (vgl. Abbildung 1).

Durch Variation der Modellparameter lassen sich Szenarien simulieren. Veränderungen in der Produktion können durch Variation der landwirtschaftlichen Produktionsparameter berechnet werden, z.B. durch veränderte Produktpreise oder -kosten. Um politische Szenarien zu simulieren werden Prämien (Produktprämien oder entkoppelte Prämien der angenommenen Agrarpolitik) variiert. Änderungen des Klimas werden durch Änderungen der pflanzlichen Erträge simuliert. Die modellendogenen Produktionsprozesse in ACRE-Neckar lassen sich vereinfacht, wie in Abbildung 1 dargestellt,

beschreiben: ACRE-Neckar baut als pflanzliche Produkte Nahrungs-, Futter- und Industriepflanzen an. Von diesen werden die marktgängigen Produkte zum Erzeugerpreis verkauft und die Erlöse fließen in den Gesamtdeckungsbeitrag ein. Aus den nichtmarktgängigen Futterpflanzen stellt ACRE-Neckar Futtermitteln her, welche in der tierischen Produktion verwendet werden. Die Tiere liefern Wirtschaftsdünger und marktgängige Erzeugnisse. Zusammen mit den marktgängigen pflanzlichen Produkten bestimmen sie den Gesamtdeckungsbeitrag, während der Wirtschaftsdünger zur organischen Düngung in der pflanzlichen Produktion eingesetzt wird. Mineraldünger und Kraftfutter können von ACRE-Neckar zugekauft werden. Handel zwischen den Regionshöfen ist nicht möglich.

Im Optimierungsprozess maximiert ACRE-Neckar den Gesamtdeckungsbeitrag für jeden Regionshof durch Optimierung der Anbaumfänge und der Anzahl der Tiere unter Berücksichtigung der im Szenario vorgegebenen Restriktionen.

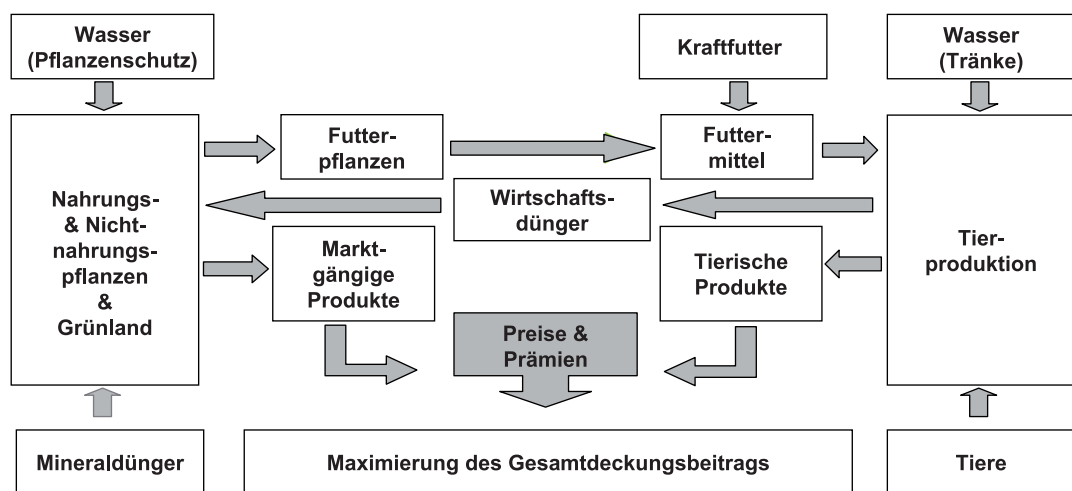


Abb. 1: Schema der Produktflüsse in ACRE-Neckar. Quelle: eigene Darstellung

5.2 Simulationsrechnung des GAP-Reform-Szenarios

ACRE-Neckar simuliert das agrarpolitische Szenario der GAP-Reform 2003.

Die GAP (Gemeinsame Agrar-Politik)-Reform 2003¹ besteht im Wesentlichen aus drei Elementen: die Entkopplung von produktbezogenen Prämien, die Cross Compliance und die Modulation.

Die Entkopplung der produktbezogenen Prämien bedeutet, dass in der EU dem Landwirt, unabhängig vom angebauten Produkt, eine Betriebsprämie für die landwirtschaftlich genutzte Fläche, gezahlt wird. Für bestimmte Produkte (z. B. Proteinpflanzen) werden gekoppelte Beihilfen gezahlt.

Cross Compliance schreiben vor, dass die neuen Prämien nur gezahlt werden, wenn bestimmte Produktionsstandards eingehalten werden, die zur Erhaltung der Nahrungsmittelsicherheit, der Tier- und Pflanzengesundheit, der Erhaltung der landwirtschaftlicher Fläche im guten Zustand sowie dem Umweltschutz dienen.

Die Modulation bezweckt eine Reduzierung der Direktzahlungen für größere Betriebe um die frei werdenden finanziellen Mittel für Maßnahmen zur ländlichen Entwicklung zu verwenden (EC 2003a). Maßnahmen der GAP-Reform die sich in ACRE-Neckar sinnvoll modellieren ließen sind in Tabelle 2 dargestellt. Die in ACRE-Neckar angenommenen Werte der Prämien für die pflanzliche Produktion für das Rivertwin-Szenariojahr 2015 sind in Tabelle 3 aufgeführt.

¹ Hier vereinfacht als ‚GAP-Reform‘ bezeichnet.

Tabelle 2: Maßnahmen der GAP-Reform in ACRE-Neckar. Quelle: eigene Darstellung

Maßnahmen	Modelliert in ACRE-Neckar im Szenariojahr 2015 ^a
Prämienentkopplung	Regionale Flächenprämien für Ackerland, Grünland, und Stilllegungsfläche
Beihilfen und teilweise gekoppelte Prämien	für Ölsaaten und Proteinpflanzen
Cross Compliance	<ul style="list-style-type: none"> • Düngemittelverordnung ist berücksichtigt in der Formulierung der Düngungsaktivität gemäß der (EG Nitratrictlinie) • Anwendung von Pflanzenschutzmittel mit von der Europäischen Kommission zugelassenen Inhaltsstoffen • Winterbegrünung von mindestens 40 % der Ackerfläche zur Vermeidung von Bodenerosion. • Erhaltung von Dauergrünland durch eine Umbruchrestriktion von maximal 10% des Grünlands der Referenzsituation
Modulation	Nicht modelliert

^a Der Endstand der GAP-Reform wird in 2013 erreicht für das RIVERTWIN-Szenariojahr 2015 werden die Annahmen von 2013 angenommen.

Tabelle 3: Prämien der wichtigsten Kulturen im Referenzjahr 2000 und im Szenariojahr 2015. Quelle: eigene Darstellung

Kulturen	Gekoppelte Prämien nach Agenda 2000	Prämien nach GAP-Reform im Szenariojahr 2015 ^a	Prozentuale Abweichung der Prämien in 2015 ^a von den Prämien in 2000
	EUR/ha	EUR/ha	%
Getreide (exkl. Mais)	302	302	0
Silo- und Körnermais	427	302	71
Körnersonnenblumen	499	302 + 45	70
Futtererbsen	384	302 + 55,75	93
Intensives Grünland	30	302	1007
Extensives Grünland	50	302	604
Sonderkulturen	0	0	0
Flächenstilllegung	310	302	97

^a Der Endstand der GAP-Reform wird in 2013 erreicht für das RIVERTWIN-Szenariojahr 2015 werden die Annahmen von 2013 angenommen.

5.3 Erste Ergebnisse der GAP-Reform Szenarienrechnungen für das Neckareinzugsgebiet

5.3.1 Entwicklung der Anbauumfänge

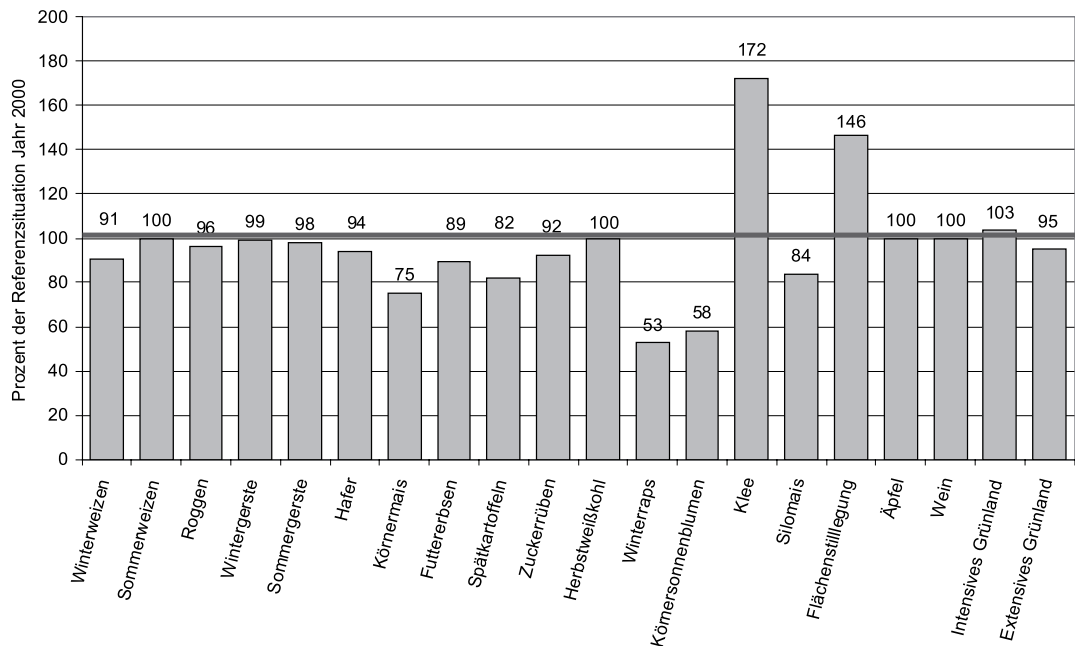


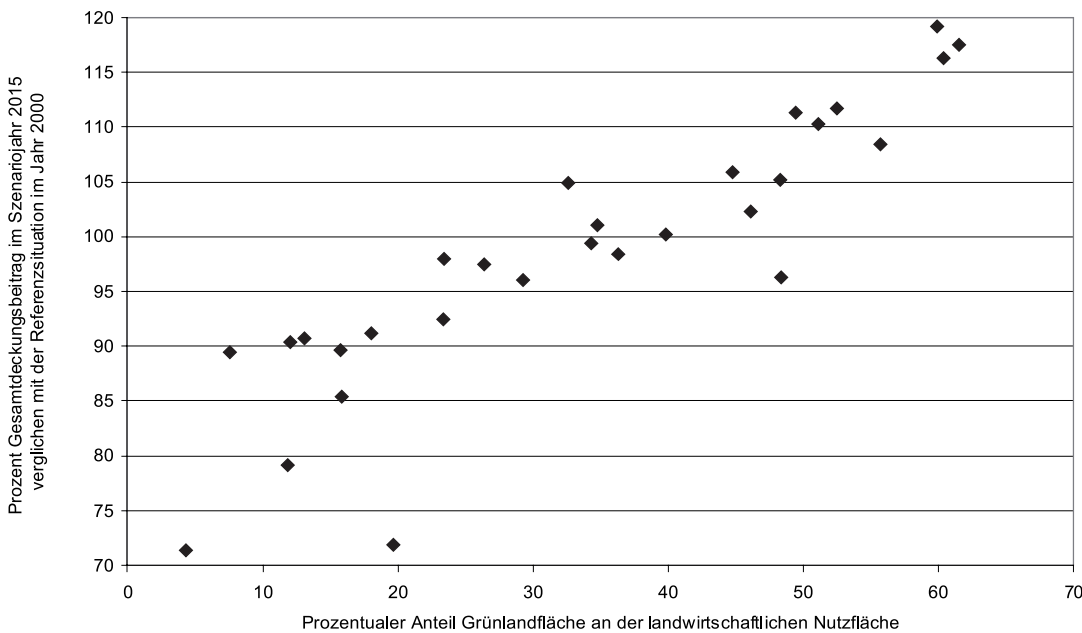
Abb. 2: Abweichung der Anbauumfänge der Kulturen im Neckareinzugsgebiet im GAP-Reform-Szenariojahr 2015. 100 % entsprechen dem Anbauumfang der Referenzsituation im Jahr 2000.

Quelle: eigene Berechnungen

Die GAP-Reform verändert den Anbauumfang der landwirtschaftlichen Kulturen.

Abbildung 2 zeigt die Veränderung des Anbauumfangs der pflanzlichen Produkte im Szenariojahr 2015 für das gesamte Neckareinzugsgebiet. Der Anbauumfang der Referenzsituation im Jahr 2000 entspricht 100 %. Kulturen, die durch die veränderten Prämien der GAP-Reform in ihrer Rentabilität wenig beeinflusst wurden (z. B. die Getreidearten exkl. Mais), und Kulturen welche aufgrund angelegener Anbaubegrenzungen eingeschränkt werden (Sonderkulturen wie z. B. Wein), weisen keine auffallenden Abweichungen vom Referenzumfang auf. Dahingegen sinkt der Anbauumfang der Kulturen, deren Deckungsbeitrag durch die neuen Prämien signifikant abgesenkt wird (z. B. Winterraps, Körnersonnenblumen und Silomais). In der Referenzsituation wird für Klee keine Prämie gezahlt und im Szenario die einheitliche Flächenprämie für landwirtschaftliche Nutzfläche von 302 EUR/ha, wodurch sich der Deckungsbeitrag für diese Kultur erhöht und der Anbauumfang im Vergleich zur Referenzsituation ansteigt. Der Deckungsbeitrag für Stilllegungsfläche verringert sich zwar geringfügig durch die Entkopplung der Prämien, der Umfang der Flächenstilllegung nimmt jedoch zu aufgrund der Ausweitung der stilllegungsfähigen Ackerfläche (8,58 % der gesamten Ackerfläche) gegenüber der bisherigen obligatorischen Stilllegungsregelung (10 % der Ackerfläche für Marktfrüchte).

5.3.2 Entwicklung der Gesamtdeckungsbeiträge in den Landkreisen

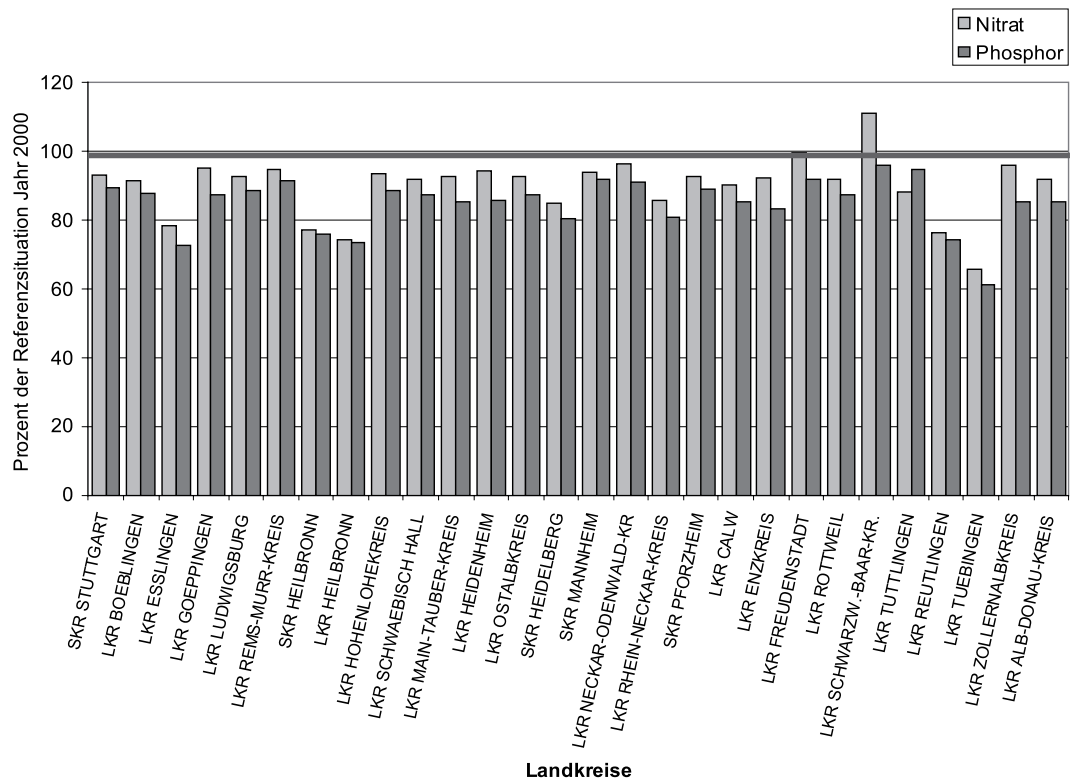


Die GAP-Reform hat Auswirkungen auf die Gesamtdeckungsbeiträge in der Landwirtschaft.

Abb. 3: Zusammenhang zwischen Anteil Grünlandfläche an Landwirtschaftlicher Nutzfläche und prozentualer Veränderung im Szenariojahr 2015 zum Referenzszenario 2000. Die Rauten repräsentieren die Landkreise. 100% entsprechen dem Gesamtdeckungsbeitrag der Referenzsituation im Jahr 2000. Quelle: eigene Berechnungen

In Abbildung 3 ist die Veränderung der Gesamtdeckungsbeiträge der Landkreise im Verhältnis zu den Grünlandanteilen dargestellt, die Rauten stellen die Landkreise dar. Während Landkreise mit einem Grünlandanteil von weniger als 30% an der gesamten landwirtschaftlichen Nutzfläche tendenziell an Deckungsbeitrag verlieren, weisen Landkreise mit mehr als 30% Grünland steigende Tendenzen der Gesamtdeckungsbeiträge auf. Erklären lässt sich diese Beobachtung dadurch dass in der Referenzsituation nach der Agenda 2000 die Prämien an die pflanzliche Produktion und an die Tierproduktion gekoppelt waren. Im Szenariojahr 2015 wird für Ackerfläche und Grünfläche die einheitliche Prämie von 302 EUR/ha gezahlt. Landkreise mit größerem Ackerlandanteil, deren Prämienvolumen sich in der Referenzsituation aus Prämienzahlungen für Ackerkulturen mit hohen Prämien (z. B. Silomais) und Tierprämien für Masttiere (z. B. Bullenmast) berechneten, erhalten mit 302 EUR/ha Ackerfläche im Szenario relativ weniger Prämienvolumen. Landkreise in denen der Grünlandanteil dominiert, erhalten im Szenario höhere Prämien (302 EUR/ha gegenüber z. B. 50 EUR/ha für extensives Grünland). Das Prämienvolumen sinkt somit relativ in Landkreisen mit höherem Ackerflächenanteil, während es in Landkreisen mit vorwiegender Grünlandnutzung relativ steigt.

5.3.3 Entwicklung des Nährstoffeinsatzes



Die GAP-Reform führt zur Reduzierung der gedüngten Nährstoffmengen.

Abb. 4: Prozentuale Änderung des Nährstoffeinsatzes in der landwirtschaftlichen Produktion im GAP-Reformszenariojahr 2015. 100 % entsprechen der eingesetzten Nährstoffmenge in der Referenzsituation im Jahr 2000. Quelle: eigene Berechnungen

ACRE-Neckar berechnet die Menge an in der landwirtschaftlichen Produktion gedüngten Nährstoffen Stickstoff und Phosphor (aus mineralischem Dünger und Wirtschaftsdünger) im Szenariojahr 2015. Die Ergebnisse sind in Abbildung 4 dargestellt. Die Menge an eingesetztem Nährstoff in der Referenzsituation entspricht 100 %. Die relative Änderung zwischen den Landkreisen ist unterschiedlich aber für fast alle Landkreise sinkend. Die tendenzielle Senkung des Nährstoffinputs kann dadurch erklärt werden, dass in ACRE-Neckar im Szenario die Produktion von düngextensiven Kulturen (z. B. Klee) ausgedehnt wird, während der Anbauumfang von düngintensiven Kulturen sinkt (z. B. Silomais); vgl. Abschnitt 3.1 und Abbildung 2.

5.4 Zusammenfassung, Schlussfolgerungen und Ausblick

Die ersten Ergebnisse der Berechnungen des GAP-Reform-Szenarios mit ACRE-Neckar ergeben eine Änderung in der landwirtschaftlichen Produktion hinsichtlich der Anbaumfänge, der regionalen Gesamtdeckungsbeiträge und des Nährstoffeinsatzes. Die Entkopplung der Prämien durch die GAP-Reform führt zu Änderungen in der pflanzlichen Produktion. Die Produktion der Kulturen deren Deckungsbeitrag ansteigt wird ausgedehnt, während Kulturen mit vermindertem Deckungsbeitrag weniger angebaut werden. Extreme Anstiege des Deckungsbeitrags sind bei Grünland festzustellen, weshalb der Gesamtdeckungsbeitrag der Landkreise mit hohem Grünlandanteil gegenüber der Referenzsituation tendenziell ansteigt. Bezogen auf den Nährstoffeinsatz in ACRE-Neckar lässt sich eine Reduzierung der in der Landwirtschaft zur Düngung eingesetzten Nährstoffe feststellen. Diese Reduzierung ist auf die Veränderungen in der landwirtschaftlichen Produktion zurück zu führen, die

Die von ACRE-Neckar berechneten Auswirkungen der GAP-Reform werden von anderen Studien bestätigt.

dazu tendiert den Anbauumfang der weniger düngintensiven Kulturen zu erhöhen und den Umfang der mehr düngintensiven Kulturen zu verringern.

Die hier vorgestellten Ergebnisse der GAP-Reform-Szenarienberechnungen mit ACRE-Neckar zeigen ähnliche Ergebnisse wie die Studien von Segger (2005) und EC (2003), welche die Auswirkungen der GAP-Reform auf die Landwirtschaft untersuchen. Im Hinblick auf die Entwicklung der landwirtschaftlichen Deckungsbeiträge berechnet ACRE-Neckar die gleichen Trends, die auch von Segger (2005) beschrieben werden. Der Trend zur Extensivierung der in der landwirtschaftlichen Produktion wird für die EU-15 von EC (2003) erwartet. ACRE-Neckar kann somit als ein geeignetes Modell zur Simulation der Entwicklung der landwirtschaftlichen Produktion im Neckar Einzugsgebiet eingesetzt werden.

Neben den Auswirkungen der GAP Reform ist die Berechnung eines Szenarios in dem Energiepflanzen produziert werden, von großem Interesse. Daher ist geplant ACRE-Neckar um die Aktivität der Energiepflanzenproduktion zu erweitern, um die Auswirkungen eines „Energiepflanzen-Szenarios“ auf die landwirtschaftliche Produktion im Neckareinzugsgebiet simulieren zu können.

Literatur:

EC (European Commission) (2003a): CAP reform – a long-term perspective for sustainable agriculture, Homepage of the European Commission.

(http://europa.eu.int/comm/agriculture/capreform/index_en.htm, letzter Zugriff: 05.11.2005)

EC (European Commission) Directorate-General for Agriculture (2003b): Reform of the Common Agricultural Policy – A Long-Term Perspective for Sustainable Agriculture, impact analysis.

(http://europa.eu.int/comm/agriculture/publi/reports/reformimpact/index_en.htm, letzter Zugriff: 14.09.2005)

BMVEL (2005): Meilensteine der Agrarpolitik – Umsetzung der europäischen Agrarreform in Deutschland, Ausgabe 2005, Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft, (BMVEL).

Segger, V. (2005): Entkoppelung und Kombimodell, Geno 3/05.

(http://flexfiles.stimme.net/bag-hohenlohe.de/admin/_upl_/Allgemeines/Geno_3_05_Umbruch_71_90.pdf, letzter Zugriff: 14.09.2005)

Winter, T. (2005). Ein Nichtlineares Prozessanalytisches Agrarsektormodell für das Einzugsgebiet der Oberen Donau – Ein Beitrag zum Decision-Support-System Glowa-Danubia. PhD-Thesis, Universität Hohenheim, Stuttgart.

(<http://opus-ho.uni-stuttgart.de/hop/volltexte/2005/91/pdf/Dissertation.pdf>)

6. Veränderung der Nährstoffeinträge in die Oberflächengewässer

Kurt Henning und Joachim Ruf

Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz, Referat Fließgewässer

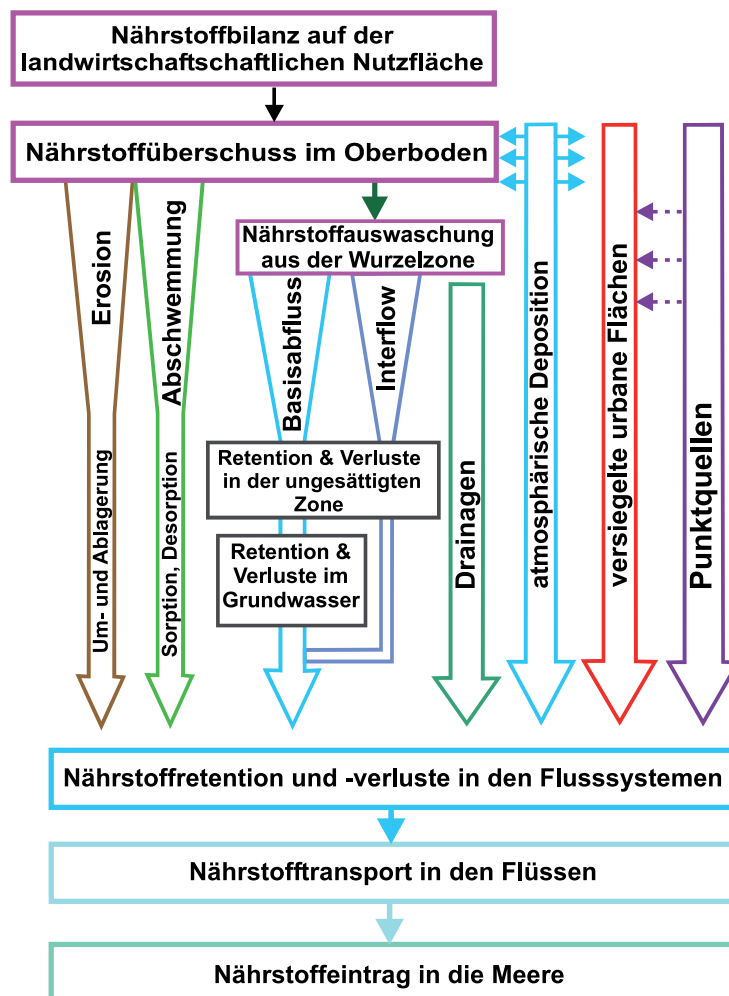
6.1 Einführung

Aus den vorgelagerten sozioökonomischen Modellbetrachtungen kann extrahiert werden, wie sich diejenigen Einflussgrößen verändern, die die Höhe der Nährstoffeinträge bestimmen. Die Einträge können dann mit MONERIS berechnet werden.

MONERIS bilanziert die Einträge über alle relevanten Eintragspfade. Das Modell hat je nach Fragestellung eine räumliche Auflösung von ca. 100 km² bis 1.000 km². Es arbeitet mit Mittelwerten über hydrologisch abgegrenzte Teilgebiete und mit Mittelwerten über einige Jahre.

MONERIS ist ein häufig eingesetztes Rechenprogramm, um Stoffeinträge in Gewässer für große Gebiete und über alle Pfade abzuschätzen

MONERIS betrachtet sieben Eintragspfade.



MONERIS wurde im Auftrag des Umweltbundesamtes entwickelt und bereits 1999 der interessierten Fachöffentlichkeit vorgestellt. Es ist inzwischen ein häufig angewandtes Modell, das sich bei einer Vielzahl von Anwendungen weltweit bewährt hat.

Die LUBW hat den Ausschnitt „Baden-Württemberg“ aus der 1999 vorgestellten MONERIS-Version für Deutschland übernommen. Das Modell wurde weiterentwickelt zu MONERIS-BW. Neben der Einpassung in die Programm-Umgebung der LUBW wurde vor allem die räumliche Auflösung verbessert (Anpassung an die WRRL-Wasserkörper) und es wurden die Modellbausteine an der Datenverfügbarkeit in Baden-Württemberg ausgerichtet. Fachlich wurden die Modellbausteine „Stickstoff über Grundwasser“, „Erosion“ und „Urbane Flächen“ überarbeitet. Schlussendlich wurden die Ansätze zur Abbildung des Wasserhaushalts durch das „Wasserhaushaltsmodell Baden-Württemberg“ ersetzt.

6.2 Datenverfügbarkeit und Modellbausteine

Die Datenverfügbarkeit ist in Bezug auf Hydrologie, Flächennutzung, Bevölkerung, Abwassereinleitungen, Regenwasserableitung, Deposition, Flächendrainagen, Bodeneigenschaften und Parameter zur Erosionsberechnung gut. Alle Daten sind in der erforderlichen räumlichen Auflösung verfügbar. So konnten z. B. die Berechnungen zum Erosionspfad zunächst in mit einer Auflösung von 50 m × 50 m durchgeführt werden.

Ein Großteil der Daten aus dem Bereich Landwirtschaft sind in guter Qualität, meist mit der räumlichen Auflösung „Gemeinde“ verfügbar. Dies gilt für die Flächenanteile der einzelnen Kulturarten, die Viehzahlen und die Ernteerträge. Teilweise müssen beim statistischen Landesamt Sonderauswertungen angefordert oder summarische Angaben disaggregiert werden. Dies ist z. B. der Fall, wenn eine Gemeinde sich über zwei unterschiedliche Naturräume erstreckt (Rheinebene, Schwarzwald). Mit Hilfe von weiteren Informationsquellen, wie z. B. Luftbildern gelingt dies mit plausiblen Ergebnissen.

Alle Berechnungen zum landwirtschaftlich dominierten Eintragspfad „Stickstoff über Grundwasser“ werden in MONERIS-BW zunächst mit der räumlichen Auflösung „Teilgemeinde“ durchgeführt. Danach werden die Ergebnisse auf die Wasserkörper aggregiert.

Erhebliche Probleme entstehen jedoch bei den Daten zum Handelsdüngereinsatz und dem Modellbaustein Denitrifikation.

6.2.1 Problembereich Handelsdünger

Die Daten über den Einsatz von Handelsdünger (Mineraldünger) liegen nicht mit der erforderlichen räumlichen Auflösung „Gemeinde“ vor. Verfügbar sind lediglich die Absätze der Handelsorganisationen, die ihren Sitz in Baden-Württemberg haben. Daten über den Einsatz von Handelsdünger sind jedoch für die Modellierung des Pfades „Stickstoff über Grundwasser“ unverzichtbar. Folge ist, dass in allen Forschungsprojekten Modellansätze zur Abschätzung des gemeindebezogenen Mineraldüngereinsatzes entwickelt wurden.

Bekannt sind hier vor allem die Arbeiten von Zeddies et al (auf der Grundlage Buchführungsergebnissen) und Bach (Disaggregation des Bundesabsatzes). Beide Auswertungen werden im Abstand von einigen Jahren fortgeschrieben.

6.2.2 Problembereich Denitrifikation im Grundwasser

Nach herrschender Fachmeinung wird bis über 80% der Stickstofffracht, die als Bilanzüberschuss entsteht, durch Denitrifikation in der ungesättigten Zone und weiter im Grundwasser eliminiert. Die Recherchen im Zusammenhang mit der Weiterentwicklung von MONERIS-BW haben gezeigt, dass es keine prozessbasierten Ansätze gibt, um die Denitrifikationsraten bei großräumigen Betrachtungen belastbar abzuschätzen.

Fast alle Daten stehen in Baden-Württemberg in guter Qualität zur Verfügung

Kaum zu glauben: Regionale Daten zum Mineraldüngereinsatz stehen nicht zur Verfügung!

6.2.3 Lösungsansatz für Mineraldünger und Denitrifikation in MONERIS-BW

Die Defizite im Bereich der Datenverfügbarkeit (Handelsdünger) und Modellansatz (Denitrifikation) werden bei MONERIS-BW mit einem 2-stufigen Vorgehen gelöst:

Der regional geschätzte Mineraldüngereinsatz muss mit gemessenen Grundwasserkonzentrationen und als Summe mit dem landesweiten Absatz plausibilisiert werden.

1. Stufe: Formulierung eines Modells für das Düngerverhalten der Landwirte zur Verteilung des landesweiten Absatzes von Mineraldünger auf die landwirtschaftlich genutzten Flächen einer Teilgemeinde.

Das Verhaltensmodell hat folgende Parameter:

- kulturartsspezifische Überschüsse nach durchschnittlicher Einschätzung der Landwirte für 23 Kulturarten
- durchschnittlicher Sicherheitszuschlag beim Mineraldünger
- durchschnittlicher Berücksichtigungsgrad des Stickstoffs im Wirtschaftsdünger (im Jahr der Ausbringung und Mineralisation in den Folgejahren)
- gemeindebezogene Maßzahl für den Stand der Umsetzung der guten fachlichen Praxis

2. Stufe: Integrale Eichung des Verhaltensmodells und der Denitrifikationsraten

Die Eichung erfolgt durch iterative Variation aller Modellparameter innerhalb plausibler Grenzen. Maßzahl für die erreichte Modellgüte ist die Übereinstimmung der mittleren Grundwasserkonzentrationen einer Teilgemeinde und zwar:

- gemessene Konzentrationen und
- berechnete Konzentrationen (unter Berücksichtigung aller Pfade)

Als zwingende Randbedingung bei der Eichung gilt, dass die Stickstoffbilanz auf der Aggregatenebene „Baden-Württemberg“ eingehalten wird:

Gemeindeweise berechnet und aggregiert:

Wirtschaftsdünger	53,6 kg N / ha × a
Deposition	19,4 kg N / ha × a
Legume Fixierung	34,1 kg N / ha × a
Ernte	133,2 kg N / ha × a
Gasf. Verluste Bod/Pflanze	6,5 kg N / ha × a

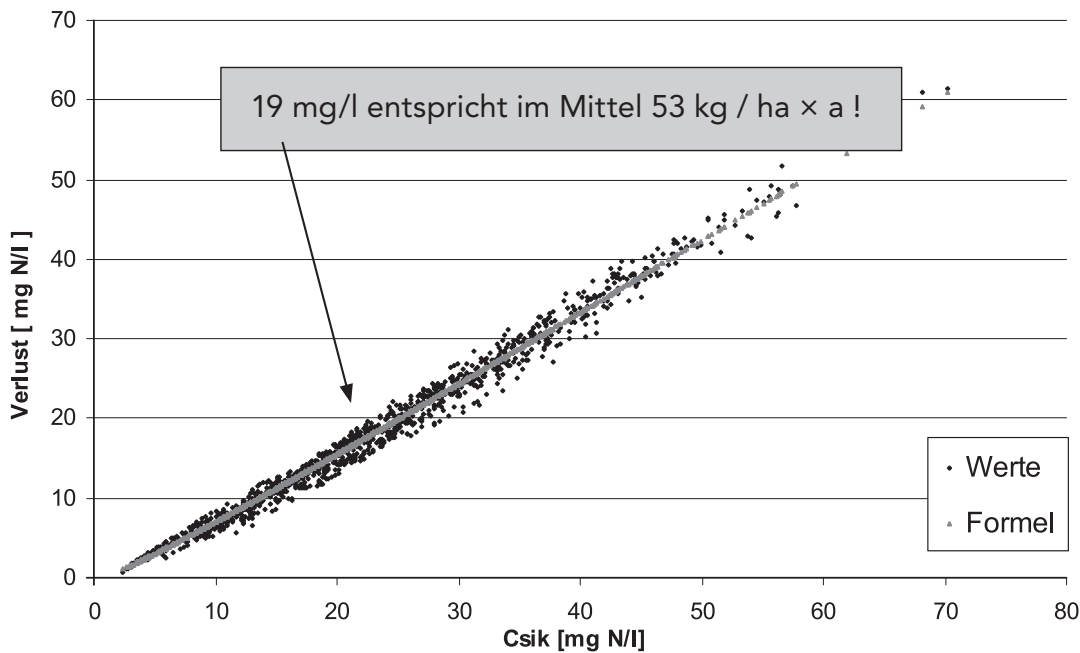
Ergänzt um B-W-Summe aus Bundesstatistik

Handelsdünger: 100 kg N / ha × a

Ergibt: N-Überschuss: **67,3 kg N / ha × a**

Im Neckar-Einzugsgebiet ist der mittlere Bilanzüberschuss auf den Landwirtschaftsflächen höher, er liegt bei 80,7 kg / ha × a

Bezüglich der Denitrifikationsrate bestätigt sich, dass durchaus ca. 80% der Einträge durch Denitrifikation vor allem im Grundwasser eliminiert werden. Es zeigt sich, dass sich die Denitrifikationsraten im Grundwasser in Baden-Württemberg nur wenig unterscheiden. Ferner wird der zu vermutende Einfluss der Aquifertypen (Locker-/ Festgestein) und des Sauerstoffgehaltes offensichtlich durch den dominierenden Einfluss des Sickerwasserdargebotes überdeckt.



Der überwiegende Teil der Stickstoffüberschüsse wird durch natürliche Prozesse eliminiert. Der kleine Rest ist aber immer noch zuviel!

Abb 1: Stickstoffverluste (mg/l) in Abhängigkeit von der Ausgangskonzentration im Sickerwasser Csik (mg/l). Jeder Punkt steht für die Rechenergebnisse einer Teilgemeinde.

Die Sensitivitätsanalyse ergab erfreulicherweise, dass das Eichergebnis recht stabil ist. Das liegt daran, dass der erreichte Parametersatz auf allen Teilflächen zu plausiblen Ergebnissen führen muss. Immerhin sind 1144 Teilflächen mit den unterschiedlichsten Kombinationen der Parameterausprägungen beteiligt.

6.3 Szenarien

Aus den vorgelagerten sozioökonomischen Modellbetrachtungen wurden folgende Veränderungen der emissionsbestimmenden Randbedingungen übernommen.

Randbedingung	Bezug ca. 2000	Szenario B Veränderung		Szenario A Veränderung	
		Wert	Veränderung	Wert	Veränderung
Bevölkerung (Anz.)	5.237.235	5.266.199	0,6%	5.733.516	9,5%
Siedlungsfläche (ha)	134.140	177.193	32,1%	198.530	48,0%
Acker (ha)	365.733	336.145	-8,1%	327.535	-10,4%
Grünland (ha)	277.435	262.380	-5,4%	255.400	-7,9%
Dauerkultur, Rebland (ha)	22.584	13.249	-41,3%	12.862	-43,0%
Streuobst (ha)	46.556	32.007	-31,3%	31.341	-32,7%
Brache	1.857	33.785	1719,4%	33.893	1725,2%
Wald (ha)	507.405	500.543	-1,4%	497.542	-1,9%
Sonstige (ha)	6.698	4.007	-40,2%	4.061	-39,4%
N-Bilanzüberschuss auf LF (kg/ha x a)	80,7	77,4	-4,1%	76,8	-4,8%

Wie könnte es weitergehen: Szenarien geben Auskunft

Das Szenario B beschreibt eine vorwiegend endogen gesteuerte, ökologisch orientierte Entwicklung mit einem moderaten Wirtschaftswachstum.

Das Szenario A beschreibt eine wachstumsorientierte Entwicklung im Zeichen fortschreitender Globalisierung

6.3.1 Veränderung der Nährstoffeinträge

Insgesamt verändern sich die Nährstoffeinträge wenig:

	Bezug ca. 2000	Szenario B	Szenario A
Stickstoffeinträge (t/a)	35.482	33.339 bzw. – 6,4 %	33.389 bzw. – 6,3 %
Phosphoreinträge (t/a)	1.803	1.821 bzw. + 1,0 %	1.854 bzw. + 2,7 %

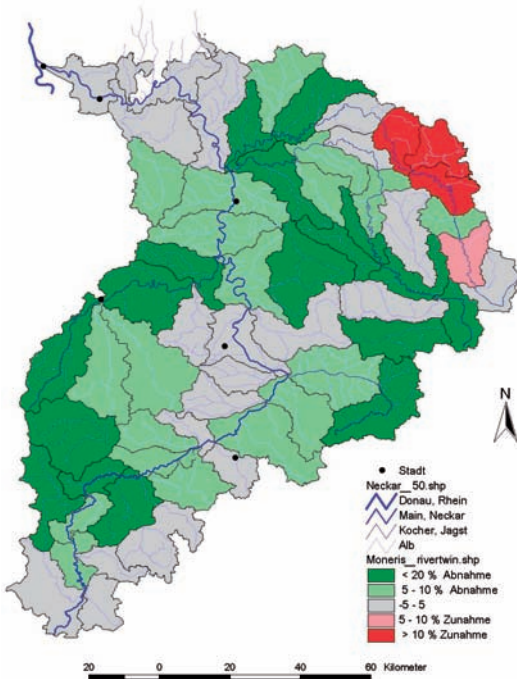
Der Wandel in der Landwirtschaft könnte zu einer Verringerung der Gewässerbelastung führen.

Es gibt aber regional und pfadspezifisch große Unterschiede. Abb. 2 bis Abb. 5 zeigen, dass es bei Stickstoff in weiten Teilen des Neckargebietes durchaus zu einer Verringerung der Einträge kommt. Bei Phosphor ergibt sich dagegen überwiegend ein Gleichstand oder eine Verschlechterung. Aus Abb. 6 und Abb. 7 ist ersichtlich, wie sich die Veränderungen auf der Aggregationsstufe „gesamtes Neckargebiet“ auf die einzelnen Pfade aufteilen.

Beim Stickstoff zeigen die landwirtschaftlich dominierten Pfade Grundwasser und Drainagen um insgesamt etwas über 10% reduzierte Einträge, die Ausweitung der Siedlungsflächen erhöht die Einträge über den Pfad „urbane Flächen“. Beim Phosphor verringern sich die Abschwemmraten durch Reduzierung der Ackerflächen, gleichzeitig steigen die Einträge durch die größer gewordenen Siedlungsflächen.

Durch großflächigen Anbau von z.B. Mais zur Energiegewinnung könnte sich allerdings der Anteil der Ackerflächen entgegen den Ergebnissen der o.a. sozio-ökonomischen Modellbetrachtungen auch erhöhen. Um die Wirkung eines ggf. vergrößerten Ackerflächenanteils aufzuzeigen, wurden für den Wasserkörper 48-02 (Jagst-Brettach) besondere Annahmen getroffen. Es wurde beispielhaft von einem Anwachsen der Ackerflächen von ca. 50% der gesamten Gebietsfläche auf ca. 75% ausgegangen. Dementsprechend werden die Flächen von Grünland und Wald kleiner. Die Folgen sind in den Bilanzen für den Wasserkörper 48-02 (Jagst-Brettach) in Abb. 8 und 9 deutlich sichtbar. Durch diese Flächenverschiebung entsteht das Anwachsen der Einträge bei Stickstoff (über Grundwasser + Drainagen) und bei Phosphor (Abschwemmung). Bei Phosphor wird dieser Anstieg durch Einträge aus urbanen Flächen weiter erhöht.

Veränderung der Stickstoffeinträge (2000 / 2015)
Neckar Szenario B



Veränderung der Stickstoffeinträge (2000 / 2015)
Neckar Szenario A

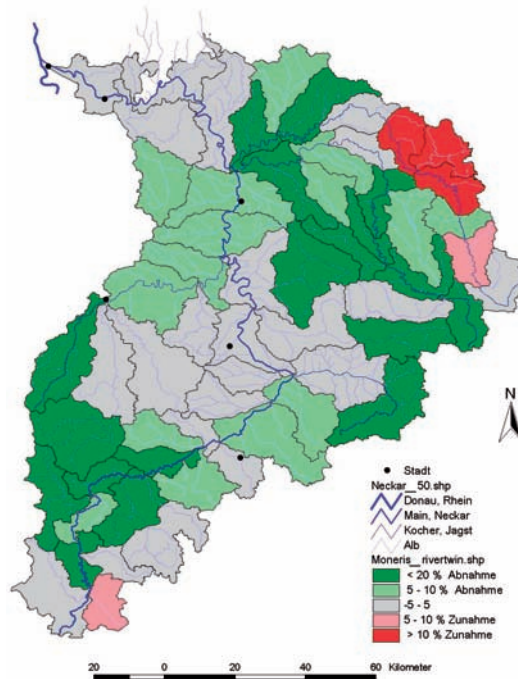
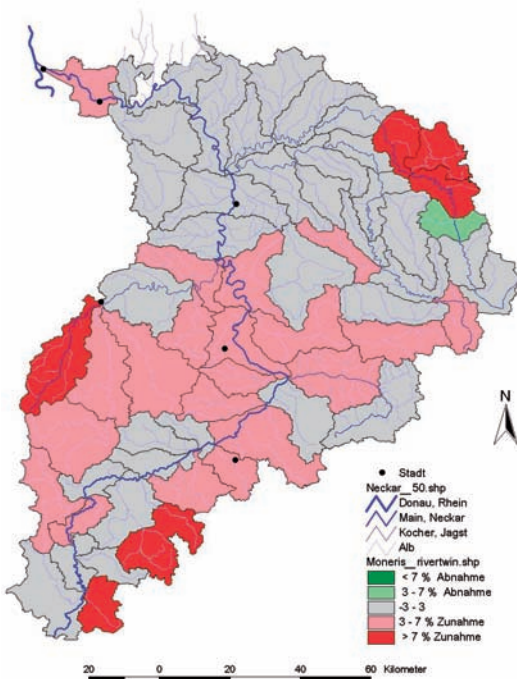


Abb. 2 und 3: Veränderungen der Stickstoffeinträge

Veränderung der Phosphoreinträge (2000 / 2015)
Neckar Szenario A



Veränderung der Phosphoreinträge (2000 / 2015)
Neckar Szenario B

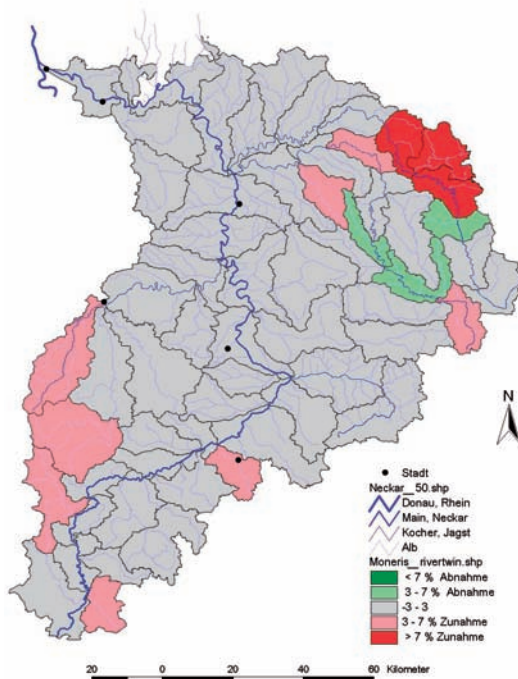


Abb. 4 und 5: Veränderungen der Phosphoreinträge

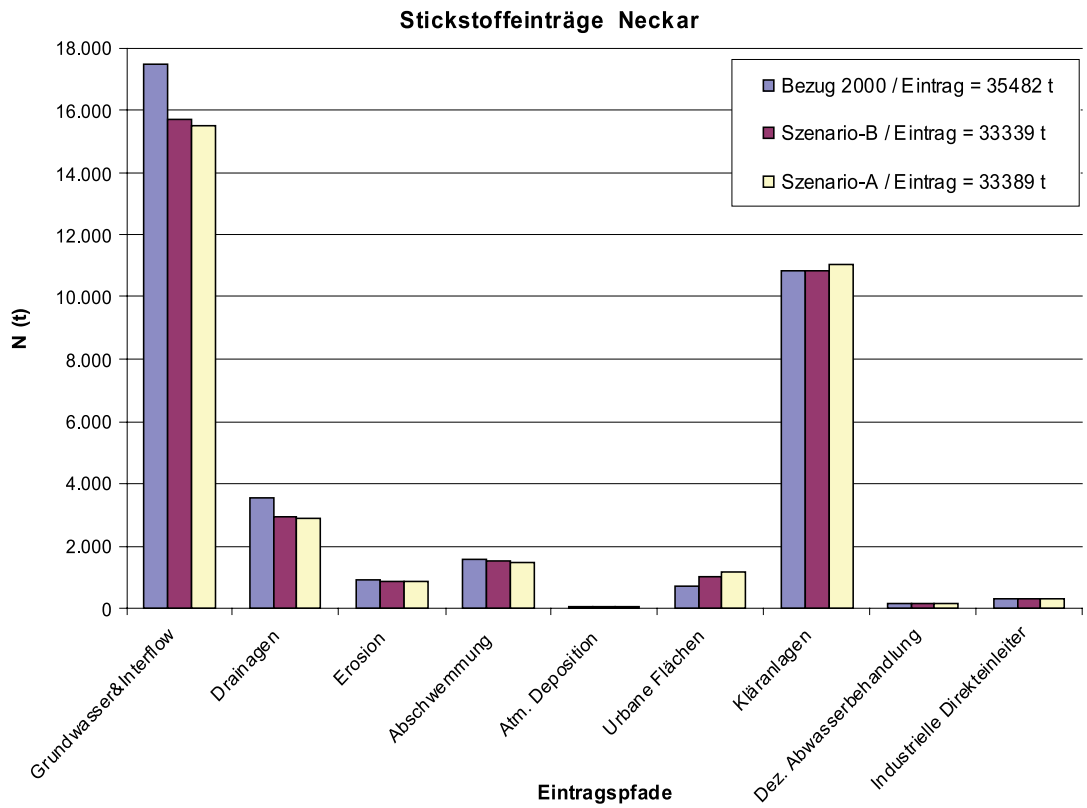


Abb. 6: Stickstoffeinträge Neckar

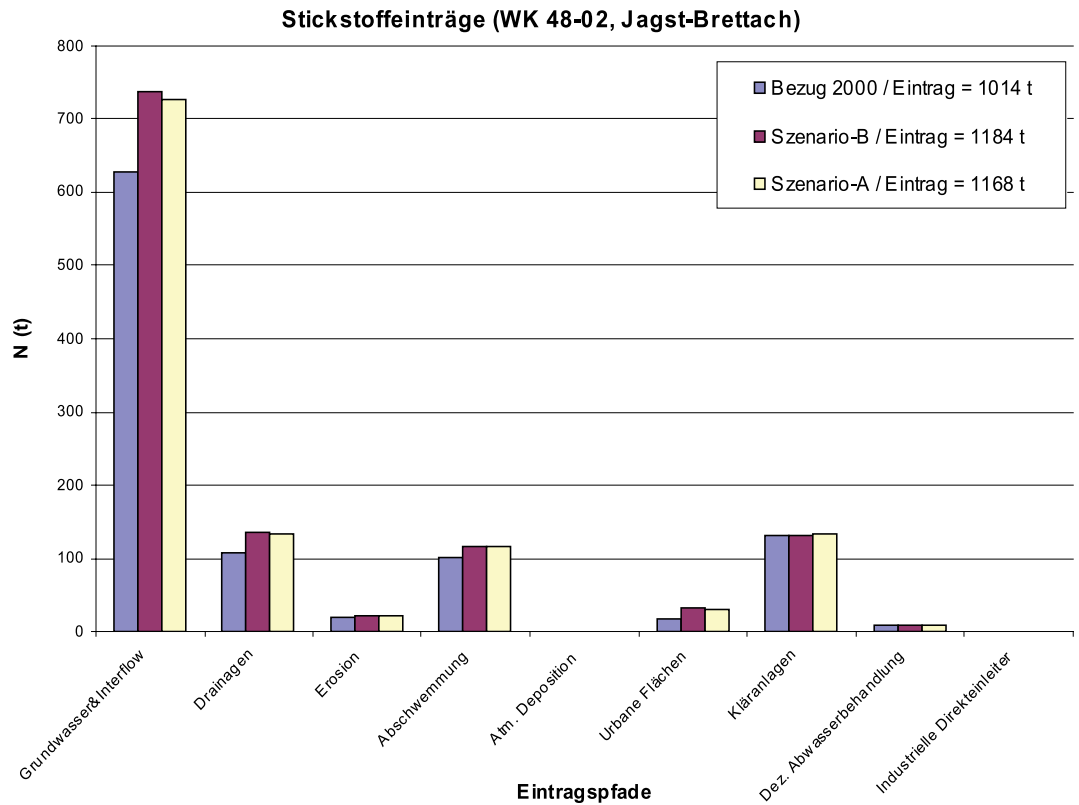


Abb. 7: Stickstoffeinträge Neckar

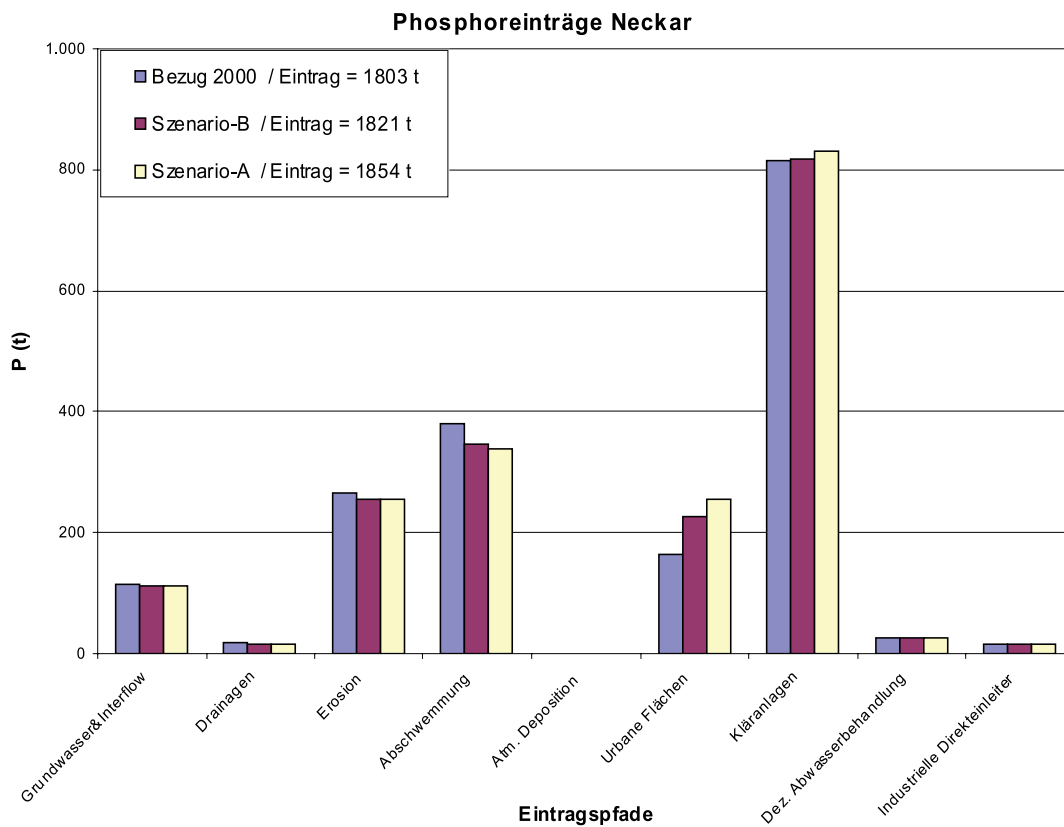


Abb. 8: Phosphoreinträge Neckar

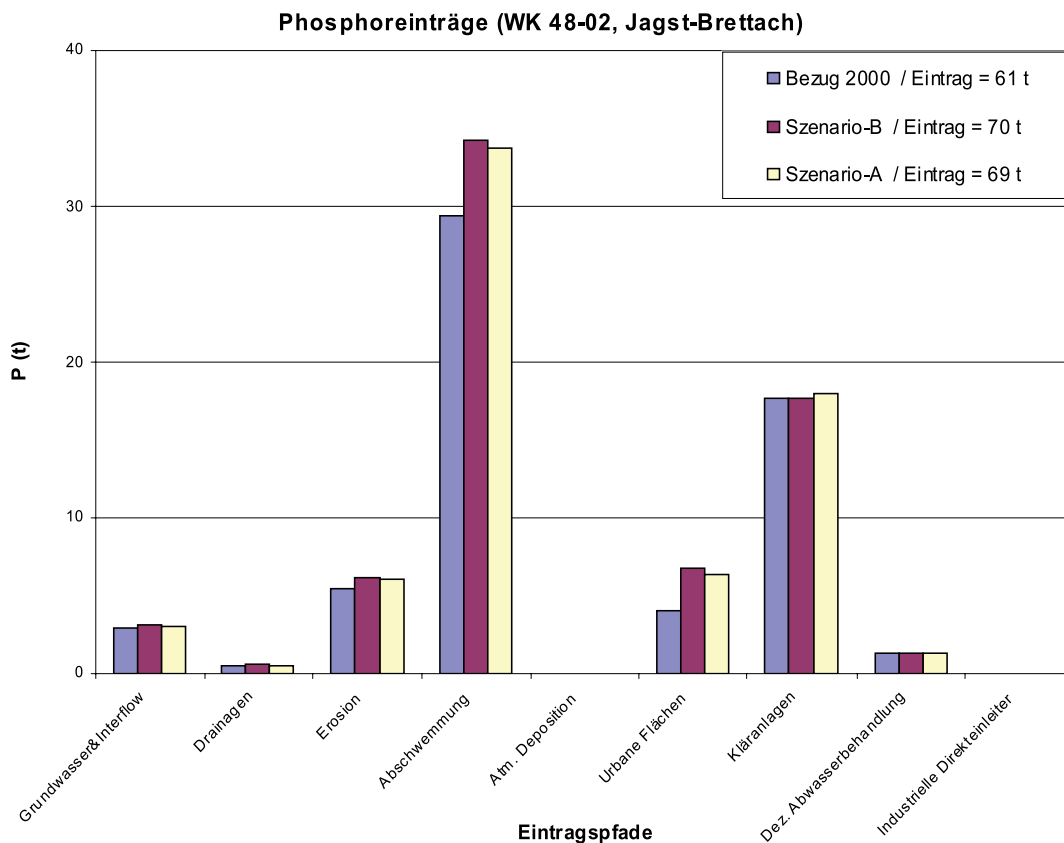


Abb. 9: Phosphoreinträge Neckar

6.4 Zusammenfassung

Die Szenarien B und A beschreiben, welche Veränderungen durch die gemeinsame Agrarpolitik der EU und das zu vermutende Bevölkerungswachstum zu erwarten sind. Nicht berücksichtigt sind mögliche Fortschritte bei den Kläranlagen und bei der Regenwasserbewirtschaftung.

In der Summe werden sich die Nährstoffeinträge bei beiden Szenarien nur in geringem Umfang ändern. Allerdings gibt es regional und pfadspezifisch Verschiebungen. Nur in den Wasserkörpern, in denen die Szenarien eine Abnahme der landwirtschaftlich genutzten Flächen ausweisen, ergibt sich als Folge der gemeinsamen Agrarpolitik eine Abnahme der Einträge. Sobald die landwirtschaftlich genutzten Flächen zunehmen, nehmen auch die Einträge zu.

Bei den siedlungswasserwirtschaftlich dominierten Pfaden bestätigt sich, dass die Entwässerung von Siedlungsflächen nicht vernachlässigt werden kann. Ziel muss es sein, die Einträge aus Siedlungsflächen trotz der zu erwartenden Flächenzuwächse nicht weiter ansteigen zu lassen.

Es wird auch deutlich, dass die Nährstoffeinträge in das Grundwasser und folgend die Fließgewässer und die Meere allein durch die gemeinsame Agrarpolitik nicht in ausreichendem Umfang abgesenkt werden.

7. Die Niedrigwassersituation im Neckareinzugsgebiet

Jens Götzing, Iris Maria Klein und András Bárdossy,
Universität Stuttgart (Institut für Wasserbau)

7.1 Methodik

Niedrigwasserabflüsse können einschneidende Extremsituationen nach langer Trockenheit oder Hitzeperioden sein, die entscheidenden Einfluss auf die Ökologie (Temperatur, Wasserqualität und -menge) und Nutzung (Wasserkraft, Kühlwasser, Schifffahrt) der Gewässer haben. Die Entwicklung der Niedrigwasserabflüsse der Vergangenheit wird anhand der Jahreswerte der niedrigsten gleitenden fünfjährigen Mittel von 1970 bis 2000 abgeschätzt. Dem gegenüber gestellt wird eine Simulation der gleichen Zeitspanne mit den hydrologischen Modellen HBV und LARSIM basierend auf Klimadaten des globalen Klimamodells ECHAM 4. Die meteorologischen Eingangsdaten Niederschlag und Temperatur wurden auf Stationen im Einzugsgebiet disaggregiert und anschließend mit external drift kriging auf ein km-Raster interpoliert (Bárdossy und Plate, 1992; Stehlík und Bárdossy, 2002). Dieser Kontrolllauf wird verglichen mit Ergebnissen der Simulation eines Klimaszenarios der Jahre 2001 bis 2031 um mögliche zu erwartende Änderungen in der räumlichen und zeitlichen Verteilung der Niedrigwasser zu identifizieren.

Ein Kontrolllauf wird verglichen mit Ergebnissen der Simulation eines Klimaszenarios, um mögliche zu erwartende Änderungen der Niedrigwasser zu identifizieren.

7.2 Die hydrologischen Modelle HBV und LARSIM

Das HBV Modellkonzept wurde in den siebziger Jahren vom Swedish Meteorological and Hydrological Institute (SMHI) entwickelt (Bergström, 1995). Es ist ein konzeptionelles Wasserhaushaltsmodell mit Routinen für die Berechnung der Schneeakkumulation und -schmelze, Bodenfeuchte, Abflussbildung, Abflusskonzentration im Einzugsgebiet und Retention im Gewässernetz. Die Schneeschmelze wird nach dem Tag-Grad-Verfahren berechnet. Der Bodenwasserhaushalt wird durch Bilanzierung des Niederschlags und der Evapotranspiration anhand des permanenten Welkepunkts und der Feldkapazität bestimmt. Die Abflussbildung folgt einer nichtlinearen Funktion der aktuellen Bodenfeuchte und des Niederschlagsinputs. Die Abflusskonzentration wird durch zwei parallele nichtlineare Gebietsspeicher beschrieben, die den Direktabfluss und den Basisabfluss repräsentieren. Die Retention im Gewässernetz wird mit der Muskingum Methode berechnet. Weitere Informationen über das HBV Modell sind zu finden bei Götzing und Bárdossy (2006) und Götzing et al. (2006).

Die für diese Studie verwendete Version unterscheidet sich von den in der Literatur beschriebenen durch die räumliche Diskretisierung der Prozesse. Wie die Eingangsdaten auch werden der Bodenwasserhaushalt, die Abflussbildung und der Direktabfluss für ein Raster der Auflösung ein km berechnet (Abbildung 1).

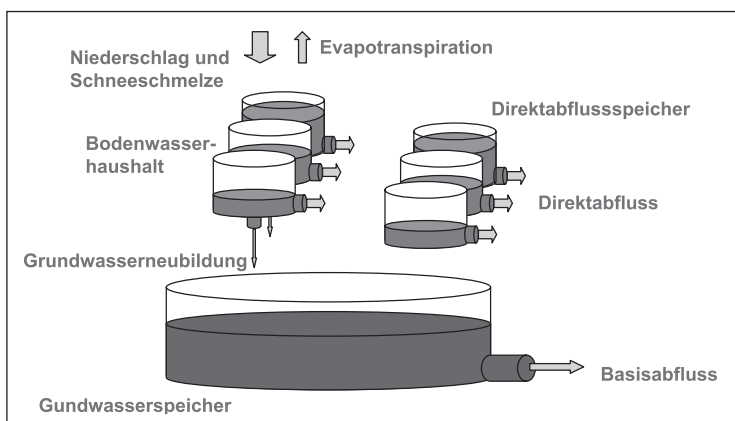


Abb. 1: Diskretisierung der Prozessbeschreibung in HBV

Die verwendeten Abflusswerte werden von den hydrologischen Modellen HBV und LARSIM aus Klimaszenarien berechnet.

Im Modell LARSIM (Large Area Runoff Simulation Model) werden bei einer rasterbasierten Flächenauflösung von 1×1 km u. a. folgende hydrologische Teilprozesse beschrieben: vegetationspezifische Interzeption, Verdunstung (Penman-Monteith), Schneeakkumulation, -kompaktion und -schmelze (Knauf), Bodenwasserspeicherung (Xinanjiang-Verfahren), Speicherung und lateraler Wassertransport in der Fläche sowie Translation und Retention in Gerinnen und Seen (s. LARSIM-Modellschema, Abbildung 2). Hinzu kommen Verfahren zur Korrektur und Umrechnung meteorologischer Messgrößen. Detaillierte Informationen zu den Modellgrundlagen von LARSIM und Modellanwendungen auf verschiedenen Raumskalen enthält Bremicker (2000). Das Modell LARSIM wird in Baden-Württemberg und anderen Bundesländern auch für die operationelle Hochwasservorhersage eingesetzt. Das hier eingesetzte Wasserhaushaltsmodell Neckar wurde von der Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz zur Verfügung gestellt.

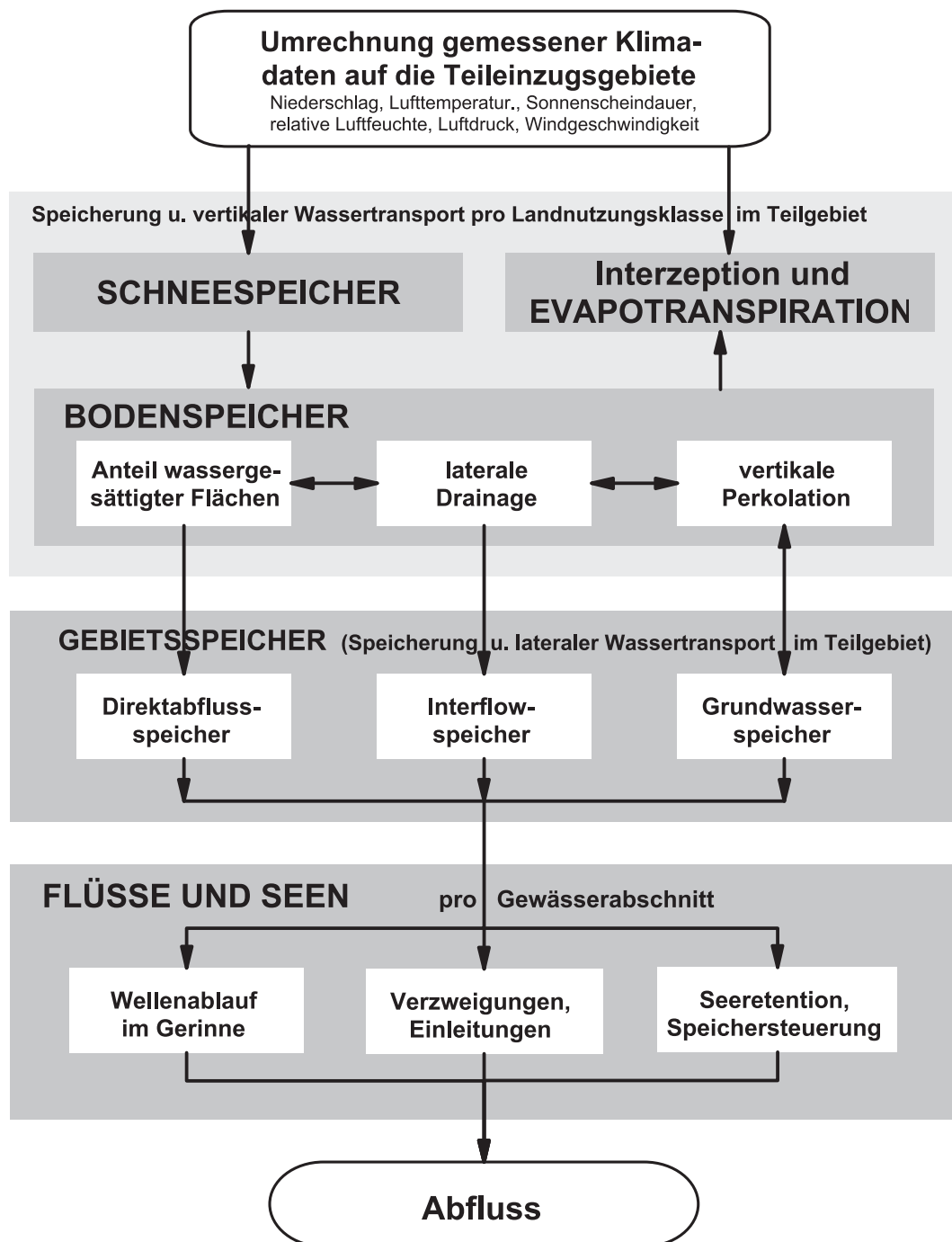
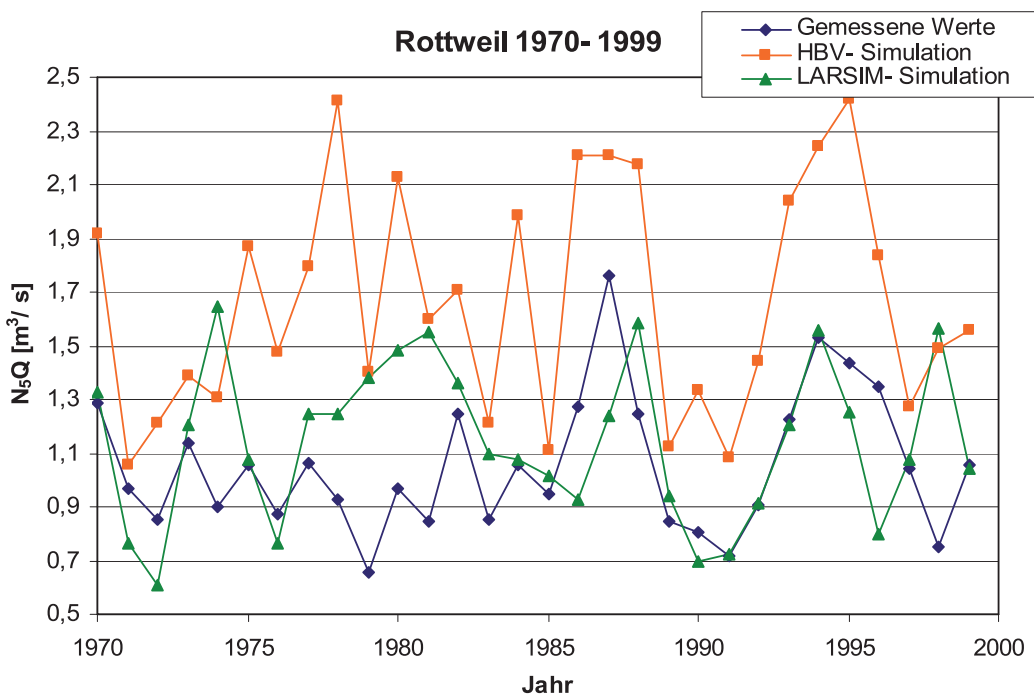


Abb. 2: LARSIM Prozessbeschreibung und Modellschema

7.3 Ergebnisse

Anhand ausgewählter Pegel des Einzugsgebiets soll die mögliche zukünftige Entwicklung der Niedrigwasserabflüsse im Neckareinzugsgebiet aufgezeigt werden. Anthropogene Einflüsse wie die Überleitung aus dem Donau- und Rheingebiet durch die Fernwasserversorgung sowie die Stauregelung des unteren Neckars sollen nach Möglichkeit ausgeschlossen werden (LfU, 2004). Diese Beeinflussung führt dazu, dass die Niedrigwasserabflüsse im unteren Neckar im Allgemeinen im Zeitraum 1970 bis 2000 eine leicht ansteigende Tendenz aufweisen.

Sowohl bei den beobachteten Werten als auch bei den Ergebnissen der beiden Simulationen ist eine hohe Variabilität zu erkennen, woraus sich schließen lässt, dass die Modelle die natürlichen Schwankungen gut wiedergeben (Abbildung 3).



Anthropogene Einflüsse wie Überleitungen durch die Fernwasserversorgung sowie die Stauregelung des unteren Neckars sollen nach Möglichkeit ausgeschlossen werden.

Abb. 3: Niedrigstes gleitendes fünftägiges Mittel der Jahre 1970 bis 1999. Vergleich gemessener Daten mit der Simulation des gleichen Zeitraums mit HBV und LARSIM anhand von Niederschlags- und Temperaturdaten des Klimamodells (Kontrolllauf).

Damit können sie eingesetzt werden, um die mögliche zukünftige Entwicklung der Niedrigwasserabflüsse abzuschätzen, indem Niederschlag und Temperatur aus Klimaszenarien als Eingangsdaten verwendet werden. Zwischen den Niederschlagsdaten aus dem Klimaszenario und den damit simulierten Jahresminima der gleitenden 5-tägigen Mittel ist ein Zusammenhang erkennbar. Zu beobachten ist in beiden Fällen ein rückläufiger Trend, die mit der Zeit abnehmenden Jahressummen der Niederschläge führen also zu ebenfalls abnehmenden N_5Q , und folglich auch zu abnehmenden minimalen Wasserständen (Abbildung 4).

Im Unterschied zum Kontrolllauf, der keine systematische Veränderung der Niedrigwasser aufweist, gehen die Minimalabflüsse in vielen Teilen des Einzugsgebiets genau wie die Niederschläge im Klimaszenario zurück, wie für die Brettach in Neuenstadt exemplarisch dargestellt (Abbildung 5).

Die mit der Zeit abnehmenden Jahressummen der Niederschläge führen zu abnehmenden N_5Q , und folglich auch zu abnehmenden minimalen Wasserständen.

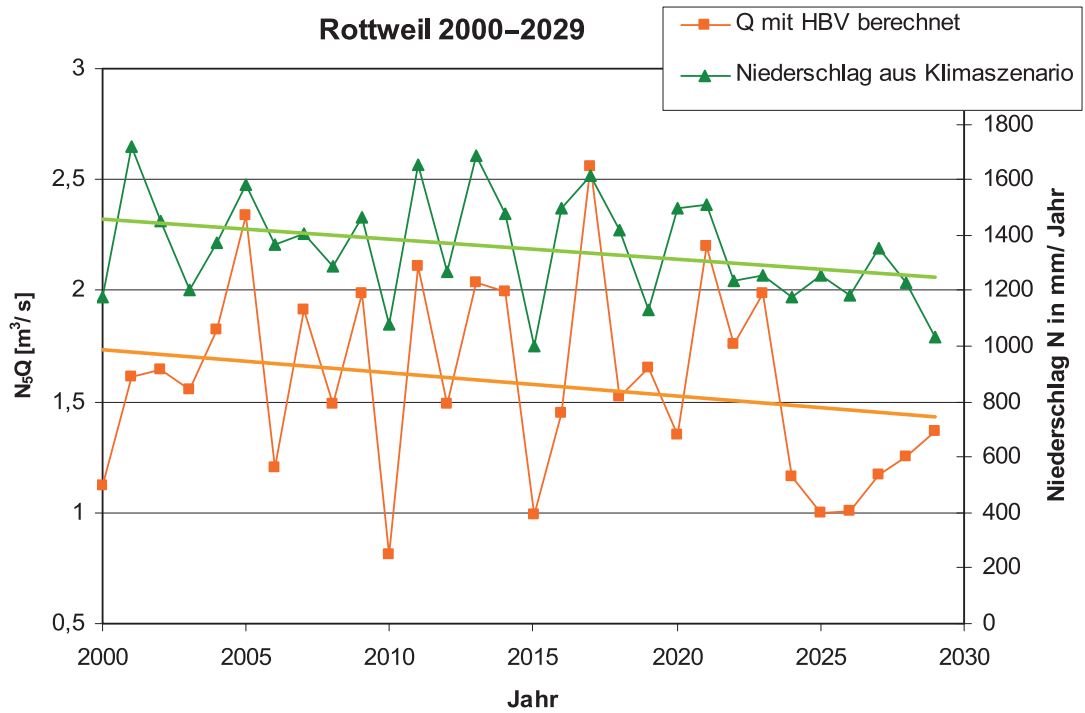


Abb. 4: Gegenüberstellung der Niederschläge aus dem Klimaszenario und den damit simulierten Ergebnissen in HBV.

In der Simulation der Klimaszenarien sinken in vielen Teilen des Einzugsgebiets die Niedrigwasser.

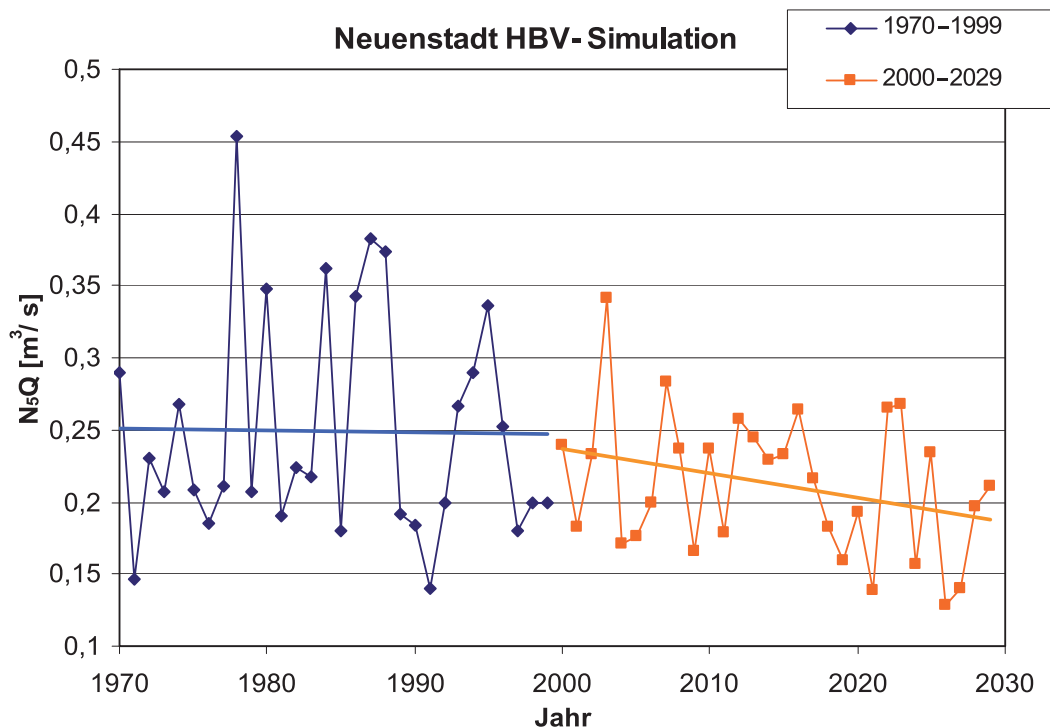
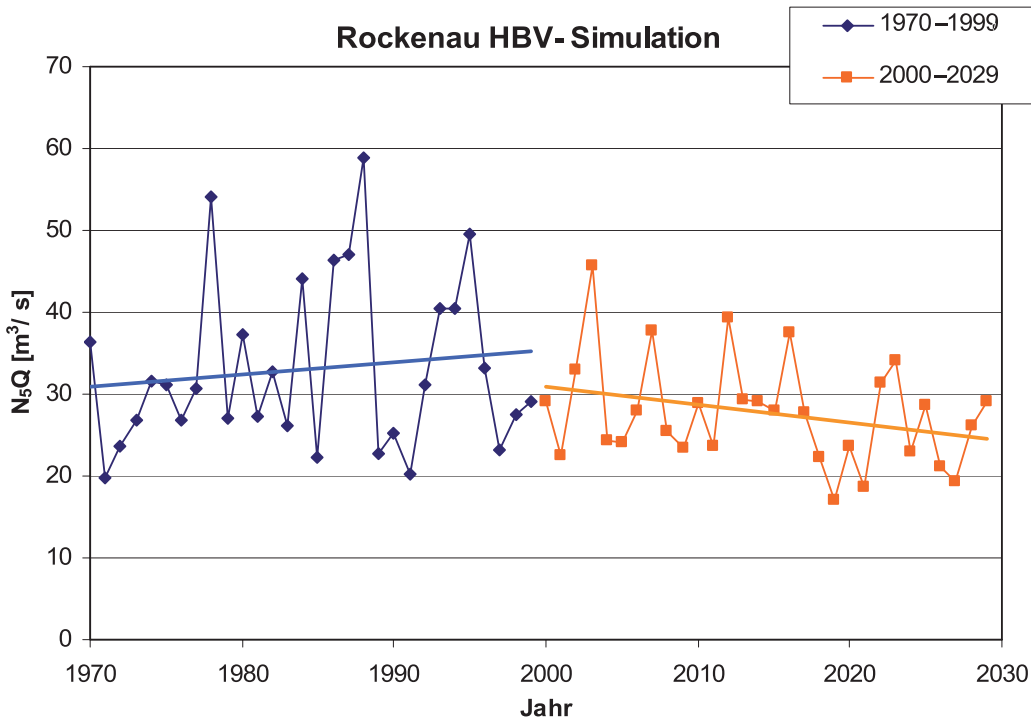


Abb. 5: Jahresminima der gleitenden 5-tägigen Mittelwerte und die dazugehörigen Trends von Kontrolllauf und Szenario am Pegel Neuenstadt (Brettach), simuliert mit HBV.

Der Pegel Rockenau liegt am unteren Neckar und stellt somit in etwa die Gesamtsituation des Einzugsgebiets dar. Die Simulation mit HBV ergibt zwei sehr unterschiedliche Trends für Kontrolllauf und Szenario. Die Grafik zeigt einen zunehmenden Trend bis zum Jahr 2000, während die Simulation für die folgenden 30 Jahre eine abnehmende Trendlinie ergibt (Abbildung 6).



Die Grafik zeigt einen zunehmenden Trend bis zum Jahr 2000, während die Simulation für die folgenden 30 Jahre eine abnehmende Trendlinie ergibt.

Abb. 6: Jahresminima der gleitenden 5-tägigen Mittelwerte und die dazugehörigen Trends von Kontrolllauf und Szenario am Pegel Rockenau (unterer Neckar), simuliert mit HBV

Die Simulationen mit LARSIM bestätigen diese Ergebnisse. Auch hier zeigt sich, dass, im Gegensatz zu den Jahren 1970–1999, für die Zukunft ein abnehmender Trend zu erwarten ist (Abbildung 7).

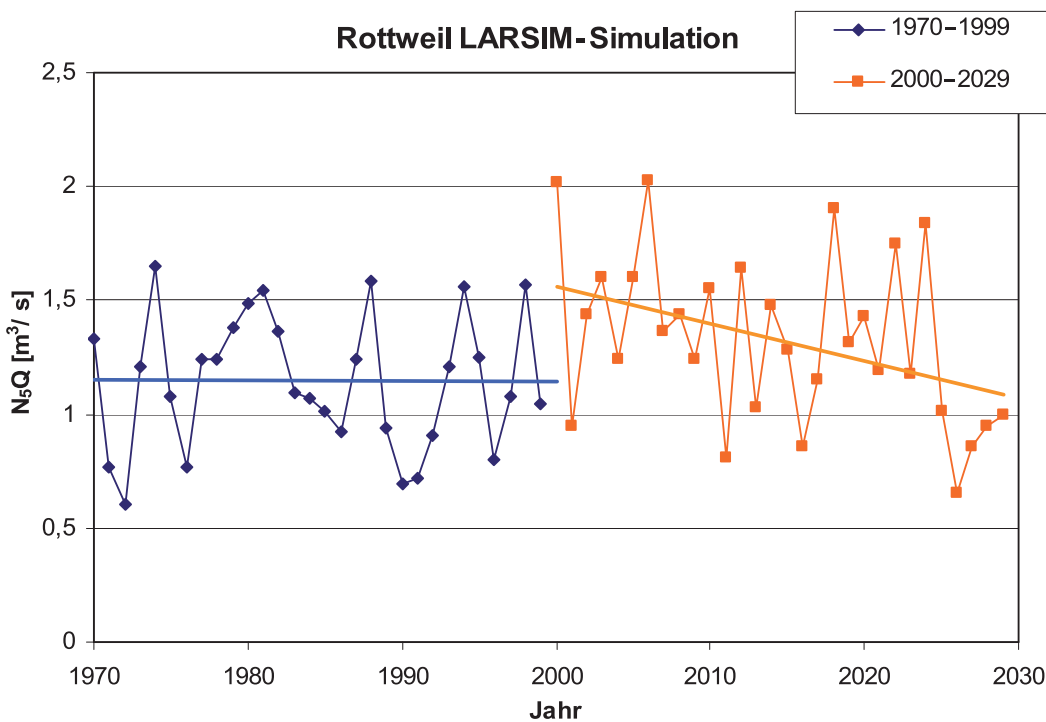


Abb. 7: Jahresminima der gleitenden 5-tägigen Mittelwerte und die dazugehörigen Trends von Kontrolllauf und Szenario am Pegel Rottweil (oberer Neckar), simuliert in LARSIM

7.4 Schlussfolgerungen

Die Ergebnisse der Szenarien zeigen deutlich einen abnehmenden Trend der Niedrigwasserabflüsse bis zum Jahr 2030, der durch anthropogene Einflüsse noch verstärkt werden könnte.

Die Ergebnisse der Szenarien zeigen deutlich einen abnehmenden Trend der Niedrigwasserabflüsse bis zum Jahr 2030. Als Eingangsdaten für die Simulationen wurden jedoch ausschließlich Klimadaten verwendet, anthropogene Einflüsse wie Einleitungen der öffentlichen Wasserversorgung und Fernwassereinleitung wurden nicht berücksichtigt, da für diese keine Annahmen getroffen werden können. Die MNQ- Werte an den Pegeln des Neckareinzugsgebiets bestehen in einigen Regionen bis zu über 50% aus Einleitungen der öffentlichen Wasserversorgung (LfU, 2001). Dieser Prozentwert zeigt starke regionale Schwankungen, welche von der Besiedlungsdichte und den Gewohnheiten der Verbraucher und der Industrie abhängen. In den vergangenen 30 Jahren führte das zu einer leicht ansteigenden Tendenz der Niedrigwasserabflüsse. Die Entwicklung dieser Gewohnheiten hat also einen nicht unwesentlichen Einfluss auf die Niedrigwasserabflüsse. Wenn der Wasserverbrauch in der Zukunft sinkt, sind stärker abfallende Tendenzen zu erwarten und die Situation muss als kritisch angesehen werden. Wenn der Wasserverbrauch in den nächsten Jahren zunimmt, führt das zu einer Abschwächung der simulierten abfallenden Trendlinien, und die Niedrigwasserstände würden nicht so stark sinken wie es aus den Szenarien zu erwarten wäre.

Quellennachweis:

Bárdossy, A., Plate, E., 1992: Space – Time Model for Daily Rainfall Using Atmospheric Circulation Patterns. *Water Resources Research*, Vol. 28, Nr. 5, S. 1247–1259.

Bergström, S., 1995: The HBV Model. In: Singh, V. (Ed.), *Computer Models of Watershed Hydrology*. *Water Resources Pub.*, S. 443–476.

Bremicker M. (2000): Das Wasserhaushaltsmodell LARSIM – Modellgrundlagen und Anwendungsbeispiele. *Freiburger Schriften zur Hydrologie*, Institut für Hydrologie, Universität Freiburg, Band 11.

Götzinger, J. und A. Bárdossy: Comparison of four regionalisation methods for a distributed hydrological model. *Elsevier Science Publishers B.V.*, 2006. – *Journal of Hydrology*, im Druck.

Götzinger, J., Jagelke, J., Barthel, R. und A. Bárdossy: Integration of water balance models in RIVERTWIN. 9. Workshop on Large-scale Hydrological Modelling (10.–11. November 2005, Freudenstadt), *Advances in Geosciences*, Institut für Wasserbau, 2006. – Nr.: 9 – Seiten: 85–91

LfU, 2001: Beeinflussung der Wasserführung im Neckareinzugsgebiet durch Wasserüberleitungen. *Siedlungswasserwirtschaft*, Band 18, Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, Karlsruhe.

LfU, 2004: Das Niedrigwasserjahr 2003. *Oberirdische Gewässer*, *Gewässerökologie*, Band 85, Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, Karlsruhe.

Stehlik, J., Bárdossy, A., 2002: Multivariate stochastic downscaling model for generating daily precipitation series based on atmospheric circulation. *Journal of Hydrology*, 256, S. 120–141.

8. Grundwasserbelastungen durch Nitrat – Einfluss der GAP Reform

Thomas Gaiser, Universität Hohenheim (Institut für Bodenkunde und Standortslehre)

Frank-Michael Lange, terra fusca – Ingenieurbüro und Consulting, Stuttgart

Heike Weippert, Universität Hohenheim (Institut für Bodenkunde und Standortslehre)

Martin Henseler, Universität Hohenheim (Institut für Landwirtschaftliche Betriebslehre)

Karl Stahr, Universität Hohenheim (Institut für Bodenkunde und Standortslehre)

8.1 Einführung

Im Modellverbund des Forschungsprojektes RIVERTWIN erfolgt die Abschätzung der diffusen Austräge aus der Fläche durch das Landressourcen-Informationssystem SLISYS (Gaiser et al. 2005). Das GIS-gestützte Informationssystem ermöglicht Abschätzungen des zukünftigen Wasser- und Stoffhaushalts in Abhängigkeit von veränderten Rahmenbedingungen. Ausgehend von Simulationsergebnissen des agrarökonomischen Modells ACRE-Neckar (Henseler et al. 2006, Abbildung 1), das die durch die Reform der gemeinsamen Agrarpolitik der EU (GAP-Reform) bedingten Landnutzungsänderungen bis zum Jahr 2015 sowie die in der landwirtschaftlichen Produktion eingesetzten N- und P-Mengen auf Landkreisebene abbildet, wurden die daraus resultierenden Stickstoffeinträge in das Grundwasser berechnet.

Das GIS-gestützte Informationssystem ermöglicht Abschätzungen des zukünftigen Wasser- und Stoffhaushalts in der Landschaft in Abhängigkeit von veränderten Rahmenbedingungen.

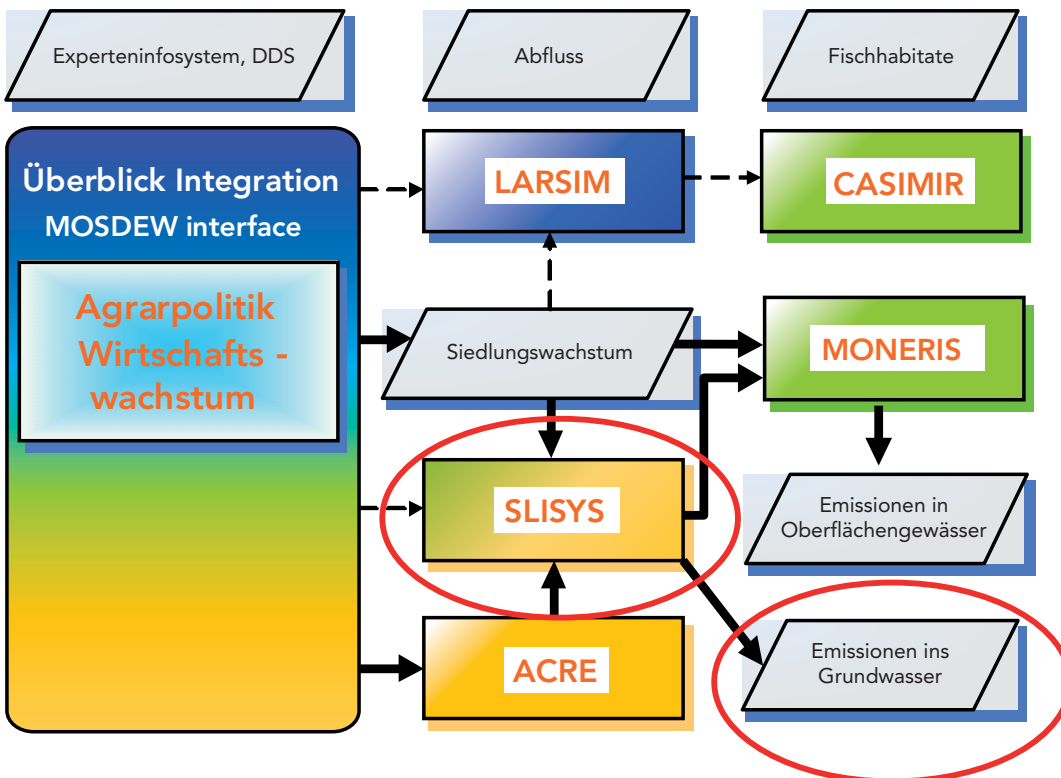


Abb.1: Verknüpfungen zwischen dem Landressourcen-Informationssystem SLISYS und anderen Teilmodellen bzw. mit den Szenarioannahmen zum Siedlungswachstum

8.2 Methodik und Datengrundlage

Als Ausgangsdaten für zukünftige Klimaänderungen wurden zur Simulation Tageswerte der Minimum- und Maximumtemperatur und des Niederschlags aus vier unterschiedlichen Klimaszenarien herangezogen. Zum Einen handelt es sich um jeweils einen Lauf aus den Klimaszenarien A2 und B2 des ECHAM Modells (Max Planck Institut, Hamburg) sowie zwei unterschiedliche Varianten der Klimaszenarien für Baden-Württemberg (MeteoResearch, Berlin). Für die Charakterisierung des Geländes und der Böden lagen die Bodenübersichtskarte 1:200.000 (LGRB 1995) sowie Bodenprofile des LRGB und der Uni Hohenheim vor. Die Verteilung der Hauptnutzungen für das Referenzjahr 2000 wurde von der LUBW und dem statistischen Landesamt zur Verfügung gestellt (LfU 2002, StaLa 2000). Für das Jahr 2015 wurde die Landnutzungsverteilung mit dem Agrarsektormodell ACRE-Neckar abgeschätzt. Diese Ausgangsdaten wurden in SLISYS über ein Datenbanksystem mit dem Agrarökosystemmodell EPIC (USDA 1990) gekoppelt. Für die Abschätzung der Auswirkungen der Flächennutzung auf die Nitratauswaschung wurden die unterschiedlichen Landnutzungssituationen im Jahr 2000, sowie im Jahr 2015 in den Szenarien A und B mit dem Klimaszenario A2 kombiniert. Dadurch wurde der Einfluss der Landnutzungsänderungen vom Klimaeinfluss isoliert. Als Ergebnis konnten Aussagen zum Einfluss von veränderten agrarpolitischen Rahmenbedingungen nach der GAP-Reform auf den Nitrataustrag im Neckareinzugsgebiet getroffen werden.

8.3 Ergebnisse

Da im Modellverbund verschiedene Ausgabegrößen an das Modell MONERIS übergeben werden, müssen die Ergebnisse der Simulationen auf sogenannte MONERIS-Gebiete aggregiert werden. Die MONERIS-Gebiete entsprechen in der Regel den für die Umsetzung der WRRL in Baden-Württemberg definierten Wasserkörpern. Für die aktuelle Ausgangssituation (Landnutzung wie im Jahr 2000) berechnete SLISYS die mittleren Nitratkonzentrationen im Sickerwasser für die einzelnen MONERIS-Gebiete. Abbildung 2 zeigt, dass die Nitratkonzentrationen mit dem Anteil an Ackerfläche in den MONERIS-Gebieten korreliert sind.

Bei gleichen Sickerwassermengen liefern vom Ackerbau geprägte MONERIS-Gebiete potentiell höhere Nitratreträge in das Grundwasser.

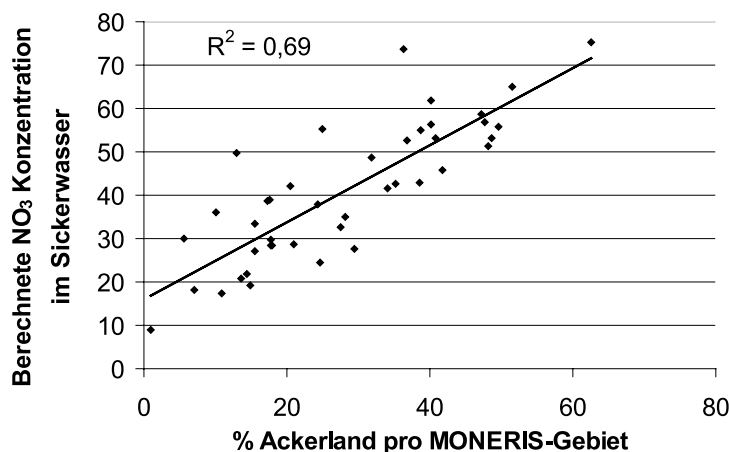


Abb. 2: Abhängigkeit der Nitratkonzentration im Sickerwasser vom Anteil an Ackerfläche im MONERIS-Gebiet

Bei gleichen Sickerungwassermengen liefern vom Ackerbau geprägte MONERIS-Gebiete also potentiell höhere Nitratreträge in das Grundwasser. In einem zweiten Schritt wurde ein Vergleich zwischen den mit SLISYS berechneten und über die MONERIS-Gebiete gemittelten Nitratkonzentrationen in den Sickerwässern und den mittleren Grundwassermesswerten durchgeführt. Dazu wurden die Messwerte von ca. 700 Nitratmessstellen des Landes Baden-Württemberg ausgewertet (Abb. 3). Für alle Messstellen lagen mehrjährige Messreihen vor, die im Zeitraum zwischen 1990 und 2004 lagen. Daher wurden die aus den Messwerten gebildeten Mittelwerte mit Mittelwerten aus mehrjährigen Simulationen verglichen.

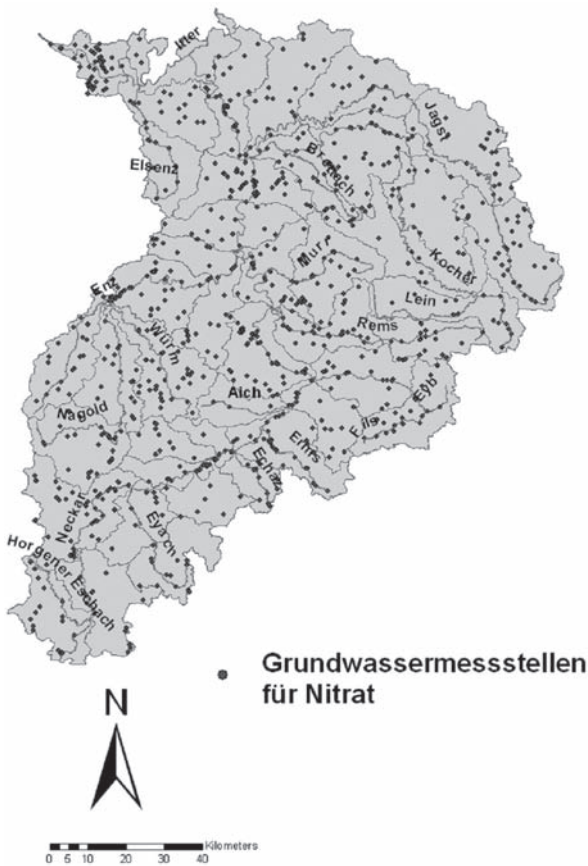


Abb. 3: Verteilung der Grundwassermessstellen für Nitrat im Neckareinzugsgebiet

Ein Vergleich der simulierten Sickerwasserkonzentration mit den mittleren Nitratkonzentrationen in den Grundwässern der einzelnen MONERIS-Gebiete zeigt auf den ersten Blick keine deutliche Korrelation. Dies liegt daran, dass das Nitrat im Sickerwasser auf dem Weg in den Grundwasserleiter unterschiedlich stark abgebaut werden kann. Außerdem kann es im Grundwasserleiter auch zu einer unterschiedlich starken Verdünnung der Sickerwässer kommen. Dies trifft offensichtlich für die in Abbildung 4 mit Strichen gekennzeichneten MONERIS-Gebiete zu.

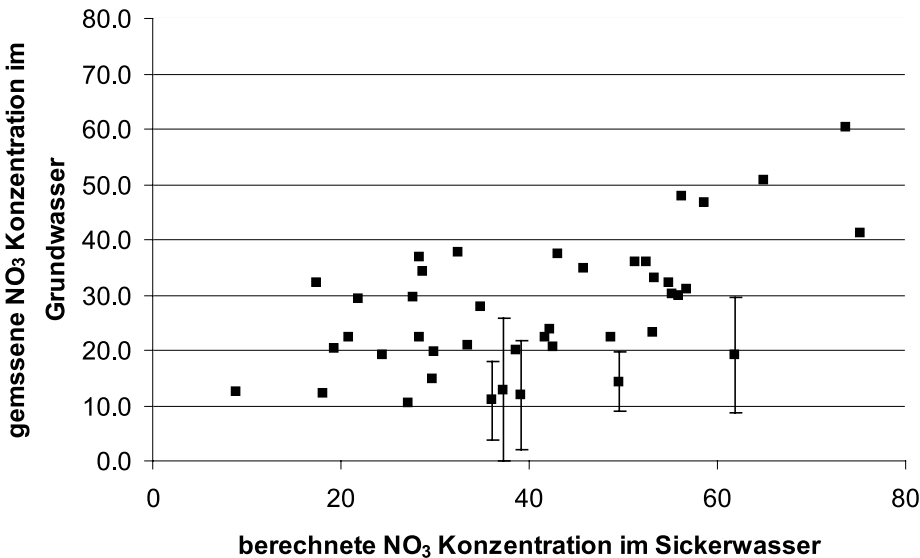


Abb. 4: Zusammenhang zwischen den mit SLISYS berechneten Nitratkonzentrationen im Sickerwasser und den über die MONERIS-Gebiete gemittelten Nitratmesswerten in den Grundwässern

8.4 Auswirkung der GAP-Reform auf die Nitratausträge

Eine Extensivierung der Ackernutzung durch die GAP-Reform reduziert die Nitratemissionen im Neckareinzugsgebiet

In beiden sozioökonomischen Szenarien (siehe Beitrag Printz et al.) wird davon ausgegangen, dass die Reform der gemeinsamen Agrarpolitik wie geplant im Neckareinzugsgebiet umgesetzt wird. Das heißt die Veränderungen der landwirtschaftlichen Flächennutzungen sind ähnlich. Lediglich der Flächenverbrauch durch Siedlungswachstum ist im Szenario B etwas geringer als im Szenario A. Die Umsetzung der GAP-Reform lässt neben kleineren regionalen Verschiebungen in der Getreideproduktion eine generelle Veränderung bei der Ausdehnung von Stilllegungsflächen sowie eine Verschiebung im Feldfutterbau vom Silomais zu Klee-grasgemischen erwarten. Diese Veränderungen wirken sich in Verbindung mit der zunehmenden Versiegelung in beiden Szenarien positiv auf die Auswaschung an Nitrat aus, d. h. die Gesamtauswaschung wird um ca. 9 % reduziert (Abbildung 5). Die etwas höhere Flächenversiegelung im Szenario A im Vergleich zu Szenario B hat keine weiteren Konsequenzen für die Nitratauswaschung.

Abbildung 6 zeigt den zeitlichen Verlauf der Nitratauswaschung über einen Zeitraum von 30 Jahren im Klimaszenario A2 (ECHAM MPI Hamburg). Die jährlichen Schwankungen sind enorm und sind auf klimatische Faktoren zurückzuführen, da in diesem Beispiel die Landnutzung über den gesamten Simulationszeitraum konstant gehalten wurde. Auch im zeitlichen Verlauf der Nitratauswaschung ist kein Effekt der Landnutzungsszenarien A und B zu erkennen. Die Verläufe der Nitratauswaschung sind praktisch identisch. Andererseits scheint die Reduktion der Nitratauswaschung in den beiden Szenarien im Vergleich zur Landnutzung im Jahr 2000 in manchen Jahren stärker ausgeprägt zu sein und kann dann bis zu 20 % betragen.

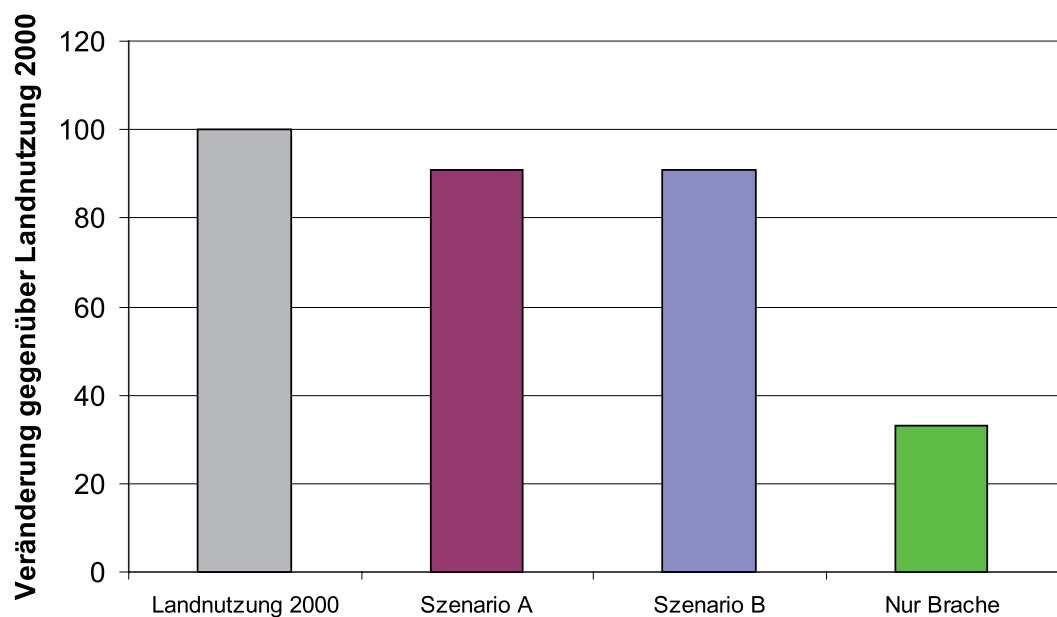


Abb. 5: Veränderung der mittleren jährliche N Auswaschung durch die GAP-Reform bzw. durch zusätzlichen Flächenverbrauch (Siedlungs- und Verkehrsflächenwachstum)

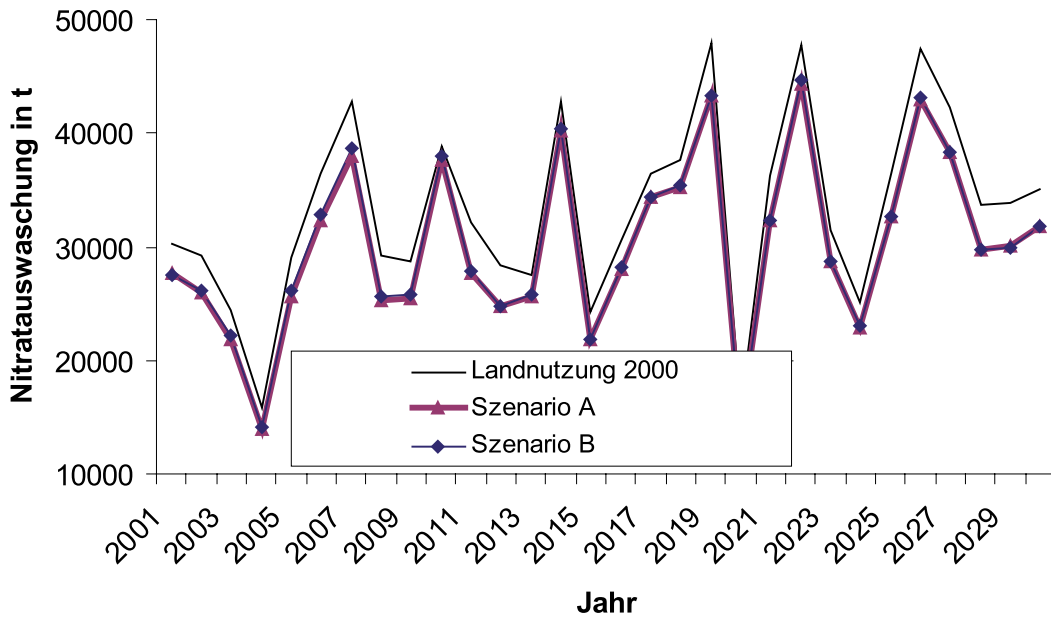


Abb.6: Prognostizierte jährliche Gesamt-Nitratemissionen im Sickerwasser resultierend aus Landnutzungsänderungen infolge der GAP-Reform

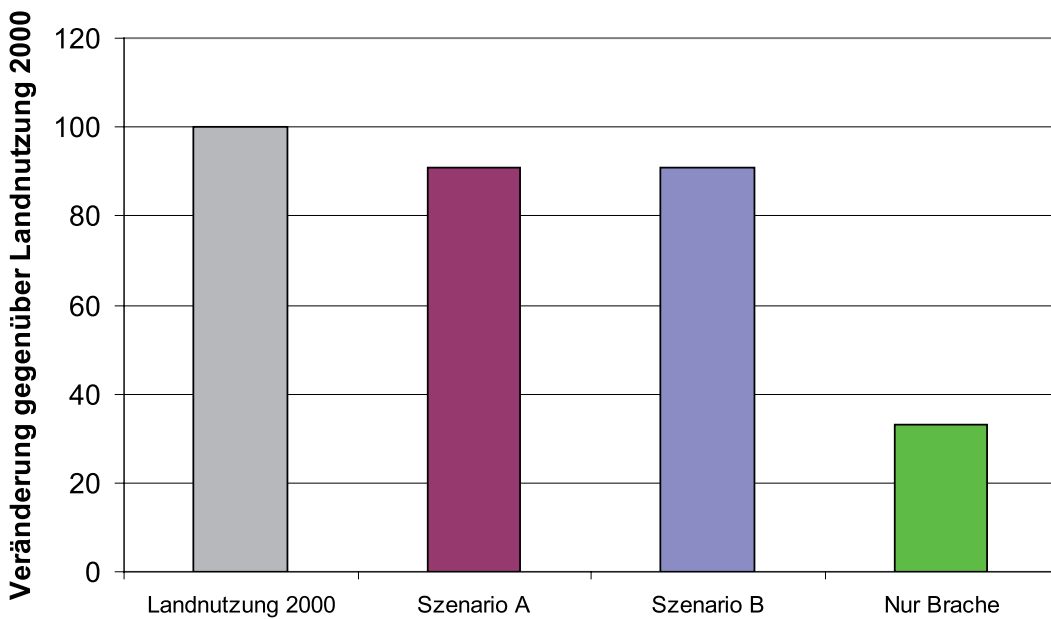


Abb. 7: Veränderung der mittleren jährliche N Auswaschung durch unterschiedliche Landnutzungs-szenarien aufgrund der GAP-Reform und bei vollständiger Umwandlung des Ackerlands in Grünbrache

Um das Reduktionspotential von Landnutzungsänderungen abzuschätzen, wurden die Simulationsläufe unter der Annahme wiederholt, dass die gesamte Ackerfläche im Neckareinzugsgebiet in eine begrünte Dauerbrache umgewandelt würde. Die Nitratauswaschung würde dann im Vergleich zur Landnutzung im Jahre 2000 im Mittel um 67% abnehmen (Abb. 7).

8.5 Schlussfolgerungen

Durch die Umsetzung der neuen Gemeinsamen Agrarpolitik der EU sowie das weitere Siedlungsflächenwachstum sind beträchtliche Veränderungen der Flächennutzung im Neckareinzugsgebiet zu erwarten, die aber nur zu einem leichten Rückgang der N-Auswaschung im Neckareinzugsgebiet in der Größenordnung von 9 % führen. Ursache für den Rückgang ist die zu erwartende Zunahme von Klee gras- und Stilllegungsflächen auf Kosten von Ackerland sowie die Reduktion der Sickerung durch Flächenversiegelung. Die jährlichen Unterschiede in der Witterung (raumzeitliche Niederschlagsverteilung und -intensität) führen kurzzeitig zu weitaus größeren Veränderungen. So ist zu erwarten, dass langfristig auch Veränderungen des Klimas als weiterer bedeutender Bestimmungsfaktor für die Höhe der Nitrat auswaschung im Einzugsgebiet des Neckars berücksichtigt werden müssen.

Quellennachweis:

Bardossy, A. and W. Yang (2005): *Highly resolved climate scenarios for the Neckar basin, rivertwin project deliverable 03.*

(http://www.rivertwin.de/assets/publications/D03_downscaled_highly_resolution_Neckar.pdf)

Gaiser, T., Weippert, H. und Stahr, K. (2005): *Probleme der Regionalisierung eines Agrarökosystemmodells im Neckareinzugsgebiet. Mitteil. Dt. Bodenkundl. Gesell. 107(2):475–476.*

Henseler, M., Wirsig, A. und T. Krimly (2006): *Anwendung des Regionalmodells ACRE in zwei interdisziplinären Projekten. In: Wenkel, K.-O., Wagner, P., Morgenstern, Luzi, K. und P. Eisermann (Hrsg.) (2006): Land- und Ernährungswirtschaft im Wandel – Aufgaben und Herausforderungen für die Agrar- und Umweltinformatik, Tagungsband der 26t. GIL-Jahrestagung, Potsdam, 6.–8. März 2006, S. 101–104.*

LfU (2002): *Landnutzungskarte (LANDSAT 2000). Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, Karlsruhe, Germany. (<http://www2.lfu.baden-wuerttemberg.de/wwwudk/UDKServlet>)*

LGRB (1995): *Bodenübersichtskarte Baden-Württemberg. Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau Baden-Württemberg, Freiburg i.B., Germany.*

StaLa (2000): *Bodennutzung in den Gemeinden und Bezirken der Ämter für Landwirtschaft, Landschafts- und Bodenkultur Baden-Württemberg 1999. Statistische Berichte Baden-Württemberg, Agrarwirtschaft 16/00. Statistisches Landesamt Baden-Württemberg, Stuttgart, Germany. 63 S.*

USDA (1990): *EPIC – Erosion/Productivity Impact Calculator. 1. Model Documentation. U.S. Department of Agriculture. Technical Bulletin No. 1768. Washington D.C., USA, 235 S.*

9. Entwicklung des Habitatmodells MesoCASiMiR und Anwendung im Neckareinzugsgebiet

Matthias Schneider, Ianina Kopecki, Andreas Eisner

sje – Schneider & Jorde Ecological Engineering GmbH, Stuttgart

9.1 Hintergrund

In den vergangenen Jahrzehnten wurde in vielen Fließgewässern in Deutschland die Wasserqualität als limitierender Faktor für die Gewässerökologie erheblich verbessert. Nicht zuletzt deswegen treten in jüngerer Zeit vor allem morphologische Defizite in den Vordergrund. Durch den fehlenden Strukturreichtum der Gewässer ist gleichzeitig das Strömungsverhalten vereinheitlicht. Das führt zu einer drastischen Abnahme an ehemals vielfältigen Lebensräumen im Gewässer. Diese Heterogenität, die im Zusammenspiel mit der zeitlichen Veränderung durch Abflussschwankungen, sowie Erosion und Umlagerung die Einzigartigkeit von aquatischen Lebensräumen ausmacht, ist aber Grundvoraussetzung dafür, dass ein Gewässer seine Funktionen im Naturhaushalt erfüllen kann.

Das Angebot an Lebensräumen und ihre unterschiedliche Ausprägung können also als direkter Anzeiger für die ökologische Funktionsfähigkeit eines Gewässers angesehen werden. Deshalb liegt es nahe, diese Lebensräume oder Habitate auch für die Untersuchung und Bewertung des ökologischen Zustands heranzuziehen. Dazu werden in den letzten Jahren zunehmend ökohydraulische Ansätze verwendet. Mit diesen Ansätzen können Beziehungen zwischen den strukturellen und hydraulischen Eigenschaften eines Gewässers und den Ansprüchen von Gewässerorganismen beschrieben werden. Sie stellen gleichzeitig die Grundlage für physikalische Habitatmodelle dar.

Während in der Vergangenheit Habitatmodelle vor allem im lokalen Maßstab und auf kürzere Gewässerabschnitte angewendet wurden, zielen neuere Modellentwicklungen darauf ab, wassergebundene Lebensräume auch im regionalen Maßstab zu beschreiben. Dies ist gleichzeitig Grundvoraussetzung dafür, dass diese Modelle für die Bewertung und das Management von Gewässern nach der Wasserrahmenrichtlinie eingesetzt werden können, deren kleinste Managementeinheit Wasserkörper sind mit einer Ausdehnung von rund 200 km² (European Commission 2000).

Demzufolge ist das Modul MesoCASiMiR wichtiger Bestandteil des Modellrahmens MOSDEW, der im Projekt RIVERTWIN entwickelt wird. Zusammen und in Interaktion mit dem Submodell QUAL2K zur Beschreibung von Wasserqualitätsparametern gibt es Informationen zu Veränderungen der Gewässerökologie, die durch verschiedene Klima- und Bewirtschaftungsszenarien hervorgerufen werden. In der aktuell entwickelten Version liegt der Fokus auf Fischlebensräumen, das Modell ist jedoch von seiner Konzeption her auch für andere Gewässerorganismen einsetzbar. MesoCASiMiR ist eine Weiterführung des an der Universität Stuttgart entwickelten Habitatmodells CASiMiR (Jorde 1996, Schneider 2001) für den regionalen Maßstab bzw. die Mesoskala.

9.2 Datenaufnahme

Geeignete Methoden zur Erhebung der Modelleingangsparameter sind ein entscheidender Aspekt bei der Entwicklung von Mesohabitatmodellen. Eine objektive Datenerfassung, die schnell genug durchgeführt werden kann, um auch größere Systeme untersuchen zu können, die aber gleichzeitig detailliert genug ist, um die Lebensräume ausreichend genau zu beschreiben, ist Voraussetzung für den praktischen Einsatz.

Bei der Erstellung des Modellkonzepts war eine Vorgabe, dass die bisher verwendeten Beschreibungen von Habitatansprüchen verwendbar sein sollten. Auf der anderen Seite sollten Feldmessungen und damit der zeitliche Aufwand für die Datenerfassung auf ein Minimum reduziert werden.

Habitatmodelle ermöglichen die Beurteilung des ökologischen Zustandes von Gewässern auf Basis von Lebensräumen und deren Eignung für Zeigerarten.

Um diesen Anforderungen gerecht zu werden, wurde eine Kombination von deskriptiver und quantitativer Information gewählt. Die Mesohabitate werden kartiert und durch repräsentative Werte für hydraulische und morphologische Eigenschaften beschrieben. Dabei werden die Habitatparameter Fließgeschwindigkeit und Wassertiefe in teilweise überlappende Klassen eingeteilt, um die Zuordnung der Mesohabitate zu einer der Klassen zu erleichtern (Eisner et al. 2005, Young 2004).

Ein weiterer wichtiger Aspekt ist, dass die Kartierung mit einem Pocket PC durchgeführt wird, der in einer wasserdichten Box im Gewässer mitgeführt werden kann (Abb.1). Mit der Software Sprint-DBPro wurden speziell angepasste Oberflächen erstellt, mit denen die Habitatparameter schnell erfasst werden können. Neben hydromorphologischen Größen wie Fließgeschwindigkeit, Substratgrößen und Fischunterständen werden weitere Informationen wie Wanderbarrieren, Wasserausleitungen u. ä. erfasst. Weiterhin wird die Lage und Ausdehnung der Mesohabitate in einer Skizze festgehalten. Diese Skizze dient zusammen mit über ein GPS erfassten Koordinaten später dazu, die Mesohabitate in ein GIS zu übertragen.

Die Datenerfassung für MesoCASiMiR erfolgt mittels Pocket PC über eine speziell entwickelte Software.



Abb. 1: Pocket PC in wasserdichter Box für die Erfassung der Eingangsdaten von MesoCASiMiR

Da alle Habitatparameter nach der Kartierung digital vorliegen, ist die spätere Zuweisung der Eigenschaften zu den Habitatpolygonen im GIS sehr einfach durchzuführen.

9.3 Vorgehen bei der Modellierung

Die Modellierung der Lebensräume für Fischzeigerarten durch MesoCASiMiR findet in drei Schritten statt:

9.3.1 Morphologie und Hydraulik

Wie in „konventionellen“ Fischhabitatmodellen werden zunächst morphologische und hydraulische Habitatparameter betrachtet. Aus zahlreichen Untersuchungen ist erwiesen, dass die oben erwähnten hydromorphologischen Parameter für viele Fischarten die Habitatwahl maßgebend bestimmen (Parasiewicz and Dunbar 2001). In der Regel wird die Modellierung für Zeigerarten und deren verschiedene Altersstadien durchgeführt. Das ist insofern wichtig, dass diese Entwicklungsstadien meist sehr unterschiedliche Ansprüche haben und gerade das Mosaik von Lebensräumen für das Überleben der Art eine große Rolle spielt.

9.3.2 Wassergüte und Habitate

Die Wasserqualität kann als bestimmender Faktor für die Nutzbarkeit von Habitaten gesehen werden. Selbst wenn die erforderlichen Lebensräume inkl. Reproduktionsareale in ausreichender Anzahl und Qualität vorhanden sind und wenn sie untereinander vernetzt sind, verhindert eine unzureichende Wasserqualität die Besiedlung dieser Lebensräume. Insbesondere während der Laichphase stellen Fische meist besonders hohe Anforderungen an die physikalischen und chemischen Eigenschaften des Wassers.

Allerdings sind für viele Wasserinhaltsstoffe die Auswirkungen auf die Fischphysiologie nur wenig bekannt. Deshalb wurden in der aktuellen Modellversion zunächst drei Parameter betrachtet, für die im Vergleich die meisten Informationen vorliegen: die Wassertemperatur, der pH-Wert und die Sauerstoffkonzentration (z. B. Küttel et al. 2002).

Auch in Phasen erhöhter Wassertemperatur oder niedriger Sauerstoffkonzentration finden sich oftmals noch Fluchthabitate, in denen gefährdete Arten zumindest vorübergehend überleben können, z.B. im Bereich von Grundwasserzutritten oder an den Einmündungen von Nebengewässern. Gerade während der empfindlichsten Laich- und Inkubationsphase ist jedoch ein Ausweichen in diese Bereiche meist nicht möglich. Aus diesem Grund wurde für die Berücksichtigung des Wasserqualitätsaspekts besonders die Laichperiode der Zeigerarten betrachtet.

Bei der Integration der Wassergüteparameter erwies sich der verwendete fuzzy-logische Ansatz als besonders hilfreich, da in diesem Zusammenhang der Übergang von geeigneten zu ungeeigneten Bedingungen besonders schwierig in konkrete Zahlen zu fassen ist. Durch die auf Expertenregeln und Fuzzy-Mengen basierende Methode kann diese Unschärfe in die Modellierung eingebracht werden.

9.3.3 „Lebensraum“ und Erreichbarkeit von Laicharealen

Der Ausdruck „Habitat“ wird von Modellierern meist verwendet, wenn es um die physikalischen Eigenschaften eines Gewässerbereichs und seine Eignung als Lebensraum geht. Wie zuvor erwähnt, hängt aber die Eignung eines Gewässerabschnitts für eine Fischart davon ab, in welchem Umfang verschiedene Habitattypen vorhanden sind und in welchen räumlichen Kontext sie stehen. Zum Beispiel ist ein gutes Laichareal nur von Nutzen, wenn gute Jungfischhabitate in der Nähe befinden.

Deshalb wird hier die Bezeichnung „Lebensraum“ eingeführt. Sie soll deutlich machen, dass auch wenn in einem Flussabschnitt sehr gute Habitate für einzelne Alterstadien vorhanden sind, die Eignung als Lebensraum dennoch eingeschränkt sein kann, weil nicht alle für die Population notwendigen Habitattypen verfügbar sind.

Ein weiterer Aspekt der Vernetzung von Habitaten ist die Durchwanderbarkeit von Querbauwerken. Normalerweise versuchen Fische, die Barrieren vor allem während der flussaufwärts gerichteten Laichwanderung zu überwinden. So kann ein Lebensraum gute Bedingungen für sämtliche Entwicklungsstadien einer Art bieten, wenn aber Laichplätze in der Laichzeit nicht erreichbar sind, ist die Population nicht überlebensfähig. Ein Vorteil der Abbildung dieser Barrieren im Modell ist, dass auch die kumulative Wirkung von Wanderhindernissen berücksichtigt werden kann.

Abb. 2 zeigt schematisch die Ergebnisse aus den verschiedenen Schritten der Modellierung und den Unterschied zwischen den einzelnen Mesohabitaten und der Aggregation zu „Lebensräumen“.

Das Modellierung zielt auf Fischhabitate ab und berücksichtigt in zwei ersten Schritten die Komponenten Hydromorphologie und Wassergüte

In einem weiteren Schritt werden die Einzelhabitate zu Lebensräumen aggregiert und die Erreichbarkeit von Laicharealen ermittelt.

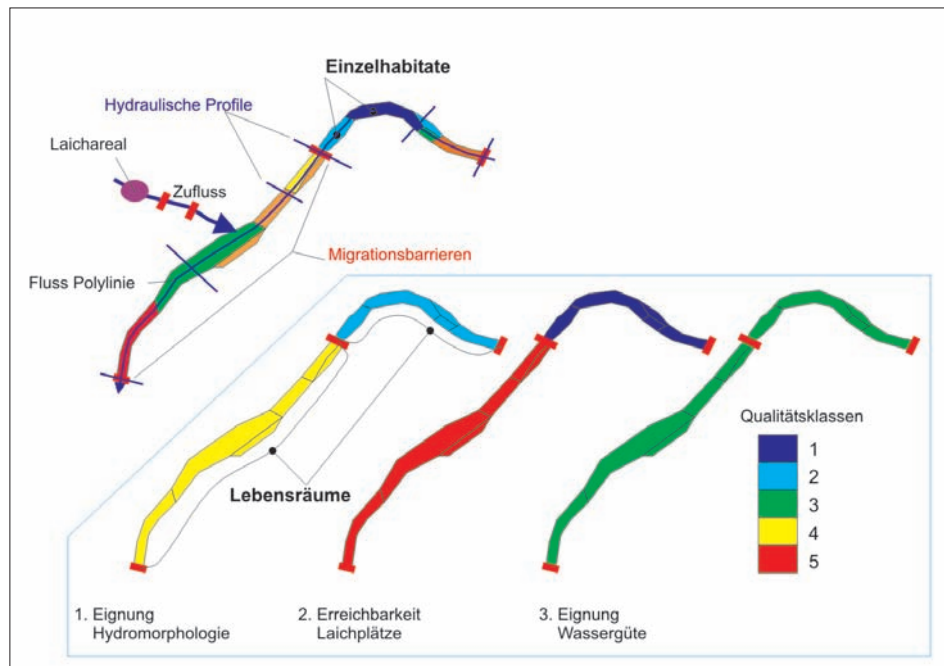


Abb. 2: Ergebnisse des mehrstufigen Mesohabitatmodells, Mesohabitats und Aggregation zu Lebensräumen, Lebensraumeignungen basierend auf unterschiedlichen Kriterien

9.4 Einsatz am Neckar

Am Neckar wurden Modellierungen für die Zeigerart Barbe durchgeführt. Es zeigt sich, dass im oberen Neckar zwar noch Teilabschnitte vorhanden sind, die vom Strömungsverhalten und den morphologischen Gegebenheiten her gute Lebensräume für die Barbe aufweisen. Andererseits sind lange Abschnitte durch Rückstau und stark reduzierte Fließgeschwindigkeiten beeinträchtigt. Zudem ist ein Großteil der zahlreichen, in kurzen Abständen aufeinanderfolgenden Querbauwerke nicht durchgängig. Die Wassertemperatur, der Sauerstoffgehalt und der pH Wert beeinträchtigen die Reproduktion der Barbe hingegen momentan nicht wesentlich.

Im unteren Neckar sind dagegen zwar Lebensräume für adulte Barben vorhanden, Jungfische finden jedoch nur noch wenig geeignete Bereiche vor und potentielle Laichareale sind nur noch in einigen Altarmen vorhanden.

Den ersten Simulationen nach stellen die berücksichtigten Wassergüteparameter wie erwähnt keine ernsthafte Beeinträchtigung für die Reproduktion dar. Falls die Wassertemperaturen zur Laichzeit der Barbe allerdings ansteigen und z. B. Temperaturen, wie sie normalerweise im Juli auftreten, in Zukunft bereits im Mai und Juni vorhanden sind, werden sich die Bedingungen auf den wenigen vorhandenen Laicharealen deutlich verschlechtern.

Die Modellanwendung am Neckar ermöglicht die Bewertung der Effektivität von Maßnahmenszenarien

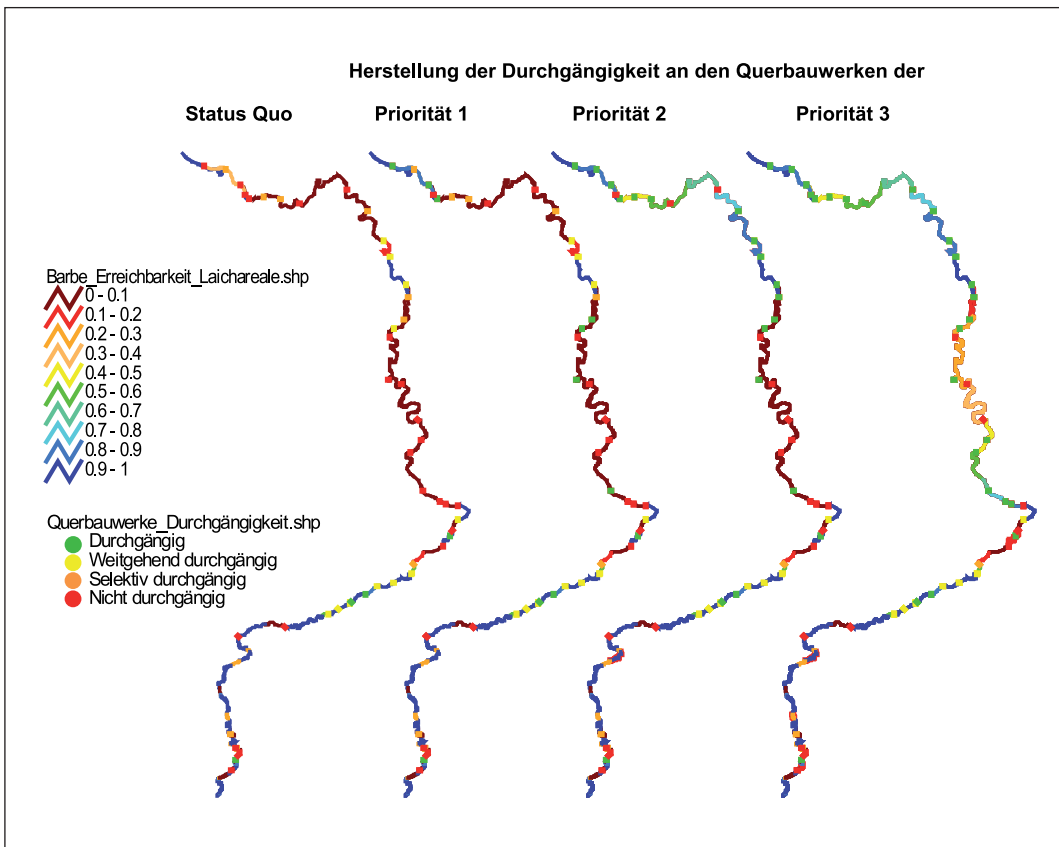


Abb. 3: Ergebnisse der Modellierung mit MesoCASiMiR, Erreichbarkeit von Laicharealen für die Barbe im Neckar, basierend auf Szenarien nach RP Stuttgart (2005)

Hinzu kommt, dass die Mehrzahl der zahlreichen Querbauwerke bislang nicht durchwanderbar ist und deshalb Reproduktionsareale nur aus relativ kurzen Gewässerabschnitten erreichbar sind.

Durch die Herstellung der Durchwanderbarkeit an den Querbauwerken könnte die Situation nicht nur für Langdistanzwanderfische, sondern auch für die Barbe signifikant verbessert werden. Im Modell kann dargelegt werden, an welchen Querbauwerken über die Installation funktionsfähiger Fischaufstiegshilfen die längsten Gewässerstrecken bzw. die größten Lebensräume vernetzt und damit die deutlichsten Effekte erzielt werden könnten. In Anlehnung an eine von der Fischereibehörde des RP Stuttgart veranlassten Machbarkeitsstudie (Regierungspräsidium Stuttgart 2005) wurden mehrere Szenarien für die Verbesserung der Durchgängigkeit der Neckarquerbauwerke untersucht und deren Wirksamkeit hinsichtlich der Erreichbarkeit von potentiellen Laicharealen, die in den vorherigen Modellierungsschritten lokalisiert worden waren. In diesem Zusammenhang sind insbesondere aber auch die Seitengewässern von Bedeutung, die meistens strukturell in einem deutlich besseren Zustand als der Neckar selbst sind. Informationen über die Lage und Erreichbarkeit von Laicharealen in den Nebengewässern sollten deshalb noch in das Modell integriert werden um die Wirksamkeit von Maßnahmen auch auf angebundene Lebensräume darzulegen.

Über weitere Szenarien könnte dann ermittelt werden, in welchen Abschnitten des Neckars bzw. der Nebengewässer die Optimierung von Querverbauungen, strukturelle Aufwertungen und die Förderung von Laicharealen am sinnvollsten vorgenommen werden sollten.

Literatur:

European Commission (2000): Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy.

Eisner, A., Young, C., Schneider, M., Kopecki, I. (2005): MesoCASiMiR – new mapping method and comparison with other current approaches. Proceedings of the Final Conference of COST-Action 626 in Silkeborg, Denmark

Jorde, K. (1996): Ökologisch begründete, dynamische Mindestwasserregelungen bei Ausleitungskraftwerken, Dissertation, Mitteilungen des Instituts für Wasserbau, Heft 90, Universität Stuttgart, 155 S.

Küttel, S., Peter, A., Wüest, A. (2002): Temperaturpräferenzen und -limiten von Fischarten Schweizerischen Fließgewässer, Rhone Revitalisierung, Publikation Nummer 1.

Parasiewicz, P., Dunbar, M. (2001). „Physical Habitat Modelling For Fish – A Developing Approach.“ Large Rivers (12), 2/4, Arch. Hydrobiol. Suppl. 135/2-4, 239–268.

Regierungspräsidium Stuttgart (2005): Machbarkeitsstudie zur Wiederherstellung der ökologischen Durchgängigkeit im Neckar zwischen der Einmündung in den Rhein und Plochingen.

Schneider, M. (2001): Habitat- und Abflussmodellierung für Fließgewässer mit unscharfen Berechnungsansätzen. – Dissertation, Mitteilungen des Instituts für Wasserbau, Heft 108, Universität Stuttgart, Eigenverlag, Institut für Wasserbau der Universität Stuttgart, 163 S.

Young, C. (2004) “Mesohabitat Modelling for Fish: Application and Comparison of Different Approaches”, Master’s Thesis, Universität Stuttgart.



Regierungspräsidium Stuttgart

Geschäftsstelle IKoNE
Ruppmannstraße 21
70565 Stuttgart