Modellierung optimaler Agrarstrukturen zur Erfüllung von Landschaftsfunktionen

Autor(en): **Zgraggen, Kurt / Szerencsits, Erich / Flury, Christian**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Agrarwirtschaft und Agrarsoziologie = Économie et sociologie rurales [1980-2007]**

Band (Jahr): **- (2003)**

Heft 2

PDF erstellt am: **25.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-966620

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Modellierung optimaler Agrarstrukturen zur Erfüllung von Landschaftsfunktionen

Kurt Zgraggen*, Erich Szerencsits**, Christian Flury*, Beatrice Schüpbach**, Nikolaus Gotsch*, Thomas Walter** und Peter Rieder*

Mit dem Wandel der gesellschaftlichen Ansprüche verändert sich die Bedeutung der Kulturlandschaft im Mittelland. Im Gegensatz zur traditionellen Prägung als land- und forstwirtschaftliches Produktionsgebiet fallen heute räumlich und zeitlich divergierende Ansprüche zusammen: Arbeit, Wohnen, Freizeit und Verkehr sowie Natur- und Umweltschutz beanspruchen Raum. Durch die Überlagerung dieser Ansprüche ergeben sich vielfältige Nutzungskonflikte, welche auf die grundlegende Knappheit der Ressource Boden und die Rivalität um deren Nutzung zurückzuführen sind. Ziel des Forschungsprojektes Greifensee ist es, die Nutzungskonflikte zu analysieren und zu minimieren. Dazu werden wissenschaftliche Grundlagen für die Gestaltung und Steuerung einer nachhaltigen land- und forstwirtschaftlichen Produktion erarbeitet sowie Politikmassnahmen zu deren Umsetzung entwickelt. Das Projekt umfasst einen naturwissenschaftlichen und einen ökonomischen Schwerpunkt. Im Zentrum der Untersuchung stehen die Landnutzung und deren umweltrelevanten Externalitäten. Um die zukünftige Landnutzung zu simulieren und deren Externalitäten abzuschätzen wird ein ökonomisches Optimierungsmodell verwendet. Erste Ergebnisse zur Landnutzung zeigen, dass die Nutzung sowohl in der Realität als auch im Modell stark von der Verteilung der Flächen innerhalb der gebildeten Regionen und zwischen den Betrieben abhängt. Dabei kommt der Verteilung der Flächen nach ihrer Nutzungseignung eine hohe Bedeutung zu.

Schlüsselwörter: Nutzungskonflikte, Landnutzungsmodell, landwirtschaftliche Flächennutzung, interdisziplinäres Projekt

* Institut für Agrarwirtschaft (IAW), ETH Zürich, ** Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau (FAL), Reckenholz-Zürich

1. Einleitung

Die Entwicklung der modernen Dienstleistungs- und Freizeitgesellschaft führt zu veränderten und vielfältigen Ansprüchen an die Kultur- und Naturlandschaft. Das Mittelland und speziell das Untersuchungsgebiet Greifensee ist nicht mehr primär land- und forstwirtschaftliches Produktionsgebiet, sondern vielmehr auch Arbeits-, Wohn- und Freizeitraum sowie Raum zur Sicherung der Anliegen des Natur- und Umweltschutzes. Einzelne Flächen sind für die landwirtschaftliche Produktion gut geeignet, gleichzeitig aber aufgrund ihrer Nähe zum See als Erholungs- und Freizeitraum attraktiv sowie als Pufferzonen für Naturschutzflächen erwünscht.

Divergierende Landnutzungsinteressen führen zu Konflikten zwischen den verschiedenen Anspruchsgruppen. Land- und Forstwirtschaft können zu ihrer Entschärfung beitragen, indem sie die Kulturlandschaft auf eine Weise nutzen, welche die biologische Vielfalt erhält und die Stoffverluste minimiert. Die Schweiz hat zur Erreichung der definierten Ziele unter anderem Öko- und Tierhaltungsprogramme in der Landwirtschaft entwickelt. Deren Auswirkungen auf die Biodiversität, den Einsatz von Düngungs- und Pflanzenbehandlungsmitteln, die artgerechte Tierhaltung sowie auf die Wirtschaftlichkeit werden laufend evaluiert. Zur Nutzung der Synergien zwischen diesen Untersuchungsbereichen hat das Bundesamt für Landwirtschaft 1999 das Projekt Greifensee gestartet.

In diesem Beitrag wird das Projekt Greifensee vorgestellt. Basis für die Ausführungen ist eine ökonomische Analyse der Landnutzung und der Nutzungskonflikte im folgenden Kapitel. Darauf aufbauend wird in Kapitel 3 die Struktur des Gesamtprojektes vorgestellt. Im Hauptteil des Artikels wird in Kapitel 4 zuerst das Optimierungsmodell beschrieben, welches die Landnutzung abbildet. Anschliessend werden in Kapitel 5 Ergebnisse zur realen Landnutzung und erste Modellergebnisse präsentiert. Der Beitrag schliesst mit ersten Schlussfolgerungen und einem Ausblick auf die nächsten Arbeitsschritte.

2. Ökonomische Analyse der Landnutzung

Aus ökonomischer Sicht lassen sich die Nutzungskonflikte auf die Nachfrage nach öffentlichen und privaten Gütern zurückführen. Grundlegend sind dabei die Knappheit der Ressourcen und die Rivalität um deren Nutzung. Die Landwirte fragen den knappen Faktor Boden für die Pro-

duktion von Agrargütern nach. Mit der Produktion sind positive und negative externe Effekte verbunden. Im Fall der positiven Koppeleffekte (z.B. Pflege der Kulturlandschaft) befriedigen diese eine gesellschaftliche Nachfrage (Zimmer, 1994). Bei den negativen Effekten (z.B. Gewässerverschmutzung) führen sie zu Nutzenverlusten. Anderseits haben die von der Gesellschaft nachgefragten Leistungen - mit Ausnahme der Agrarprodukte - den Charakter öffentlicher Güter, für die kein Markt besteht (Baumol und Oates, 1975).

Die zunehmende Knappheit des Faktors Boden im Mittelland ist eine direkte Folge der Ausdehnung des Siedlungsraumes bei absolut begrenzter Fläche. Mit der Fixierung der Waldfläche über das Waldgesetz gehen alle zusätzlichen Ansprüche zu Lasten der landwirtschaftlichen Nutzfläche. Die Auswirkungen dieser Entwicklung werden in Abbildung 1 theoretisch analysiert. Dabei werden die Wald- und Naturschutzflächen mit ihrem absoluten Schutz nicht betrachtet. Die Nachfragefunktion N_{s0} entspreche der Nachfrage nach Siedlungsfläche im Untersuchungsgebiet vor dem starken Wachstum der Siedlungsfläche in der Agglomeration Zürich. Die Nachfrage der Landwirtschaft nach Agrarflächen im Gebiet liege bei N_A. Aufgrund der Knappheit der Fläche ergibt sich eine optimale Verteilung zwischen den konkurrierenden Ansprüchen; der Siedlungsraum beansprucht die Fläche F_{s0}, die Landwirtschaft F_{a0}. Mit der steigenden Bedeutung des Gebietes als Wohnraum steigt der Flächenanspruch des Siedlungsraums auf N_{s1}. Unter Vorgabe einer konstanten Nachfrage nach Agrarflächen und unter Beachtung der deutlich höheren Zahlungsbereitschaft für Bauland dehnt sich die Siedlungsfläche auf F_{s1} aus. Als direkte Folge sinkt die landwirtschaftliche Nutzfläche auf F_{a1}. Letztere wird rund um den Greifensee durch die in der Vergangenheit ausgedehnten Naturschutzflächen mit einem Bewirtschaftungsverbot zusätzlich eingeschränkt.

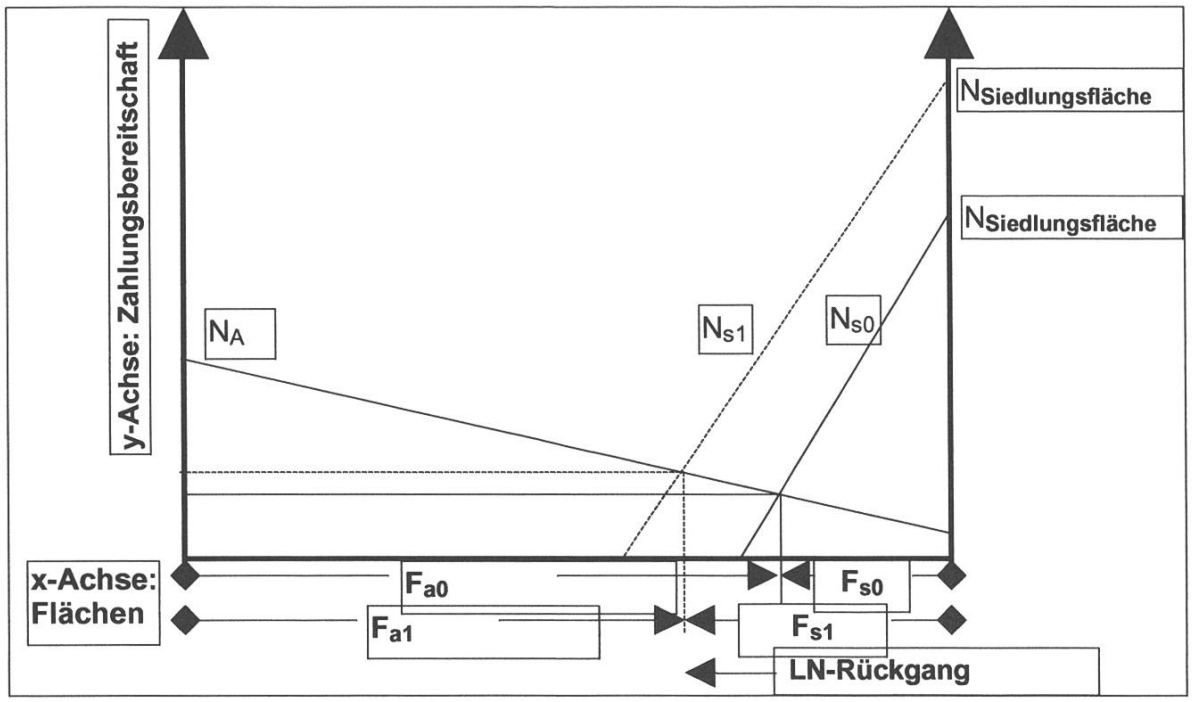

Abb. 1: Nachfrageentwicklung für Siedlungs- und Landwirtschaftsfläche

Neben der Verknappung der Fläche sind viele Nutzungskonflikte eine Folge der (negativen) Externalitäten der landwirtschaftlichen Produktion. Als Folge der Preisstützung vor der agrarpolitischen Wende zu Beginn der 90er Jahre wurde die landwirtschaftliche Produktion insbesondere auf Standorten mit hohem Ertragspotenzial intensiviert. Diese Intensivierung führte zu starken Belastungen des Greifensees mit Phosphor und Pflanzenbehandlungsmitteln. Seit 1992 hat die neue Agrarpolitik eine Trennung von Preis- und Einkommenspolitik vorgenommen. Der Abbau von Agrarmarktinterventionen führte zu sinkenden Produktpreisen. Der negative Einkommenseffekt für die Landwirtschaft wurde teilweise durch Direktzahlungen aufgefangen, die an ökologische Auflagen gebunden sind und so die negativen Externalitäten der Agrarproduktion verringern. Gleichzeitig wurden dank der ökologischen Direktzahlungen die positiven Umweltleistungen gefördert (Baur, 1999). Mit Ausnahme der Ökologischen Qualitätsverordnung fehlt aber bei allen ökologischen Massnahmen der Standortbezug[1]. Die Massnahmen legen den Fokus auf die Nutzungsverfahren und vernachlässigen die Eignung des Standortes.

[1] Verordnung über die regionale Förderung der Qualität und der Vernetzung von ökologischen Ausgleichsflächen in der Landwirtschaft vom 4. April 2001 (ÖQV). SR 910.14.

3. Integriertes Forschungsprojekt Greifensee

Das Forschungsprojekt befasst sich mit der langfristigen Land- und Landschaftsnutzung im Einzugsgebiet des Greifensees. Ziel ist die Erarbeitung von wissenschaftlichen Grundlagen für die Gestaltung und Steuerung einer nachhaltigen land- und forstwirtschaftlichen Produktion sowie die Entwicklung von Politikmassnahmen zu deren Umsetzung[2]. Die Fragestellungen werden disziplinenübergreifend bearbeitet:

1. Sieben Teilprojekte untersuchen Teilaspekte des Problemfeldes; sechs davon sind den Naturwissenschaften zuzuordnen.
2. Das Kernprojekt mit dem ökonomischen Schwerpunkt integriert die Ergebnisse der Teilprojekte und nimmt eine Synthese des gesamten Forschungsprojektes vor. Als methodisches Instrument wird ein sektorales Landnutzungsmodell entwickelt.

Die Struktur des Gesamtprojektes wird in Abbildung 2 ersichtlich (vgl. auch Pezzatti, 2001). Im Schwerpunkt Biodiversität und Landschaft sind drei Teilprojekte angesiedelt: Das Projekt „Biodiversität und Landschaft" der FAL, das Projekt „Bedeutung einer multifunktionalen, nachhaltigen Waldnutzung" der WSL und das Projekt „Präferenzen für die Landschaft" der WSL sowie des Institutes für Umweltwissenschaften der Universität Zürich. Der Schwerpunkt Stoffflüsse umfasst drei Teilprojekte: Das Projekt „Pflanzenbehandlungsmittel – Eintrag in Oberflächengewässer" der EAWAG, das Projekt „Stickstoffauswaschung aus Ackerland" der FAL und das Projekt „P-Abschwemmung im Dauergrünland" der Institute für Pflanzenwissenschaften und für terrestrische Ökologie der ETH Zürich. Diesem Schwerpunkt ist auch die Zusammenarbeit mit der „GIS-Abschätzung der Stickstoff- und Phosphorverluste" der FAL zuzurechnen. Eine weitere Schnittstelle besteht zum Projekt „Kartierung und Modellierung unterirdischer Abflussprozesse" des Institutes für Hydromechanik und Wasserwirtschaft der ETH Zürich. Die Koordination der Nutzung und Generierung raumbezogener Informationen ist beim Projekt „Biodiversität und Landschaft" der FAL angesiedelt.

Im ökonomischen Schwerpunkt wird im Kernprojekt über ein Sektormodell die Landnutzung im Greifenseegebiet abgebildet. Mit dem Modell werden für verschiedene Szenarien die zu erwartende Landnutzung und deren Effekte auf die drei Dimensionen der Nachhaltigkeit mit Hilfe von Indikatoren abgeschätzt und bewertet. Die im Modell zu berücksichti-

[2] Hompage des Greifenseeprojektes: http://www.ito.umnw.ethz.ch/SoilPhys/greifensee/

genden Landnutzungsverfahren sowie die verwendeten Indikatoren und ihre Schwellenwerte werden gemeinsam mit den Teilprojekten festgelegt. Dieser Prozess stellt einen zentralen Bestandteil der disziplinenübergreifenden Zusammenarbeit dar.

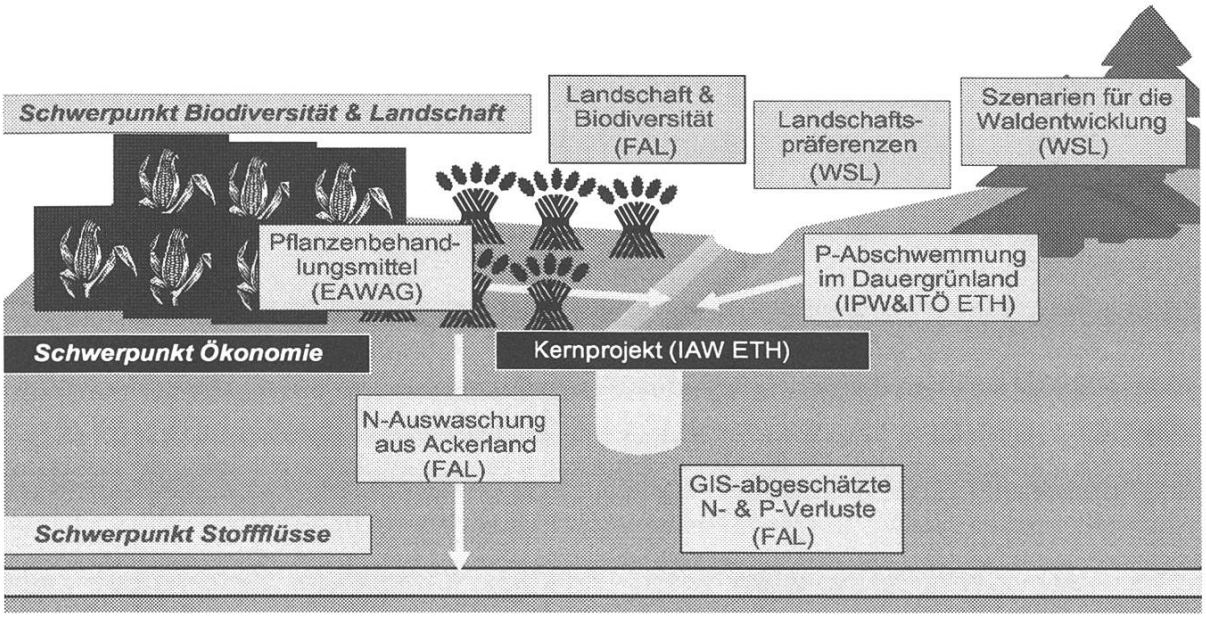

Abb. 2: Struktur des integrierten Forschungsprojektes Greifensee

4. Landnutzungsmodell

Das Landnutzungsmodell bildet naturwissenschaftliche und ökonomische Aspekte ab. Im naturwissenschaftlichen Bereich werden vor allem die Stoffflüsse und die Biodiversität berücksichtigt. Durch die Verbindung von naturwissenschaftlichen und ökonomischen Faktoren werden im Modell die Reaktionen der Landwirte auf veränderte Rahmenbedingungen und deren Auswirkungen auf die naturwissenschaftlichen und sozioökonomischen Bereiche abgeschätzt. Aufbauend auf den Modellrechnungen werden in einem zweiten Schritt Massnahmen zur Minimierung der Nutzungskonflikte entwickelt und für verschiedene Szenarien getestet.

Aufgrund der Synthesefunktion des Landnutzungsmodells im Projekt Greifensee ergeben sich für die Modellentwicklung zwei Anforderungen:

1. Die Struktur und der Detaillierungsgrad werden wesentlich von den naturwissenschaftlichen Teilprojekten bestimmt, weil deren Ergebnisse in der Synthese mit dem Modell abzubilden sind.

2. Neben den produktionstechnischen und ökonomischen Zusammenhängen der Landwirtschaft sind auch Szenarien zur unterschiedlichen Aufteilung von Wald, landwirtschaftlichen Nutzflächen, Naturschutzgebieten, Erholungsgebieten und versiegelten Flächen zu untersuchen.

4.1 Ökonomische Charakteristika des Modells

Das entwickelte Landnutzungsmodell ist ein komparativ-statisches sektorales Optimierungsmodell. Ein sektoraler Ansatz ist angebracht, weil nicht nur einzelbetriebliche Auswirkungen von Massnahmen interessieren, sondern deren Effekte auf die gesamte Region. Wie in einem einzelbetrieblichen Modell treffen die Akteure auf der Betriebsebene Entscheidungen zur optimalen Faktorallokation unter veränderten Rahmenbedingungen, wobei sie Einschränkungen aufgrund der Betriebs- und Kostenstrukturen, der Preis- und Kostenverhältnisse sowie agrar- und umweltpolitischer Massnahmen und Auflagen berücksichtigen. Auf Sektorebene treffen politische Akteure Entscheidungen, welche die Allokation der Ressourcen beeinflussen (Hazell und Norton, 1986).

Im Landnutzungsmodell wird das sektorale Einkommen der Landwirtschaft maximiert. Die für die Produktion verfügbaren fixen Faktoren – Land und Arbeit – werden auf betrieblicher bzw. regionaler Ebene limitiert. Die produktstechnischen Einschränkungen und Zusammenhänge werden über Restriktionen abgebildet resp. im Fall der umweltrelevanten Ansprüche über Bilanzen oder Restriktionen berücksichtigt. Für die negativen Externalitäten, wie z.B. die Nitratauswaschung, können Grenzwerte über die Stoffbilanzierung eingeführt werden. Bei den positiven Externalitäten können dagegen minimale Mengen, z.B. Fläche der Magerwiesen, erzwungen werden. Über minimale oder maximale Werte für die umwelt- oder gesellschaftsrelevanten Externalitäten können neue oder angepasste agrar- und umweltpolitische Massnahmen auf ihre Effektivität und Effizienz getestet werden (Zander und Kächele, 1999).

Mit der Wahl des komparativ-statischen Ansatzes wird ein spezielles Gewicht auf den Vergleich möglicher Zukunftsszenarien mit der Realität sowie der Zukunftsszenarien untereinander gelegt. Das unter den heutigen Rahmenbedingungen resultierende Modellergebnis wird als Referenzlösung bezeichnet. Der Vergleich der Referenzlösung mit den Ergebnissen unter den verschiedenen Zukunftsszenarien zeigt, wie sich die Grössen sektorales Einkommen, Biodiversität und Stoffverluste rela-

tiv zueinander entwickeln, sowie ob sich Nutzungskonflikte verstärken oder entschärfen.

4.2 Naturräumliche Differenzierung

Die Erfassung der naturräumlichen Differenzierung im Landnutzungsmodell ist aus zwei Gründen notwendig:

1. Eine adäquate Abbildung der Externalitäten und der Bewirtschaftungsmöglichkeiten bedingt eine naturräumliche Differenzierung mit einer hohen räumlichen Auflösung der relevanten Standortfaktoren (Zeddies, 2003).
2. Das Einzugsgebiet des Greifensees ist naturräumlich und daher auch bezüglich Nutzungseignung sehr vielfältig.

Bei der naturräumlichen Differenzierung wird zwischen grossräumigeren Landschaftstypen und kleinräumigeren Flächentypen unterschieden, die im Folgenden diskutiert werden.

4.2.1 Landschaftstypen

Die Landschaftstypisierung erfolgte nach dem Konzept der klassischen kulturlandschaftlichen Gliederung (Wrbka et al., 1997). Die Typen wurden so definiert und abgegrenzt, dass sie auch für Landschaften ausserhalb des Einzugsgebietes repräsentativ sind (vgl. Abbildung 3). Dadurch können die Modellergebnisse auf andere Regionen des schweizerischen Mittellandes übertragen werden. Die Landschaftstypen erfassen das naturräumliche Potenzial, die Landschaftsstruktur, die Nutzungseignung und die Landnutzung.

Grundlagen für die Landschaftstypisierung sind ein digitales Höhenmodell, eine geomorphologische Gliederung, eine Bodentypen- und Bodeneignungskarte sowie die aktuelle Landnutzung.

Die Landschaftstypisierung erlaubt es, das gesamte Untersuchungsgebiet in Modellregionen zu unterteilen. Diese Modellregionen werden im Sektormodell als Aggregationsebenen erfasst.

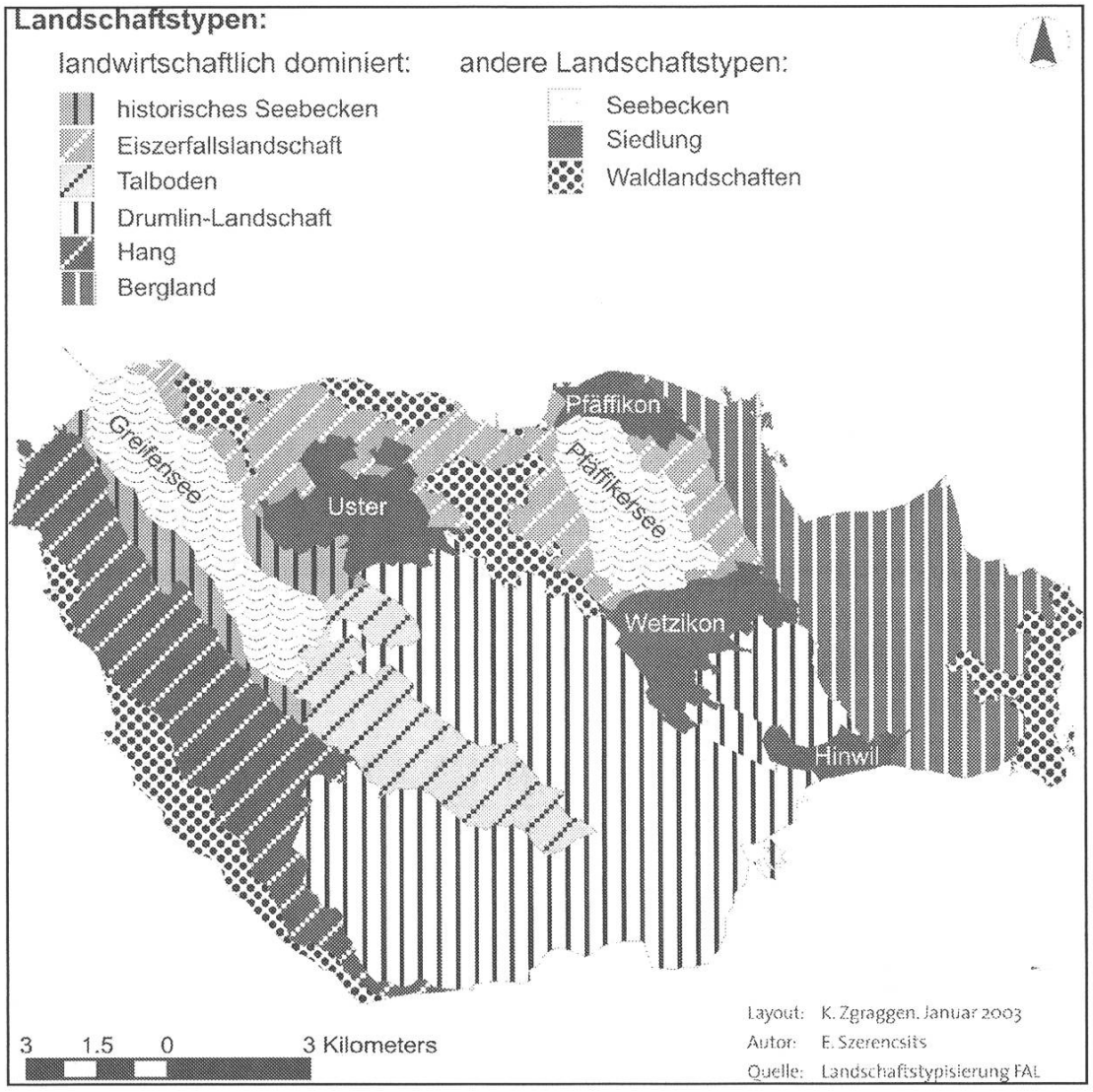

Abb. 3: Greifenseegebiet mit gebildeten Landschaftstypen

4.2.2 Flächentypen

Ein Landschaftstyp stellt ein definiertes Mosaik aus unterschiedlichen Flächentypen dar. Die Bestimmung der landwirtschaftlichen Bodeneignung und die Abschätzung der Externalitäten basiert auf vertikalen und horizontalen Standortfaktoren, welche im Modell als kategoriale Grössen erfasst werden:

- Vertikale Standortfaktoren charakterisieren jede einzelne Raumeinheit unabhängig von Nutzungsaktivitäten auf benachbarten Flächen. Die vertikalen Standortfaktoren sind vor allem für die Erfassung des landwirtschaftlichen Ertragspotenzials und für die Abschätzung der Externalitäten wichtig. Sie umfassen die landwirtschaftliche Nut-

zungseignung, die Hangneigung, die Gründigkeit, die Wasserdurchlässigkeit, allfällige Drainagen, die Nährstoffgehalte im Boden sowie Niederschlagsmenge und Niederschlagserosivität. Bei der Nutzungseignung sind zudem noch weitere bodenrelevante Faktoren wie die Körnung des Oberbodens oder die Geländeform berücksichtigt.

- Horizontale Standortfaktoren berücksichtigen Beziehungen, welche über die einzelne Raumeinheit hinausgehen. Sie erfassen damit Nachbarschaftseffekte zwischen Raumeinheiten, welche im Bereich der Biodiversität von zentraler Bedeutung sind. Wichtigster horizontaler Standortfaktor ist die Erreichbarkeit von Habitaten, die als Lebensraum, als Nahrungsressource oder für Entwicklungsstadien von Tieren und Pflanzen notwendig sind.

Jede Kombination von Standortfaktoren entspricht einem eigenen Flächentyp. Das Geographische Informationssystem erlaubt die Georeferenzierung der Flächen, da jede Fläche im Modellgebiet einem Flächentyp zugeordnet werden kann.

Um eine adäquate Abbildung der Externalitäten und der Bewirtschaftungsmöglichkeiten zu gewährleisten wurde als Modellierungseinheit ein Raster mit einer Zellgrösse von 25x25 m gewählt (Schüpbach et al., 2003).

4.3 Produktionstechnische Differenzierung

4.3.1 Betriebsstrukturen

Die landwirtschaftliche Produktion wird über Modellbetriebe abgebildet. Wie die Flächen werden auch die Betriebe typisiert. Die gebildeten Betriebstypen repräsentieren die realen Betriebe in der Region. Mit den Betriebstypen werden die Flächennutzung und Tierhaltung definiert.

Im Modell werden fünfzehn Betriebstypen abgebildet. Sie ergeben sich aus der Kombination von drei Produktionsausrichtungen und fünf Betriebsgrössen. Diese Typisierung erlaubt es, ‚Economies of Scale' als Arbeitsdegressionen in der Tierhaltung sowie als Kostendegressionen bei den Gebäuden und der Mechanisierung zu erfassen. Bei der Produktionsausrichtung wird nach der Typisierung der FAT (FAT 2000) zwischen Ackerbau-, Tierhaltungs- und kombinierten Betrieben unterschieden: Bei den Ackerbaubetrieben ist der Anteil der offenen Acker-

fläche an der LN grösser als 70 %; bei den Tierhaltungsbetrieben ist dieser Anteil kleiner als 25 %.

Im Modell wird unterstellt, dass ein Betrieb seine Produktionsausrichtung ohne die Berücksichtigung von so genannten ‚Sunk Costs' (spezifische Kosten eines Anlagegutes ohne alternative Verwendungsmöglichkeiten) wechseln kann. Demgegenüber ist der Wechsel von Betrieben in eine andere Betriebsgrössenklasse durch zwei Restriktionen eingeschränkt: Erstens darf je nach Szenario nur eine bestimmte Anzahl von Betrieben aus der Produktion aussteigen; zweitens ist die Fläche in den Landschaftstypen beschränkt, d.h. es kann nicht mehr Fläche durch die Betriebe genutzt werden, als im Landschaftstyp vorhanden ist.

4.3.2 Flächennutzung

Generell wird zwischen Ackerbau und Dauergrünland unterschieden. Einzelne Flächentypen sind aufgrund von agronomischen Einschränkungen nur futterbaulich nutzbar. Für die anderen Typen werden je nach den Ansprüchen der Kulturen bestimmte Nutzungen nicht zugelassen. Für diese Unterscheidung wird auf die Nutzungseignungen in der Bodenkarte des Kantons Zürich abgestellt (Jäggli et al., 1998).

Die ackerbauliche Nutzung ist nach vier Kriterien differenziert: Vorfrucht und Hauptkultur; Anbaumethode mit unterschiedlicher Bodenbearbeitungsverfahren; verschiedene Intensitätsstufen, welche den ökologischen Leistungsnachweis und Extenso-Anbauverfahren erlauben; Randkulturen (Hecken). Dabei werden im Ackerbau beim Optimierungsprozess für jeden Flächentyp modellendogen Fruchtfolgen zusammengestellt.

Der Futterbau weist in den folgenden vier Punkten Variationen auf: Typ (Wiese, Weide) und Raufutterart (Heu, Grassilage oder Gras), Intensität von extensiv bis intensiv in vier Stufen sowie Randkulturen (Hecken).

Die Erträge im Acker- und Futterbau variieren nach den Landschaftsräumen, weil über den Landschaftstyp Angaben über die Lage der Flächen vorliegen. Im Ackerbau sind die Erträge zusätzlich nach der Nutzungseignung des Bodens differenziert.

4.3.3 Tierhaltung

Die Tierhaltung beschränkt sich in der aktuellen Modellversion auf die Rindviehhaltung. Dazu sind zwei Gründe ausschlaggebend: Erstens ist dieser Betriebszweig stark an die betriebseigene Raufutterbasis gebunden und hat damit eine hohe Wechselwirkung mit der Landnutzung. Dementsprechend wird im Modell die Schweinehaltung ausgeschlossen. Zweitens wird die Nischen- und Hobbytierhaltung von Pferden oder Schafen wegen der geringen Bedeutung im Modell zurzeit nicht abgebildet. Eine Erweiterung um zusätzliche Tieraktivitäten im Bereich der Nischentierhaltung ist aufgrund der flexiblen Modellstruktur möglich.

Die Rindviehhaltung berücksichtigt folgende Aktivitäten: Verkehrsmilchproduktion, Mutterkuhhaltung, Aufzucht sowie extensive Rinder und Ochsenmast. Bei allen Formen ist bei der Sommerfütterung Weide vorgesehen. Nur bei den Milchkühen sind Alternativen mit einem unterschiedlichen Anteil an Stallfütterung im Sommer im Modell vorhanden.

5. Reale versus optimale Landnutzung

Der Fokus der Präsentation von Ergebnissen liegt bei der Vorstellung und Diskussion der Landnutzung im Greifenseegebiet. Insbesondere wird die heute real existierende Landnutzung dargestellt und mit ersten Modellergebnissen für die Referenzlösung und verschiedenen Szenarien verglichen.

5.1 Reale Nutzung nach Nutzungseignung der Flächen

Bei der Ausscheidung der Nutzungseignungen wurden zwei Punkte beachtet (Jäggli et al., 1998): Erstens die Standortansprüche der einzelnen Kulturen, und zweitens das Risiko von negativen Externalitäten bei einer bestimmten Kombination aus Landnutzung und Standort. Den ersten Punkt bezieht der Landwirt in seine Nutzungsentscheide ein, weil die Nutzungseignung den Ertrag beeinflusst. Den zweiten Punkt wird er nur zum Teil berücksichtigen. Die verursachten Kosten bzw. Nutzenverluste trägt der Landwirt nur zu einem kleinen Teil (z.B. Ertragspotenzialminderung bei Bodenerosion). Den Grossteil der Nutzenverluste hat aber die Gesellschaft in Form von negativen externen Effekten zu tragen (z.B. eutrophierte Gewässer bei Bodenerosion).

Als erstes Ergebnis aus der Arbeit analysieren wir die reale Flächennutzung nach der Nutzungseignung der verfügbaren Flächen. Dieser Zusammenhang ist in Abbildung 4 für die Landschaftstypen und für das Gesamtgebiet dargestellt. In der Abbildung sind die Anteile der offenen Ackerfläche an der totalen Nutzfläche gemäss Betriebsstrukturerhebung 2000 (schwarze Balken) und die relative Verteilung nach deren Nutzungseignung eingezeichnet.

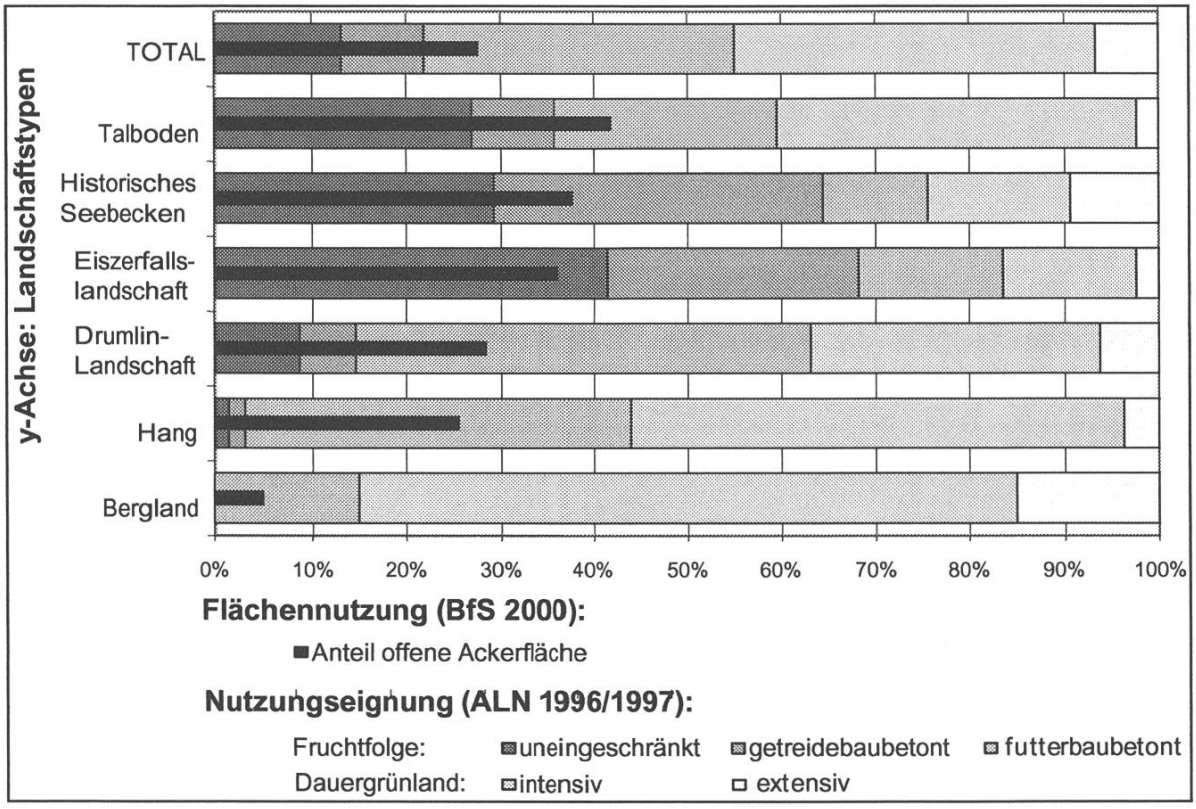

Abb. 4: Reale Flächennutzung und Nutzungseignung

Die Zusammenhänge in Abbildung 4 zur realen Nutzung und der Nutzungseignung lassen sich in drei Punkten zusammenfassen:

- Im Gesamtgebiet liegt der Anteil der offenen Ackerfläche heute bei etwa 28 % der totalen Fläche. Nach den Landschaftstypen schwankt dieser Anteil zwischen 42 % im ‚Talboden' und 6 % im ‚Bergland'.
- Bei der Nutzungseignung dominieren im Gesamtgebiet Flächen, die für intensives Dauergrünland (38 %) oder für futterbaubetonte Fruchtfolgen (31 %) geeignet sind. 13 % aller Flächen sind uneingeschränkt nutzbar und 9 % für getreidebetonte Fruchtfolgen geeig-

net. Der Anteil der Flächen, welche sich nach naturwissenschaftlihen Kriterien nur für den extensiven Futterbau eignen, liegt bei 7 %.

- Bei idealer Zuteilung der Kulturen nach der Standorteignung, d.h. wenn die Ackerkulturen zuerst auf geeigneten Flächen angebaut werden, ist auf 5 % der Gesamtfläche ein Anbau von Ackerkulturen auf ungeeigneten Standorten festzustellen: Der offene Ackerbau belegt 27 %; die dazu geeigneten Flächen (uneingeschränkte und getreidebetonte Fruchtfolge) machen 22 % aus. Nach Landschaftstypen betrachtet sind die Unterschiede aber gross: In den Landschaftstypen ‚historisches Seebecken' und ‚Eiszerfallslandschaft' sind wenig unangepasste Nutzungen zu erwarten, weil die ackerfähige Fläche grösser ist als die offene Ackerfläche. Dies im Gegensatz zu den Landschaftstypen ‚Drumlin-Landschaft', ‚Hang mit Futterbau' und ‚Bergland', wo die Ackerfläche weit grösser ist als die Fläche der für den Ackerbau geeigneten Standorte.

Dass die Zuteilung der Ackerkulturen zur Standorteignung in der Realität nicht ideal ist, zeigt Abbildung 5. In dieser Abbildung wird anstelle der Betriebsstrukturdaten eine im Rahmen des Greifenseeprojektes durchgeführte Infrarot-Ortholuftbildklassifizierung verwendet (Schüpbach et al., 2003). Die Luftbilddaten sind im Gegensatz zu den Betriebsstrukturdaten georeferenziert, d.h. die Nutzungsdaten können den realen Flächen und nicht nur dem Betrieb zugewiesen werden. In der Abbildung werden nur die beiden Landschaftstypen mit der grössten Flächenverantwortung dargestellt. Es ist dies die ‚Drumlin-Landschaft', eine primär für den Futterbau geeignete Region, und die ‚Eiszerfallslandschaft' mit einem hohen Anteil an Fruchtfolgeflächen. Die in der Abbildung dargestellten Anteile offener Ackerflächen beziehen sich jeweils auf die in den verschiedenen Nutzungseignungskategorien verfügbare Fläche. So werden z.B. in der ‚Drumlin-Landschaft' von den uneingeschränkt nutzbaren Fruchtfolgeflächen 20 % als offene Ackerfläche genutzt.

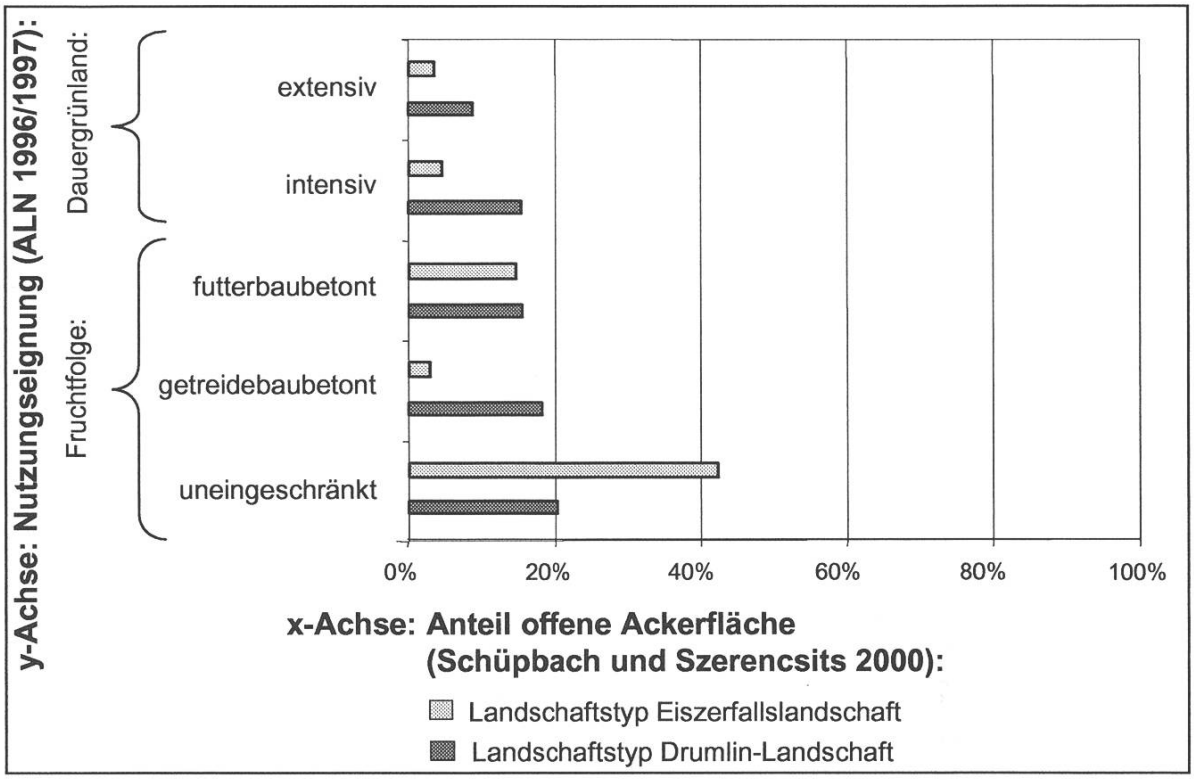

Abb. 5: Flächennutzung nach Nutzungseignung und Landschaftstypen

Bei einer idealen Zuteilung der Kulturen zur Standorteignung ist zu erwarten, dass die Ackerkulturen nur Flächen mit hoher Nutzungseignung belegen und auf schlechten Standorten nicht erscheinen. Abbildung 5 zeigt aber folgende Ergebnisse:

- In der ‚Drumlin-Landschaft' variiert der Anteil der offenen Ackerfläche nach der Nutzungseignung nur geringfügig. So werden von den uneingeschränkten Fruchtfolgeflächen nur 20 % als offene Ackerfläche genutzt, gleichzeitig liegt deren Anteil auf intensiven und extensiven Dauergrünlandstandorten noch bei 17 % resp. 10 %.
- Obwohl in der ‚Eiszerfallslandschaft' die gesamte offene Ackerfläche bei idealer Verteilung auf geeigneten Flächen stehen könnte, wird auch auf ungeeigneten Flächen Ackerbau betrieben.

Hauptursache für die nicht ideale Nutzung nach der Standorteignung ist die Verteilung der Nutzungs- und Eigentumsrechte an den Nutzflächen. Die Verteilung der Flächeneignungen in den existierenden Betrieben in einem Landschaftstyp ist nicht identisch mit der Verteilung auf regionaler Ebene. Somit sind gute Flächen in einem Landschaftstyp nicht auf jedem Betrieb gleich knapp. Durch den fehlenden Standortbezug der Ökomassnahmen fehlen in diesen Landschaftstypen Anreize, um den

Ackerbau zu unterlassen oder um die Flächen über einen Abtausch homogener zu verteilen.

5.2 Modellergebnisse für eine optimale Landnutzung

Bei den Modellresultaten werden drei unterschiedliche Varianten vorgestellt: eine Referenzlösung und zwei Szenarien. Bei allen Varianten herrscht das gleiche Marktumfeld, nämlich die Preise und Kosten des Jahres 2000. Bei den Szenarien wird untersucht, wie strukturelle Vorgaben die Landnutzung beeinflussen. In der Referenzlösung und in Szenario 1 wird die gleiche Anzahl Betriebe im Modell erzwungen wie in der Realität des Jahres 2000. In Szenario 1 „Freie Produktionsräume" wird im Gegensatz zur Referenzlösung der interregionale Raufutterhandel zugelassen. In Szenario 2 „Freier Strukturwandel" sind zusätzlich beliebig viele Betriebsaufgaben zugelassen.

Der Vergleich der Referenzlösung mit den Betriebsstrukturerhebungsdaten (BfS 2000) zeigt erstens, dass die Tierhaltung im Modell konkurrenzfähiger als in der Realität ist. Hauptgrund für diesen Unterschied ist, dass das Modell aufgrund der abgebildeten Kostendegressionen in der Tierhaltung grosse Tierhaltungsbetriebe anstelle der grossen Ackerbaubetriebe wählt. Der Ackerbau wird insgesamt zurückgedrängt, und der Silomaisanteil nimmt gegenüber der Realität zu. Dieser Sachverhalt gilt für alle Landschaftstypen exklusive des Landschaftstyps ‚Bergland'. Der Landschaftstyp ‚Bergland' hat Böden mit geringem Ertragspotenzial (Abbildung 4). Im Modell wird mehr Silomais angebaut als in der Realität.

Ein zweiter wichtiger Unterschied zwischen Realität und Referenzlösung offenbart sich bei einer Analyse nach Nutzungseignung. Das Modell nimmt eine idealere Zuteilung von Fläche und Nutzung vor. Grund dafür ist, dass im Modell die bestehenden eigentumsrechtlichen Verhältnisse und die Transportkosten innerhalb eines Landschaftstyps nicht abgebildet werden. Abbildung 6 zeigt die Unterschiede für die im vorhergehenden Abschnitt schon detaillierter betrachteten Landschaftstypen ‚Eiszerfallslandschaft' und ‚Drumlin-Landschaft'.

Die ‚Eiszerfallslandschaft' ist aufgrund der Böden geeigneter für Ackerbau als die ‚Drumlin-Landschaft'. Wird zwischen Landschaftstypen der Raufutterhandel zugelassen (Szenarien 1 und 2), spezialisieren sich die Landschaftstypen gemäss ihren Standortpotenzialen. Der Anteil der offenen Ackerfläche steigt gegenüber der Referenzlösung in der ‚Eiszer-

fallslandschaft' an und fällt in der ‚Drumlin-Landschaft'. Diese Spezialisierung tritt bei freiem Strukturwandel (Szenario 2) noch verstärkter ein.

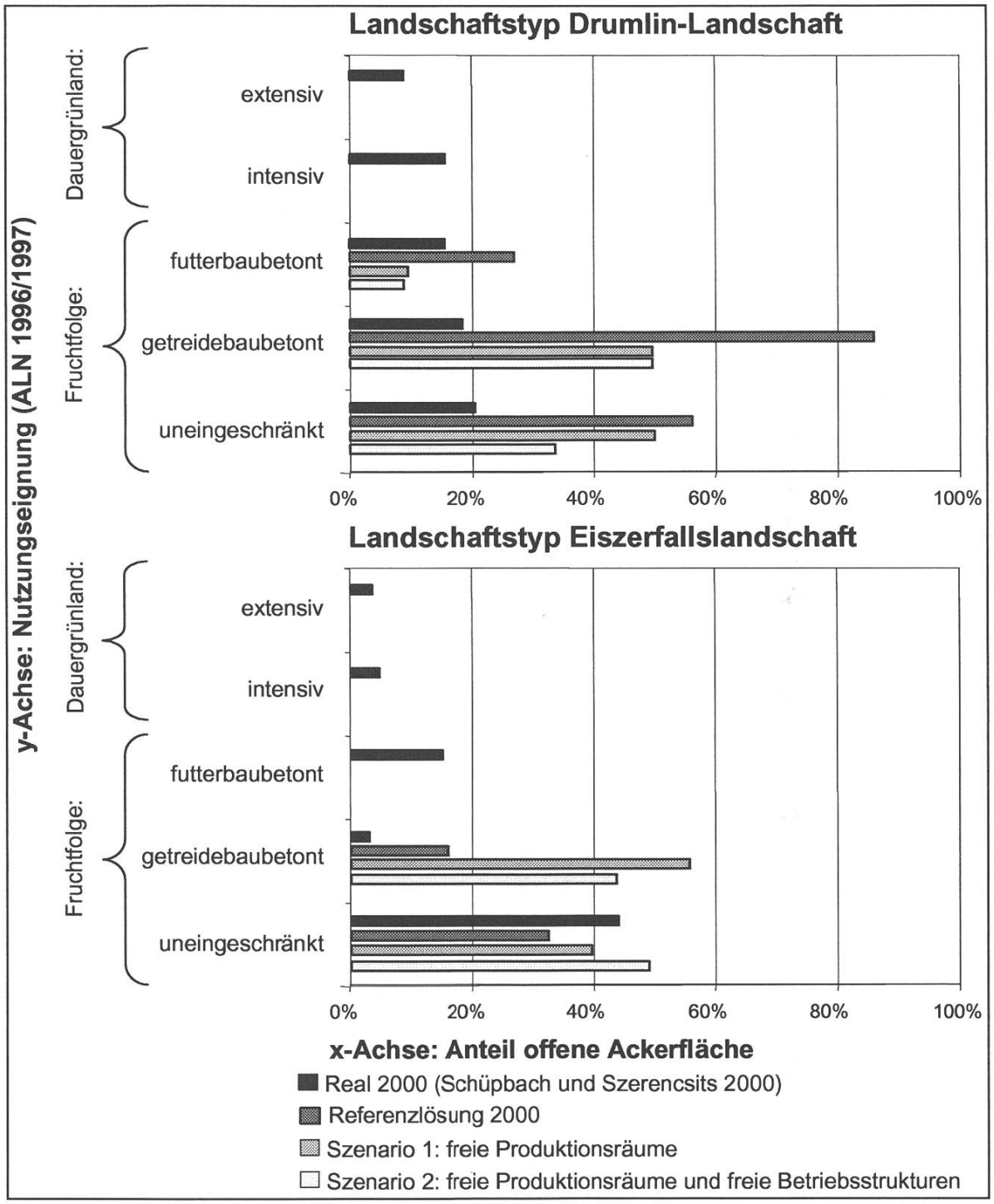

Abb. 6: Resultate zur Flächennutzung in zwei Landschaftstypen

6. Schlussfolgerungen und Ausblick

Im Hinblick auf zukünftig zu erwartende Nutzungskonflikte im Untersuchungsgebiet Greifensee lassen sich einerseits aufgrund des Vergleichs der realen Produktionsstrukturen mit den Nutzungseignungen und anderseits anhand des Vergleichs der Referenzlösung des Modells mit den beiden Szenarien die folgenden Schlussfolgerungen ziehen:

- Im Gebiet Greifensee wird speziell in den beiden Landschaftstypen ‚Drumlin-Landschaft' und ‚Bergland' auf ungeeigneten Standorten Ackerbau (v.a. Silomais) betrieben. In Kombination mit hohen Tierbeständen resultieren aus dieser unangepassten Nutzung negative Umwelteffekte, da die Nutzungseignung stark mit der Gefahr von Nährstoffverlusten (z.B. Erosion) korreliert ist.
- Die Hauptgründe für die unangepasste Nutzung liegen einerseits in der Verteilung der Fruchtfolgeflächen in der Gesamtregion und anderseits in der Verteilung der Nutzungs- und Eigentumsrechte zwischen den Betrieben. Gleichzeitig bestehen aufgrund der geltenden agrarpolitischen Massnahmen und Auflagen keine Anreize zur Berücksichtigung von Standortfaktoren in der Flächennutzung.
- Gemäss Modellrechnungen führen Spezialisierung und Strukturwandel generell zu weniger offenen Ackerflächen auf ungeeigneten Standorten. Einzige Ausnahme bildet das ‚Bergland' mit dem tiefsten Anteil an für den Ackerbau geeigneten Böden. Dort dehnt sich die offene Ackerfläche aus.

Als nächste Schritte im Projekt Greifensee sind einerseits der Abschluss der Arbeiten am Landnutzungsmodell und anderseits die vollständige Quantifizierung der Stoffflüsse und die Integration der Biodiversitätspotenziale geplant. Darauf aufbauend sollen über Modellrechnungen Gebiete mit vielen Nutzungskonflikten identifiziert und Massnahmen zu deren Minimierung vorgeschlagen werden. Über die Schnittstelle zu den Teilprojekten ist es insbesondere auch möglich, Ergebnisse aus dem ökonomischen Landnutzungsmodell aus naturwissenschaftlicher und gesellschaftlicher Sicht zu beurteilen.

Literatur

ALN Amt für Landschaft und Natur des Kantons Zürich, 1996/1997: Landwirtschaftliche Bodenkarte 1:5000. Zürich.

Baumol W. J., Oates W. E., 1975: The Theory of Environmental Policy, Englewood Clifs (N. J.), Prentice Hall.

Baur P., 1999. Öko-Ausgleich - vom Zufallsprodukt zur ökologischen Leistung. In: Agrarforschung 6 (1): 33-36.

BfS Bundesamt für Statistik, 2000: Eidgenössische Betriebszählung Landwirtschaft und Gartenbau, Bern.

FAT Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik, 2000: Grundlagenbericht 2000. Tänikon.

Hazell P.B., Norton R.D., 1986: Mathematical programming for economic analysis in agriculture. New York, Macmillan Publishing Company.

Jäggli F., Peyer K., Pazeller A., Schwab P., 1998: Grundlagenbericht zur Bodenkartierung des Kantons Zürich. Reckenholz-Zürich, Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau (FAL) und Volkswirtschaftsdirektion des Kantons Zürich (VD ZH).

Pezzatti M., 2001: Forschungsprojekt Greifensee – Nachhaltige Land- und Forstwirtschaft im Wassereinzugsgebiet des Greifensees. In: Agrarwirtschaft und Agrarsoziologie 1/01: 143-149.

Schüpbach B. und Szerencsits E., 2000: Landnutzungslayer der Greifenseeprojekt internen GIS-Datenbank. Zürich-Reckenholz, Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau (FAL).

Schüpbach B., Szerencsits E., Walter T., 2003: Integration von Infrarot-Ortholuftbilddaten zur Modellierung einer nachhaltigen Landwirtschaft. In: Angewandte Geographische Informationsverarbeitung XV - Beiträge zum AGIT-Symposium. Strobl J., Blaschke T. und Griesebner G., Salzburg: 481-490.

Wrbka T., Szerencsits E., Reiter K., 1997: Classification of Austrian Cultural Landscapes – Implications for Nature Conservation and Sustainable Development. In.: Sustainable Cultural Landscapes in the Danube-Carpathian Region - Proceedings of the 2nd International Conference on Culture and Environment. Miklos L., Banska Stiavnica (Slovakia): 31-41.

Zander P., Kächele H., 1999: Modelling multiple objectives of land use for sustainable development. In: Agricultural Systems 59 (3): 311-325.

Zeddies J., 2003: Modellgestützte Politikberatung in der Agrar- und Agrarumweltpolitik. In: Agrarwirtschaft 52(4): 173-174.

Zimmer Y., 1994: Naturschutz und Landschaftspflege - Allokationsmechanismen, Präferenzanalyse, Entwicklungspotentiale. Kiel, Wissenschaftsverlag Vauk.

Anschrift der Verfasser:

Kurt Zgraggen
Institut für Agrarwirtschaft (IAW)
ETH-Zentrum
CH-8092 Zürich

Email: kurt.zgraggen@iaw.agrl.ethz.ch

Erich Szerencsits
Eidg. Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau (FAL)
Biodiversität und Landschaftsökologie, Koordination GIS
Reckenholzstrasse 191
CH-8046 Zürich

Email: erich.szerencsits@fal.admin.ch