

# **Anforderungen an die GIS-gestützte Modellierung als Werkzeug für die Entscheidungsunterstützung in der Landnutzungsplanung**

Sylvia Herrmann<sup>1</sup>

## **Abstract**

Land use planning has to integrate economic as well as ecological aspects to be able to operate as a basis of sustainable development. Therefore, an attempt has to be made to co-ordinate the specific methods of the different disciplines. On the other hand, decision support tools for practical application are necessary which combine these aspects, visualise the results of calculations and allow to perform scenarios. The Kraichgau landscape model is a GIS supported modelling system that integrates different static models. Future states of the landscape can be projected using scenarios, that can be calculated according to different ecological or economic guidelines. Due to the implementation within a GIS, the visualisation of results can easily be performed. Possible practical applications in the planning process will be discussed in the paper.

An investigation concerning the acceptance of this tool on the side of the possible users showed that different criteria (e.g. the use of rule based models, a direct spatial relation of results, the integration of topics relevant to the planning administration and the co-operation with the possible users from the beginning) are necessary pre-conditions for a successful application in practise.

## **1. Problemstellung**

Die zukünftige Verteilung unterschiedlicher Landnutzungen wird eine zentrale Rolle für die weitere Entwicklung auf der Erde spielen. Daher werden zunehmend planerische Ansätze benötigt, die alle relevanten ökologischen Risikofaktoren einerseits und sozioökonomischen Faktoren andererseits einbeziehen. Der Verlust der Biodiversität etwa, dessen Entstehung meist ökonomische Gründe hat, zeitigt als Konsequenz wiederum große ökonomische Verluste, da die ökonomische Entwicklung auf den Umweltressourcen basiert und durch deren Zerstörung beeinträchtigt oder verhindert wird (Perrings et al. 1992). Dies ist nur ein Beispiel für die enge Verflech-

---

<sup>1</sup> Institut für Landschaftsplanung und Ökologie, Universität Stuttgart, Keplerstr. 11, D-70174 Stuttgart, Email: sh@ilpoe.uni-stuttgart.de

tung der unterschiedlichen Bereiche. Als Grundlage einer solchen „Landnutzungsplanung“ müssen sowohl konzeptionell – methodische Ansätze als auch Instrumente/Werkzeuge für die praktische Umsetzung bereit gestellt werden. Dabei kann die GIS-gestützte Modellierung einen wesentlichen Beitrag bei der Verknüpfung der unterschiedlichen fachlichen Bereiche sowie der Visualisierung und Präsentation der Ergebnisse leisten.

Die Nutzung der neuen Informationstechnologie findet jedoch bisher in der Planung überwiegend auf der Ebene der Informationsaufbereitung und –bereitstellung (z.B. Erstellung von Kartenwerken mittels GIS, Präsentation von Daten im Internet) statt. Der Einsatz von Modellen ist eher auf die Forschung beschränkt. Auch die Kopplung von Modellen und (Geographischen) Informationssystemen zur Unterstützung von Entscheidungsvorgängen in der Verwaltung steht noch erst am Anfang.

Am Beispiel des Landschaftsmodells „Kraichgau“ (Dabbert et al. 1999), das für die intensiv genutzte Ackerbau Landschaft Kraichgau (Baden-Württemberg) erstellt wurde, soll ein solches Werkzeug beschrieben und die Anforderungen aus der Sicht der Praxis formuliert werden.

## **2. Untersuchungsgebiet**

Das Untersuchungsgebiet Kraichgau liegt mit einer Ausdehnung von rund 1750 km<sup>2</sup> im Nordwesten Baden-Württembergs. Das ackerbaulich geprägte Lösshügelland erstreckt sich zwischen dem Oberrheintal im Westen und dem Neckar im Osten, reicht im Norden bis zum Odenwald und wird im Süden vom Schwarzwald, im Südosten von Strom- und Heuchelberg begrenzt (Herrmann/Mövius 1999).

Die lössgeprägte Landschaft des Kraichgau stellt einen landwirtschaftlichen Gunstraum dar, der aber gleichzeitig hinsichtlich des Faktors Erosion als eines der Gebiete mit der höchsten Gefährdung in Deutschland eingestuft wird (Richter 1965). Ein überdurchschnittlich hoher Hackfruchtanteil führt in Kombination mit den topographischen und klimatischen Gegebenheiten und den im Rahmen von Flurbereinigerungsverfahren entstandenen großen Schlägen zu dieser starken Erosionsgefährdung der Lössböden. Andererseits hatten die bereits seit Beginn des Jahrhunderts durchgeführten Flurneuordnungen einen starken Rückgang von Biotopen in der Feldflur zur Folge (Herrmann 2000).

Da der Kraichgau je nach betrachtetem Zeitraum und Fachgebiet ganz unterschiedlich definiert wird, war die gemeinsame Bestimmung der Grenzen des Untersuchungsgebietes eine wesentliche Grundlage für die Zusammenarbeit der beteiligten Disziplinen. Die Abgrenzung war ein Kompromiss zwischen der naturräumlichen Abgrenzung und den Verwaltungsgrenzen (Herrmann/Mövius 1999).

Abbildung 1 zeigt die Lage des Untersuchungsgebietes im Nordwesten Baden-Württembergs.

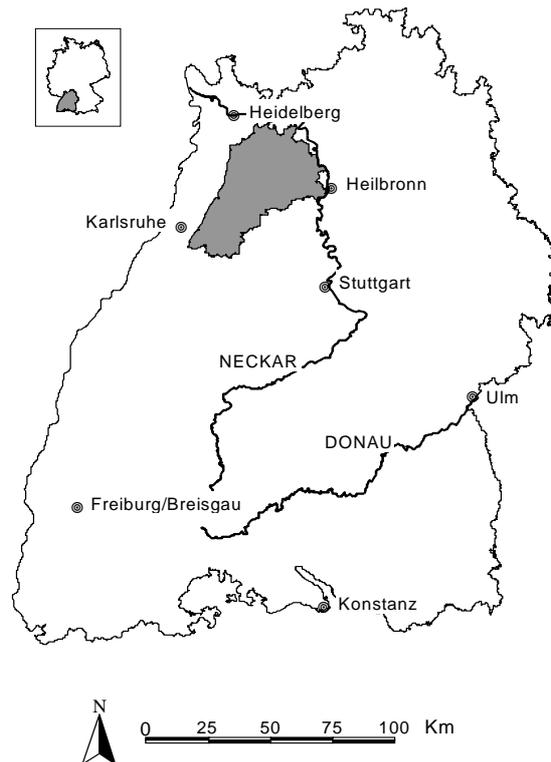


Abbildung 1  
 Untersuchungsgebiet Kraichgau (Baden-Württemberg)  
 Quelle: Herrmann 2000

### 3. Das Landschaftsmodell Kraichgau

Das Landschaftsmodell „Kraichgau“ stellt einen modular aufgebauten Modellkomplex dar, dessen Komponenten über ein Geographisches Informationssystem (ARC VIEW<sup>®</sup>) verknüpft sind. Inhaltlich erfolgt eine Verknüpfung der Modellierung einer landwirtschaftlichen Produktionsstruktur unter vorgegebenen, aber variablen ökonomischen Rahmenbedingungen mit einer ökologischen Modellierung ausgewählter geo- und bioökologischer Kenngrößen auf der regionalen Ebene. Dabei hat das GIS die Aufgabe, die unterschiedlichen räumlichen Aggregationsebenen dieser Modelle zu vermitteln. Ziel ist die Berechnung von Szenarien, um Aussagen über die möglichen ökologischen und ökonomischen Auswirkungen von Landnutzungsänderungen bzw. Änderungen der (politischen) Rahmenbedingungen machen zu können.

Als Voraussetzung für die praktische Verwendung wurde stärker dabei eine Problem- bzw. Themenorientierung und weniger die umfassende Berücksichtigung möglichst vieler Faktoren und Funktionen angestrebt. Daher wurden ebenfalls weitgehend vorhandene bzw. öffentlich zugängliche Daten verwendet.

Abbildung 2 zeigt das Konzept des Projektes. Die zentralen Bausteine des Modells sind thematische Module, die aus unterschiedlichen Kenngrößen aufgebaut sind. Grundlage für jedes Modul sind fachspezifische Daten und Modelle der zuständigen Disziplin. Die Gesamtheit der Module wird im GIS-gestützten Landschaftsmodell zusammengeführt und über eine Benutzeroberfläche gesteuert. Für damit durchführbare Szenarien wird jeweils eine spezifische Kombination der unterschiedlichen thematischen Module generiert. Ausgabeinheit ist ein 50m-Raster, in das alle Disziplinen ihre fachspezifischen Ergebnisse (zum Austausch zwischen den Modulen und zur Präsentation der Endergebnisse) transferieren müssen.

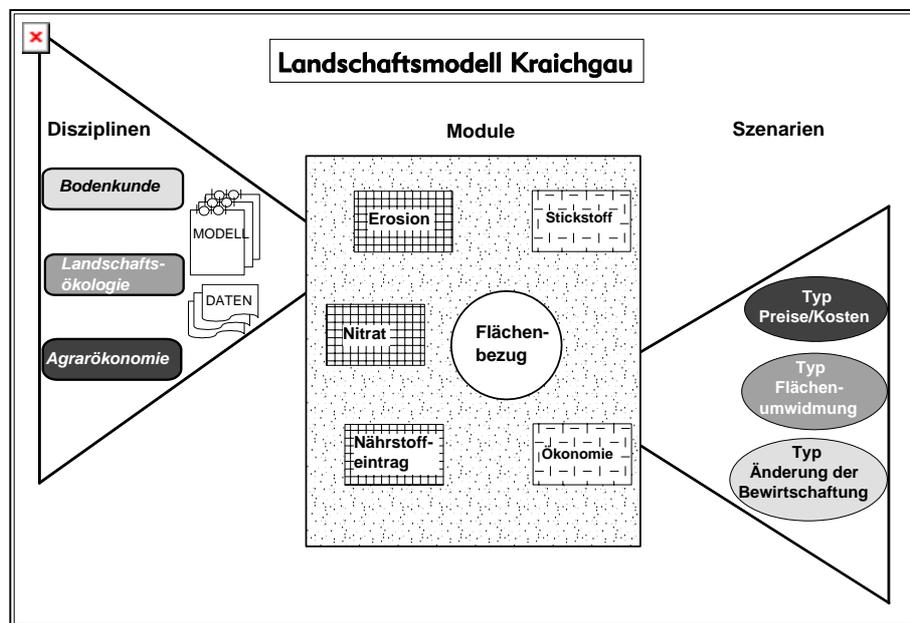


Abbildung 2  
Konzept des Forschungsprojekts  
Quelle: Herrmann 2000

### 3.1 Inhaltliche Struktur des Landschaftsmodells

Folgende Module wurden in das Landschaftsmodell Kraichgau integriert (Dabbert et al. 1999).

Im *Modul Stickstoff* wird die potentielle Grundwassergefährdung durch Nitrat als direkte Folge landwirtschaftlich produzierter Stickstoffüberschüsse betrachtet, wobei die Gefährdung vom N-Saldo, der nutzbaren Feldkapazität und den Niederschlägen abhängt. Die landwirtschaftliche Betriebsstruktur bedingt Höhe und räumliche Verteilung der N-Salden.

Das *Modul Erosion* beschreibt das Ausmaß des Bodenabtrags mit Hilfe der Allgemeinen Bodenabtragungsgleichung. Die räumliche Verteilung des C-Faktors resultiert aus den Anbauverhältnissen und der Anbautechnik. Daneben sind morphometrische und morphographische Kenngrößen des Reliefs, die Schlagstruktur, die bodentypische Erodierbarkeit und die gebietsspezifische Niederschlagsmenge die betrachteten Determinanten.

Das *Modul Ökonomie* kann die Auswirkungen unterschiedlicher agrarpolitischer Bedingungen auf die Landwirtschaft abbilden. Produktionsstruktur, N-Salden und Einkommen sind wichtige Ergebnisse des Modells, das von einem ökonomisch rationalen Entscheidungsverhalten der Landwirte ausgeht und auf der Ebene von Nahbereichen arbeitet.

Das interdisziplinäre *Modul Nitrat* zur Darstellung der Nitratbelastung in Abhängigkeit von der Bewirtschaftung liefert Angaben zum Verteilungsschlüssel für den organischen Dünger und beschreibt die daraus resultierenden N-Salden.

Der Nährstoffabtrag mit Sediment und die Morphographie des Geländes werden im *Modul Nährstoffeintrag* zur Modellierung des Nährstoffeintrags in Biotope unterschiedlichen Typs herangezogen. Aus deren Ergebnissen kann in einem weiteren Schritt ein Gefährdungspotential für diese Biotope in bezug auf ihre Eutrophierung abgeleitet werden.

Das *Modul Flächenbezug* besteht aus einem Zuordnungsprogramm von aggregierten Flächennutzungsdaten zu einer räumlich konkreten Schlagstruktur, einem Programm zur Abschätzung der Zufuhr an organischem Stickstoff pro Raumeinheit und einem Programm zur Zuordnung von Nutzungen zu Rasterfeldern mit bestimmten Standorteigenschaften.

Die Verknüpfung der einzelnen Module wurde über den Parameter „Nutzung auf dem Schlag“ realisiert. Zur Ableitung der Lage und Größe der Schläge (einheitlich genutzte Betriebsflächen) kann die geometrische Information klassifizierter Satellitenbilder (auch vergangener Jahre) herangezogen werden (Herrmann/Mövius 1998). Durch eine Verknüpfung der so gewonnenen Geometrie mit den aktuellen Statistikdaten der Bodennutzungshaupterhebung mittels eines Algorithmus können für die Region Landnutzungsmuster mit relativ hoher Wahrscheinlichkeit erzeugt werden, auch wenn für das jeweilige Jahr keine geeigneten räumlich zuordnenbare Informationen vorliegen.

Dazu werden in den Satellitenbildern nebeneinander liegende Rasterzellen mit derselben Nutzung durch Zuweisung einer gemeinsamen Kennzahl als Schlag definiert, anhand derer eine Zuordnung möglich ist. Dabei wird ein durch Zusatzinformation eingeschränktes Zufallsprinzip als Verteilungsvorschrift herangezogen. Anhand der Satellitenbilder vergangener Jahre wird die Anbaueignung der Flächen für bestimmte Kulturen bestimmt und den Schlägen eine Eignungskennung zugewiesen. In einem weiteren Schritt wird jeweils ein Schlag über eine Zufallszahl ausgewählt und festgestellt, ob er für die aus der Statistik für die Gemeinde belegte Kulturart geeignet ist. Wenn die Fläche allen geforderten Eigenschaften entspricht, wird ihr diese Kulturart zugeordnet und die Schlaggröße zu den bisher mit dieser Kulturart versehenen Gesamtfläche für das Jahr addiert. Solange die errechnete Gesamtfläche kleiner als die insgesamt dem Anbauverhältnis entsprechende Zahl der Rasterzellen ist, wird dieser Arbeitsschritt wiederholt (Herrmann/Mövius 1998).

### 3.2 Szenarien

Die Formulierung veränderter Rahmenbedingungen, Zielsetzungen und Handlungsoptionen sollte im Rahmen vorgegebener Szenariotypen flexibel handhabbar und unter Berücksichtigung diskreter Variantenspezifikationen durchführbar sein. Die drei exemplarisch bearbeiteten Szenariotypen haben Beispielscharakter, d.h. eine Erweiterung sinnvoller Modellrechnungen um verwandte Szenarien ist möglich.

*Szenariotyp „Änderung der Preis-Kosten-Relation“.* Dieses Szenario stellt die Reaktion der Landwirte auf eine veränderte Preis-Kosten-Relation dar. Über die Veränderung der Anbauverhältnisse werden die Auswirkungen auf die Umweltfaktoren gesteuert. Damit soll eine Abschätzung der Auswirkungen von Änderungen der agrarpolitischen Rahmenbedingungen ermöglicht werden.

*Szenariotyp „Flächenentzug“.* Dieses Szenario stellt den Entzug landwirtschaftlicher Nutzflächen durch Inanspruchnahme durch andere Nutzungen in den Mittelpunkt. Im Projekt wird von der konkurrierenden Flächennutzung Naturschutz ausgegangen. Der Flächenentzug zwingt die landwirtschaftlichen Betriebe zur Umstellung ihrer Betriebsstruktur. Die Umstellungen in den Anbauswerpunkten wirken sich auf die übrigen Module aus.

*Szenariotyp „Änderung der Anbautechnik“.* Umweltverträglichere Bewirtschaftung ist in der Regel mit einer Änderung der Anbautechnik verbunden. Wie sich erosionsmindernde Bewirtschaftung auf die Wirtschaftlichkeit und die Biotopqualität auswirkt, soll mit diesem Szenariotyp überprüft werden. Dabei steht auch die Einschätzung der Wirksamkeit der Maßnahmen, die in Agrar-Umwelt-Programmen gefördert werden, für das jeweils angestrebte Ziel im Vordergrund.

Der Szenarioablauf wird durch die Reihenfolge, in der die Programmkomponenten abgearbeitet werden, festgelegt. Abbildung 3 zeigt den Ablauf für den Szenariotyp „Änderung der Anbautechnik“. Anhand der Vorgabe für den maximalen Boden-

abtrag werden mit Hilfe des Erosionsmoduls die Problemflächen ausgewiesen. Für diese Flächen wird eine Bewirtschaftungsänderung (Mulchsaat) festgelegt. Anschließend wird durch neuerliche Berechnung des Bodenabtrags die Wirkung der Maßnahme (einschl. der Folgewirkung auf den Nährstoffabtrag) überprüft. Gleichzeitig wird auf der Basis des mit Mulchsaat belegten Flächenanteils pro ökonomischer Berechnungseinheit eine neue ökonomische Optimierung durchgeführt, um ebenfalls die finanzielle Wirkung der Maßnahme abzuschätzen.

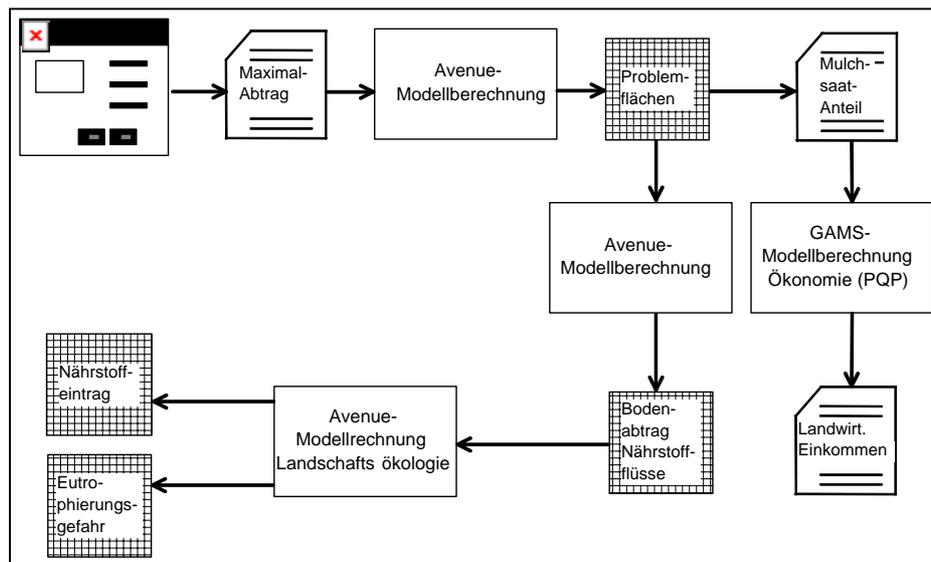


Abbildung 3  
Ablaufschema für Szenariotyp „Änderung der Anbautechnik“  
Quelle: Mövius et al. 1999

### 3.3 Technische Verknüpfung der Module

Zur technischen Verknüpfung der Module wurde eine Konfiguration entwickelt, die einen durchgängigen Datenfluss und einen automatisierten Prozessablauf ermöglicht und zudem eine Benutzerschnittstelle zur Definition von Modellszenarien anbietet. Dabei werden die jeweils heterogen auf unterschiedlichen Plattformen produzierten Modellcodierungen (GAMS auf PC unter DOS, AVENUE™ auf PC und AML/ARC INFO auf Sun-Workstation) mit Hilfe des Desktop-GIS ArcView® verknüpft (Schwarz- von Raumer 1999).

Die realisierte Konfiguration erlaubt es, von einer Benutzerschnittstelle aus Komponenten einer Programmbibliothek aufzurufen. Die Komponenten der Programmbibliothek beinhalten codiert die Regelwerke und Modellrechnungen der einzelnen Module. Abbildung 4 zeigt die technische Gesamtverknüpfung.

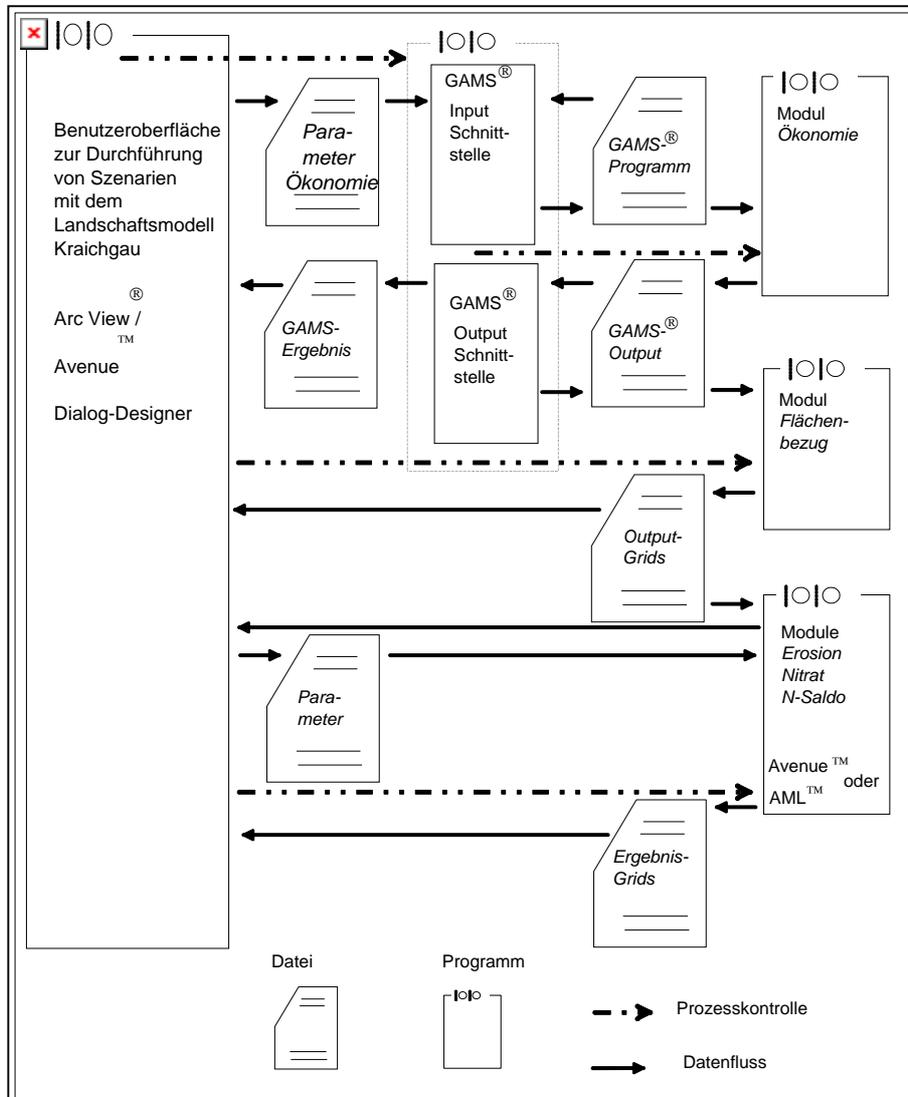


Abbildung 4  
Integration der Programmkomponenten zum Landschaftsmodell Kraichgau  
(Schwarz-von Raumer 1999)

#### **4. Anwendungsbereiche des Landschaftsmodells**

Die Ergebnisse des Landschaftsmodells können als Orientierungshilfe für die Arbeit der staatlichen Agrar-Umweltberatung (Landwirtschaftsämter, Bezirksstellen für Naturschutz, Landratsämter) auf der regionalen Ebene eingesetzt werden. So können sie zum Vergleich verschiedener Teilräume, (z.B. Nahbereiche oder Gemeinden) herangezogen werden, um besonders sensitive Bereiche in Bezug auf Umweltbelastungen zu lokalisieren. Damit ist auch ein gezielter Einsatz von Beratung möglich. Zusätzlich kann eine räumliche Abgrenzung von benötigten Kooperationspartnern zur Lösung dieser Probleme vorgenommen und die Notwendigkeit von überörtlichen oder bezirksübergreifenden Maßnahmen deutlich gemacht werden.

##### **4.1 Räumliche Abgrenzung von Belastungsbereichen bei Nutzungsänderung**

Ein Beispiel ist die Sicherung der Trinkwasserreserven. Seit 1988 ist in Baden-Württemberg die Schutz- und Ausgleichsverordnung (SchALVO) für das Grundwasser in Kraft. Die Landwirte werden durch diese Verordnung zu einer Anpassung der Bewirtschaftungsweise an die Verhältnisse in Wasserschutzgebieten verpflichtet, deren Einhaltung durch Bodenproben kontrolliert wird. Für diese Leistung erhalten sie Ausgleichszahlungen. Es zeigt sich aber, dass diese pauschalen Auflagen nicht überall ausreichen. So ist zu beobachten, dass durch die Änderung der Landnutzung (z.B. Wechsel von Mais- zu Erdbeer- und Spargelanbau auf durchlässigen Böden) erhöhte Nitratkonzentrationen im Grundwasser auftreten, die aber bei den Probeterminen aufgrund der hohen Durchlässigkeit nicht mehr im Boden nachgewiesen werden können.

Hier würde die Modellierung der potentiellen Nitratversickerung in Abhängigkeit von den geänderten Nutzungsverhältnissen die Abgrenzung und Visualisierung von Belastungsbereichen ermöglichen.

##### **4.2 Quantifizierung der Auswirkungen von Maßnahmen.**

Zur Abschätzung des Schutzeffekts von vorhandenen Maßnahmen im Agrar-Umweltbereich auf ihre ökologische Wirksamkeit können Szenarien für die im Modell abgebildete Landschaft berechnet werden. So wurden für die Anwendung des MEKA (Marktentlastungs- und Kulturlandschaftsausgleich) – Programms in Baden-Württemberg Zielräume, sogenannte Gebietskulissen, in denen besondere Sensitivitäten bzgl. eines Umweltgutes vorliegen, abgegrenzt. Innerhalb dieser Gebietskulissen gehört der Kraichgau zu den Naturräumen mit einem erhöhten Risiko für Erosion. Allerdings sind diese Gebietskulissen nur sehr grob räumlich abgegrenzt.

Mit Hilfe des Landschaftsmodells ist es möglich, die Wirksamkeit der Erosionsschutzmaßnahmen für Teilräume des Kraichgau zu quantifizieren. Damit kann eine Ausweisung von Bereichen mit hoher Priorität erfolgen. Gleichzeitig ermöglicht das Landschaftsmodell die Berechnung der ökonomischen Kenngrößen, so dass für diese Räume die Auswirkungen auf das Betriebsergebnis ebenfalls abschätzbar ist.

### **4.3 Visualisierung von Problemen zur Beratungsunterstützung**

Auch Karten mit den Abgrenzungen besonders gefährdeter Bereiche oder Abbildungen der möglichen Wirkungen von Maßnahmen könnten direkt für die Beratung in der Praxis eingesetzt werden. So kann über eine Darstellung von best case und worst case – Szenarien die Auswirkungen unterschiedlicher Verhaltensweisen der Landnutzer (Landwirte) vor Augen geführt werden.

Bei der Betrachtung der Nitratauswaschungsgefahr wurde z.B. für das worst case Szenario angenommen, dass der organische Dünger nicht in die Berechnung der Düngermenge für die jeweilige Kultur einbezogen wird. Ein Vergleich mit dem best case (vollständige Anrechnung der Nährstoffgehalte des organischen Düngers) demonstriert die durch dieses unterschiedliche Verhalten erzielbaren potentiellen Verbesserungen in bezug auf die Nitratbelastung. Die Beratung in der Praxis könnte derartige Visualisierungen der Vorher-Nachher-Zustände zur Information der betroffenen Landwirte einsetzen.

## **5. Inhaltliche und technische Anforderungen aus der Praxis an das Landschaftsmodell**

Nach der ersten Präsentation des Modells im Rahmen eines Workshops mit Behördenvertretern wurden einige Behörden für eine Befragung zu den potenziellen Anwendungsmöglichkeiten bzw. –hemnissen des Modells ausgewählt. Ziel war es, die vorhandenen technische und personelle Ausstattung sowie den Bedarf und die Einstellung gegenüber Entscheidungsunterstützungs-Werkzeugen abzufragen.

### **5.1 Auswahl der Behörden und Befragungsmethodik**

Es wurden die für das Untersuchungsgebiet zuständigen Landwirtschaftsämter, eine Abteilung der Landesanstalt für Entwicklung Ländlicher Räume im Ministerium für Ländlichen Raum Baden-Württemberg und das Bodenschutz-Referat des Regierungspräsidiums Karlsruhe befragt. Dabei wurden jeweils die Leiter der Einrichtung und die entsprechenden Referatsleiter in die Untersuchung einbezogen. Die Beteiligten hatten nach einer kurzen Einführung in das Projekt zunächst Gelegenheit zum interaktiven Arbeiten mit der Demo-Version des Modells. Im Rahmen einer Diskus-

sion konnten von den potenziellen Anwendern Einsatzmöglichkeiten und Verbesserungswünsche benannt werden. Diese Anmerkungen wurden notiert. Im Anschluss an die Präsentation und Diskussion wurde ein Fragebogen verteilt, zu dessen Beantwortung die Befragten vier Wochen Zeit hatten.

Die Themen der Befragung bezogen sich auf:

- die technische und personelle EDV-Ausstattung der befragten Einrichtung
- den bisherigen Einsatz von Entscheidungsunterstützungs-Werkzeugen
- die Verwendungsmöglichkeiten des vorgeführten Landschaftsmodells
- weitergehende Entwicklungswünsche.

## **5.2 Ergebnisse der Befragung**

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Fragebögen und die während der Modell-Präsentation geäußerten Ansichten zusammengeführt, um Tendenzen hinsichtlich der allgemeinen Verwendung EDV-gestützter Entscheidungssysteme und des Landschaftsmodells Kraichgau im Besonderen herauszuarbeiten.

### **5.2.1 Technische und personelle Ausstattung**

In allen befragten Einrichtungen stehen den MitarbeiterInnen PCs, z.T. NT-Workstations mit den notwendigen Peripheriegeräten zur Verfügung. Zahlreiche Behörden sind bereits vernetzt und können z.B. auf das interne Informationssystem der Landwirtschaftsverwaltung Baden-Württemberg zugreifen. In keiner Behörde liegt jedoch GIS-Erfahrung vor. Ein weiteres Problem ist sicherlich die zentral durch das Ministerium koordinierte Verteilung der Mittel zur Finanzierung der technischen Ausstattung der Ämter, die eine flexible Anpassung an den jeweiligen Bedarf erschwert.

### **5.2.2 Bisheriger Einsatz von Entscheidungsunterstützungssystemen**

Grundsätzlich werden in allen Behörden Entscheidungsunterstützungs-Werkzeuge verwendet, wobei Tabellenkalkulations-Programme die größte Rolle spielen. Teilweise kommen auch spezielle Modelle (z.B. zur ökonomischen Betriebsoptimierung, Nährstoffbilanzierung, Fütterungsoptimierung) zum Einsatz. Die Berechnungen zielen meist auf die Verbesserung der aktuellen Situation ab, in Einzelfällen werden Szenarien, etwa zur Abbildung von Auswirkungen der Agenda 2000 erstellt. Eine flächenbezogene Datenhaltung liegt zwar vor, es findet aber keine Visualisierung statt. In den Ämtern zeichnet sich deutlich die Funktion der Beratung und Information als wichtigster Einsatzbereich ab. So sind im Bereich der betrieblichen

Planung die Steuerung der Gülleausbringung, aber auch Entscheidungshilfen für die Produktion von zentraler Bedeutung. Weiterhin werden die Systeme zur Finanzmittelverteilung und zur Kontrolle der Klärschlammasbringung verwendet. Entscheidungsunterstützungen im Bereich der Erosionskontrolle oder zur Landschaftsentwicklung wurden nicht genannt.

Die Erfahrungen mit diesen Werkzeugen sind überwiegend positiv. Meist wird dieser Erfolg der Motivation der MitarbeiterInnen und der dafür ausreichenden Ausstattung zugeschrieben. Positiv wird die Möglichkeit zur Lokalisierung von Problembereichen gesehen. Allerdings wird im Einzelfall noch die ungenügende Ausbildung, der hohe Zeitaufwand der Datenerfassung und die z.T. noch immer bestehenden Hemmungen beim Umgang mit Modellen angeführt.

### **5.2.3 Einsatzmöglichkeiten des Landschaftsmodells Kraichgau**

Mit einer Ausnahme wurde das Landschaftsmodell Kraichgau grundsätzlich als positive Neuerung bewertet. Insbesondere die Möglichkeiten zur Visualisierung der Ergebnisse und die Verknüpfung von ökologischen und ökonomischen Komponenten weckten das Interesse. Die thematische Differenzierung und die Praxisrelevanz der bisher bearbeitbaren Themen wurden ebenso als gut eingeschätzt wie die Abbildungsgenauigkeit. Allerdings wurde von allen die regionale Betrachtungsebene nicht als ausreichend angesehen und die weitere Ausrichtung des Werkzeugs auf die lokale Ebene gefordert. Zusätzlich besteht der Wunsch nach einem Informationssystem für flächenbezogene Daten, um die aufwändige Datenbeschaffung zu erleichtern. Dies könnte über ein „Landwirtschaftliches Informationssystem“, wie es die befragte Landesbehörde plant, geschehen. Thematisch sollten zusätzlich Produktionsmodule (Futterbau, Getreidebau, Grünlandverwertung) integriert und aus Landessicht weitere Naturräume bearbeitet werden.

## **6. Diskussion und Ausblick**

R. E. Klosterman äußerte anlässlich des 25. Geburtstags der Zeitschrift „planning and design“ in Hinblick auf die Verwendung von Computer-Modell-Anwendungen in der Planungspraxis: „I fear that the next 25 years of computer applications in planning could well be much like the last: exciting in prospect but disappointing in practice“ (Klosterman 1998, 35). Diese pessimistische Einschätzung wird sicherlich von zahlreichen, in der Planungspraxis Tätigen geteilt. Es stellt sich aber die Frage, welche Maßnahmen notwendig und möglich sind, um daran etwas zu ändern. Im Folgenden sollen dazu einige Ausführungen gemacht werden, die auf den Erfahrungen mit dem Landschaftsmodell Kraichgau basieren.

Zur Erzielung einer wissenschaftlich befriedigenden Abbildung bei gleichzeitiger Berücksichtigung der Datenbeschränkungen in der Praxis werden Modellsysteme

benötigt, die relativ grob sind, damit ihr Parameterbedarf möglichst gering gehalten werden kann. Ebenso scheinen regelbasierte Modelle, in denen das langjährige und breite Erfahrungswissen von Praktikern berücksichtigt werden kann, eher für die Anwendung in der Praxis geeignet zu sein (Hauhs 1999). Dies gilt insbesondere bei den Landnutzungen, die bereits seit langem durch menschliche Beobachtung auf der Grundlage der „Bratpfannenphilosophie“ (Hauhs 1999) der Nutzenden gesteuert werden wie Landwirtschaft, Forstwirtschaft, Hochwasserschutz, etc.

Um die tatsächliche Integration aller beteiligten Disziplinen zu gewährleisten, ist die Schaffung eines (technischen) Rahmens und von gemeinsamen Raum- und Zeitbezügen von Beginn an Voraussetzung (Primärintegration der Disziplinen, Dabbert et al. 1999). Der konkrete Raumbezug muss auch für die nicht-naturwissenschaftlichen Arbeitsbereiche erreicht werden.

Die Beschränkungen im technischen Bereich dürften inzwischen eher eine untergeordnete Rolle spielen. Leistungsfähige Computer und das Internet erleichtern die Kommunikation und den Datenaustausch und die Entwicklung des GIS hat zu einer zunehmenden „Verräumlichung“ der Information beigetragen.

Allerdings liegen als Ergebnis von Forschungsprojekten oft Prototypen vor, die bis zum Projektende keine Praxisreife erlangen (Zölitz-Möller 1999). Hier ist auf die „Holschuld“ der Verwaltung hinzuweisen, die stärker darauf einwirken sollte, dass die Forschenden vermehrt auf die konkrete praktische Verwendbarkeit ihrer „Produkte“ abzielen sollten. Allerdings wird trotzdem weiterhin bei der Anwendung die Unterstützung durch die Entwickler notwendig sein, da die Ausbildung der Nutzer noch nicht so weit verbessert wurde und in der Regel noch Modellanpassungen durchzuführen sind (Zölitz-Möller 1999).

Nicht zuletzt ist bei der Auswahl der „richtigen“ Modelle zu berücksichtigen, dass auch die unterschiedliche Wahrnehmung der Wirklichkeit und damit der für ihre Abbildung relevanten Komponenten in einem Modell aufgrund von Sozialisation, Wissenschaftszugehörigkeit, etc. der Nutzer differieren kann. „Für die Umweltwissenschaften, die ja nicht zuletzt den Anspruch haben, einen Beitrag zur Lösung des Umweltproblems zu leisten und Handlungsempfehlungen zu geben, bedeutet das, dass die Umweltmodellierung wesentlich stärker als bisher an gesellschaftlich formulierten Zielen, Werten und Normen orientiert sein muss, wenn ihre Aussagen entscheidungs- und damit handlungsrelevanter sein sollen als bisher“ (Peters 1999).

Daher ist insbesondere die Berücksichtigung sozioökonomischer und verwaltungsbezogener Aspekte entscheidend für die Verwendung von Modellsystemen in der Planung (Brunzel 1999). Aufgrund des regionalen Bezugs sind Modellkomplexe wie das Landschaftsmodell Kraichgau bislang eher für den Einsatz in den „brain trusts“ größerer Verwaltungseinheiten, z.B. zur Ableitung und Überprüfung von finanziellen Förderprogrammen, geeignet als für die konkrete Einzelplanung vor Ort.

Um den Einsatzbereich zu erweitern, sollte in Zukunft neben der Integration weiterer Themen auch eine differenzierte räumliche Auflösung innerhalb eines Modell-

komplexes (feinere Auflösung für spezielle Teilräume, gröbere für die übrigen) angestrebt werden. Die Berücksichtigung dieser Ansätze und eine frühzeitige Zusammenarbeit mit den zukünftigen Nutzern sollte dazu beitragen, dass das o.g. worst case Szenario von Klosterman sich nicht in vollem Umfang bewahrheitet.

## Literatur

- Brunzel, M. (2000): Informationsmanagement im öffentlichen Sektor – Perspektiven aus der Sicht der Planungsdisziplinen, in: Schrenk, M. (Hrsg.): Computergestützte Raumplanung Bd. 1, Selbstverlag des IEMAR, Wien, S.123 -131
- Dabbert, S., Herrmann, S., Kaule, Sommer, M. (Hrsg.) (1999): Landschaftsmodellierung für die Umweltplanung. Berlin
- Hauhs, M. (1999): Ökologische Modellbildung am BITÖK – Wissenschaftliche Computerspiele oder theoretische Alchemie?  
<http://www.bitoeek.uni-bayreuth.de/Plain.HTML/News/MODELS>
- Herrmann, S. (2000): Entscheidungsunterstützung in der Landnutzungsplanung mittels GIS-gestützter Modellierung – Maßstabsbezug, Realitätsnähe und Praxisrelevanz (im Druck)
- Herrmann, S., Mövius, R. (1998): Verfahren zur rasterorientierten Modellierung der landwirtschaftlichen Nutzung im regionalen Maßstab, in: Zeitschrift für Agrarinformatik 4/98, S. 74-80
- Herrmann, S. Mövius, R. (1999): Agrarlandschaft Kraichgau, in: Dabbert, S., Herrmann, S., Kaule, G., Sommer, M. (Hrsg.): Landschaftsmodellierung für die Umweltplanung. Berlin, S. 17-21
- Klosterman, R. E. (1998): Computer applications in planning. Environment and Planning B: Planning and Design. Anniversary Issue 1998, S. 32-36
- Mövius, R., Sommer, M., Umstätter, J., Herrmann, S. (1999): Anbautechnische Maßnahmen als Verpflichtung, in: Dabbert, S., Herrmann, S., Kaule, G., Sommer, M. (Hrsg.): Landschaftsmodellierung für die Umweltplanung. Berlin, S. 167-174
- Perrings, C., Folke, C., Möder, K.-G. (1992): The Ecology and Economics of Biodiversity Loss: The Research Agenda. Ambio 21/3, S. 201-211
- Peters, W. (1999): Theorie der Modellierung, in: Fränze, O., Müller, F., Schröder, W. (Hrsg.): Handbuch der Umweltwissenschaften, Landsberg, Kap. V-2.8
- Schwarz-von Raumer, H.-G. (1999): Integration ökonomischer und ökologischer Module in einem GIS-gestützten Landschaftsmodell, in: Dabbert, S., Herrmann, S., Kaule, G., Sommer, M. (Hrsg.): Landschaftsmodellierung für die Umweltplanung. Berlin, S. 126-131
- Zölitz-Möller, R. (1999): Umweltinformationssysteme, Modelle und GIS für Planung und Verwaltung? Kritische Thesen zum aktuellen Stand, in: Blaschke, T. (Hrsg.): Umweltmonitoring und Umweltmodellierung. Heidelberg, S. 183-189