



## Das EU-Projekt RIVERTWIN-Neckar: Ein Beitrag zum integrierten Flussgebietsmanagement

Thomas Gaiser<sup>1</sup>, Andreas Printz<sup>2</sup>, Hans-Georg Schwarz-von-Raumer<sup>2</sup>, Matthias Schneider<sup>4</sup>, Frank-Michael Lange<sup>5</sup>, Jens Götzinger<sup>3</sup>, Roland Barthel<sup>3</sup>, Martin Henseler<sup>6</sup>, Andras Bárdossy<sup>3</sup>, Giselher Kaule<sup>2</sup> und Karl Stahr<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Universität Hohenheim, Institut für Bodenkunde und Standortslehre, Stuttgart, <sup>2</sup> Universität Stuttgart, Institut für Landschaftsplanung und Ökologie, Stuttgart, <sup>3</sup> Universität Stuttgart, Institut für Wasserbau, Stuttgart, <sup>4</sup> Schneider und Jorde Ecological Engineering GmbH, Stuttgart, <sup>5</sup> terra fusca – Ingenieurbüro und Consulting, Stuttgart, <sup>6</sup> Universität Hohenheim, Institut für Landwirtschaftliche Betriebslehre, Stuttgart

### 1 Einleitung

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 thermischer Kraftwerke, 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 folgende Trends zu rechnen:

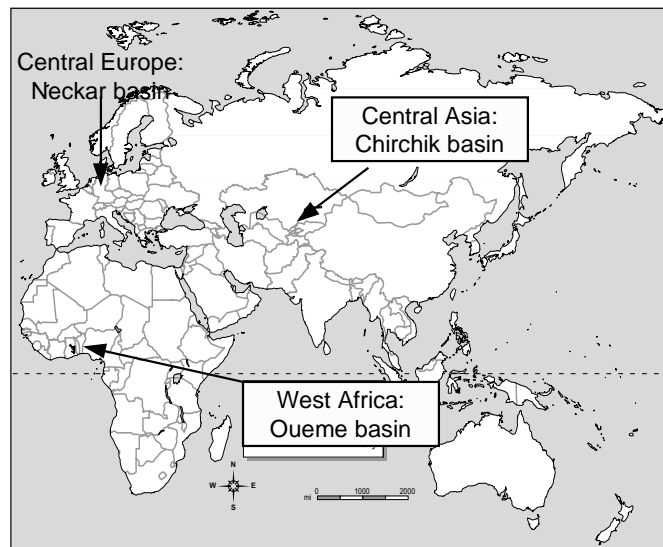
- Zunehmende Bevölkerung mit steigendem Lebensstandard
- Anstieg des Anteils an Bewässerungslandwirtschaft
- Zunehmende Verschmutzung der Gewässer
- Globaler Klimawandel

Um dieser Entwicklung zu begegnen, erließ die Europäische Kommission bereits im Jahre 2000 die Europäische Wasserrahmenrichtlinie (WRRL), die momentan in allen 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.

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, Müller et al. 2005) 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 (Wasserverfügbarkeit, Wasserqualität) als auch

ökonomische Aspekte (Wasserbedarf, Wasserentnahmen) des Wassermanagements integriert.

Als Untersuchungsregionen wurden drei Einzugsgebiete in der Größe von 10.000 bis 50.000 km<sup>2</sup> mit stark unterschiedlichen Rahmenbedingungen ausgewählt. Gemeinsam mit den potenziellen Nutzern in Baden-Württemberg wurde das Regionalmodell MOSDEW zunächst im Neckareinzugsgebiet entwickelt und angewandt. Momentan erfolgt die Übertragung der Modelle auf die Flusseinzugsgebiete des Ouémé (Benin) und des Chirchik (Usbekistan) (Abbildung 1). Im Neckareinzugsgebiet sollen die Projektergebnisse die Formulierung von Handlungsempfehlungen für den von der WRRL geforderten Bewirtschaftungsplan unterstützen.



**Abbildung 1: RIVERTWIN Projektgebiete**

## 2 Ziele des Forschungsprojekts RIVERTWIN im Neckareinzugsgebiet

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. Die große Herausforderung für die wasserwirtschaftlichen Akteure ergibt sich neben den zeitlichen Vorgaben in der Betrachtung von Flusseinzugsgebieten in ihren natürlichen Grenzen als Planungsraum.

Das Neckareinzugsgebiet erstreckt sich über eine Fläche von mehr als 13.000 km<sup>2</sup> und beinhaltet neben größeren Gebieten mit intensiver landwirtschaftlicher Nutzung einen der am dichtesten besiedelten industriellen Ballungsräume in Deutschland. Daraus ergeben sich unterschiedliche Nutzungskonflikte bzw. Gefährdungspotenziale für die Gewässer. Das Projekt RIVERTWIN liefert einen wesentlichen Beitrag für die Definition von Basisszenarien (Baseline-Szenarios) für das Einzugsgebiet, auf deren Grundlage dann durch die Flussgebietsbehörde Maßnahmen zur Umsetzung der EU Wasserrahmenrichtlinie auf regionaler und lokaler Ebene identifiziert werden können.

### 2.1 Szenarientwicklung

Ein wesentliches Werkzeug für die Abschätzung von Maßnahmeneffekten sind Szenarien. 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. Sie sollen den zuständigen Behörden

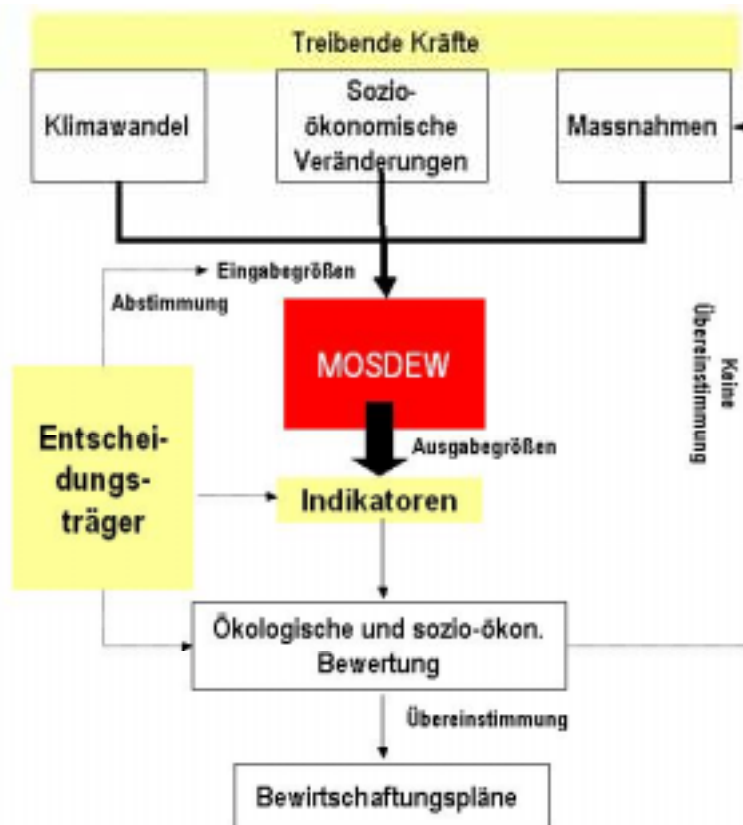


und Entscheidungsträgern ein Planungsinstrument zur Verfügung stellen, das ökonomische und ökologische Belange des Wassermanagements integriert und gemeinsam mit öffentlichen und privaten Entscheidungsträgern mögliche Entwicklungsszenarien für das Wassermanagement unter Berücksichtigung von ökonomischem Wachstum, Landnutzungsänderungen und Klimawandel entwickelt (Abbildung 2).

Im Neckareinzugsgebiet 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

Die verwendeten Klimasequenzen wurden von den Klimaszenarien A2 und B2 des Globalen Zirkulationsmodells ECHAM4 (MPI, Hamburg) abgeleitet (Tabelle 1). Den Szenarienzläufen liegen zwei unterschiedliche Regionalisierungsansätze mit höherer räumlicher Auflösung zugrunde: Zum Einen wurde von der LUBW, eine trockene und eine feuchte Realisation der „Enke-Szenarien“ (MeteoResearch, Berlin) zur Verfügung gestellt. Zum Anderen wurde ein Regionalisierungsansatz der am Institut für Wasserbau der Universität Stuttgart entwickelt wurde, jeweils für A2 und B2 angewendet (Bardossy und Yang 2005).



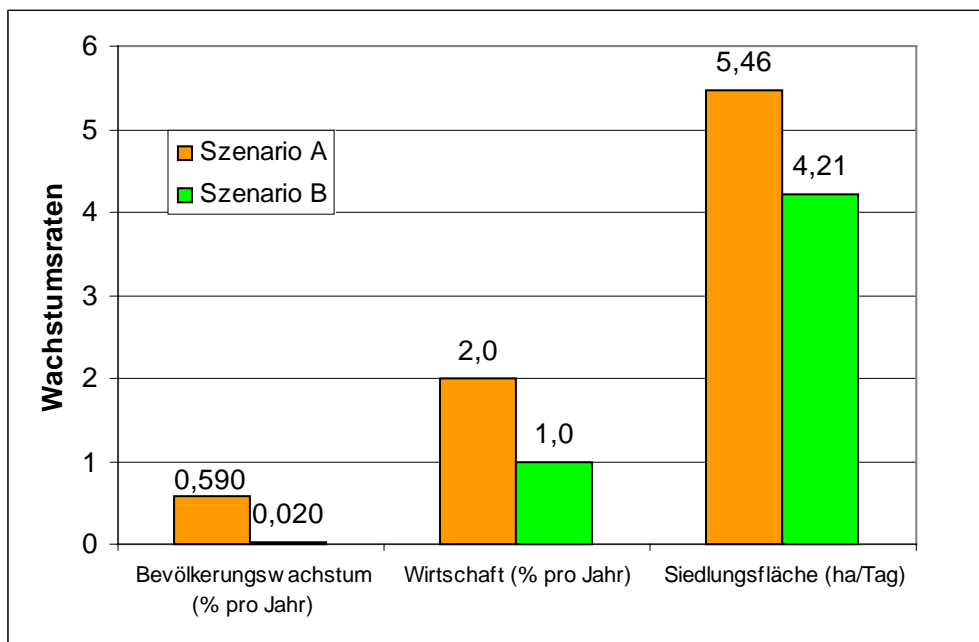
**Abbildung 2: Vorgehensweise zur Abschätzung der Auswirkungen von sich ändernden Rahmenbedingungen auf die ökologischen und ökonomischen Indikatoren der Gewässerbewirtschaftung**

**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 und regionalisiert durch Bardossy und Yang (2005). 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

In Bezug auf mögliche zukünftige sozio-ökonomische Rahmenbedingungen wurden zwei unterschiedliche Hauptentwicklungsrichtungen vorgeschlagen (Abbildung 3):

- A. Eine wachstumsorientierte Entwicklung im Zeichen fortschreitender Globalisierung („Referenzszenario A“)
- B. Eine vorwiegend endogen gesteuerte, ökologisch orientierte Entwicklung mit einem moderaten Wirtschaftswachstum („Referenzszenario B“).



**Abbildung 3: Wachstumsraten ausgewählter treibender Kräfte in den sozioökonomischen Szenarien A und B**

Diese Annahmen zur Klimaentwicklung

und zu den sozio-ökonomischen Randbedingungen gehen als Eingabegrößen in das integrierte Regionalmodell MOSDEW ein, das dann die Auswirkungen auf ausgewählte Indikatoren des Gewässerzustandes und der Landbewirtschaftung quantifiziert.

## 2.2 Das Regionalmodell MOSDEW

MOSDEW besteht aus einer Kette von Teilmodellen, die verschiedene Aspekte der Wasser- und Landnutzung abdecken (Abbildung 4). Jedes Modell wird von einem auf die Anwendung dieses Modells spezialisierten Projektpartner kalibriert und betreut. Damit ist eine fachlich optimale Anwendung der Teilmodelle gewährleistet. 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 (Tabelle 2).

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

**Tabelle 2: Zuständigkeiten für der Anwendung der Teilmodelle**

<b>Partner</b>	<b>Teilmodell</b>	<b>Inhaltliche Einordnung</b>
Universität Stuttgart	MOSDEW	Integration der Einzelmodelle
Universität Stuttgart	LARSIM / HBV/ MODFLOW	Hydrologie (Oberflächen- und Grundwässer)
Universität Hohenheim	ACRE	Ökonomie der landwirtschaftlichen Nutzung
Universität Hohenheim	SLISYS	Regionalisierung der der pflanzlichen Agrarproduktion sowie der diffusen Austräge an N und P
Terra Fusca Consulting	EPIC	Simulation der Erträge der Kulturpflanzen und der diffusen Austräge (N/P) 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

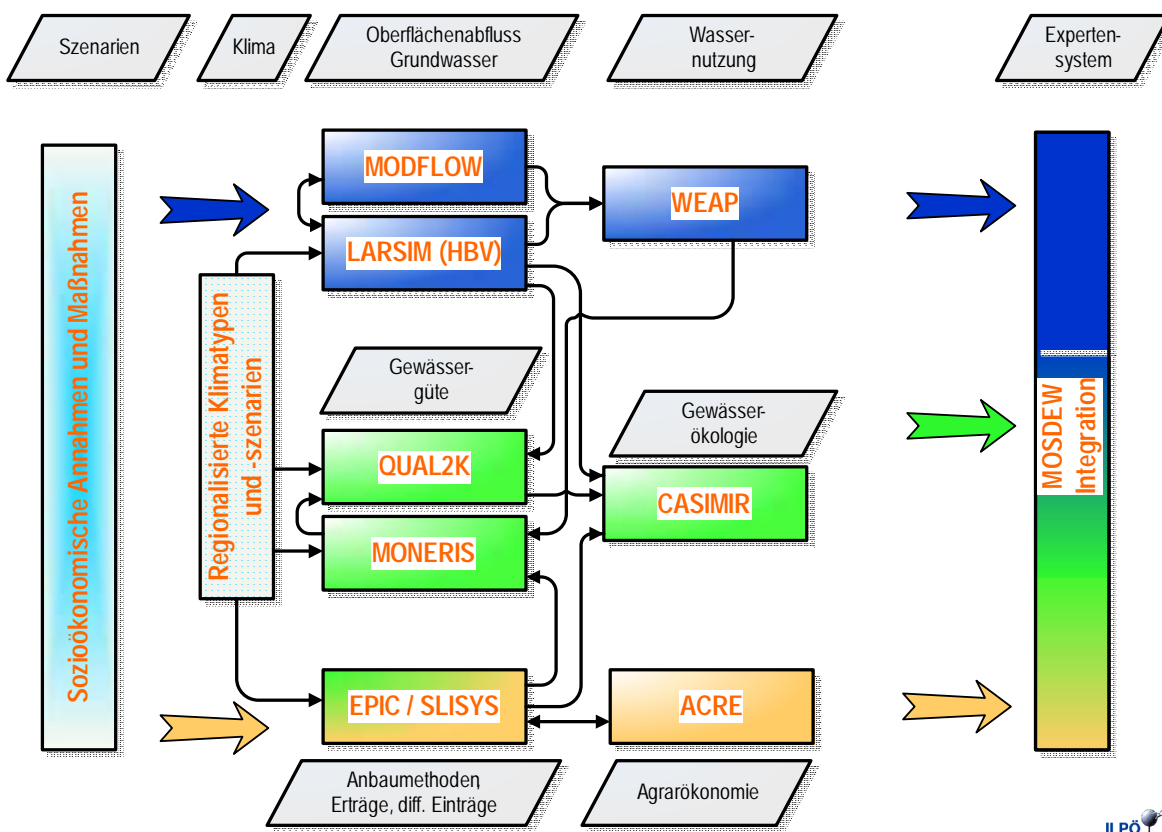
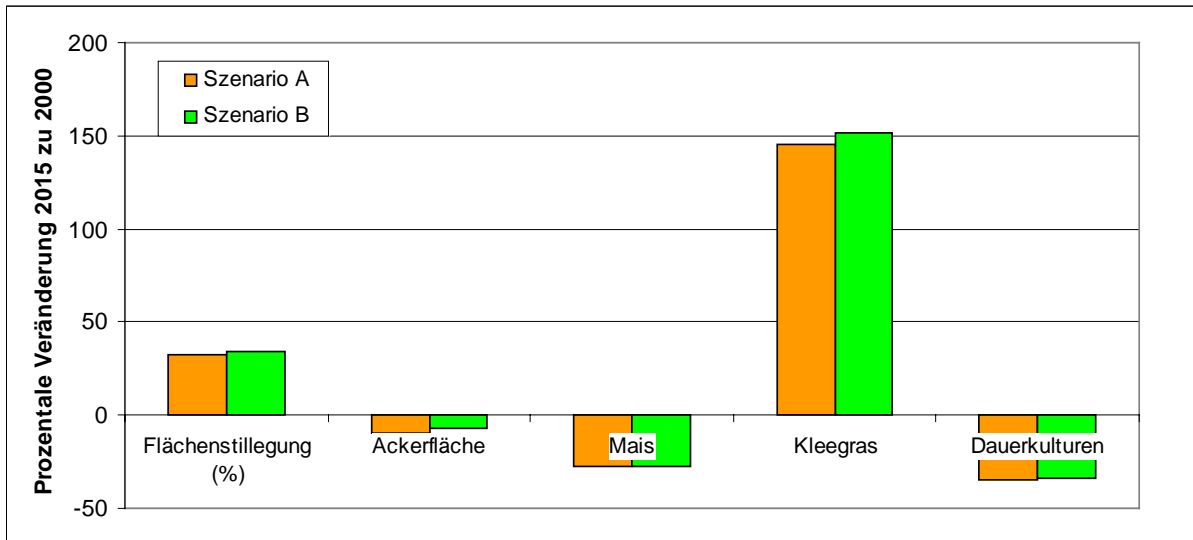


Abbildung 4: Abfolge der Teilmodelle im integrierten Modell MOSDEW

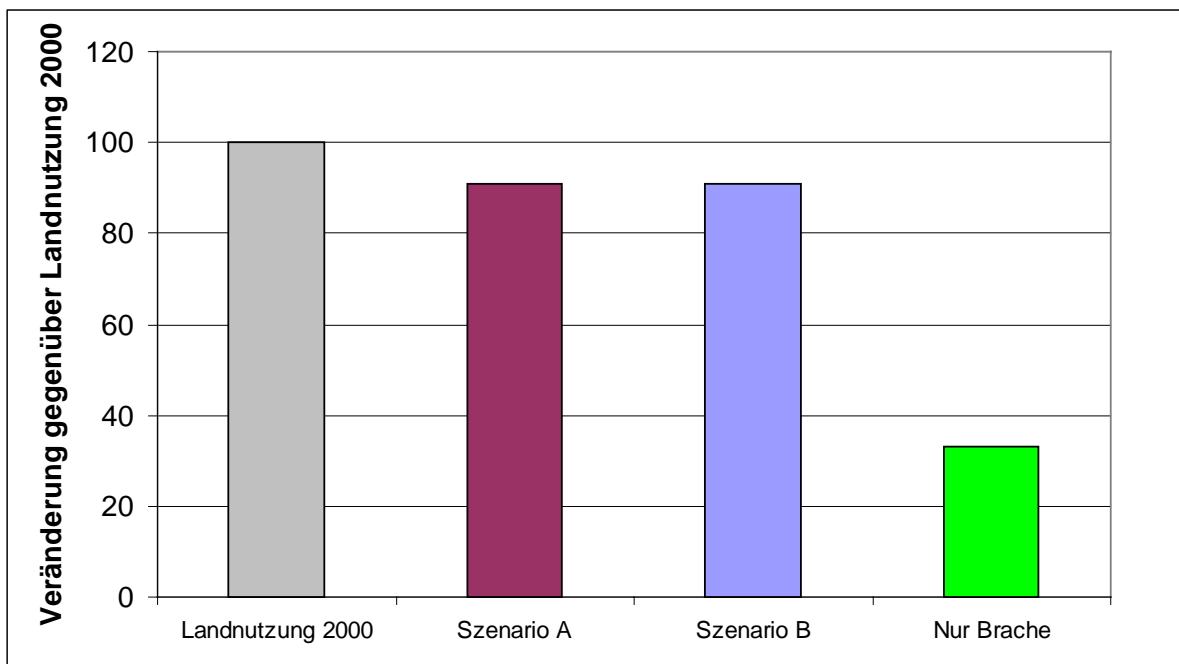
### 3 Ausgewählte Projektergebnisse

#### 3.1 Landnutzungsänderungen

In beiden sozioökonomischen Szenarien A und B wird davon ausgegangen, dass die Reform der gemeinsamen Agrarpolitik (GAP) 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 (Abbildung 3). Das Agrarsektormodell ACRE berechnet die voraussichtlichen Verschiebungen der landwirtschaftlichen Flächennutzung durch die geänderten agrarpolitischen Rahmenbedingungen (Abbildung 5). Die in Abbildung 5 gezeigte Reduzierung der Dauerkulturen wird allerdings nur durch die Ausdehnung der Siedlungsflächen verursacht. 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 (Henseler et al. 2006). 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 6). Die etwas höhere Flächenversiegelung im Szenario A im Vergleich zu Szenario B hat keine weiteren Konsequenzen für die Nitratauswaschung.



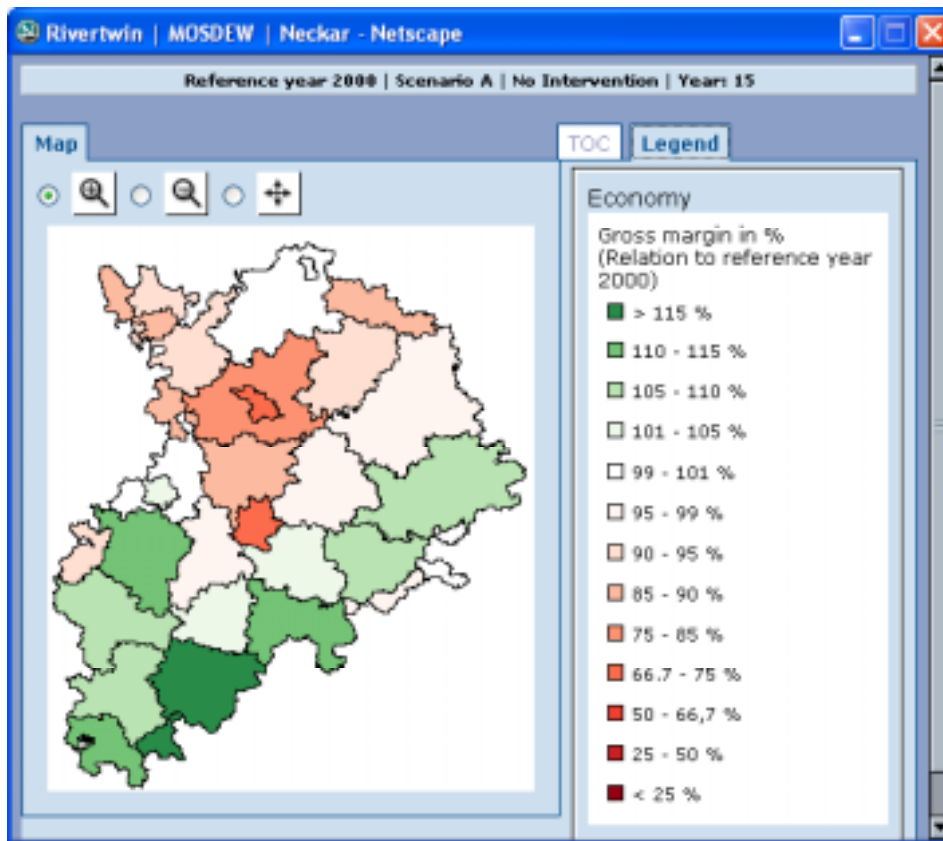
**Abbildung 5: Veränderung der Flächenausdehnung ausgewählter landwirtschaftlicher Nutzungen in den sozioökonomischen Szenarien A und B im Jahre 2015 nach Umsetzung der GAP-Reform**



**Abbildung 6: Durch die Modellkomponente SLISYS berechnete Veränderung der mittleren jährlichen N Auswaschung durch unterschiedliche Landnutzungsszenarien aufgrund der GAP-Reform und bei vollständiger Umwandlung des Ackerlands in Grünbrache**

Um das Reduktionspotential von Landnutzungsänderungen abzuschätzen, wurden die Simulationsläufe mit der Modellkomponente SLISYS 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 (Abbildung 6).

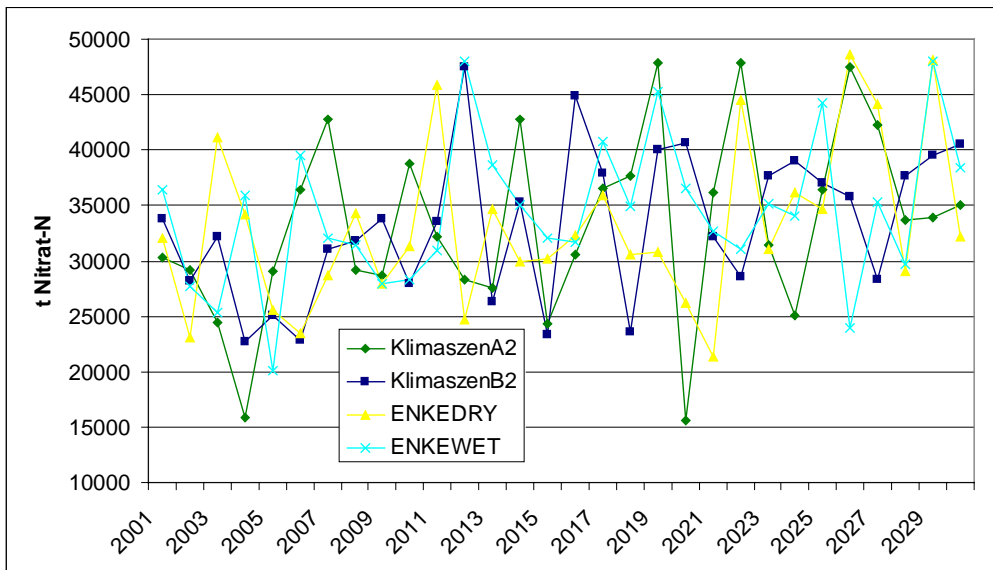
Die GAP-Reform hat also aus ökologischer Sicht positive Effekte, beispielsweise durch eine Reduktion der Nitratfrachten. Betrachtet man jedoch die Veränderung der Gesamtdeckungsbeiträge im landwirtschaftlichen Sektor, stellt man in einzelnen Landkreisen deutliche Verluste von bis zu 40% fest (Abbildung 7). Andererseits gibt es aber vor allem in den grünlandbetonten Gebieten im südlichen Teil des Neckareinzugsgebiets Landkreise, in denen sich der Gesamtdeckungsbeitrag gegenüber dem Jahr 2000 um mehr als 15% erhöhen wird.



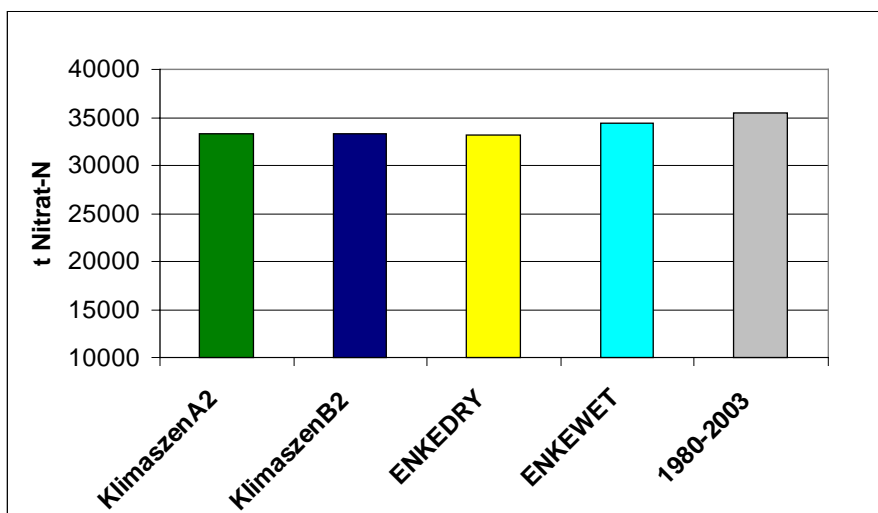
**Abbildung 7: Prozentuale Veränderung der Gesamtdeckungsbeiträge der landwirtschaftlichen Produktion im GAP-Reform Szenario im Vergleich zur Referenzsituation (Jahr 2000)**

### 3.2 Klimaszenarien

Alle vier Klimaszenarien, die in den Simulationsläufen betrachtet wurden, gehen von einer Erhöhung des Niederschlags und einer Erhöhung der Jahresmitteltemperatur aus (Tabelle 1). Das sind Trends, die auf die Tiefensickerung und die Nitratauswaschung gegenläufig wirken sollten. Tatsächlich haben die Simulationen der Klimaszenarien mit dem hydrologischen Modell LARSIM gezeigt, dass die Sickerungsraten sich in dem betrachteten Zeitraum bis 2030 aller Voraussicht nach nicht wesentlich verändern werden. Dies wird bestätigt durch die zeitliche Veränderung der Nitratauswaschung, die zwar einen leicht steigenden Trend hat, der aber durch die Kürze der Zeitreihe und die hohen interannuellen Schwankungen statistisch nicht absicherbar ist (Abbildung 8). Wenn man die mittleren Nitratauswaschungen in den Klimaszenarien mit den simulierten Nitratfrachten für den Zeitraum 1987 bis 2003 vergleicht, nimmt die Gesamtnitratauswaschung sogar ab (Abbildung 9). Dies deutet darauf hin, dass in den Klimaszenarien entweder die Tiefensickerung oder die Stickstoffmineralisation, oder auch beide Prozesse gleichzeitig, durch die zunehmenden Temperaturen mehr oder weniger stark gehemmt werden.



**Abbildung 8: Zeitlicher Verlauf der mittleren jährliche N Auswaschung im Neckareinzugsgebiet in verschiedenen Klimaszenarien unter Annahme einer gleichbleibenden Landnutzung**



**Abbildung 9: Mittlere Nitratfrachten im Neckareinzugsgebiet über einen Simulationszeitraum von 30 Jahren bei unterschiedlichen Klimaannahmen**

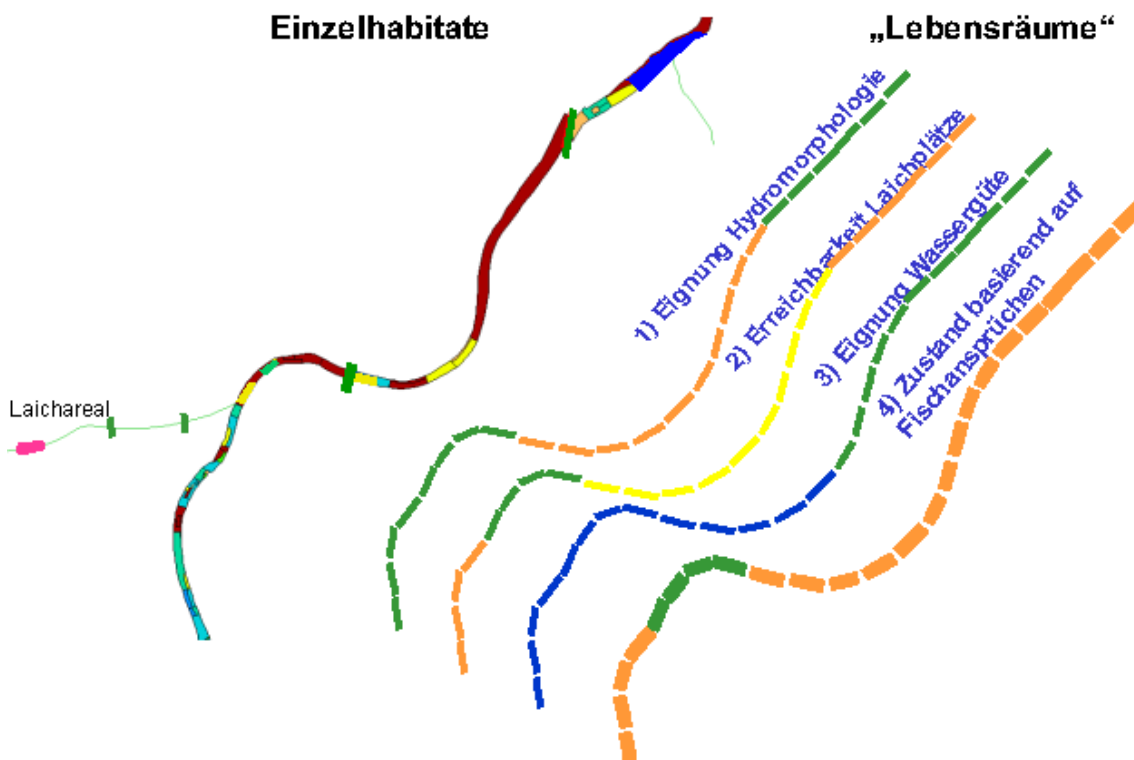
### 3.3 Gewässerökologie

Ein zentraler Aspekt der WRRL ist die Beurteilung der biologischen Wasserqualität. Hier leistet RIVERTWIN durch die Entwicklung des Habitatmodells MesoCASIMIR als Teilmodell von MOSDEW einen herausragenden Innovationsbeitrag. In jüngerer Zeit treten in den Gewässern Mitteleuropas 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. MesoCASIMIR liefert Informationen zu Veränderungen der Gewässerökologie, die durch verschiedene Klima- und Bewirtschaftungsszenarien hervorgerufen werden. In der aktuell entwickelten Version liegt der Fokus auf Fischlebensräumen. Abbildung 10 zeigt

schematisch die Ergebnisse aus den verschiedenen Schritten der Modellierung. Für die Darstellung in der Flussgebietsskala werden die einzelnen Mesohabitate, welche die Eignung des Gewässers für Fische in räumlichen Einheiten zwischen wenigen m<sup>2</sup> bis zu mehreren 100 m<sup>2</sup> widerspiegeln, zu „Lebensräumen“ aggregiert, welche in der Regel ganze Gewässerabschnitte zwischen zwei aufeinanderfolgenden Querbauwerken umfassen. Das Modell zeigt, dass im oberen Neckar zwar noch Teilabschnitte vorhanden sind, die vom Strömungsverhalten und den morphologischen Gegebenheiten her gute Bedingungen für die Barbe bieten. Andererseits sind lange Abschnitte durch Rückstau und stark reduzierte Fließgeschwindigkeiten beeinträchtigt. Falls außerdem die Wassertemperaturen zur Laichzeit der Barbe 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. 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. Entsprechende Priorisierungen von Maßnahmen können mit MesoCASIMIR durch Szenarienvergleiche vorteilhaft vorgenommen und ihre Auswirkung anschaulich dargestellt werden.

#### **4 Zusammenfassung**

Das Projekt RIVERTWIN leistet einen wesentlichen Beitrag für die Definition von Basisszenarien für mögliche zukünftige Entwicklungen im Einzugsgebiet des Neckars, auf deren Grundlage agrar- und umweltpolitische Maßnahmen auf regionaler und lokaler Ebene identifiziert werden können. Das integrierte Modell MOSDEW liefert neben Aussagen zu chemischen und physikalischen Parametern der Oberflächen- und Grundwässer auch Abschätzungen zur ökologischen Qualität der Gewässer und zur Entwicklung der Einkommenssituation im Agrarsektor. Es ist damit besonders für Fragestellungen geeignet, die eine gesamtheitliche Betrachtung der Auswirkungen des globalen Klimawandels erfordern. Der Aufbau des Regionalmodells durch Verkettung von zahlreichen Einzelmodellen mit zum Teil unterschiedlicher räumlicher und zeitlicher Auflösung erfordert eine exakte Definition der Schnittstellen, eine einheitliche Vorgabe der Eingabegrößen für alle Modelle und eine Sensibilisierung aller Modellentwickler, um die Konsistenz im Gesamtmodell zu erhalten. Diese Herausforderung hat RIVERTWIN in weiten Teilen gelöst. Dennoch besteht, obwohl für die Einzelmodelle versucht wurde Fehlerabschätzungen für die Modellergebnisse zu machen, weiterer Forschungsbedarf zur Identifikation und Quantifizierung der Unsicherheiten im komplexen Modellverbund.



**Abbildung 10: Ergebnisse des mehrstufigen Mesohabitatmodells: Mesohabitate und Aggregation zu Lebensräumen, Lebensraumeignungen basierend auf unterschiedlichen Kriterien**

Weitere Informationen zum Projekt und zu den Ergebnissen der Szenarienrechnungen sind auf der Projekt-Homepage (<http://www.rivertwin.org>) bzw. dem MOSDEW Map-Server (<http://mapserver.ilpoe.uni-stuttgart.de/rivertwin/index.php>) verfügbar.

## 5 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, Regierungspräsidium Stuttgart, Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau Baden-Württemberg, Statistisches Landesamt Baden-Württemberg, Landeswasserversorgung, Bodenseewasserversorgung und alle Landratsämter im Neckareinzugsgebiet. Das Projekt wurde gefördert durch das 6. Rahmenprogramm der Europäischen Kommission (GOCE-CT-2003-505401).

## 6 Literatur

- 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](http://www.rivertwin.de/assets/publications/D03_downscaled_highly_resolution_Neckar.pdf).
- Börsch-Supan, A. (2003): Herausforderungen an den Standort Baden-Württemberg durch den demographischen Wandel.



- 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>.
- 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.
- 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. [www.lfu.baden-wuerttemberg.de/lfu/abt2/umweltdaten2003\\_pdf](http://www.lfu.baden-wuerttemberg.de/lfu/abt2/umweltdaten2003_pdf)
- Müller, M.G., Printz, A. und Schwarz-v.Raumer, H.-G. (2005): MOSDEW – ein Werkzeug zur strategischen Planung im integrierten Wassereinzugsgebiets-Management. In: STROBL, Josef, BLASCHKE, Thomas und GRIESEBNER, Gerald: Angewandte Geoinformatik 2005. Beiträge zum 17. AGIT-Symposium Salzburg. Wichmann Verlag, Heidelberg, Seite 481-486.
- 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).
- Statistisches Landesamt (2000): Bodennutzung in den Gemeinden und Bezirken der Ämter für Landwirtschaft, Landschafts- und Bodenkultur Baden-Württemberg 1999. Statistische Berichte Baden-Württemberg, Argrarwirtschaft 16/00. Statistisches Landesamt Baden-Württemberg, Stuttgart, Germany. 63 S.
- 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>
- Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg (2002): Landesentwicklungsplan 2002. [www.wm.baden-wuerttemberg.de/htm/bereich8/content8\\_2.htm](http://www.wm.baden-wuerttemberg.de/htm/bereich8/content8_2.htm)