

Karte 1: Verteilung der Akteure pro km²
Akteurtypen gruppiert nach Produktionsrichtung

- Marktfruchtbaubetriebe
- Veredlungsbetriebe
- Futterbaubetriebe
- Gemischtbetriebe
- Dauerkulturbetriebe

Karte 2: Flächenanteil von Winterweizen
an der Gesamtfläche [%/km²]

- > 0 - 5
- > 5 - 10
- > 10 - 15
- > 15 - 25
- > 25

Karte 3: Flächenanteil von Zuckerrüben
an der Gesamtfläche [%/km²]

- > 0 - 5
- > 5 - 10
- > 10 - 15
- > 15 - 25
- > 25

Karte 4: Verteilung der am häufigsten
gehaltenen Tierart pro km²

- Milchkühe
- Mastbullen
- Schweine

GLOBAL CHANGE ATLAS
EINZUGSGEBIET OBERE DONAU



Herausgeber:
GLOWA-Danube-Projekt, Ludwig-Maximilians-Universität München

2.9.2 Teilprojekt Agrarökonomie
Verteilung der Akteurtypen, Landnutzung
und Tierhaltung (Modell DeepFarming)

Rastergröße: 1 x 1 km²
Maßstab: 1: 3.800.000

Datengrundlage:
Die Karten beruhen auf Modellierungsergebnissen zur Initialisierung der Akteure. Diese stützt sich auf Daten der Agrarstatistik für das Jahr 1995 bezüglich der Anzahl bestimmter Produktionsrichtungen innerhalb eines Landkreises sowie die Anbaueignung unterschiedlicher Kulturen pro Proxel
Bayerisches Landesamt für Statistik und Datenverarbeitung, München, 2002
Statistisches Landesamt Baden-Württemberg, Stuttgart, 1996, 1997, 2000, 2005
DANUBIA-Landbedeckung und Landnutzung

Autoren:
T. Krimly, J. Apfelbeck, M. Huigen, S. Dabbert
Institut für Landwirtschaftliche Betriebslehre, Universität Hohenheim

Grafik:
V. Falck
Lehrstuhl für Geographie und geographische Fernerkundung, Ludwig-Maximilians-Universität München

2.9.2 Teilprojekt Agrarökonomie - Entscheidungsmodell zur Land- und Wassernutzung landwirtschaftlicher Betriebe - Das Modell DeepFarming

1. Einleitung

Der Klimawandel ist ein wesentlicher Auslöser für Veränderungen in der Landwirtschaft, da der Pflanzenwachstumsverlauf und das pflanzenbauliche Management zu einem großen Teil von klimatischen Bedingungen abhängen. Die Niederschlagshäufigkeit, -höhe und -dauer, die Länge von Frostperioden und die tägliche Sonnenscheindauer haben dabei eine weitaus größere Bedeutung für das Pflanzenwachstum, als Änderungen der Jahresdurchschnittstemperatur und der CO₂-Konzentration (Rosenzweig et al., 2000). Aufgrund ihrer spezifischen Ansprüche an die klimatischen Bedingungen sind einzelne Kulturen unterschiedlich stark von deren Veränderung betroffen. Für den Einzelbetrieb hängen daher die Auswirkungen von Klimaänderungen auch davon ab, welche Rolle einzelne Kulturen in der jeweiligen Fruchtfolge und Produktionsrichtung spielen.

Die Modellierung dieser komplexen Zusammenhänge erfordert eine hohe räumliche und zeitliche Auflösung (Rosenzweig et al., 2000; Seneviratne et al., 2006). Agrarökonomischen Regionalmodellen sind hierbei Grenzen gesetzt, da sie infolge der Verwendung von (Jahres-)Mittelwerten die Variabilität des Klimas sowie der landwirtschaftlichen Betriebe nicht hinreichend abbilden können. Ziel ist es daher, mithilfe eines räumlich und zeitlich hoch aufgelösten DeepActor-Modells (siehe Kapitel E3) die Wirkung von Klimaänderungen und Wettervariabilität auf die Vegetationsperiode unterschiedlicher Kulturen, die Fruchtfolge in unterschiedlichen Betriebstypen sowie den Ertrag infolge witterungsbedingt verspäteter oder unterlassener Bewirtschaftungsmaßnahmen abzuschätzen.

2. Datenaufbereitung

Eine wesentliche Änderung zu den Ausführungen in Kapitel 2.9.1. ist, dass die Umsetzung der von ACRE (Agro-eConomic pRoduction model on rEgional level) auf Landkreisebene kalkulierten Änderungen der Landnutzung auf die Proxel nun über das Entscheidungsverhalten der Akteure im Modell DeepFarming erfolgt und nicht mehr über ein Disaggregations-Tool.

3. Modellbeschreibung

Das weiter entwickelte Gesamtmodell Farming besteht generell aus zwei Komponenten:

- 1. dem Agrarsektormodell ACRE
- 2. dem DeepActor-Modell DeepFarming

Während ACRE geringfügig erweitert wurde, ist das Multiakteur-Modell eine Neuentwicklung, das die Kopplung und den Datenaustausch insbesondere mit den Modellen Biological und WaterSupply deutlich intensiviert.

Für das Modell DeepFarming wurden insgesamt 28 unterschiedliche Akteurtypen (landwirtschaftliche Betriebe) definiert (siehe Tabelle 2.9.2.1). Diese weisen jeweils eine festgelegte Fruchtfolge, Ausstattung an Ackerfläche bzw. Grünland sowie Tierhaltung auf. Die Akteurtypen wurden auf der Grundlage statistischer Daten auf Landkreisebene von 1995 bezüglich der Produktionsrichtung, der Landnutzung und der Anzahl an Betrieben in der jeweiligen Produktionsrichtung abgeleitet. Die Agrarstatistik unterscheidet fünf Produktionsrichtungen: Marktfruchtbau-, Futterbau-, Veredelungs-, Dauerkultur- und Gemischtbetriebe.

Akteurtyp (n = 28)	Unterscheidungsmerkmale
Marktfruchtbau (n = 4)	Fruchtfolge
Veredlung (n = 3)	Mastschweine oder Zuchtsauen; Tierbestand; Fruchtfolge
Futterbau (n = 13)	Ackerfläche und/ oder Grünland; Milchvieh, Bullen, Schafe, Pferde oder Mutterkühe; Tierbestand; Fruchtfolge; Intensität der Grünlandnutzung
Dauerkultur Hopfen (n = 1)	---
Gemischt (n = 7)	Ackerfläche und Grünland; Milchvieh und Bullen oder Mastschweine und Zuchtsauen; Tierbestand; Fruchtfolge

Tabelle 2.9.2.1: Akteurtypen im Modell DeepFarming, gruppiert nach der Produktionsrichtung.

Für die Verteilung der 28 Akteurtypen im Einzugsgebiet im Basisjahr 1995 wurde nach bestimmten

Regeln vorgegangen. Dabei ist die für jeden Akteurtyp festgelegte Fruchtfolge und Ausstattung an Ackerfläche/Grünland sowie die Anbaueignung (1 = sehr gut, 2 = gut, 3 = schlecht) eines Proxels für die einzelnen Kulturen von Bedeutung. Zur Initialisierung der Akteure wird in einem ersten Schritt ein zufällig ausgewähltes Proxel auf seine Ausstattung mit Ackerfläche und/oder Grünland überprüft. In einem zweiten Schritt werden die Akteurtypen identifiziert, die eine dem jeweiligen Proxel entsprechende Ausstattung an Ackerfläche und/oder Grünland aufweisen. Mittels der dem jeweiligen Proxel zugrunde liegenden Anbaueignungen wird in einem dritten Schritt für diese ausgewählten Akteurtypen die Summe der aus ihrer Fruchtfolge resultierenden Anbaueignung gebildet und der Akteurtyp mit dem kleinsten Summenwert auf dem Proxel lokalisiert. Um die in der Agrarstatistik vorgegebene Anzahl an Betrieben innerhalb einer Produktionsrichtung in einem Landkreis einzuhalten, wurden die Summen der Anbaueignungen gewichtet. Der Gewichtungsfaktor bezieht die bereits lokalisierten Akteurtypen und die Zahl der noch zu lokalisierenden mit ein. Im Einzugsgebiet gibt es insgesamt 58.984 Proxel mit landwirtschaftlicher Nutzung, die mit jeweils einem Akteurtyp besetzt werden.

Ihren Anbauplan für das kommende Erntejahr erhalten die Akteure von ACRE (siehe Kapitel 2.9.1). Die von ACRE auf Landkreisebene kalkulierte Landnutzung muss nun von den Akteuren interpretiert werden. Grundlage für die Anpassung der Akteure an eine veränderte Landnutzung sind für jeden Akteurtyp individuell angelegte, im Wesentlichen auf Expertenwissen basierte Regeln. Die Akteure prüfen, ob ACRE für ihren Landkreis eine Ausdehnung, Einschränkung oder einen unveränderten Anbauumfang für eine bestimmte Kultur vorgibt und folgen diesen Signalen. Zeigt ACRE zum Beispiel eine Abnahme des Anbauumfangs einer bestimmten Kultur an, so wird der Akteur ebenfalls versuchen, den Anbau dieser Kultur einzuschränken und auf der freigewordenen Fläche eine Kultur anzubauen, für die ACRE eine Ausweitung des Anbaus signalisiert. Innerhalb dieser für jeden Akteurtyp geltenden Regeln sind bestimmte Fruchtfolgeobergrenzen bzw. -untergrenzen einzuhalten. Basis hierfür sind die Fruchtfolgeregeln von Könnecke (1967), die zur Berücksichtigung der heutigen Möglichkeiten im Bereich des Pflanzenschutzes und der Züchtung an die Gegenwart angepasst wurden. Tierhaltende Akteure müssen zudem ausreichend Futterflächen zur Verfügung stellen. Dies wird durch einen Mindestanspruch an Futterfläche pro Tier gewährleistet.

Steht der Anbauplan der Akteure für das kommende Erntejahr fest, setzen sie ihn durch tägliche Entscheidungen unter den gegebenen klimatischen Bedingungen adaptiv um. Wichtigste Aufgabe der Akteure ist es, über das Anbaumanagement (Saat, Düngung und Ernte) der einzelnen Kulturen zu entscheiden. In diese Entscheidungen gehen sowohl das Wissen aus den Vorjahren über klimatische Bedingungen und Veränderungen sowie den Pflanzenwachstumsverlauf ein als auch aktuelle tägliche Informationen über das Wettergeschehen und die Entwicklungsstadien der Pflanzen. Entscheidungsrelevante Parameter sind der Niederschlag und die mittlere Tagestemperatur vom Modell Atmosphere, die Bodensättigung vom Modell Soil und das Entwicklungsstadium der Pflanzen vom Modell Biological. Eine wesentliche Entscheidung trifft der Akteur mit der Aussaat einer Kultur, die im Modell Biological deren Wachstumsbeginn auslöst. Durch den Aussaattermin werden der zeitliche Wachstumsverlauf der Pflanzen und damit auch ein möglicher Abreifetermin festgelegt. Jede Kultur hat hierbei spezifische natürliche und pflanzenbauliche Ansprüche, an die sich die Bewirtschaftungsentscheidungen der Akteure anlehnen. Abbildung 2.9.2.1 zeigt einen solchen Entscheidungsablauf am Beispiel der Aussaat von Winterweizen. Analoge Entscheidungsalgorithmen wurden für die Düngung und die Ernte angelegt. Ergeben sich infolge witterungsbedingt verspäteter oder unterlassener Bewirtschaftungsmaßnahmen Ertragsänderungen bei einzelnen Kulturen gegenüber den von ACRE in der Planung erwarteten Erträgen, so werden diese Änderungen auf Landkreisebene zusammen-

gefasst und für die Planung des folgenden Erntejahres an ACRE übermittelt.

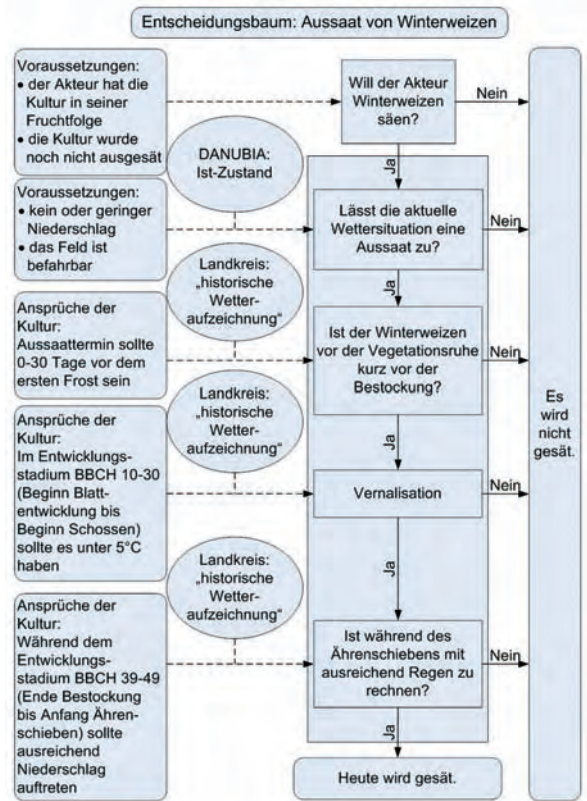


Abbildung 2.9.2.1: Entscheidungsbaum für die Aussaat von Winterweizen.

Die Akteure treffen zudem Entscheidungen über die Bewässerung einzelner Kulturen. Diese werden durch den Grad der Bodensättigung sowie die Grundwasserverfügbarkeit beeinflusst, die vom Modell Soil bzw. WaterSupply geliefert werden. Die zur Bewässerung benötigte Grundwassermenge wird dem Modell WaterSupply mitgeteilt.

4. Darstellung der Ergebnisse

Die Ergebnisse der Initialisierung der Akteure sind in den Karten 1-4 dargestellt. Die Verteilung der Akteurtypen im Einzugsgebiet zeigt Karte 1, wobei diese in die 5 Produktionsrichtungen gruppiert wurden. Futterbaubetriebe finden sich insbesondere in den grünlandstarken Regionen der Alpen, des Alpenvorlandes sowie im ostbayerischen Mittelgebirge. In den günstigen Ackerbaugebieten südlich der Donau sind vorwiegend Marktfruchtbaubetriebe anzutreffen, die mit abnehmendem Ackerflächenanteil im Tertiärhügelland durch Veredlungsbetriebe abgelöst werden. Der größte Anbauumfang an Winterweizen findet sich in den Gebieten mit Marktfruchtbau und Veredlung (Karte 2), der Zuckerrübenanbau konzentriert sich in spezialisierten Marktfruchtbaubetrieben westlich des ostbayerischen Mittelgebirges (Karte 3). Milchvieh- und Mastbullenhaltung sind insbesondere in den Grünlandregionen der Südhälfte des Einzugsgebiets sowie im ostbayerischen Mittelgebirge zu finden, die Schweinehaltung im Tertiärhügelland sowie im Bereich der Schwäbischen Alb (Karte 4).

Literatur

Könnecke, G. (1967): Fruchtfolgen. VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag, Berlin.
Rosenzweig, C., Iglesias, A., Yang, X.B., Epstein, P.R. & Chivian, E. (2000): Climate Change and U.S. agriculture: The impacts of warming and extreme weather events on productivity, plant diseases and pests. Center for Health and the Global Environment, Harvard Medical School, Boston.
Seneviratne, S.I., Lüthi, D., Litschi, M. & Schär, Ch. (2006): Land-atmosphere coupling and climate change in Europe. Letters, Nature Publishing Group.