

Landnutzung und landwirtschaftliche Entscheidungsstrukturen

Partizipative Entwicklung von Szenarien für das Traisental mit Hilfe eines agentenbasierten Modells

Heidi Adensam, Veronika Gaube, Helmut Haberl, Julia Lutz,
Harald Reisinger, Josef Breinesberger, Armand Colard,
Bettina Aigner, Rudolf Maier, Wolfgang Punz

Heidi Adensam, Veronika Gaube, Helmut Haberl, Julia Lutz, Harald Reisinger, Josef Breinesberger, Armand Colard, Bettina Aigner, Rudolf Maier, Wolfgang Punz 2007:
Landnutzung und landwirtschaftliche Entscheidungsstrukturen, Partizipative Entwicklung von Szenarien für das Traisental mit Hilfe eines agentenbasierten Modells.
Social Ecology Working Paper 93. Vienna

Social Ecology Working Paper 93

Vienna, Juni 2007

ISSN 1726-3816

Institute of Social Ecology

IFF - Faculty for Interdisciplinary Studies (Klagenfurt, Graz, Vienna)

Klagenfurt University

Schottenfeldgasse 29

A-1070 Vienna

+43-(0)1-522 40 00-401

www.iff.ac.at/socec

iff.socec@uni-klu.ac.at

© 2007 by IFF – Social Ecology

Landnutzung und landwirtschaftliche Entscheidungsstrukturen Partizipative Entwicklung von Szenarien für das Traisental mit Hilfe eines agentenbasierten Modells

Heidi Adensam, Veronika Gaube, Helmut Haberl, Julia Lutz, Harald Reisinger,
Josef Breinesberger, Armand Colard, Bettina Aigner, Rudolf Maier, Wolfgang Punz



Wien, März 2007



Im Auftrag des Bundesministeriums für Bildung, Wissenschaft und Kultur
im Rahmen des Forschungsprogramms Kulturlandschaftsforschung

Projektpartner



Institut für Soziale Ökologie (Leitung des österreichischen Teilprojekts, agentenbasiertes Modell)

A.o.Univ.Prof. Dr. Helmut Haberl (Projektleitung Fallstudie Österreich)
 Mag.^a Heidi Adensam (stv. Projektleiterin, Projektbearbeitung)
 Dr. Juliana Lutz (Projektbearbeitung)
 Mag.^a Veronika Gaube (Projektbearbeitung)
 Univ.Prof. Dr. Marina Fischer-Kowalski (Beratung)
 A.o.Univ.Prof. Fridolin Krausmann (Beratung)
 Dr. Karlheinz Erb (Beratung)
 Dipl.-Ing. Harald Reisinger (Dissertationsprojekt)
 Mathias Eichinger (Diplomarbeit, gemeinsam betreut mit der Abteilung für Pflanzen-Ökophysiologie)

Department für Ökophysiologie und funktionelle Anatomie der Pflanzen der Universität Wien (Ökosystemare Struktur- und Stoffflussanalyse)

Ao.Univ.Prof. Dr. Rudolf Maier (Projektbearbeitung)
 Ass.Prof. Dr. Wolfgang Punz (Projektbearbeitung)
 Dr. Bettina Aigner (Projektbearbeitung)
 Armand Colard (Projektbearbeitung, Diplomarbeit)
 Mathias Eichinger (Diplomarbeit, gemeinsam betreut mit Institut für Soziale Ökologie)



AGRAR Plus GmbH (Begleitung partizipativer Prozesse)

Ing. Josef Breinesberger (Projektbearbeitung)



Kurzfassung

Nachhaltigkeitsprobleme sind Probleme der Gesellschaft-Natur-Interaktion. Die Verbesserung unseres Verständnisses der komplexen Prozesse der Gesellschaft-Natur-Interaktion steht daher im Vordergrund der sich entwickelnden „Nachhaltigkeitswissenschaft“ (*sustainability science*). Zunehmend wird die Entwicklung von Methoden gefordert, welche die dafür notwendige Integration unterschiedlicher wissenschaftlicher Disziplinen leisten können. Ein vielversprechender Ansatz dafür ist die Entwicklung von agentenbasierten Modellen, die dazu verwendet werden können, Entscheidungen und Handlungen sozialer Akteure zu simulieren und es so ermöglichen, Veränderungen im Verhalten von Akteuren in Abhängigkeit von Veränderungen etwa in den politischen oder ökonomischen Rahmenbedingungen oder auch in natürlichen Rahmenbedingungen (z.B. Klima) abzubilden. Diese Modelle werden verstärkt mit Modellen gekoppelt, die Prozesse in natürlichen Systemen abbilden können, z.B. Ökosystemmodellen. Dadurch ist es möglich, ein integriertes sozial-ökologisches Bild der Material-, Stoff- und Energieflüsse verschiedener Systeme zu generieren und damit zur integrierten Analyse von Nachhaltigkeitsproblemen beizutragen. Ein Bindeglied zwischen Natur und Gesellschaft, das hier von besonderem Interesse ist, ist die Landnutzung.

Im Zuge des hier vorgestellten Projekts wurde ein derartiges agentenbasiertes Modell entwickelt, das in der Lage ist, Verhaltensänderungen landwirtschaftlicher Betriebe in Abhängigkeit von Annahmen über die Entwicklung politischer Rahmenbedingungen (etwa des landwirtschaftlichen Förderwesens) und ökonomischer Rahmenbedingungen (etwa die Entwicklung von Energiepreisen oder Preisen landwirtschaftlicher Produkte) zu simulieren und die damit verbundenen Veränderungen in der Landnutzung, aber auch der sozialen und ökonomischen Situation der Landwirtschaftsbetriebe selbst abzubilden. Das Modell bezieht sich auf das Traisental in Niederösterreich; aus dieser Region wurden zwei Gemeinden (Nussdorf, Hainfeld) intensiv bearbeitet. Das Modell wurde in einem partizipativen Prozess erarbeitet und reflektiert nicht nur den Informations- und Wissensbedarf der in seine Erstellung einbezogenen Akteure, sondern auch Ergebnisse von Befragungen und Fokusgruppen der Betroffenen selbst. Modellergebnisse und Szenariorechnungen wurden ebenfalls in Kooperation mit den Betroffenen erarbeitet und an diese zurückgespielt.

Der hier vorliegende Bericht hat vor allem den Zweck, Annahmen und modellierte Zusammenhänge auf einer technischen Ebene zu dokumentieren und Ergebnisse von Model-Runs und Szenarioberechnungen festzuhalten. Er dient in erster Linie der Ergebnissicherung und als Basis für die weitere Arbeit mit dem Modell bzw. auch als Informationsgrundlage für eine allfällige Weiterentwicklung des Modells in zukünftigen bzw. auch laufenden Projekten.

Basis des Modells ist eine Abbildung landwirtschaftlicher Betriebe in den drei Kerndimensionen der Nachhaltigkeit: soziale, ökonomische und ökologische Dimension. Die soziale Dimension wird durch die Zeitverwendung der auf einem Hof lebenden Menschen abgebildet, wobei das Modell die verfügbare Arbeitszeit (auf Grund von Anzahl, Alter und Geschlecht der Hof-bewohnerInnen) der erforderlichen Arbeitszeit (auf Grund von Einkommenserwartungen, Flächenverfügbarkeit usw.) gegenüberstellt und freie Arbeitskapazität bzw. Überlastung ermittelt. Die ökonomische Dimension wird in Form des Haushaltseinkommens ermittelt, das sich aus Bewirtschaftung der landwirtschaftlichen Flächen, Subventionen sowie außerlandwirtschaftlichen Tätigkeiten ergibt. Die ökologische Dimension wird durch die Landnutzung (Ackerbau, Viehzucht, Wald) und deren Intensität (biologisch, konventionell, intensiv) abgebildet. Basierend auf diesen Ergebnissen ist es dann möglich, Veränderungen in ökologisch wesentlichen Flüssen, z.B. Stickstoffflüssen, zu berechnen. Diese Berechnungen wurden allerdings in einem nachgelagerten Schritt außerhalb

des eigentlichen Modells durchgeführt. Das Modell ist für eine Laufzeit von 20 Jahren ausgelegt, es ist für das Jahr 2000 initialisiert und rechnet in Jahresschritten bis zum Jahr 2020.

Der Bericht enthält weiters Ergebnisse der Modellberechnungen für die Gemeinden Nussdorf und Hainfeld. Es wurden drei Szenarien für das Jahr 2020 durchgerechnet und dokumentiert:

- TREND: Fortsetzung der gegenwärtigen Förderbedingungen und Preisrelationen
- GLOB: Weitgehende Abschaffung der landwirtschaftlichen Subventionen, Liberalisierung der Wirtschaft
- SUST: Verstärkte Förderung umweltfreundlicher und nachhaltiger Produktions- und Konsummuster.

Es zeigt sich, dass die landwirtschaftliche Nutzfläche in allen Szenarien zurückgeht, am stärksten im GLOB-Szenario, am wenigsten im SUST-Szenario. Im GLOB-Szenario kommt es zu einer Konzentration auf wenige, intensiv wirtschaftende Großbetriebe. Im SUST-Szenario ist der Rückgang der Anzahl der landwirtschaftlichen Betriebe am geringsten; die übrig bleibenden Betriebe finden relativ gute Lebens- und Arbeitsbedingungen vor (d.h. geringe Überlastung, relativ gutes Einkommen). Der Anteil der Grünlandfläche ist im SUST-Szenario am höchsten, am geringsten im GLOB-Szenario. Auf den ersten Blick kontraintuitiv war das Ergebnis, dass eine Stärkung des regionalen Arbeitsmarktes nicht etwa Arbeitskraft aus der Landwirtschaft abzieht, sondern eher dazu beiträgt, Landwirtschaft aufrecht zu erhalten, indem es möglich wird, den Betrieb durch einigermaßen attraktive außerlandwirtschaftliche Arbeit zu stabilisieren.

Schlüsselbegriffe: Landnutzung, Stickstoffbilanzierung, Sozialökologische Modellierung, agentenbasierte Modellierung, Partizipative Forschung .

Abstract

Trajectories of local socioecological systems depend on both socioeconomic and natural drivers. Progress in sustainability science depends on our ability to understand society-nature interactions. New modeling approaches that combine stock-flow approaches with agent-based modelling methods are currently being explored in many places as a useful tool in such integrated analyses. Such approaches are helpful to integrate results from analyses of land use, materials and energy flows, time use, demography, institutions, societal organization, and so forth. Integrated models that can evaluate effects of policy changes on land use, nutrient flows, harvest, farm income, and other relevant features of local land systems are also highly useful in participatory processes that help local Stakeholders in the evaluation of future options and policy design.

In this vein, this report presents assumptions and results of a modelling exercise in which an agent-based model was constructed that is able to simulate changes in the activities of farms in the Traisen Valley, Lower Austria. The model simulates changes in the performance of farms depending on changes in – among others – political framework conditions such as agricultural subsidies and economic framework conditions such as prices of agricultural products and evaluates their effects on land use (cropland farming, livestock rearing, forestry, organic agriculture, conventional farming, intensification). The model was built in a participatory process and reflects information and knowledge needs of local Stakeholders as well as social-science research into the decision-making processes on farms.

The social dimension of farm operations is represented by time use. Here the model simulates time needed to achieve a certain level of income which is contrasted with the time available based on farm demography. The economic dimension of farms is represented by household income which is thought to depend on agricultural production, subsidies and gainful employment outside agriculture. The ecological dimension is represented by land use and its intensity.

The model was used to evaluate three scenarios, a TREND scenario that assumes a continuation of current trajectories, a SUST scenario that assumes a higher importance of social and environmental goals, embedded in a strategy of regional economic development, and finally a GLOB scenario that evaluates the effects of an abandonment of agricultural subsidies and a general adoption of free market principles. Model runs and scenario evaluations were fed back to local Stakeholders in an interactive and participative process.

Key words: Land use; Nitrogen balances; Socioecological modelling; Agent-based modelling; participatory research.

Inhaltsverzeichnis

Kurzfassung.....	3
Abstract	5
Inhaltsverzeichnis.....	7
Abbildungsverzeichnis	8
Tabellenverzeichnis.....	9
1. Einleitung	11
1.1. Forschungshintergrund und Projekt PartizipA	11
1.2. Projektziele.....	13
1.3. Konkreter Untersuchungsgegenstand, Forschungsfragen	13
2. Modellkonzept und Simulations-Outline	15
2.1. Modellkonzept.....	15
2.2. Simulations-Outline.....	17
3. Agentenbasiertes Simulationsmodell	21
3.1. Der landwirtschaftliche Haushalt als Agent	21
3.1.1. Eigenschaften landwirtschaftlicher Haushaltsagenten	21
3.1.2. Zielsystem landwirtschaftlicher Haushaltsagenten	22
3.1.3. Sensorik landwirtschaftlicher Haushaltsagenten	22
3.1.4. Aktion der landwirtschaftlichen Haushaltsagenten und Entscheidungsverhalten	23
3.1.5. Arbeitszeitberechnung.....	24
3.1.6. Intensität der Bewirtschaftung.....	27
3.1.7. Einkommensberechnung	29
3.1.8. Interaktion der Agenten.....	31
3.2. Pachtmarkt.....	31
3.3. Umwelt der Agenten	32
3.4. Initialisierung und Parametrierung	32
4. Szenarien	35
4.1. Formulierung von Szenarien	35
4.2. Ergebnisse der Szenariorechnung.....	38
5. Interaktive Nutzerschnittstelle.....	66
5.1. Simulationssteuerung	67
5.2. Veränderung von Parametern für die Simulation	67
5.3. Simulationsergebnisse	69
6. Ökosystemare Struktur- und Stoffflussanalyse (ÖSSA)	71
7. Schlussfolgerungen	79
Literaturverzeichnis.....	80

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Integriertes Modell im Überblick.....	16
Abbildung 2: Integrierte Betrachtung der drei Dimensionen der Nachhaltigkeit bei den Entscheidungen eines landwirtschaftlichen Haushalts.....	16
Abbildung 3: Szenarienergebnisse Erwerbsart in Nußdorf.....	38
Abbildung 4: Szenarienergebnisse Intensität in Nußdorf.....	40
Abbildung 5: Szenarienergebnisse Betriebstypen in Nußdorf.....	42
Abbildung 6: Szenarienergebnisse Flächen in Nußdorf.....	44
Abbildung 7: Szenarienergebnisse Betriebsgrößenklassen in Nußdorf.....	46
Abbildung 8: Szenarienergebnisse Einkommen/Person in Nußdorf.....	48
Abbildung 9: Szenarienergebnisse Arbeitszeit pro Betrieb Nußdorf.....	50
Abbildung 10 : Szenarienergebnisse Erwerbsart in Hainfeld.....	52
Abbildung 11 : Szenarienergebnisse Intensität in Hainfeld.....	54
Abbildung 12 : Szenarienergebnisse Betriebstypen in Hainfeld.....	56
Abbildung 13 : Szenarienergebnisse Flächen in Hainfeld.....	58
Abbildung 14 : Szenarienergebnisse Betriebsgrößenklassen in Hainfeld.....	60
Abbildung 15 : Szenarienergebnisse Einkommen/Person in Hainfeld.....	62
Abbildung 16 : Szenarienergebnisse Arbeitszeit in Hainfeld.....	64
Abbildung 17: Graphische Nutzerschnittstelle.....	66
Abbildung 18: Simulationssteuerung	67
Abbildung 19 und Abbildung 20: Stickstofflager und -flüsse in Hainfeld.....	73
Abbildung 21 und Abbildung 22: Stickstofflager und -flüsse in Nussdorf ob der Traisen	74
Abbildung 23: Flächenentwicklung in Hainfeld	74
Abbildung 24: Flächenentwicklung in Nussdorf.....	76
Abbildung 25: N-Gehalt in landw. Ernte und Holzernte in Hainfeld und in Nußdorf.....	76
Abbildung 26: Intensität der Bewirtschaftung in Hainfeld und Nußdorf	77
Abbildung 27: N-Gehalt im Dünger (Hainfeld und Nußdorf).....	77
Abbildung 28: N-Gehalt im Wirtschaftsdünger (Hainfeld und Nußdorf).....	77

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Beschreibung der Systemvariablen	18
Tabelle 2: Überblick über die wichtigsten Annahmen in den drei Szenarien Trend, Globalisierung und Nachhaltigkeit.....	37

1. Einleitung

1.1. Forschungshintergrund und Projekt PartizipA

Die ländlichen Regionen in Österreich sind gekennzeichnet durch eine vitale, kleinräumige Landwirtschaft, die von bäuerlichen Familienbetrieben bewirtschaftet wird. Globalisierung und der damit einhergehende Preisverfall für agrarische Produkte sowie die Reduktion von Landwirtschaftsförderungen könnten zu einer verstärkten Industrialisierung der österreichischen Landwirtschaft führen. Eine im europäischen oder gar globalen Rahmen stattfindende Wende hin zu einer am Ziel der Nachhaltigkeit orientierten Politik könnte hingegen dazu beitragen, die kleinräumigen und vielfältigen Strukturen aufrecht zu erhalten und könnte für den ländlichen Raum neue Chancen bieten.

Die seit Beginn der Industriellen Revolution, in Mitteleuropa aber besonders seit den 1950er Jahren voranschreitende Industrialisierung der Landwirtschaft brachte und bringt vielfältige Herausforderungen für das Ziel einer nachhaltigen Entwicklung mit sich: Die Verfügbarkeit von Fossilenergie sowie ein Bündel technisch-wissenschaftlicher Innovationen sowohl in der Landwirtschaft selbst, als auch in vorgelagerten Sektoren (Landmaschinenteknik, Düngemittel- und Saatgutproduktion usw.) ermöglichten schon bisher eine dramatische Verringerung des Bedarfs an landwirtschaftlicher Arbeit bei gleichzeitiger Steigerung des Outputs an landwirtschaftlichen Produkten (Pimentel and others 1973), (Giampietro and others 1992). Zugleich förderten diese Veränderungen die Segregation der früher vorwiegend gemischten Landwirtschaft in Ackerbau- und Viehzuchtregionen, verbunden mit einem Aufbrechen der kleinräumigen Material- und Stoffkreisläufe und einer stetigen Steigerung der industriellen Inputs (z. B. Mineraldünger, fossile Energieträger) und damit auch der Nährstoffverluste in Oberflächen- und Grundwasser sowie des Energiedurchsatzes. Insgesamt führt die Industrialisierung der Landwirtschaft somit zu einem Übergang von einer lokalen, kleinräumigen Kreislaufwirtschaft zu großräumig, tendenziell weltweit, vernetzten Wirtschaftssystemen, die zu einem großen Teil auf nicht erneuerbaren Ressourcen beruhen (Krausmann 2002). Dieser Prozess ist nach wie vor im Gang. Welche der beiden oben angedeuteten Optionen – weitere Liberalisierung der Wirtschaft oder Hinwendung zu sozialen und ökologischen Zielen im Rahmen einer Nachhaltigkeitspolitik – die Oberhand gewinnt, wird die Zukunft der ländlichen Räume in Österreich deutlich beeinflussen.

Die Transformation hin zu einer industrialisierten Landwirtschaft führt nicht nur zu völlig neuen Nachhaltigkeitsproblemen (z. B. Fragen der Ressourcenbasis oder der Absorption von Abfällen und Emissionen wie etwa CO₂), sondern auch zu völlig neuen Akteurskonstellationen, etwa in Form einer zunehmenden Bedeutung nationaler und transnationaler Akteure sowie sozioökonomischer Subsysteme wie WTO, EU, UNO, transnationale Konzerne, international vernetzte NGOs. Dies führt zur Frage, auf welcher räumlichen Ebene und von welchen Akteuren gesellschaftliche Material- und Stoffflüsse reguliert werden können, auf welchen Ebenen welche sozioökonomischen „Driving forces“ für den Wandel dieser Prozesse ansetzen, und auf welcher Ebene wie auf auftretende Umweltprobleme oder -schädigungen adäquat reagiert werden kann („Scaling“; van Veen-Groot and Nijkamp 1999). Die Analyse derartiger Wechselwirkungen zwischen sozioökonomischen und natürlichen Faktoren, die zukünftige Entwicklungen beeinflussen, ist mittlerweile zu einer zentralen Aufgabenstellung der Nachhaltigkeitsforschung („sustainability science“) geworden (vgl. Clark and Dickson 2003), (Kates and others 2001), (Turner and others 2003). Auch das Forschungsprogramm des «Global Land Project» betont die Notwendigkeit, die Analyse von Wechselwirkungen zwischen Gesellschaft und Natur in den Vordergrund zu stellen, und eine integrierte Analyse sozial-ökologischer Systeme anzustreben (GLP 2005).

Das vorliegende Projekt nimmt diese Herausforderung auf, geht aber insofern noch weiter, als die Frage der Gesellschaft-Natur-Interaktion in ein partizipatives Projektdesign eingebettet ist, d.h. der Forschungsprozess erfolgte unter Einbeziehung von Akteuren vor Ort – mit anderen Worten, das Projekt ist nicht nur inter-, sondern transdisziplinär angelegt. Kernstück des Projekts war die Entwicklung eines agentenbasierten Modells, welches die angesprochenen Wechselwirkungen zwischen supranationalen und nationalen politischen Rahmenbedingungen, Verhalten von Akteuren vor Ort, und ökologischen Auswirkungen (z.B. Veränderungen von Landnutzung und Stickstoffflüssen) abbilden konnte. Eingebettet war die Projektarbeit in einen partizipativen Prozess mit VertreterInnen von Interessensverbänden und relevanten Teilen des administrativen Systems, sowie von Bäuerinnen und Bauern.

Das Gesamtprojekt „PartizipA – Partizipative Modellbildung, Akteurs- und Ökosystemanalysen in Agrarintensivregionen“ wurde in Kooperation zwischen der Universität Klagenfurt (Institut für Soziale Ökologie) und der Universität Osnabrück (Institut für Umweltsystemanalyse, USF) bearbeitet. Der deutsche Projektteil wurde vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF, D) im Rahmen des Forschungsprogramms „Sozial-ökologische Forschung (SÖF)“ und der österreichische Projektteil vom Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur (BMBWK, A) im Rahmen des Forschungsschwerpunkts „Kulturlandschaftsforschung (KLF)“ finanziert. Die Projektlaufzeit betrug drei Jahre und das Projekt wurde im Dezember 2006 abgeschlossen.

Die Gesamtprojektleitung wurde von Univ.Prof. Dr. Claudia Pahl-Wostl vom USF wahrgenommen, die österreichische Fallstudie von a.o.Univ.Prof. Dr. Helmut Haberl (Institut für Soziale Ökologie) geleitet.

Die Projektbearbeitung der Österreichischen Fallstudie erfolgt durch das Institut für Soziale Ökologie gemeinsam mit dem Department für Ökophysiologie und funktionelle Anatomie der Pflanzen der Universität Wien und der Firma AGRAR PLUS GmbH in St. Pölten.

Dieser Band der Schriftenreihe ist auf das in der Österreichischen PartizipA-Fallstudie entwickelte Modell und die daraus ableitbaren Ergebnisse konzentriert. Ausgehend vom Forschungshintergrund werden die Fragestellungen für die Modellbildung und das Modellkonzept beschrieben. Die Modellstruktur wird im Detail dokumentiert und ausgewählte Ergebnisse werden dargestellt. Mit „Projekt“ wird in dieser Schriftenreihe das österreichische Teilprojekt bezeichnet.

1.2. Projektziele

Die anvisierten Forschungsziele liegen auf drei unterschiedlichen Ebenen:

- Das wissenschaftliche Erkenntnisinteresse im traditionellen Sinne richtet sich auf ein verbessertes Verständnis des Zusammenspiels ökosystemarer und sozialer Prozesse mit ihren räumlichen Auswirkungen in Bezug auf die Ausgestaltung von Nachhaltigkeitsstrategien. Dies wird erreicht durch eine innovative Verknüpfung bestehender ökosystemarer Prozessmodelle mit neuen Techniken sozialer Simulation (agentenbasierte Modellierung). Durch die enge Verzahnung von empirischer Sozialforschung (Interviews, Fokusgruppen, Auswertung von statistischen Daten) und sozialen Simulationstechniken im „Labormaßstab“ konnten zudem neue Impulse für die sozialwissenschaftliche Theoriebildung mit Blick auf die Bedingungen der Möglichkeit gesellschaftlichen Wandels („soziales Lernen“) geschaffen werden (siehe „The Role of Formalisation, Participation and Context in the Success of Public Involvement Mechanisms in Resource Management“, Jens Newig, Veronika Gaube, Karin Berkhoff, Kai Kaldrack, Britta Kastens, Juliana Lutz, Bianca Schlussmeier, Heidelinde Adensam, Helmut Haberl, submitted at Journal of Systemic Practice and Action Research)
- Kern des Forschungsprojektes ist die Nutzbarmachung der entwickelten Methodik zur Generierung von Szenarien im Rahmen eines partizipativen Prozesses, die das Spektrum möglicher Folgen von Landnutzungsänderungen oder Änderungen der institutionellen Rahmenbedingungen charakterisieren. Ziel ist insbesondere, die Methode der partizipativen agentenbasierten Modellierung so zu verbessern und auszubauen, dass innerhalb bestehender – zum Teil konfliktgeladener – Akteurskonstellationen Prozesse sozialen Lernens initiiert werden. Das geschieht durch die aktive Mitarbeit von Stakeholdern an der Modell- und Szenariobildung sowie der Interpretation der Ergebnisse, was zu einem gemeinsamen Problemverständnis führt und damit Spielräume für innovative, heute noch nicht abzusehende, Nachhaltigkeitsstrategien eröffnet. Dieser im Bereich der Aktionsforschung angesiedelte Ansatz bleibt durchaus offen für Problemwahrnehmungen der Stakeholder, die sich erst im laufenden Forschungsprozess konkretisieren. Erklärtes Ziel ist in diesem Zusammenhang, die bestehenden Theoriedefizite der Aktionsforschung durch ein strukturiertes Vorgehen abzubauen zu helfen.
- Auf der Ebene der Umsetzung wird in dem geplanten Projekt zudem anvisiert, ein Umdenken der relevanten Akteure in Richtung Nachhaltigkeit zumindest anzustoßen und Handlungsoptionen gemeinsam mit Stakeholdern zu entwickeln. Dies wird durch die interaktive Bedienbarkeit und die nutzerfreundliche Gestaltung der Nutzerschnittstelle des Modells angeregt.

1.3. Konkreter Untersuchungsgegenstand, Forschungsfragen

Die im Juni 2003 verabschiedete Reform der Gemeinsamen Agrarpolitik der Europäischen Union (GAP Reform) hat wesentlichen Einfluss auf die beschriebenen strukturellen Probleme in Zusammenhang mit der Industrialisierung der Landwirtschaft. Der in PartizipA gemeinsam mit den Akteuren definierte Untersuchungsgegenstand umfasst daher die *Auswirkungen der GAP Reform* auf die Entwicklung einer Region in Richtung Nachhaltigkeit. Nachhaltigkeit wurde im Projekt in ihren drei Dimension – *ökologische, soziale und ökonomische Dimension* – erfasst und Interdependenzen zwischen diesen Dimensionen wurden analysiert. Konkret wurden Auswirkungen der GAP-Reform auf die ökologische und soziale Situation *landwirtschaftlicher Haushalte* und in weiterer Folge auf die *Landnutzung in der*

Untersuchungsregion ermittelt, wobei Rückkopplungen zwischen ökologischen, sozialen und ökonomischen Wirkungen berücksichtigt werden.

Fragen, die im Rahmen des Projekt bearbeitet wurden, lauten:

1. Wie wirken sich die Veränderungen der GAP Förderungen auf die Landnutzung in der Region aus?
2. Welche Rolle spielen nationale Förderungen?
3. Welche Auswirkungen haben Veränderungen der Förderungen auf die Arbeitsbelastung der Familienmitglieder eines landwirtschaftlichen Haushalts?
4. Welche Rolle spielen Veränderungen der Förderzahlungen bei den Entscheidungen von Landwirten?

2. Modellkonzept und Simulations-Outline

2.1. Modellkonzept

Forschungsmethode: Modellierung

Die oben beschriebenen Fragestellungen und Projektziele erfordern eine integrierte Analyse ökologischer, sozialer und ökonomischer Aspekte und deren Interdependenz: Eine Umstellung des Fördersystems durch die GAP-Reform 2003 verändert die ökonomischen Rahmenbedingungen der landwirtschaftlichen Haushalte. Bedingt dadurch verändern sich die Entscheidungen der landwirtschaftlichen Haushalte hinsichtlich ihrer Landnutzung und Zeitnutzung, was mit sozialen und ökologischen Auswirkungen verbunden ist. Für die Analyse der Auswirkungen der GAP-Reform 2003 auf Landnutzung und die Formulierung nachhaltiger Handlungsoptionen müssen daher sowohl sozioökonomische als auch biophysikalische Prozesse betrachtet werden.

Die Anwendung rein statistischer Methoden scheitert für dieses Vorhaben aufgrund der damit verbundenen hohen (und nicht erfüllbaren) Anforderungen an die Datenbasis. Teilnehmende Beobachtungen oder andere sozialwissenschaftliche Methoden würden aufgrund der Komplexität der Fragestellung mehr zeitliche und finanzielle Ressourcen erfordern als vorhanden. Daher wurde für die Bearbeitung der Fragestellungen ein Modell entwickelt, welches Teile der zu untersuchenden Realität – wie zum Beispiel die Entscheidungen der landwirtschaftlichen Haushalte – abstrahiert, wesentliche Zusammenhänge herausgreift und in Form eines Computermodells simuliert.

Zweck der Modellierung: Simulation

Handlungsoptionen und Szenarien – die im Rahmen des Projekts *gemeinsam mit lokalen Stakeholdern formuliert werden sollen* – erfordern eine Analyse unterschiedlicher Optionen und Maßnahmen und deren Auswirkungen auf die ökonomische, soziale und ökologische Situation landwirtschaftlicher Haushalte in der Region. Zweck des entwickelten Modells ist damit nicht die Optimierung einzelner Zielgrößen, sondern viel mehr die Einsetzbarkeit des Modells in einem partizipativen Prozess mit Stakeholdern in Form einer Entscheidungsgrundlage für die eine oder andere Option. Daher ist das entwickelte Modell als Simulationsmodell angelegt und dient der Simulation von Auswirkungen unterschiedlicher Handlungsoptionen und Szenarien, erhebt aber keine Anspruch auf Optimierung von Zielgrößen.

Integrierte Modellierung

Die Modellierung von Nachhaltigkeit erfordert das Einbeziehen ökologischer, ökonomischer und sozialer Dimensionen und deren Wechselwirkung in das zu entwickelnde Modell. Das Zusammenspiel ökosystemarer und sozialer Prozesse mit ihren räumlichen Auswirkungen in Bezug auf die Ausgestaltung von Rahmenbedingungen wird mit Hilfe eines integrierten Modells analysiert. Die Entscheidungen der landwirtschaftlichen Haushalte im Bezug auf Zeit- und Landnutzung werden mit einem agentenbasierten Modell simuliert, abhängig von der sozio-ökonomischen Struktur der Landwirtschaft in der Region und abhängig von externen Umweltfaktoren wie zum Beispiel Förderungen. Die Landnutzungsentscheidungen der Landwirte dienen als Grundlage für die Berechnung des Stickstoffhaushalts in der Region. Die folgende Graphik (Abbildung 1) zeigt das integrierte Modell im Überblick.

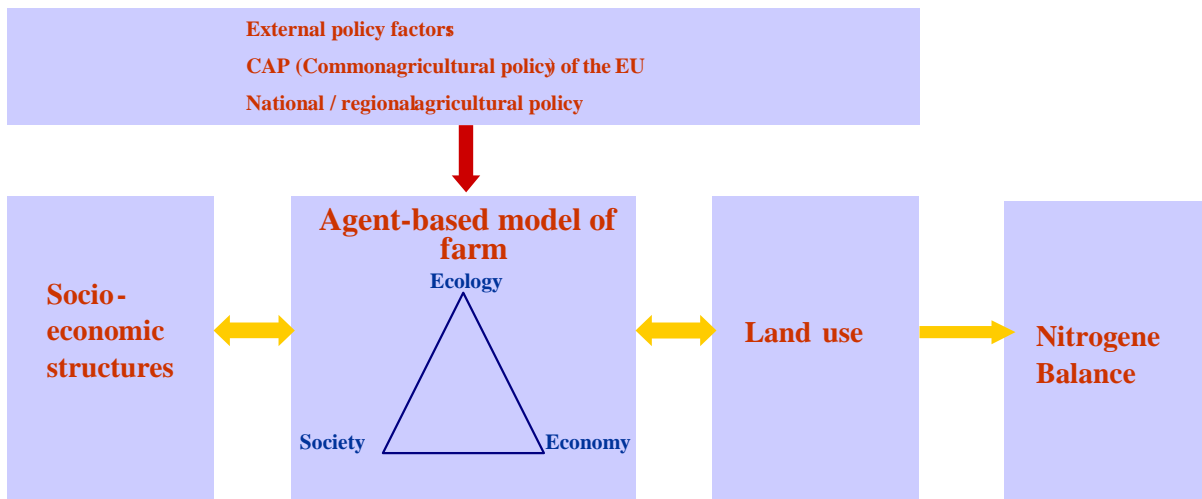


Abbildung 1: Integriertes Modell im Überblick

Quelle: Eigene Darstellung

Die ökologische Dimension wird im Modell durch die Landnutzung (Art und Intensität der Bewirtschaftung von Fläche) und den Stickstoffhaushalt bestimmt. Die ökonomische Dimension wird über das Einkommen der landwirtschaftlichen Betriebe abgebildet und die soziale Dimension wird mit Hilfe der Arbeitszeit, die ein Betrieb in die Landnutzung und für Arbeit außerhalb der land- und forstwirtschaftlichen Tätigkeit investiert, gemessen. Die Entscheidungen der Landwirte hinsichtlich ihrer Zeit- und Landnutzung werden auf den Ebenen eines landwirtschaftlichen Haushalts betrachtet und simuliert. Die folgende Abbildung zeigt den Zusammenhang im Entscheidungsverhalten eines landwirtschaftlichen Haushalts im Überblick:

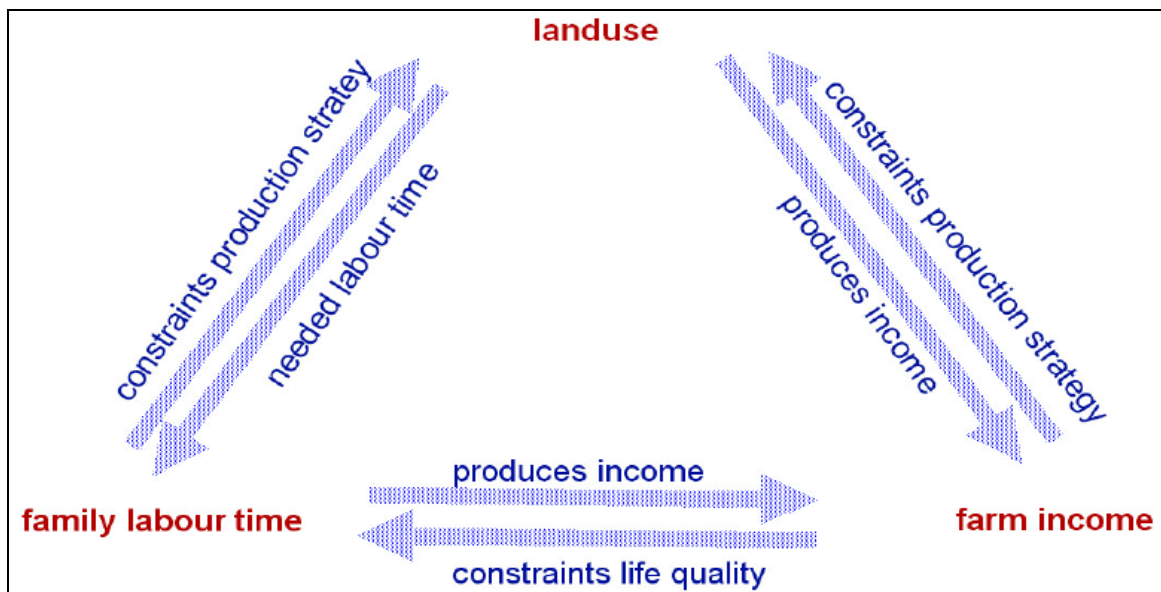


Abbildung 2: Integrierte Betrachtung der drei Dimensionen der Nachhaltigkeit bei den Entscheidungen eines landwirtschaftlichen Haushalts

Quelle: Eigene Darstellung

Das Einkommen eines landwirtschaftlichen Haushalts wird durch die Landnutzung und landwirtschaftliche Produktion (durch den Verkauf der Produkte und Subventionen für die landwirtschaftliche Tätigkeit) sowie durch den Einsatz von Arbeitszeit außerhalb der

Landnutzung geschaffen. Die Art und Intensität der Landnutzung sowie das gewünschte Einkommen (bzw. der gewünschte Lebensstil) bestimmen die vom landwirtschaftlichen Haushalt zu leistende Arbeitszeit. Die Landnutzung bzw. die landwirtschaftliche Produktion werden durch die Zeitnutzung und den gewünschten Lebensstil des Haushalts bedingt.

Agentenbasierte Simulation

Agentenbasierte oder Multi-Agenten-Systeme sind, anders als z.B. solche auf der Basis von Differentialgleichungen, auch Nicht-Naturwissenschaftlern intuitiv leicht zugänglich und ermöglichen biophysikalische und sozioökonomische Teilmodelle räumlich disaggregiert zu verknüpfen und somit beispielsweise agrar- und umweltpolitische Maßnahmen, betriebliche Landnutzungsentscheidungen und Umweltprozesse abzubilden (vgl. Berger, 2004).

Konventionellen Modellierungstechniken wie Allgemeine Gleichgewichtsmodelle, systemdynamische Modelle oder spieltheoretische Ansätze fassen eine Vielzahl einzelner Agenten wie z. B. Haushalte zu aggregierten Agentengruppen zusammen. Die Modellierung heterogener Agenten ist mit diesen Techniken nur bedingt möglich, für eine Simulation strategischer Entscheidungen sowie für die Analyse emergenter Phänomene aber unerlässlich. Im Gegensatz zu Modellen der konventionellen Simulation, in denen die Akteure aggregiert dargestellt werden (top-down), werden bei agentenbasierten Modellen die Teilnehmer individuell modelliert (bottom-up), was zu einer realitätsnahen Simulation führt. Durch die Modellierung entsteht ein sich selbst entwickelndes dynamisches System, welches einen besseren Einblick in die Prozesse und Ergebnisse von strategischen Entscheidungen erlaubt (vgl. Edmonds 2001, Tesfatsion 2003).

2.2. Simulations-Outline

Gegenstand der Simulation

Simuliert werden mit dem agentenbasierten Modell die Entscheidungen der landwirtschaftlichen Haushalte hinsichtlich ihrer

- Landnutzung – d. h. wie viel Fläche als Wald, Grünland und Ackerland bewirtschaftet wird, welche und wie viele Tiere gehalten werden und in welcher Intensität (biologisch, konventionell, intensiv) gewirtschaftet wird sowie
- Zeitnutzung – d. h. wie viel Arbeitszeit für landwirtschaftliche und außerlandwirtschaftliche Arbeitszeit verwendet wird.

Diese Entscheidungen hängen in der Simulation von Umweltbedingungen wie z. B. den landwirtschaftlichen Förderungen oder den Löhnen am außerlandwirtschaftlichen Arbeitsmarkt ab.

Simulierte Systemvariable

Ermittelt werden mit der Simulation die Auswirkungen der GAP-Reform 2003 auf das Einkommen (ökonomischer Indikator), die Arbeitsbelastung (sozialer Indikator), die Landnutzung sowie die Tierhaltung (ökologische Indikatoren) der landwirtschaftlichen Haushalte. Aus der Landnutzung sowie der Tierhaltung wird die Stickstoffbelastung (ökologischer Indikator) in der Region berechnet. Die folgende Tabelle zeigt die primär beobachteten Systemvariablen, die sich aus der Aggregation der Werte der einzelnen landwirtschaftlichen Haushalte ergeben:

Tabelle 1: Beschreibung der Systemvariablen

Systemvariable	Einheit	Berechnet aus
durchschnittliches Erwerbseinkommen	$\frac{\text{€}}{a \bullet \text{landwirtschaftlichem Haushalt}}$	$\frac{\sum_{vi} \text{Erwerbseinkommen}_i}{\text{Anzahl der landwirtschaftlichen Haushalte in der Region}}$ Erwerbseinkommen _i = Einkünfte aus Land- und Forstwirtschaft, Nebentätigkeiten und außerlandwirtschaftlicher Tätigkeit des landwirtschaftlichen Haushalts i pro Jahr
durchschnittliche Arbeitsbelastung	$\frac{h}{a \bullet \text{landwirtschaftlichem Haushalt}}$	$\frac{\sum_{vi} \text{Arbeitsstunden}_i}{\text{Anzahl der landwirtschaftlichen Haushalte in der Region}}$ Arbeitsstunden = geleistete Arbeitsstunden für Land- und Forstwirtschaft, Nebentätigkeiten, außerlandwirtschaftliche Tätigkeit und Subsistenz und Reproduktionsarbeit des landwirtschaftlichen Haushalts i pro Jahr
Waldfläche	ha	$\sum_{vi} \text{haWald}_i$ haWald _i = bewirtschaftete Waldfläche des landwirtschaftlichen Haushalts i
Grünlandfläche	ha	$\sum_{vi} \text{haGrünland}_i$ haGrünland _i = bewirtschaftete Grünlandfläche des landwirtschaftlichen Haushalts i
Ackerfläche	ha	$\sum_{vi} \text{haAcker}_i$ haAcker _i = bewirtschaftete Ackerfläche des landwirtschaftlichen Haushalts i
Aufgebende Betriebe	Haushalte	Haushalte in der Region, die ihre land- und forstwirtschaftliche Tätigkeit aufgegeben haben
Biobetriebe	Haushalte	Summe der biologisch wirtschaftenden Haushalte in der Region
Haupterwerbsbetriebe	Haushalte	Summe der Haupterwerbsbetriebe in der Region
Tierbestand	GVE	$\sum_{vi} \text{GVE}_i$ GVE _i = Anzahl der gehaltenen Rinder und Schweine bewertet in Großvieheinheiten des landwirtschaftlichen Haushalts i

Quelle: Eigene Darstellung

Die in obiger Tabelle beschriebenen Systemvariablen werden weiters disaggregiert betrachtet, zum Beispiel wird der Tierbestand auch nach Milchkühen, Stieren und Schweine getrennt ausgewiesen.

Zeitschritte

Simuliert wird ein Jahreszyklus. Sämtliche Systemvariablen werden pro Jahr ermittelt und auch Entscheidungen der landwirtschaftlichen Haushalte werden einmal pro Jahr getroffen. Zeitschritt in der Simulation (Δt) ist damit ein Jahr.

Räumliche Abgrenzung

Das Simulationsmodell wurde für eine Region - St. Pölten Umland - entwickelt. Für zwei, in ihrer Charakteristik sehr unterschiedliche Gemeinden der Region wurden Simulationen durchgeführt. In der Gemeinde Hainfeld dominiert die Milchwirtschaft. Viele der etwas mehr als 100 landwirtschaftlichen Haushalte in Hainfeld zählen zu (für österreichische

Verhältnisse) Großbetrieben im Bereich der Milchviehwirtschaft. In der Gemeinde Nussdorf hingegen dominieren Ackerbau und vor allem die Dauerkulturart Weinbau, bei den etwas mehr als 100 landwirtschaftlichen Haushalten herrschen eher kleine Betriebsgrößen (<20 ha) vor.

Eine Übertragung des Simulationsmodells auf andere Regionen würde eine wesentliche Adaptierung erfordern, da sowohl Umweltbedingungen als auch das Entscheidungsverhalten der landwirtschaftlichen Haushalte unterschiedlich sein kann (Entscheidungskalküle von Bergbauern unterscheiden sich zum Beispiel zu jenen Bauern aus der Untersuchungsregion).

Zeitliche Abgrenzung

Das Modell wurde für einen Simulationszeitraum von 20 Jahren konzipiert. Auswirkungen der GAP-Reform 2003 verändern die Entscheidungen der landwirtschaftlichen Haushalte kurz bis mittelfristig¹. Ein längerer Simulationszeitraum als 20 Jahre wäre aufgrund der mit großen Unsicherheiten behafteten Entwicklung sozioökonomischer Parameter nicht mehr aussagekräftig.

Stochastik

Obwohl das Simulationsmodell größtenteils deterministisch angelegt ist, finden sich einige stochastische Prozesse. So ist z. B. die demografische Entwicklung eines landwirtschaftlichen Haushalts stochastisch simuliert: Ob ein Kind geboren wird, ein älterer Mensch stirbt, eine neues Familienmitglied durch Heirat hinzu kommt oder durch Scheidung den Hof verlässt, ist nicht nur von der Charakteristik des Betriebes bestimmt, sondern auch an Wahrscheinlichkeitsverteilungen geknüpft. Neben der demografischen Entwicklung der Haushalte finden sich stochastische Prozesse bei

- der Zuweisung bestimmter Betriebscharakteristiken – ob ein Betrieb innovativ ist oder nicht, ist z. B. an eine Wahrscheinlichkeitsverteilung geknüpft
- der Entscheidung, welcher Betriebstyp im Falle eines Betriebstypwechsels gewählt wird
- der Entscheidung über die Bewirtschaftungsintensität.

Szenarioanalyse

Da die Entwicklung einiger Umweltbedingungen über den Simulationszeitraum von 20 Jahren mit großen Unsicherheiten verbunden ist, wurden im Zuge eines partizipativen Prozesses mögliche zukünftige Entwicklungen in Form von Szenarien mit lokalen Stakeholdern entwickelt. Die Simulation wurde für die beiden Gemeinden und drei unterschiedliche Zukunftsszenarien durchgeführt. Eine detaillierte Beschreibung dazu findet sich in Kapitel 4. Szenarien.

Implementierung

Die Implementierung des Modells erfolgte mit der Software AnyLogic, ein leistungsfähiges Modellierungs- und Simulationstool. AnyLogic wurde von der Firma XJ Technologies entwickelt und basiert auf Java, einer objektorientierten, plattformunabhängigen und robusten Programmiersprache. Die Software unterstützt agentenbasierte Modellierung und ermöglicht, einzelne Agenten mit ihren Interaktionen, ihren Handlungsmustern und ihrer räumliche Verortung bildlich darzustellen.

¹ Die aktuelle Programmplanungsperiode der Europäischen Förderstrategie läuft von 2006 bis 2013 und gibt in diesem Zeitraum Rahmenbedingungen vor. Ab 2014 werden sich diese Rahmenbedingungen voraussichtlich sprunghaft verändern. Bei der Modellsimulation wurde die sprunghafte Veränderung der Rahmenbedingungen 2014 geglättet.

Validierung

Die Validierung des Modells wurde gemeinsam mit den Stakeholdern in einem Workshop durchgeführt. Regionale Stakeholder wurden mit den Modellergebnissen konfrontiert, unterschiedliche Parameterkonstellationen wurden mit den Stakeholdern durchgespielt und zentrale Modellannahmen diskutiert. Eine umfassende Validierung mit dazugehöriger lückenloser Parametervariation und/oder Validierung anhand historischer oder Querschnittsdaten konnte aufgrund der beschränkten Projektmittel nicht durchgeführt werden.

3. Agentenbasiertes Simulationsmodell

Agentenbasierte Simulationsmodelle bestehen aus Agenten und der Umwelt, in der die Agenten agieren. Nach der Definition von (Ferber 1999) sind Agenten (sinngemäß) physische oder virtuelle Einheiten, die

- ihre Umwelt bzw. Teile davon wahrnehmen können
- innerhalb ihrer Umwelt agieren,
- direkt mit anderen Agenten kommunizieren,
- bestrebt sind, ihre Ziele zu erreichen und ihr Verhalten danach ausrichten
- über eigene Ressourcen und Fähigkeiten verfügen
- Services bereitstellen und
- sich selbst reproduzieren können.

Das hier beschriebene agentenbasierte Simulationsmodell enthält zwei unterschiedliche Agententypen:

- Landwirtschaftliche Haushalte und den
- Pachtmarkt

Landwirtschaftliche Haushalte interagieren mit anderen Haushalten, indem sie Flächen anderer Haushalte über den Pachtmarkt pachten oder ihre eigenen Flächen verpachten. Der Pachtmarkt holt Pacht- und Verpachtangebote ein, wickelt Pachtgeschäfte ab und informiert die Marktteilnehmer über erfolgreiche Markttransaktionen.

Im folgenden werden die beiden Agententypen detailliert beschrieben.

3.1. Der landwirtschaftliche Haushalt als Agent

Der Agent „landwirtschaftlicher Haushalt“ ist im Modell definiert durch mehr als 50 verschiedene Merkmale wie z. B. die Haushaltsmitglieder oder die bewirtschaftete Fläche und durch sein Entscheidungsverhalten. Das Entscheidungsverhalten umfasst unterschiedliche Reaktionsmöglichkeiten des Haushalts auf Veränderungen der Umweltbedingungen und auf die Verhaltensweisen anderer landwirtschaftlicher Haushalte. Die Unterscheidung zwischen landwirtschaftlichem Haushalt und landwirtschaftlichem Betrieb ist in diesem Zusammenhang wesentlich, da z. B. das Einkommen des gesamten Haushalts für die Analyse herangezogen wird und nicht das Einkommen des Betriebes. D. h. also zum Beispiel auch das Einkommen von Haushaltsmitgliedern, die nicht im landwirtschaftlichen Betrieb arbeiten aber zum Haushalt des Betriebsführers gehören, wird hinzugezählt.

3.1.1. Eigenschaften landwirtschaftlicher Haushaltsagenten

Demographische Eigenschaften wie z. B. die Anzahl der Bewohner im Haushalt, die Alters- und Geschlechterstruktur werden beschrieben. Ebenso wird für jeden landwirtschaftlichen Haushalt vermerkt, ob der Betriebsführer ein Mann oder eine Frau ist.

Landnutzung wird durch die

- bewirtschaftete Fläche in ha, differenziert nach
 - Wald,
 - Acker und
 - Grünlandfläche und durch die
- Intensität der Bewirtschaftung, differenziert nach
 - biologischer,
 - konventioneller und
 - intensiver Landwirtschaft,

- landwirtschaftlichen Betriebes ist damit nicht deterministisch festgelegt, sondern stochastisch bestimmt.
- Expansiver oder nicht expansiver Haushalt: Haupterwerbsbetriebe, die in der Region zu den Großbetrieben zählen (deren bewirtschaftete Fläche größer ist als die Fläche eines Großbetriebes in der Region) und die einen potentiellen Nachfolger haben, werden im Modell als „expansive“ Haushalte ausgewiesen. Alle anderen Haushalte gelten als „nicht expansiv“.
- Produktiver/nicht produktiver Haushalt: Expansive Haushalte sind mit 70%iger Wahrscheinlichkeit produktive Haushalte. Auch dieses Merkmal ist stochastisch bestimmt.
- Besondere Ausbildung: Ein landwirtschaftlicher Haushalt verfügt mit 30%iger Wahrscheinlichkeit über eine besondere landwirtschaftliche Ausbildung
- Mechanisiert ist ein Haushalt, wenn er ein produktiver Haushalt ist oder über besondere Ausbildung verfügt.
- Innovativ sind nicht expansive Haushalte mit 10%iger Wahrscheinlichkeit.

3.1.2. Zielsystem landwirtschaftlicher Haushaltsagenten

Die Zielsetzungen landwirtschaftlicher Haushalte in Bezug auf ihre Landnutzung wurden aus leitfadengestützten Interviews mit den lokalen Stakeholdern abgeleitet. Landwirtschaftliche Haushalte sind bestrebt, Fläche die sie bewirtschaften auch weiterhin zu bewirtschaften, selbst wenn andere Einkunftsöglichkeiten lukrativer wären. Das bedeutet, dass die im Modell repräsentierten landwirtschaftlichen Haushalte nicht das potentielle jährliche Einkommen maximieren, sondern das Ziel der Weiterführung des landwirtschaftlichen Betriebes und insbesondere die Aufrechterhaltung der Bewirtschaftung der Flächen verfolgen. Expansive Haushalte zielen nicht nur auf die Aufrechterhaltung der Flächenbewirtschaftung ab, sondern sind auch bestrebt, zusätzliche Flächen (jährlich maximal 30 % ihrer Gesamtfläche) zu pachten und bewirtschaften, ihre Flächenbewirtschaftung also auszudehnen. Die Aufrechterhaltung bzw. Ausdehnung der Fläche ist allerdings an zwei Nebenbedingungen geknüpft:

- Ein bestimmtes *Mindesteinkommen* des Haushalts (23.500 Euro² pro Jahr und Haushaltsmitglied) muss erzielbar sein
- Ein bestimmtes Maß an *Freizeit* (zwei Stunden pro Arbeitskraft pro Tag) muss mindestens zur Verfügung stehen

Können Mindesteinkommen oder das Mindestausmaß an Freizeit nicht erreicht werden, verändert der Landwirt seine Flächen- oder Zeitnutzung.

3.1.3. Sensorik landwirtschaftlicher Haushaltsagenten

Agenten im agentenbasierten Modell nehmen Teile ihre Umwelt wahr und verfügen damit über eine bestimmte Sensorik. Die Agenten in dem hier beschriebenen Modell nehmen ihre Umwelt über

- die Produktionskosten land- und forstwirtschaftlicher Produkte
- die Preise für land- und forstwirtschaftliche Produkte sowie
- land- und forstwirtschaftliche Förderungen

wahr und errechnen das Haushaltseinkommen und die verfügbare Freizeit in Abhängigkeit von ihrer Haushaltscharakteristik und den wahrgenommen Umweltbedingungen. Wird das Mindesteinkommen und das Mindestausmaß an Freizeit nicht erreicht, setzen die landwirtschaftlichen Haushalte Aktionen.

² Fessel-GfK-Studie zur Kaufkraft 2005

3.1.4. Aktion der landwirtschaftlichen Haushaltsagenten und Entscheidungsverhalten

Welche Aktionen ein landwirtschaftlicher Haushalt setzt, hängt von seiner Haushaltscharakteristik, von den Merkmalen des Betriebes wie z. B. Anzahl der Arbeitskräfte und von den Umweltbedingungen ab.

Grundsätzlich können Haushalte folgende Aktionen setzen:

- Fläche pachten/verpachten
- Fläche nicht mehr bewirtschaften
- Betriebstyp wechseln
- Intensität der Produktion verändern
- Arbeitszeit in außerlandwirtschaftliche bzw. Nebentätigkeiten erhöhen/reduzieren
- Haushaltsfremde Arbeitskräfte am Hof beschäftigen
- Den landwirtschaftlichen Betrieb aufgeben

Kaufen oder Verkaufen von Flächen wird in diesem Modell nicht berücksichtigt, da

- die Implementierung dieser Aktionen sehr aufwändig gewesen wäre,
- dies nicht zu den zentralen Fragestellungen der Untersuchung zählt und außerdem
- die Informationen der Stakeholder zeigten, dass Kauf und Verkauf von Flächen in der Region kaum eine Rolle spielen.

Jeder Haushalt berechnet am Beginn eines Simulationsjahres das Haushaltseinkommen und die Überlastungssituation in Form der verfügbaren Freizeit. Aktionen werden allerdings nicht sofort nach Unterschreitung des Mindesthaushaltseinkommens und/oder der mindestens gewünschten Freizeit gesetzt sondern verzögert: ein nicht expansiver landwirtschaftlicher Haushalt wartet z. B. 5 Jahre, bis er die bewirtschaftete Fläche durch Verpachten reduziert.

Das Entscheidungsverhalten der landwirtschaftlichen Haushalte hinsichtlich der Aktion, die sie setzen, wurden aus Informationen unseres Praxispartners, der Firma AGRAR Plus und aus den im Zuge der Modellverfeinerung durchgeführten Interviews, Workshops und Fokusgruppen gewonnen. Es zeigt sich, dass sich die Betriebsführer landwirtschaftlicher Haushalte entweder expansiv oder nicht expansiv verhalten. Expansives Verhalten bedeutet, dass nach Möglichkeit Fläche zugepachtet wird. Nicht expansives Verhalten zeigt sich in dem Wunsch, die bisher bewirtschaftete Fläche auch weiter zu bewirtschaften, aber nicht auszudehnen.

Entscheidungsverhalten expansiver Haushalte

Expansive Haushalte, die sowohl hinsichtlich ihres Einkommens, als auch hinsichtlich ihrer Arbeitszeit zufrieden sind, versuchen zusätzliche Flächen (jährlich maximal in Höhe von 30 % ihrer bisher bewirtschafteten Fläche) durch Pacht in ihre Bewirtschaftung aufzunehmen. Haushalte, die zu wenig Einkommen haben, aber nicht überlastet sind, reduzieren den Einsatz haushaltsfremder Arbeitskräfte am Hof und versuchen, durch eine Ausdehnung der bewirtschafteten Fläche mehr Einkommen zu lukrieren. Haushalte, die über ausreichend Einkommen verfügen, aber überlastet sind, können haushaltsfremde Arbeitskräfte auf den Hof holen. Im Gegensatz zu nicht expansiven Haushalten, versuchen expansive Haushalte zumindest 5 Jahre lang eine unzufriedenstellende Einkommens- und Überlastungssituation durch andere Aktionen als Arbeit am außerlandwirtschaftlichen Arbeitsmarkt und/oder Verpachten von Fläche zu verbessern. Überlastete Haushalte, die ein zu geringes Einkommen

haben, haben die Möglichkeit, durch einen Wechsel des Betriebstyps ihre Situation zu verbessern.

Konnte der Haushalt länger als 5 Jahre keine zufriedenstellende Einkommens- bzw. Belastungssituation erreichen, wird extensiviert, d.h. ein anderer Betriebstyp mit geringerem Arbeitsaufwand gewählt und/oder Arbeitszeit von der landwirtschaftlichen Tätigkeit abgezogen und in außerlandwirtschaftliche Arbeit investiert. Flächen, die aufgrund der verringerten landwirtschaftlichen Arbeitszeit nicht mehr bewirtschaftet werden können, werden als Brachland gehalten und können bei einer Verbesserung der Einkommens- bzw. Überlastungssituation des Haushalts wieder landwirtschaftlich bewirtschaftet werden. Expansive Haushalte, deren bewirtschaftete Fläche aufgrund ihrer Einkommens- und Überlastungssituation so weit reduziert wird, dass der Betrieb nicht mehr als Großbetrieb gilt, werden im Modell im nächsten Jahr zu „nicht expansiven“ Betrieben und folgen dann der Entscheidungslogik nicht expansiver Betriebe.

Entscheidungsverhalten nicht expansiver Betriebe

Nicht expansive Haushalte, die nicht überlastet sind und deren Einkommenssituation zufriedenstellend ist, verändern weder Landnutzung noch Arbeitseinsatz. Haushalte, die zwar über ausreichend Einkommen verfügen, aber überlastet sind, haben die Möglichkeit, die Arbeitsleistung haushaltsfremder Arbeitskräfte gegen Entgeltzahlung hinzuzuziehen. Nicht expansive Haushalte, die mehr Einkommen benötigen, aber nicht überlastet sind, sondern über freie Arbeitszeit verfügen, reduzieren die Arbeitsleistung haushaltsfremder Arbeitskräfte und/oder können (je nachdem, ob der Stundenlohn aus dem landwirtschaftlichen Betriebe besser oder schlechter ist als der Lohn am außerlandwirtschaftlichen Arbeitsmarkt) versuchen, ihre bewirtschaftete Fläche durch Pacht auszudehnen oder Arbeitszeit am außerbetrieblichen Arbeitsmarkt zu verkaufen. Betriebe, die sowohl über zu wenig Einkommen als auch über eine unzufriedenstellende Überlastungssituation verfügen, können versuchen, durch einen Wechsel des Betriebstyps ihre Situation zu verbessern.

Sind beim nicht expansiven Haushalt Einkommen und Überlastung mittelfristig (5 Jahre lang) nicht zufriedenstellend für den Haushalt, wird extensiviert, d.h. ein anderer Betriebstyp mit geringerem Arbeitsaufwand gewählt und/oder Arbeitszeit von der landwirtschaftlichen Tätigkeit abgezogen und in außerlandwirtschaftliche Arbeit investiert. Fläche, die aufgrund der reduzierten landwirtschaftlichen Arbeitsleistung nicht mehr bewirtschaftet werden kann, wird am Pachtmarkt zur Verpachtung angeboten. Flächen, die weder bewirtschaftet noch verpachtet werden können, werden beim nicht expansiven Betrieben aufgeforstet und stehen damit nicht mehr für eine weitere landwirtschaftliche Bewirtschaftung zur Verfügung.

3.1.5. Arbeitszeitberechnung

Die Zeitverwendung der am bäuerlichen Betrieb lebenden Personen ermöglicht es, die sozialen Strukturen und die Landnutzung eines bäuerlichen Betriebes in Verbindung zu setzen. So kann für jede Produktionsform, eingebettet in naturräumliche Bedingungen, eine notwendige Arbeitszeit errechnet werden. Ebenso kann für unterschiedliche Erwerbsformen, Familienstrukturen (etwa Anzahl der Kinder und Alten) und Haushaltsformen (etwa Mehrgenerationenhaushalt) das nötige Arbeitsausmaß errechnet werden. Ausgehend von diesen Berechnungen werden arbeitszeitliche Überlastungen sichtbar. Zusätzlich fokussieren wir im Bereich der Zeitverwendung vor allem auf die darin enthaltenen Informationen über das Geschlechterverhältnis am bäuerlichen Betrieb. Dies passiert dadurch, dass – entlang den Informationen aus Literatur, den Interviews und der Fokusgruppe - den Geschlechtern einzelne Arbeitsbereiche oder Teile von Arbeitsbereichen zugewiesen werden.

Prinzipiell unterscheiden wir folgende Arbeitsbereiche:

- die disponible Zeit
- die maximal mögliche Arbeitszeit
- die erwünschte Arbeitszeit
- die erforderliche Arbeitszeit am Betrieb – diese untergliedert sich in die erforderliche landwirtschaftliche Arbeitszeit, die erforderliche Subsistenz- und Reproduktionsarbeit, die erforderliche paralandwirtschaftliche Arbeitszeit
- die außerlandwirtschaftliche Arbeitszeit

Die *disponible Zeit* ist jene Zeit, die einer erwachsenen Person als Arbeitszeit oder für andere Tätigkeiten zur Verfügung steht. Errechnet wird sie dadurch, dass von den 24 Stunden pro Tag die Zeit der persönlichen biophysischen Reproduktion abgezogen wird. In der Regel wird die disponible Zeit nicht nur als Arbeitszeit genutzt. Sie setzt sich vielmehr aus der Arbeitszeit, Freizeit und sonstigen Tätigkeiten zusammen.

Potentiell könnte die *disponible Zeit* ausschließlich als Arbeitszeit genutzt werden. Wir bezeichnen diese Zeit als *maximal mögliche Arbeitszeit*. Wird die disponible Zeit tatsächlich zur Gänze als Arbeitszeit genutzt, so schadet das mittelfristig einer Person. Wird die maximal mögliche Arbeitszeit überschritten, so schadet dies kurzfristig einer Person, da die biophysische Reproduktion nicht mehr in vollem Umfang möglich ist.

Die *erwünschte Arbeitszeit* ist jene Arbeitszeit, die - ohne der Arbeitskraft langfristig zu schaden - am Betrieb aufgebracht werden kann. Errechnet wird sie dadurch, dass von der maximal möglichen Arbeitszeit am Betrieb ein erwünschtes Maß an Freizeit und sonstigen Tätigkeiten abgezogen wird. Als Freizeit definieren wir jene Zeit, die – neben der biophysischen Reproduktion – der persönlichen Reproduktion dient. Dazu gehören etwa: Sport, Musik und Radio hören, Teilnahme am Vereinsleben, Feste oder Urlaub. Die Lebensqualität steigt, wenn sich die tatsächlich zur Verfügung stehende Freizeit an das gewünschte Ausmaß an Freizeit anpasst. Ist das Ausmaß der Freizeit geringer als eine Stunde pro Tag, so ist das Ausmaß an Lebensqualität ungenügend. Die sonstigen Tätigkeiten umfassen etwa ehrenamtliche Funktionen, Kurse zur Aus- und Weiterbildung sowie die Beanspruchung von Betriebsberatung, Besuch von Informationsveranstaltungen, Reise und Transportzeit, sofern diese nicht Teil der anderen Arbeitsbereiche oder der Freizeit sind.

Die *erforderliche Arbeitszeit* eines bäuerlichen Betriebes besteht aus der land- und forstwirtschaftlichen Arbeitszeit, der nicht am eigenen landwirtschaftlichen Betrieb investierten

(Erwerbs-)Arbeitszeit, der paralandwirtschaftlichen Arbeitszeit sowie der Subsistenzarbeitszeit und der Reproduktionsarbeitszeit. Die Zusammensetzung der erforderlichen Arbeitszeit wird sowohl pro Betrieb als auch geschlechtsspezifisch errechnet.

Die erforderliche landwirtschaftliche Arbeitszeit ist jene Arbeitszeit, die dazu dient, land- bzw. forstwirtschaftliches Einkommen zu erwirtschaften. Die Produktverarbeitung bzw. Veredelung ist hier nicht inkludiert, sie ist Teil der paralandwirtschaftlichen Arbeitszeit. Das Ausmaß und die Qualität der erforderlichen landwirtschaftlichen Arbeitszeit ist von der Art der Bewirtschaftung (biologisch, konventionell), von den naturräumlichen Bedingungen, in erster Linie aber vom Produktionsschwerpunkt, der Größe eines Betriebes und vom Mechanisierungsgrad abhängig. Sie errechnet sich daher aus Fläche und Mechanisierungsgrad je angebaute Feldfrucht und aus der Anzahl der gehaltenen Tiere (GVE), sowie aus der Zeit, die zum Erhalt und zum Ausbau der landwirtschaftlichen Gebäude aufgewandt wird. Für die Abschätzung der erforderlichen landwirtschaftlichen Arbeitszeit je ha bzw. Tier wurde der Deckungsbeitragskatalog (BMLFUW 2002) und (Wernisch 1979) herangezogen.

Die erforderliche landwirtschaftliche Arbeitszeit kann sowohl männlich, als auch weiblich sein. Die Bundesanstalt für Bergbauernfragen gibt an, dass Männer und Frauen in der Landwirtschaft etwa gleich viel arbeiten: Frauen 30-35% ihrer Arbeitszeit und Männer 38-

42% (Dax et al. 1995, 111 f.). Ein Teil der erforderlichen landwirtschaftlichen Arbeitszeit – Reparaturarbeiten am Hof – wird ausschließlich von Männern verrichtet, ist nicht veränderbar mit Flächenausdehnung oder -reduktion, auch nicht bei Betriebsaufgabe. Die meisten anderen Tätigkeiten (Ausnahme etwa schwere Holzarbeiten) können jedoch in der Regel von beiden Geschlechtern getätigt werden. Dennoch gilt: Die Arbeitsbereiche der Frauen liegen eher im Nahbereich des Hauses (Pflege der Tiere und Wiesen), während die Männer ‚draußen‘ (auf den Feldern, im Weingarten, im Wald) arbeiten, mit Ausnahme der Reparaturarbeiten am Hof (Maschinen und Gebäude). Diese Tendenzen verstärken sich, wenn zu pflegende Personen (Kinder, Alte) am Hof leben. Solange die Viehhaltung weitgehend der Eigenversorgung oder Direktvermarktung dient, ist die Betreuung der Tiere in der Regel Frauensache. Wie hoch der Arbeitseinsatz eines Geschlechtes in diesem Bereich ist, hängt vor allem davon ab, wie viel männliche bzw. weibliche Arbeitskraft in die anderen Arbeitsbereiche fließt. Ist etwa der Mann voll erwerbstätig, so liegt der Großteil der landwirtschaftlichen Arbeit bei der Frau. In vielen dieser Fälle ist die Frau auch betriebsführend tätig. Letzteres ist vor allem im Grünlandbereich der Fall.

Die erforderliche Subsistenzarbeitszeit ist die Garten- und Hausarbeit, die am Betrieb anfällt und kein Einkommen schafft (die Verarbeitung der Gartenprodukte wird der paralandwirtschaftlichen Arbeitszeit zugerechnet). Sie wird ausschließlich von Frauen geleistet (in der Literatur übernehmen Männer max. 1-6% der Subsistenzarbeit – siehe Dax et al. 1995, 110). Ein Teil der Subsistenzarbeit - die Gartenarbeit - ist variabel, sie kann reduziert (auch bis 0) bzw. ausgeweitet werden, etwa krankheitsbedingt (wenn Altbäuerin das bisher gemacht hat) oder weil die Arbeitskapazität in einem anderen Bereich gebraucht wird. Letzteres ist laut Interviews sehr häufig der Fall. Die Gartenarbeit hängt von der Größe des Hausgartens ab. Die Hausarbeit ist nicht variabel, jedoch prinzipiell auslagerfähig (Haushaltshilfe) – was jedoch in der Regel nicht passiert. Sie ist abhängig von der Anzahl der Familienmitglieder. Wir legen daher einen Sockelbetrag an nötiger Hausarbeit pro Haushaltsmitglied fest und multiplizieren diesen mit der Anzahl der Haushaltsmitglieder. Die Hausarbeit ist daher von der Anzahl der Haushaltsmitglieder abhängig und verändert sich im Zeitverlauf in Folge des Wandels der familiären Zusammensetzung (Kinder werden geboren, Junge verlassen den Hof, Alte sterben).

Die erforderliche Reproduktionsarbeit am Betrieb ist jene Arbeit, die zur Versorgung der Familienmitglieder, die einer gesonderten Betreuung bedürfen - also Kinder (0-16) und Alte (ab 70) – nötig ist. Sie umschließt Babypflege, Erziehungsarbeit (etwa Helfen bei Schulaufgaben) und Altenpflege, inklusive der dafür notwendigen Wegzeiten. Wir legen einen Sockelbetrag an Pflege pro betreuungsbedürftiger Person fest und multiplizieren diesen mit der Anzahl der zu pflegenden Haushaltsmitglieder. Das Ausmaß der Reproduktionsarbeit ist nur insofern variabel, als es lebenszyklisch bedingt ist. Es stellt sich die Frage, inwiefern dieser Arbeitsbereich durch bewusste Entscheidungen gesteuert werden kann: Am bäuerlichen Betrieb ist es laut Interviews sehr unwahrscheinlich, dass Kinder oder Alte von familienexternen Personen betreut werden. Reduzieren sich Subsistenz- und Reproduktionsarbeit, so wird weibliche Arbeitszeit für andere Arbeitsbereiche frei. Steigt das Ausmaß der Subsistenzarbeit (zusätzliches Kind, Erkranken eines Familienmitgliedes), so verringert sich die weibliche Arbeitszeit in einem anderen Arbeitsbereich. In diesem Fall muss - sofern keine freie Arbeitskapazität am Hof vorhanden ist – eine zusätzliche Arbeitskraft für diesen anderen Arbeitsbereich zugekauft werden oder die landwirtschaftliche Arbeit reduziert werden, z. B. durch das Verpachten von Fläche.

Die erforderliche paralandwirtschaftliche Arbeitszeit am Betrieb ist jene Arbeitszeit, die der Produktverarbeitung, Direktvermarktung, Gästebeherbergung etc. dient. Sie schafft Einkommen und wird vorwiegend von Frauen gemacht (häufigste Ausnahme: Männer übernehmen das Schnapsbrennen und dessen Vermarktung). Die paralandwirtschaftliche Arbeitszeit ist flexibel, sie kann reduziert (auch bis 0) und ausgeweitet werden. Wenn sie

steigt, dann meist deshalb, weil durch die Verringerung anderer Arbeitsbereiche weibliche Arbeitszeit frei wird (Kinder sind groß, Alte sterben, Pensionierung der Altbäuerin, die jetzt nur mehr ‚leichte‘ Arbeiten übernimmt). Immer häufiger sind es aber ökonomische Überlegungen, die zur Ausweitung der paralandwirtschaftlichen Tätigkeiten führen. So gewährleistet das über den Markt erwirtschaftete paralandwirtschaftliche Einkommen in vielen Fällen das Überleben des landwirtschaftlichen Betriebes.

Zur *außerlandwirtschaftlichen Arbeitszeit* am Betrieb, die Einkommen erzeugt, zählen wir jede außerlandwirtschaftliche Erwerbsarbeitszeit, sowie jene Arbeitszeit, die in die Ausübung bezahlter Ämter und Funktionen fließt. Sie kann sowohl von Frauen als auch von Männern verrichtet werden, wenn nicht zu gleichen Teilen: Frauen widmen 20-22% ihrer Arbeitszeit dem außerlandwirtschaftlichen Erwerb, Männer ca.42-48% (Dax and others 1995, 110).

3.1.6. Intensität der Bewirtschaftung

Die Intensität der Bewirtschaftung wird im Modell ausschließlich auf Basis des Stickstoffauftrages auf die Fläche (sowohl in Form von Wirtschaftsdünger wie auch als aufgetragener Mineraldünger) gemessen. Da im Bereich der Intensität nur wenige Daten vorliegen, musste dieser Bereich zu einem großen Teil mit Hilfe von Experteneinschätzungen kalkuliert werden.

Nach Angaben der ExpertInnen der Landwirtschaftskammer Niederösterreich einerseits und andererseits der LandwirtInnen selbst wirtschaften mehr als 90% aller Betriebe in Österreich und damit auch in der Region St. Pölten Umland entsprechend den Vorgaben des ÖPUL (Österreichisches Programm für umweltgerechte Landwirtschaft). Teilnahme an diesem Programm bedeutet in Bezug auf Stickstoff, dass für die Stickstoffdüngerbeigaben in Form von Mineraldünger wie auch die Menge des aufzutragenden Wirtschaftsdüngers und damit die Anzahl der Tiere pro Flächeneinheit durch die ÖPUL Richtlinien genau geregelt sind. Vorgeschrieben werden dabei sowohl die Obergrenzen der aufzutragenden Stickstoffmengen pro Jahr und ha wie auch zeitliche Begrenzungen hinsichtlich der Düngergaben.

Es ist anzunehmen, dass es eine leichte Verschiebung der am Programm teilnehmenden Betriebe im Untersuchungsgebiet von Norden nach Süden gibt. Speziell im Grünlandbereich (Süden der Untersuchungsregion) sind nahezu alle Landwirte ÖPUL-Teilnehmer, da die Abhängigkeit der LandwirtInnen von den ÖPUL Förderungen im Grünland deutlich höher ist. Zum einen sind die Fördersätze im Grünland höher zum anderen erzielen die Produkte aus den Ackergebieten am Markt einen wesentlich höheren ökonomischen Ertrag als die Produkte von Grünlandbetrieben.

Die landwirtschaftliche Produktion einiger Gemeinden im Norden der Region ist stark weinbaudominiert. Viele der Weinbauern fühlen sich durch die Vorschriften des ÖPUL in ihrer Handlungsfreiheit deutlich eingeschränkt, was sie teilweise dazu veranlasst, aus dem Programm auszusteigen, um nicht weiterhin der vorgeschriebenen Berichtspflicht und den genau geregelten Richtlinien nachkommen zu müssen. Oftmals tragen diese Betriebe durchaus nicht mehr Stickstoffdünger pro Flächeneinheit auf als ÖPUL Betriebe. Diese Betrieben wollen lediglich autonom und ohne Rechenschaftspflichten und Kontrollen das eigene Land bewirtschaften.

Landwirtschaftliche Betriebe, die nicht dem ÖPUL-Programm beitreten, unterliegen den gesetzlich geregelt Düngerobergrenzen des Österreichischen Wasserrechtsgesetzes, i. d. F. BGBl I 2003/82. Die dort vorgeschriebenen Obergrenzen für Stickstoffauftrag pro Fläche und Jahr liegen stets über den ÖPUL-Vorschriften und müssen von jedem Landwirt eingehalten werden.

Auf Basis der in den Interviews und den Recherchen gewonnen Erkenntnisse, wurde für das Modell folgende Vorgehensweise gewählt. Jeder Betrieb wird bei der Initialisierung einer von drei Intensitätsstufen zugeordnet. Dabei wird von der Annahme ausgegangen, dass ein Betrieb

seine gesamten Flächen mit der selben Intensitätsstufe bewirtschaftet. Das mag zwar nicht immer der Realität entsprechen, weil es durchaus auch Betriebe gibt, die ihre Flächen unterschiedlich intensiv nutzen, dennoch musste hier diese Annahme getroffen werden, um die Komplexität des Modells überschaubar zu halten.

Sämtliche Betriebe wurden im Modell bereits bei der Initialisierung folgenden drei Intensitätsstufen zugeteilt:

1. *Nicht-ÖPUL Betriebe (Intensitaet=1)*: Unter diese Kategorie fallen jene Betriebe, die nicht am ÖPUL teilnehmen. Nun gibt es zwei unterschiedliche Motive, weshalb Betriebe es vorziehen, nicht am ÖPUL Programm teilzunehmen:
 - i. Einerseits gibt es Betriebe, die ihre Flächen so intensiv wie gesetzlich erlaubt bewirtschaften, um die Erträge pro Flächeneinheit zu maximieren und dementsprechend ihr Einkommen aus dem Verkauf der Produkte steigern.
 - ii. Andererseits gibt es auch Betriebe, die den Beschluss fassen, keine ÖPUL Förderungen zu beziehen, weil sie unabhängig von Vorschriften und Kontrollen des ÖPUL ihrer Arbeit nachgehen wollen. Dabei tragen sie oftmals durchaus nicht mehr Stickstoff pro Flächeneinheit im Jahr auf ihre landwirtschaftlichen Flächen.

Aus modellierungstechnischen Gründen, und auch weil es keinerlei Daten dafür gibt, wird kein Unterschied zwischen Betrieben dieser beiden Motivationsgründe, nicht am ÖPUL teilzunehmen, vorgenommen. Betrieb dieser Intensitätsstufe zu sein, hat zweierlei Implikationen im Modell. Für die Einkommensberechnung bedeutet es, dass diese Betriebe keine ÖPUL-Förderungen beziehen und für ihre Produkte die Preise für konventionelle Produkte erhalten. Andererseits wird für die Stickstoffbilanz angenommen, dass alle Betriebe dieser Kategorie mit den Düngermengen bis an die vorgeschriebenen Grenzen des Wassergesetzes herangehen. Insgesamt werden **3%** aller in der Region befindlichen Betriebe bei der Initialisierung dieser Klasse zugeteilt.

2. *ÖPUL Betriebe (Intensitaet=2)*: Zu dieser Kategorie zählen insgesamt **90%** der Betriebe der Region. Im Modell werden diesen Betrieben die entsprechenden Förderungen pro Flächeneinheit zugewiesen und für die Stickstoffbilanz die ÖPUL-Werte herangezogen. Die Produkte dieser Betriebe erzielen am Markt die selben Preise konventioneller Produkte wie die intensiven Nicht-ÖPUL Betriebe.
3. *Biologisch wirtschaftend (Intensitaet=3)*: Betriebe dieser Intensitätsstufe tragen als Biobetriebe keinen Mineraldünger auf ihre Flächen auf. Die Flächen von diesen Betrieben werden ausschließlich mit dem Wirtschaftsdünger versorgt, der vom eigenen Vieh anfällt. Dabei müssen sie sich einzig an die im ÖPUL vorgeschriebenen Grenzen bezüglich Vieh pro Hektar Fläche halten. Nach Absprache mit den Experten fallen derzeit nicht mehr als **7%** aller Betriebe unter die Kategorie Biobetrieb. Für die Einkommensberechnung werden biologisch wirtschaftenden Betrieben die im Durchschnitt etwas höheren Förderungen des ÖPUL zugewiesen. Die Produkte dieser

Betriebe erwirtschaften spezielle Preise für Bioprodukte und werden nicht auf das selbe Preisniveau gesetzt wie die oberen beiden Intensitätskategorien.

Die Zuweisung der Betriebe bzw. der Flächen zu Intensitätsstufen bewirkt implizierte Auswirkungen auf den Betrieb auf verschiedenen Ebenen. Offensichtlich ist, dass die Intensität der Bewirtschaftung einer Fläche eine direkte Auswirkung auf die Stickstoffbilanz des Gesamtgebietes hat. Je höher die Stickstoffbeigaben auf die Flächen ausfallen, umso mehr Stickstoff scheint in der Bilanz vor allem bei den umweltschädigenden Outputflüssen (Auswaschung, Ausgasung,...) auf. Wie bereits bei den drei Intensitätsstufen jeweils beschrieben wurde, hat die Tatsache, ob ein Betrieb biologisch, nach ÖPUL oder intensiv wirtschaftet, eine eindeutige Verknüpfung mit dem Einkommen aus Förderungen. ÖPUL-Betriebe bekommen die Standard-ÖPUL-Förderungen, Biobetriebe erhalten erhöhte Bioförderungen und intensive Betriebe erhalten keinerlei ÖPUL-Förderungen. Was den Zeitaufwand für die Bewirtschaftung der Fläche betrifft ist hier die Größe der Fläche der einzige reglementierende Faktor. Pro Hektar Betriebsfläche ist ein bestimmtes Maß an Zeit erforderlich, um diese Fläche zu bewirtschaften. Keine Auswirkung auf die Arbeitszeit im Modell hat hingegen die Intensität, mit der jeder Hektar bewirtschaftet wird. Zeitstudien (Wernisch 1979; oder Blumauer and others 2002) zeigen, dass es beim Arbeitsaufwand zwischen einem konventionellen Betrieb und einem biologischen Betrieb nur geringfügige Unterschiede gibt, daher wurde die Entscheidung getroffen, im Modell keine Differenzierung vorzunehmen.

Die Intensität eines Betriebes ist kein dauerhaftes Charakteristikum. Abhängig von Umweltbedingungen (speziell der Entwicklung der ÖPUL-Förderungen und der Preise für konventionelle und biologische Produkte) können landwirtschaftliche Betriebe ihre Intensität verändern, wobei der Wechsel von einer Intensitätsstufe zu einer anderen an bestimmte Wahrscheinlichkeiten geknüpft ist.

3.1.7. Einkommensberechnung

Das Einkommen wird in Anlehnung an die Arbeitszeit in folgende Bereiche unterschieden:

- Einkünfte aus Land- und Forstwirtschaft ohne Ausgleichszahlungen und Nebentätigkeiten
- Einkünfte aus (land- und forstwirtschaftsnahen) Nebentätigkeiten
- land- und forstwirtschaftliche Ausgleichszahlungen
- außerlandwirtschaftliches Erwerbseinkommen
- Sozialtransfers

Die Einkünfte aus *Land- und Forstwirtschaft ohne Ausgleichszahlungen und Nebentätigkeiten* errechnet sich aus den Erlösen der land- und forstwirtschaftlicher Betriebstätigkeit abzüglich der Kosten für die land- und forstwirtschaftliche Betriebstätigkeit wie folgt:

Erlöse aus land- und forstwirtschaftlicher Produktion + Erlöse aus der Verpachtung von Fläche – variable Produktionskosten landwirtschaftlicher Produktion – Kosten für haushaltsfremde Arbeitskräfte – Kosten für die Flächenpacht - fixe Kosten für land- und forstwirtschaftlichen Betrieb

Die Erlöse aus land- und forstwirtschaftlicher Produktion werden errechnet aus den durchschnittlichen Leistungswerten aus dem Deckungsbeitragskatalog (BMLFUW 2002) differenziert nach Betriebstypen multipliziert mit

- den ha bewirtschaftete Fläche, differenziert nach Grünland, Acker und Wald. Bei Grünland (das zur Futterbedarfsdeckung für die Rinderhaltung dient) wurden ausschließlich Kosten berücksichtigt. Die Leistungen des Grünlandes finden im Deckungsbeitrag der Tierhaltung Eingang.
- und den Stück Vieh, differenziert nach Milchkuh, andere Rinderhaltung und Schwein.

Die Auswahl der Leistungswerte aus dem Deckungsbeitragskatalog erfolgte in Zusammenarbeit mit dem Praxispartner Josef Breinesberger. Für die Durchschnittsbildung wurden jene Leistungswerte ausgewählt, die zur Charakteristik der Region passen.

Die durchschnittlichen variablen Produktionskosten wurden ebenso aus dem Deckungsbeitragskatalog ermittelt und mit den ha bewirtschaftete Fläche differenziert nach Grünland, Acker und Wald bzw. den Stück Vieh differenziert nach Milchkuh, andere Rinderhaltung und Schwein multipliziert und so die gesamten variablen Produktionskosten pro Jahr ausgerechnet.

Sowohl Leistungen als auch Kosten wurden

- bei produktiven Haushalten um 35 %
- bei biologisch wirtschaften Betrieben gemäß der im Deckungsbeitragskatalog für den biologischen Landbau (Eder and others 1999) ausgewiesenen Werte

erhöht.

Die fixen Kosten für land- und forstwirtschaftlichen Betrieb, werden aus dem Deckungsbeitragskatalog differenziert nach Betriebstypen entnommen, wobei dieser Wert abhängig von der Größe des Betriebes (gemessen in ha bewirtschaftete Fläche) und der Kooperationsneigung angepasst wird. Die Abhängigkeit der fixen Kosten von der Größe des Betriebes wurde aus den Daten der LBG 2004 ermittelt. Kooperative Betriebe haben geringere fixe Kosten pro Jahr, da durch die Kooperation z. B. Teile des Anlagevermögens (wie Gebäude) gemeinsam genutzt werden können. Es wird angenommen, dass kooperative Betriebe 20 % ihrer fixen Kosten einsparen können.

Die Erlöse aus Verpachtung von Flächen bzw. die Kosten für das Pachten von Fläche werden aus dem durchschnittlichen Pachtpreis in der Region in Höhe von 116 Euro/ha und den gebzw. verpachteten Flächen errechnet.

Für die Berechnung der Kosten für haushaltsfremde Arbeitskräfte wurden die Arbeitsstunden durch haushaltsfremde Mitarbeiter herangezogen und mit dem Stundenlohn am Arbeitsmarkt (je nach Szenario zwischen 8 und 12 Euro pro Arbeitsstunde) multipliziert.

Zu den *Einkünften aus (land- und forstwirtschaftsnahen) Nebentätigkeiten* zählen z. B. Einkünfte aus Zimmervermietung, Veredelung und Direktvermarktung landwirtschaftlicher Produkte, etc. oder Einkünfte aus bezahlten Arbeiten für andere als den eigenen landwirtschaftlichen Betrieb im Rahmen des Maschinenringes. Die Höhe der Einkünfte aus (land- und forstwirtschaftsnahen) Nebentätigkeiten wird maßgeblich durch die am Betrieb verfügbare Arbeitszeit von Frauen, bestimmt (siehe dazu auch im Kapitel 3.1.5. Arbeitszeitberechnung).

Für die Berechnung der *land- und forstwirtschaftlichen Ausgleichszahlungen* werden Subventionen aus dem Titel der ÖPUL-Förderungen, der Ausgleichszulage und Förderung durch die im Rahmen der GAP neu geregelten Leistungsansprüche unterschieden. Die Förderhöhen werden je nach Betriebstyp differenziert und in Euro je ha bewirtschafteter Fläche bemessen. Erhalt und Höhe der ÖPUL-Förderung ist mit einem bestimmten Intensitätsniveau des Betriebes verbunden. Als Datengrundlage für den Ist-Zustand bzw. die Initialisierung des Modells im Hinblick auf die land- und forstwirtschaftlichen Förderungen werden in erster Linie die Ergebnisse der ExpertInneninterviews herangezogen.

Das *außerlandwirtschaftliche Erwerbseinkommen* wird durch den Einsatz von Arbeitszeit außerhalb des eigenen landwirtschaftlichen Betriebes (am Arbeitsmarkt) bestimmt. Dazu gehören sämtliche Erwerbseinkommen, die nicht zum land- und forstwirtschaftlichen

Einkommen oder zu den (land- und forstwirtschaftsnahen) Nebentätigkeiten zählen, das sind Einkünfte aus selbständiger und unselbständiger Arbeit außerhalb des eigenen landwirtschaftlichen Betriebes. Die Höhe des außerlandwirtschaftlichen Erwerbseinkommens wird von den außerlandwirtschaftlich geleisteten Arbeitsstunden und dem durchschnittlichen Stundenlohn am Arbeitsmarkt (je nach Szenario zwischen 8 und 12 Euro pro Arbeitsstunde) bestimmt. Als Datengrundlage für den Ist-Zustand bzw. die Initialisierung des Modells im Hinblick auf das außerlandwirtschaftliche Erwerbseinkommen werden Daten der Buchführungsergebnisse der LBG-Treuhand GmbH, Durchschnittslöhne des regionalen Arbeitsmarktes (Pointecker and others 2004) und Ergebnisse der ExpertInneninterviews herangezogen.

Zu den *Sozialtransfers* zählen sämtliche Transfers, die nicht aus den Titeln der GAP, Ausgleichszulage oder ÖPUL bezogen werden wie z. B. Familienbeihilfe oder Pensionsleistungen. Die Höhe der Sozialtransfers wird durch die familiäre Zusammensetzung am Betrieb (Anzahl der Bewohner, Kinder, Pensionisten) bestimmt.

3.1.8. Interaktion der Agenten

Die Interaktion der landwirtschaftlichen Betriebe im Modell besteht aus dem Pachten und Verpachten von Fläche: Während der eine Landwirt aufgrund seiner Entscheidungen hinsichtlich Arbeitszeiteinsatz und Landnutzung Fläche verpachtet, möchte ein anderer Landwirt aufgrund seiner Entscheidungen Flächen zupachten. Am Pachtmarkt – dem zweiten Agenten im Modell – werden Pacht- und Verpachtangebote gesammelt und Pachtgeschäfte abgeschlossen.

3.2. Pachtmarkt

Neben den landwirtschaftlichen Agenten ist auch der Pachtmarkt ein weiterer Agent im Modell. Möchte ein landwirtschaftlicher Betrieb Flächen verpachten, platziert er am Pachtmarkt ein Pachtangebot. Landwirtschaftliche Betriebe, die Fläche pachten möchten, fragen am Pachtmarkt Fläche nach. Nachdem alle landwirtschaftlichen Betriebe ihre Einkommens- und Überlastungssituation ermittelt und entsprechende Aktionen gesetzt haben, werden am Pachtmarkt die Pachtgebote und –nachfragen gesammelt und mögliche Pachtgeschäfte ermittelt. Dazu wird zunächst ein potentieller Pächter zufällig ausgewählt. Weiters wird ein potentieller Verpächter zufällig ausgewählt. Ein Pachtgeschäft zwischen den beiden kommt nur dann zustande, wenn

- Pächter und Verpächter innerhalb einer bestimmten maximalen Distanz voneinander liegen – die Interviews mit den ExpertInnen zeigen, dass bei Distanzen von mehr als 10 km kaum gepachtet wird;
- der Verpächter mindestens 70 % der für eine Verpachtung bestimmten Fläche an den potentiellen Verpächter verpachten kann

Kommt aus den genannten Gründen kein Pachtgeschäft zustande, wird der nächste potentielle Verpächter zufällig ausgewählt.

Kommt ein Pachtgeschäft zustande, werden sowohl Pächter als auch Verpächter über das erfolgreiche Pachtgeschäft informiert. Die bewirtschaftete Fläche des Pächters erhöht sich um die gepachtete Fläche und die Kosten pro Jahr für Pacht steigen. Die bewirtschaftete Fläche des Verpächters wird um die verpachtete Fläche reduziert und zusätzliches Einkommen wird jährlich aus der Verpachtung lukriert. Der Pachtpreis wird in dem vorgestellten Modell nicht aus Angebot und Nachfrage errechnet sondern wird exogen festgelegt und stellt eine Rahmenbedingung für die Entscheidungen von Landwirten dar. Die Annahme eines exogenen Pachtpreises wurde getroffen, da sich gemäß der Aussagen lokaler Stakeholder der Pachtpreis

in den letzten Jahren kaum verändert hat und auch weiterhin kaum Veränderung zu erwarten sind.

Betriebe, die weniger als 5 ha bewirtschaften, sowie Betriebe mit Betriebstyp Milchproduktion, Mutterkuhhaltung oder Stierhaltung möchten - wenn sie verpachten - ihre gesamte Fläche verpachten. Alle anderen landwirtschaftlichen Betriebe verpachten maximal 30 % der bisher bewirtschafteten Fläche. Ist bei diesen Betrieben die Brachfläche größer als die 30 % bewirtschafteten Fläche, wird die Brachfläche verpachtet. Gepachtet werden maximal 30 % der bisher bewirtschafteten Fläche.

3.3. Umwelt der Agenten

Darunter sind im konkreten Fall sowohl naturräumliche Gegebenheiten, als auch das wirtschaftliche, soziale und politische Umfeld von Agenten zu verstehen. Im Modell sind folgende Rahmenbedingungen integriert:

- landwirtschaftliche Förderungen: das sind GAP-, ÖPUL-, und Ausgleichszulagen-Förderung
- Lohn am außerlandwirtschaftlichen Arbeitsmarkt
- Produktpreise
- Produktionskosten
- Preise und Produktionskosten biologischer Produkte
- Pachtpreis für gepachtete Flächen
- Durchschnittlicher Lebensstandard in der Region (gewünschtes Mindesteinkommen, gewünschtes Mindestmaß an Freizeit).

3.4. Initialisierung und Parametrierung

Die Initialisierung der Modellvariablen und die Festlegung der Parameterwerte bestimmt neben der Struktur des Modells, dem Entscheidungsverhalten der Agenten und den Berechnungsgrundlagen die Modellergebnisse wesentlich.

Initialisierung im Modell bedeutet konkret, dass zu Beginn der Simulation jeder einzelne Haushalt mit einer bestimmten landwirtschaftlichen Fläche und Viehbesatz ausgestattet wird. Darüber hinaus muss es auf jedem Betrieb eine gewisse Anzahl an lebenden und arbeitenden Personen geben, deren Geschlecht, Altersklasse und Beschäftigungsausmaß in der Landwirtschaft bekannt ist.

Für die Zuweisung von Flächen und Viehbesatz gibt es im wesentlichen zwei Datenquellen, die beide in Kombination bei der Initialisierung zum Einsatz kamen.

1. ISIS Datenbank der Statistik Austria: Daten dieser Datenbank beziehen sich ausschließlich auf die räumliche Einheit der Gemeinde. Man findet in dieser Quelle keine Angaben zu einzelnen Betrieben.
2. LBG: In den LBG Daten findet man Angaben von einzelnen Betrieben, sogenannten Musterbetrieben. Vorteil dieser Daten ist, dass sie ein Bild über die durchschnittliche Ausstattung einzelner landwirtschaftlicher Betriebe bieten. Allerdings findet man keine flächendeckenden Daten und es handelt sich dabei nicht um speziell für das Gebiet St.Pölten Umland charakteristische Daten. Die Daten der LBG beschreiben durchschnittliche Betriebe in Niederösterreich, regionale Spezifika sind damit nicht erkennbar.

Die Limitierungen beider Datenquellen machte es notwendig, immer wieder die Informationen beider Statistiken zu verschneiden. Wesentlich bei der Initialisierung der einzelnen Betriebe der Untersuchungsgemeinden war, dass die Summe aller Betriebe die

Daten der Gemeinde, die in der Statistik Austria angeführt sind, replizieren. Diese Regel musste stets gewährleistet sein.

Die Initialisierung stellt ein schrittweises Vorgehen dar, das im Einzelnen folgendermaßen erfolgte:

1) Initialisieren der Betriebstypen

Da es keine Daten auf einzelbetrieblicher Basis gibt, wurden die Betriebe ihren Betriebstypen entsprechend mit Fläche und Vieh ausgestattet. Dafür war es in einem ersten Schritt notwendig, die Betriebe eindeutigen Betriebstypen zuzuweisen. Sowohl in der ISIS Datenbank als auch in der LBG gibt es eine recht genaue Aufschlüsselung nach Betriebstypen. Im Modell wurde eine höhere Aggregation der Betriebstypen vorgenommen, schlussendlich wurden acht Betriebstypen definiert: Milchbetrieb, Mutterkuhbetrieb, Stiermastbetrieb, Veredelungsbetrieb, Marktfruchtbetrieb, Dauerkulturbetrieb, Forstbetrieb, Forst- und Gemischtbetrieb. Da es auf Gemeindeebene eine genaue Aufschlüsselung der Betriebe pro Betriebstyp gibt und die Aggregation zu diesen acht Betriebstypen eindeutig ist, konnte die Anzahl der Betriebe pro Betriebstyp eindeutig erfolgen. Somit ist für jeden einzelnen Betrieb klar, welchem Betriebstyp er angehört. Die weitere Initialisierung erfolgte dann zu einem großen Teil auf Basis der Betriebstypen.

2) Initialisierung der Betriebsfläche

Die LBG-Daten enthalten Angaben, wie groß im Durchschnitt in Niederösterreich ein Betrieb eines bestimmten Betriebstyps ist. Auf Basis dieses Durchschnittswertes wurde bei der Initialisierung eine zufällige Zuweisung der landwirtschaftlichen Fläche in einem Rahmen von 20% über und unter diesen spezifischen Durchschnittswert für den jeweiligen Betriebstyp vorgenommen. Wenn alle Betriebe mit ihrer spezifischen Fläche ausgestattet sind, werden die zugewiesenen Flächen pro Betriebstyp summiert und die Differenz zum statistischen Wert der landwirtschaftlichen Fläche jedes Betriebstyps ermittelt. Diese Differenz wird dann in einem weiteren Verfahren auf die Betriebe gleichmäßig aufgeteilt. Damit ist gewährleistet, dass in Summe, die Flächen aller Betriebe die in der Statistik angeführten Zahlen wiedergeben.

3) Initialisierung der Flächenkategorien Acker, Grünland und Wald

Pro Betriebstyp wird mit Hilfe der Durchschnittswerte in der LBG die in Punkt 2 ermittelte landwirtschaftliche Fläche jedes Betriebes prozentuell aufgeteilt in Grünland, Acker und Wald. Im selben Verfahren wird wieder unterstützt mit den Durchschnittswerten der LBG die Anzahl der Rinder pro Hektar Grünland und die Anzahl der Schweine pro Hektar Acker ermittelt. Ebenso wird die Pachtfläche als Prozentsatz der landwirtschaftlichen Fläche abhängig vom Betriebstyp für jeden Betrieb ermittelt.

4) Initialisierung der Intensität

Wie bereits in Kapitel

3.1.6. Intensität der Bewirtschaftung beschrieben, erfolgt die Zuweisung der Intensität eines Betriebes unabhängig vom Betriebstyp. Jeder Betrieb wird bei der Initialisierung mit einer 90%igen Wahrscheinlichkeit ein ÖPUL-Betrieb, mit 7% Wahrscheinlichkeit ein Biobetrieb und mit 3% Wahrscheinlichkeit ein intensiv wirtschaftender Betrieb.

5) *Initialisierung der Fördersätze*

Hinsichtlich der land- und forstwirtschaftlichen Förderungen wird zwischen

- GAP-Förderung,
- ÖPUL-Förderung und
- Ausgleichszulage

unterschieden. Die Höhe der Fördersätze je ha wurde differenziert nach Betriebstypen und Intensität aus den Daten der LBG 2004 ermittelt. Je nachdem, ob ein Betrieb durch das Initialisieren der Intensität ein ÖPUL-Betrieb oder ein Biobetrieb ist, wird ihm pro Hektar bewirtschafteter Fläche ein entsprechender Betrag ÖPUL- bzw. Bioförderungen angerechnet. Ein intensiv wirtschaftender Betrieb erhält keine ÖPUL-Förderung.

6) *Demografie*

Für die Ermittlung der in einem Haushalt verfügbaren Arbeitszeit, des erforderlichen Einkommens und der Sozialtransfers an diesen Haushalt ist es notwendig, das Modell mit Informationen über die Bewohner der Haushalte auszustatten. Die Anzahl der Haushaltsmitglieder differenziert nach Altersgruppen (Kind, Vollarbeitskraft, Teilarbeitskraft und Senioren) und Geschlecht wurde aus den demografischen Daten der Gemeinden geschätzt. Die Verteilung der Bewohner und insbesondere der Arbeitskräfte erfolgte unter Beachtung der – aufgrund der Flächeninitialisierung erforderlichen – landwirtschaftlichen Arbeitszeit: Jedem landwirtschaftlichen Haushalt wurden mindestens so viele Arbeitskräfte zugeteilt, wie unter Berücksichtigung haushaltsfremder Arbeitskräfte landwirtschaftliche Arbeitszeit erforderlich ist. Die restlichen Bewohner wurden zufällig auf die Betriebe verteilt.

4. Szenarien

4.1. Formulierung von Szenarien

Um die Auswirkungen der GAP-Reform 2003 auf die Landwirtschaft und Landnutzung der nächsten 20 Jahre abschätzen und mögliche Handlungsoptionen für eine nachhaltige Zukunftsentwicklung mit Stakeholdern formulieren zu können, mussten realistische Entwicklungen der globalen Rahmenbedingungen im Modell angenommen werden. Zu diesen Rahmenbedingungen zählen zum Beispiel die Entwicklung der Preise landwirtschaftlicher Produkte oder der am außerlandwirtschaftlichen Arbeitsmarkt lukrierbare Stundenlohn. Dazu wurden gemeinsam mit den Stakeholdern im Rahmen eines Workshops Szenarien entwickelt, die mögliche Entwicklungen globaler Rahmenbedingungen zeigen. Szenarien zeichnen Zukunftsbilder, Zukunftsgeschichten, die mehr oder weniger unwahrscheinlich sein können – aber nicht unmöglich sind. Sie fassen verschiedene Entwicklungslinien zusammen und zeigen so, welche Faktoren zukünftige Handlungen und Entwicklungen beeinflussen, wie Handlungen oder Entwicklungen einander verstärken oder abschwächen können. Szenarien sind keine Prognosen, sondern veranschaulichen mögliche Entwicklungen und können dadurch individuelle, politische oder wirtschaftliche Entscheidungsprozesse unterstützen.

Szenariotechnik gilt als wichtiges Managementinstrument in Wirtschaftsbetrieben, mit dem sowohl Unsicherheiten bezüglich der zukünftigen Entwicklung von äußeren und inneren Rahmenbedingungen, als auch das Nutzen der Ressourcen (im Fall von Wirtschaftsbetrieben von Mitarbeitern aus verschiedenen Ebenen und Bereichen) in eine strategische Planung miteinbezogen werden können. Bei der Arbeit mit Modellen werden bei wenig bekannten Eingangsgrößen, Szenarios entwickelt, die eine plausible und oft vereinfachte Beschreibung der Zukunft darstellen. Sie sind damit von (eindeutigen) Vorhersagen abzugrenzen.

Die Entwicklung von Szenarien unter Beteiligung von Personen aus verschiedenen Subsystemen der Gesellschaft, also in inter- und transdisziplinären Gruppen ist parallel dazu ein Mittel der Bürgerbeteiligung, das mittlerweile in vielen Bereichen der Risiko- bzw. Technikfolgenabschätzung, der Regional- und Stadtentwicklung, und insbesondere zum Erarbeiten von Strategien und Bildungsmaßnahmen für eine nachhaltige Entwicklung verwendet wird. Überblick zu den Details der jeweiligen Methode gibt ein neuer Bericht des Instituts für Technikfolgenabschätzung in Wien (Elliott and others 2005).

Auch für das vorliegende Modell wurden gemeinsam mit den Akteuren, insbesondere mit den Teilnehmerinnen der Fokusgruppen im Rahmen der partizipativen Modellentwicklung, Szenarien definiert. Voraussetzung war, dass diese Szenarien allen am Projekt Beteiligten als plausibel, also möglich, wenn auch unter Umständen als unwahrscheinlich, erscheinen. Ein wichtiges Element der partizipativen Modellbildung ist damit die Möglichkeit, bestimmte transdisziplinär entwickelte Szenarien in einem Modell berechenbar zu machen. Ein weiteres wichtiges Element sind Handlungsoptionen, die im Anschluss an die Szenarien gemeinsam erarbeitet werden. Akteure und ihnen entsprechende Handlungsoptionen wurden so gemeinsam diskutiert und mit den Ergebnissen der Modellberechnungen in Beziehung gesetzt.

Mit den Modellen für die Gemeinden Nussdorf ob der Traisen und Hainfeld werden drei konkrete Szenarien berechnet:

1. Trendszenario
2. Globalisierungsszenario
3. Nachhaltigkeitsszenario

Ziel war es, möglichst konträre Umweltbedingungen zu schaffen, welchen die Agenten ausgesetzt sind und unter denen sie agieren und interagieren.

Grundlage für die Diskussion und Definition der beiden Extremszenarien sind eine Reihe globaler bzw. auf EU-Ebene angesiedelter Szenarien, die in der Literatur zu finden sind. Bekannte Beispiele globaler Szenarien sind die SRES Szenarien (Nakicenovic et al. 2000), Scenarios Europe 2010 (Bertrand et al 1999), Future environments of Europe (Stigliani et al 1989) und die Global change Szenarien (Alcamo et al 1996, Alcamo et Kreileman 1996, Leemans et al 1996). In ihrer genauen Ausführung und Schwerpunktsetzung unterscheiden sich diese Szenarien zwar, jedoch in ihrem Grundgerüst sind sie insofern ähnlich aufgebaut, als die Beschreibungen der Szenarien versuchen, extrem gegensätzliche Entwicklungen auf globaler und regionaler Ebene anzunehmen, um so möglichst konträre Ergebnisse der Szenarienbrechungen einander gegenüber zu stellen.

Die in den Fokusgruppen und Workshops entwickelten Szenarien für den Landwirtschaftssektor in den beiden Fallstudiengemeinden der Region St.Pölten können folgendermaßen beschrieben werden:

Im *Trendszenario* wird davon ausgegangen, dass die heutigen Entwicklungen in den kommenden 20 Jahren fortgeschrieben werden. Es wird keine gravierende Preisveränderung stattfinden, weder für konventionell hergestellte Produkte noch für Bioprodukte, ebenso wird es aber auch keine groben Veränderungen bei den anfallenden Kosten geben. Der Trend der seit Jahren tendenziell fallenden Subventionen wird fortgesetzt. Sowohl die EU-Förderungen, als auch die nationalen Förderungen (ÖPUL) werden um 15-25% sinken³. Der Absatz der Produkte wird unverändert bleiben. Ebenso unverändert bleiben die Bedingungen am regionalen Arbeitsmarkt, der außerlandwirtschaftliche Stundenlohn wird weder fallen noch steigen, die Attraktivität des Arbeitsmarktes geprägt durch verbesserte Bildung und Infrastruktur wird sich ebenfalls nicht ändern. Der Trend, dass die Anzahl potentieller Hofnachfolger sinkt, wird auch für die kommenden 20 Jahre in einem ähnlichen Ausmaß fortgeschrieben.

Das *Globalisierungsszenario* ist geprägt durch eine allgemeine Verschlechterung der ökonomischen Situation der Landwirte. Bei allen Subventionen kommt es zu einem drastischen Absinken der Zahlungen um 80% in den kommenden 20 Jahren. Auch die Erwerbsmöglichkeiten durch den Vertrieb landwirtschaftlicher Produkte verschlechtern sich mit einer Abnahme der Preise sowohl bei den konventionellen wie auch bei den Bioprodukten um 20%. Allerdings ist die Annahme der Experten, dass dabei auch die Kosten für die Produktion um den selben Prozentsatz sinken werden. Die Bedingungen am außerlandwirtschaftlichen Arbeitsmarkt bleiben unverändert bis auf den Stundenlohn, der um 20% reduziert wird.

Ganz im Gegensatz dazu steht das *Nachhaltigkeitsszenario*. Laut Einschätzungen der Experten werden die Förderungen auch bei einem Nachhaltigkeitsszenario nicht sehr steigen. Immerhin werden die GAP-Förderungen auf dem Niveau stagnieren, wo sie sich derzeit befinden. Die nationalen Subventionen werden sogar leicht um 10% ansteigen. Die Preise, aber auch die Kosten für konventionelle Produkte werden leicht ansteigen, hingegen bleiben die Preise der Bioprodukte auf dem Level von heute. Zusätzlich zu einer Verbesserung der Situation in der landwirtschaftlichen Produktion werden auch die Bedingungen am

³ Die zu erwartende sprunghafte Veränderung der Fördersituation bei Auslaufen der Planungsperiode der Europäischen Förderstrategie wird im Modell nicht abgebildet.

außerlandwirtschaftlichen Arbeitsmarkt besser. Der Stundenlohn steigt im Durchschnitt um 20%. Die Idee zu einer parallelen Verbesserung der außerlandwirtschaftlichen Arbeitsbedingungen war, zu analysieren, ob günstige Bedingungen der landwirtschaftlichen Produktion ein Abwandern der Bauern und Bäuerinnen in einen attraktiven außerlandwirtschaftlichen Arbeitsmarkt verhindern können.

Tabelle 2: Überblick über die wichtigsten Annahmen in den drei Szenarien Trend, Globalisierung und Nachhaltigkeit

	Trendszenario	Globalisierungsszenario	Nachhaltigkeitsszenario
Außerlandwirtschaftlicher Stundenlohn in Euro / h	10	8	12
GAP	Reduktion um 25%	Reduktion um 80%	gleichbleibend
ÖPUL	Reduktion um 15%	Reduktion um 80%	Anstieg um 10%
Ausgleichszahlung	gleichbleibend	Reduktion um 80%	Anstieg um 10%
Preis konventioneller Produkte	gleichbleibend	Reduktion um 20%	Anstieg um 10%
Kosten konventioneller Produkte	gleichbleibend	Reduktion um 20%	Anstieg um 10%
Preis für Bioprodukte	gleichbleibend	Reduktion um 20%	gleichbleibend
Kosten für Bioprodukte	gleichbleibend	Reduktion um 20%	gleichbleibend

Quelle: Workshop mit Stakeholdern und Expertengespräch am Agrarwissenschaftlichen Institut in Wien

4.2. Ergebnisse der Szenariorechnung

Nußdorf: Erwerbsart

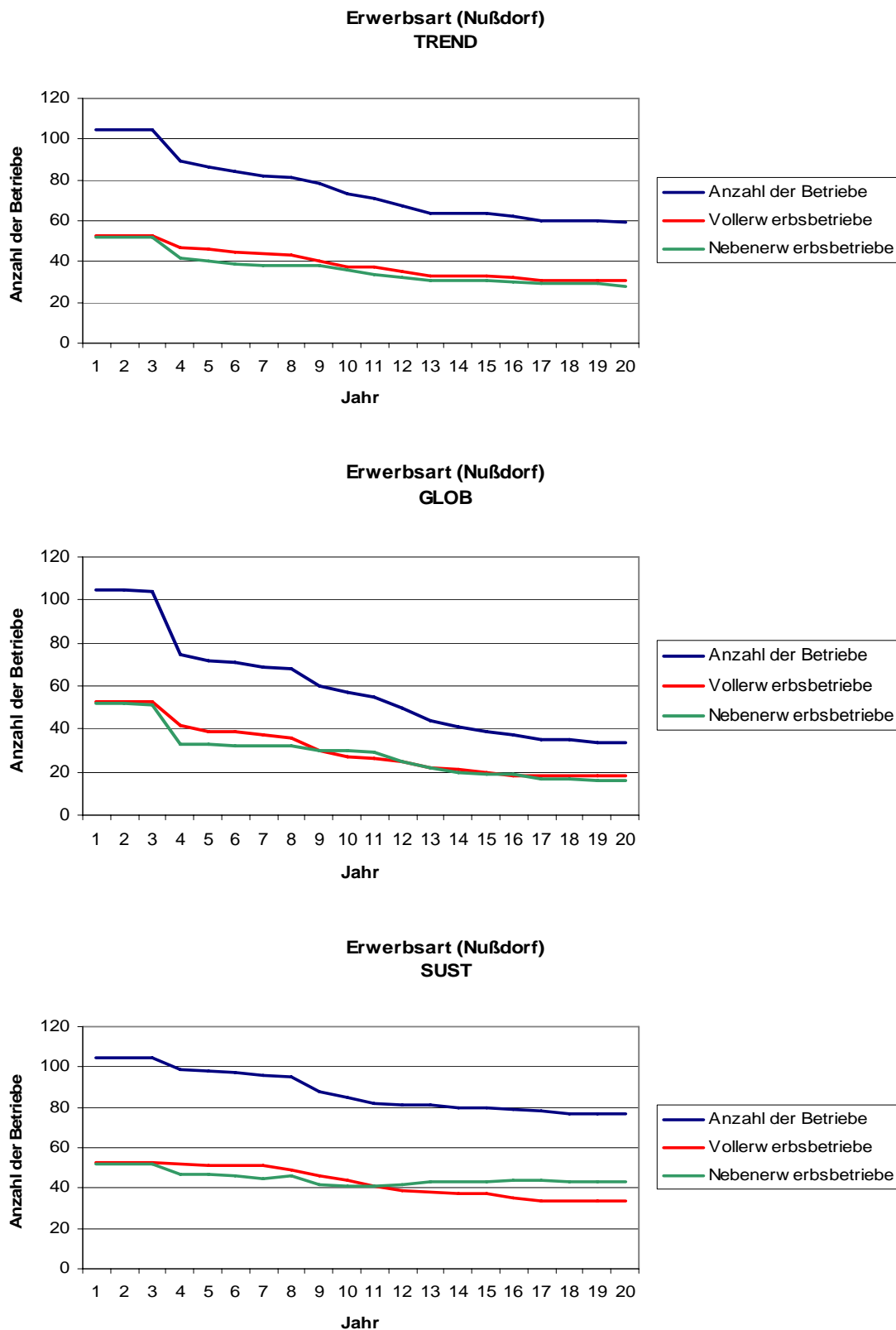


Abbildung 3: Szenarienergebnisse Erwerbsart in Nußdorf

Die Gesamtanzahl der landwirtschaftlichen Betriebe der Region nimmt in allen drei Szenarien ab, im Trendszenario um etwa 40%, im Nachhaltigkeitsszenario um etwa 20% und im Globalisierungsszenario sogar um mehr als 60%. Die Entwicklung der Neben- und Vollerwerbsbetriebe läuft dabei nahezu parallel. Bemerkenswert ist, dass einzig im Nachhaltigkeitsszenario nach den 20 Jahren mehr Nebenerwerbsbetriebe bestehen als Vollerwerbsbetriebe. Das könnte daran liegen, dass im Nachhaltigkeitsszenario nicht nur die Bedingungen für die Landwirtschaft relativ günstig sind, sondern auch die Voraussetzungen am außerlandwirtschaftlichen Arbeitsmarkt - das Lohnniveau ist in diesem Szenario am höchsten und auch die Infrastruktur und die damit verbundene Attraktivität des außerlandwirtschaftlichen Arbeitsmarktes weisen günstigere Bedingungen auf. Dementsprechend ergeben sich für die LandwirtInnen bessere Möglichkeiten, am außerlandwirtschaftlichen Arbeitsmarkt notwendiges Einkommen zu erwerben und damit die Landwirtschaft als Nebenerwerb weiterzuführen. Die Simulation zeigt also, dass bessere Bedingungen am außerlandwirtschaftlichen Arbeitsmarkt nicht zu einem Abwandern der Arbeitskräfte von der Landwirtschaft führen, sondern im Gegenteil zu einer verstärkten Aufrechterhaltung der landwirtschaftlichen Betriebe.

Nußdorf: Intensität

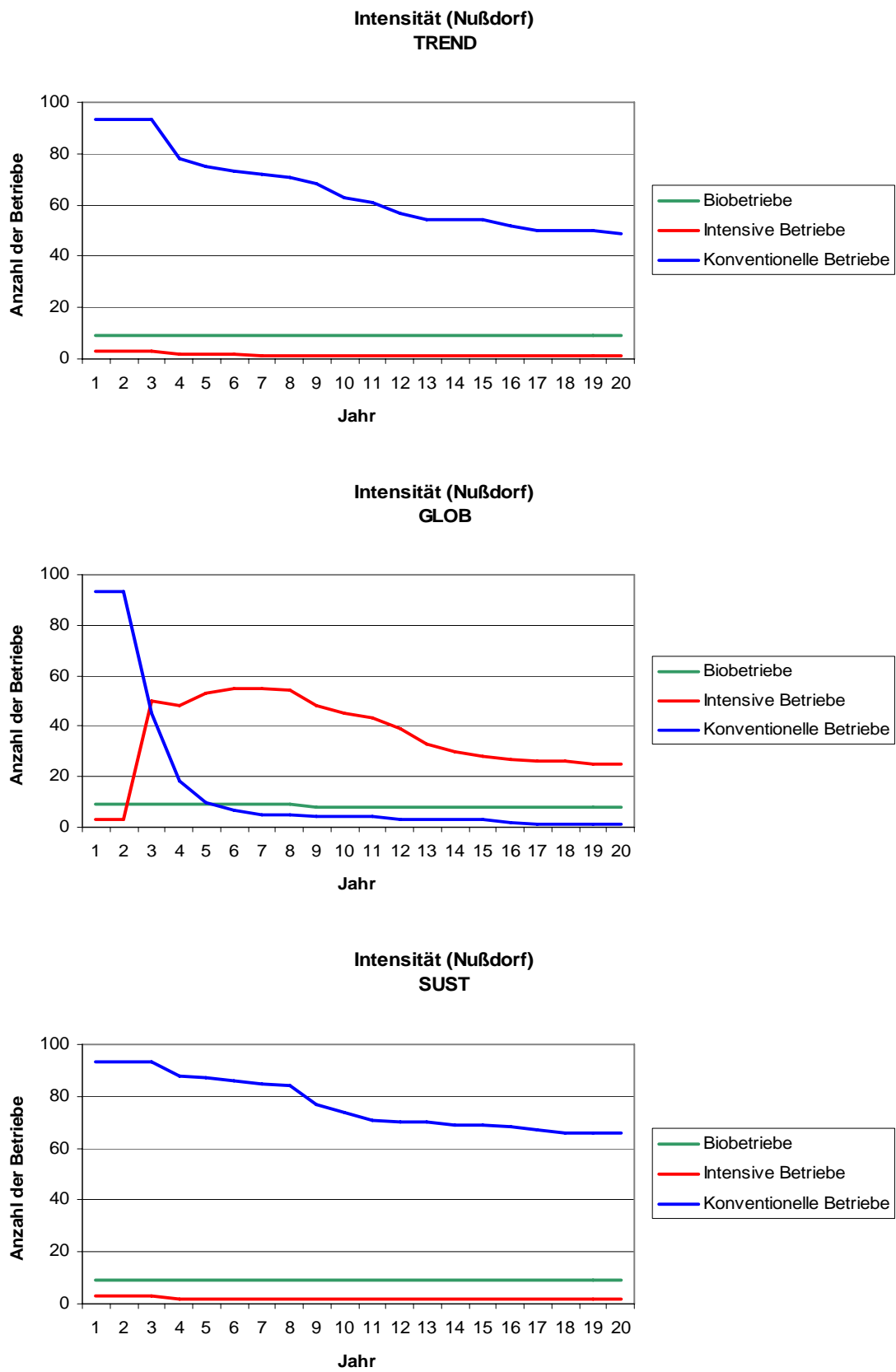


Abbildung 4: Szenarienergebnisse Intensität in Nußdorf

In Nussdorf sind die Biobetriebe, welche höhere Bioförderungen erhalten, erstaunlicherweise kaum von den Veränderungen der Rahmenbedingungen betroffen. Offensichtlich schaffen es diese wenigen Betriebe trotz erschwelter Bedingungen des Globalisierungsszenarios auf Grund ihres Nischendaseins gut zu überleben. Allerdings steigt die Anzahl der Biobetriebe auch im Nachhaltigkeitsszenario trotz erhöhter Bioförderungen und einem erhöhten Absatz von Bioprodukten kaum an. Anders hingegen verhält es sich bei den konventionellen Betrieben, bei denen eine deutliche Reaktion auf Veränderungen der Förderbedingungen zu erkennen ist. Im Nachhaltigkeitsszenario, in dem die Förderungen zwar nicht steigen, aber auch nicht dramatisch fallen, geht zwar die Anzahl der konventionell wirtschaftenden Betriebe zurück, allerdings deutlich schwächer wie im Trendszenario. Jedoch im Globalisierungsszenario, wo es keine ÖPUL und GAP Förderungen mehr gibt und die Betriebe nur noch auf Basis des Absatzes ihrer Produkte überleben, geht die Anzahl der konventionellen Betriebe schlagartig nahezu gegen 0. Die meisten dieser Betriebe steigen unmittelbar nach Streichung der Förderungen auf intensive Betriebe um. Sie halten sich damit auch weniger an Umweltauflagen und versuchen so durch intensivere Bewirtschaftung den Ertrag ihres Landes zu optimieren. Sind erst mal nahezu alle Betriebe auf intensive Landwirtschaft umgestiegen, überleben schließlich dennoch einige dieser Betriebe nicht, steigen aus der Landwirtschaft aus und pendeln sich dann bei etwa 25 Betrieben ein.

Nußdorf: Betriebstypen

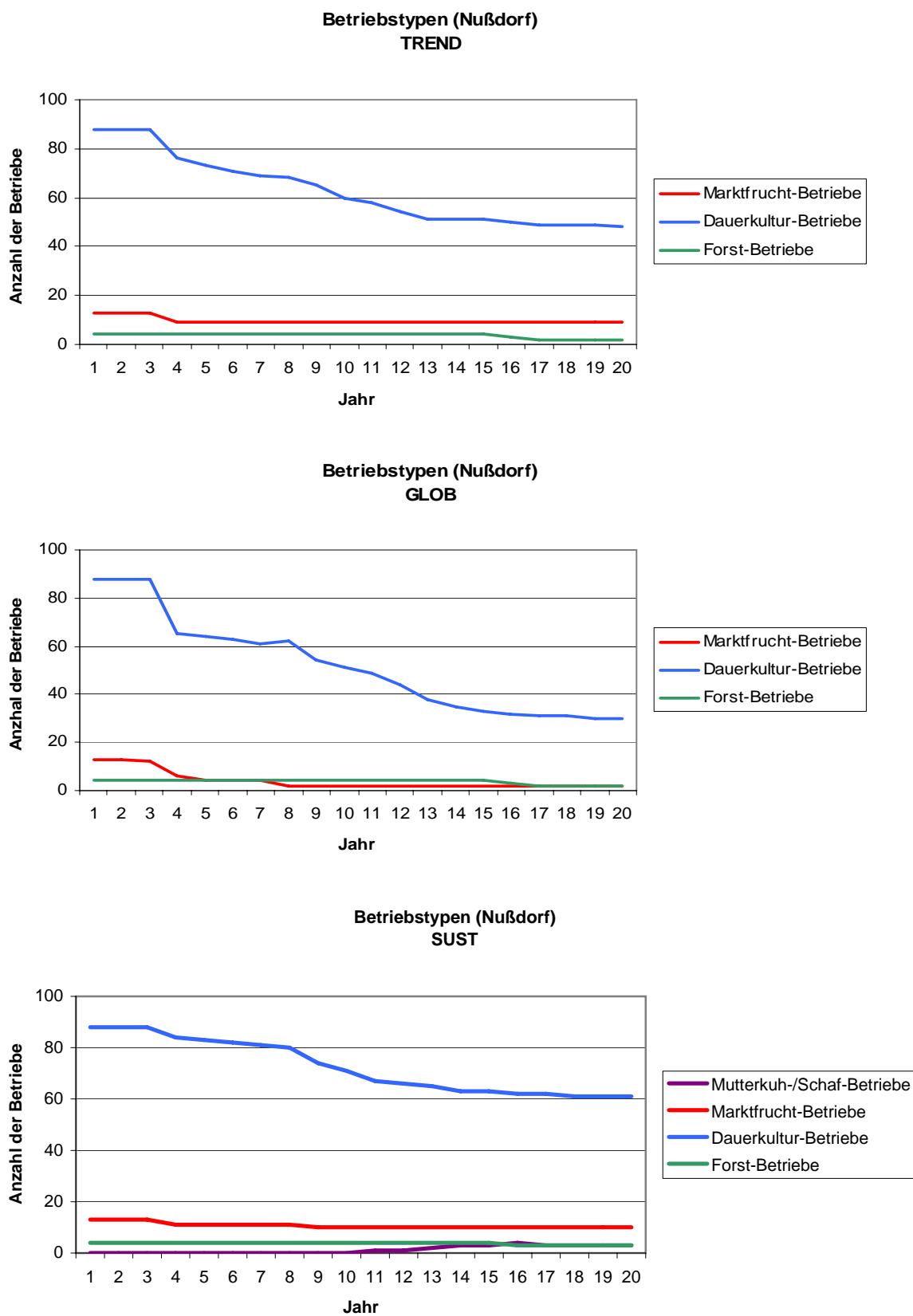


Abbildung 5: Szenarienergebnisse Betriebstypen in Nußdorf

Keine besonderen Veränderungen oder Verschiebungen gibt es in Nussdorf bei den Betriebstypen. In allen Szenarien bleibt der Betriebstyp Dauerkultur dominierend. Was auch weiters nicht verwunderlich ist, da die naturräumlichen Bedingungen der Gemeinde den Weinbau, der zum überwiegenden Teil die Dauerkulturen in diesem Gebiet prägt, begünstigen. Zusätzlich bietet der Weinbau eine relativ gute Einkommensquelle auch mit nur kleiner Fläche, die im Nebenerwerb gut bewirtschaftbar ist, lässt sich damit ein Zusatzeinkommen lukrieren. Die Marktfruchtbetriebe, von denen es zum Zeitpunkt der Initialisierung nur 13 Stück gibt, gehen im Globalisierungsszenario dem allgemeinen Betriebsrückgang folgend am stärksten zurück. Die Marktfruchtbetriebe steigen auch in den anderen beiden Szenarien zu keinem Zeitpunkt des Modellaufes. Bemerkenswert ist, dass im Nachhaltigkeitsszenario nach etwa 10 Jahren Mutterkuh/Schafhaltung/ähnliche extensive Tierhaltung, wenn auch nur maximal vier Betriebe an der Zahl, hinzukommen.

Nussdorf: Flächen

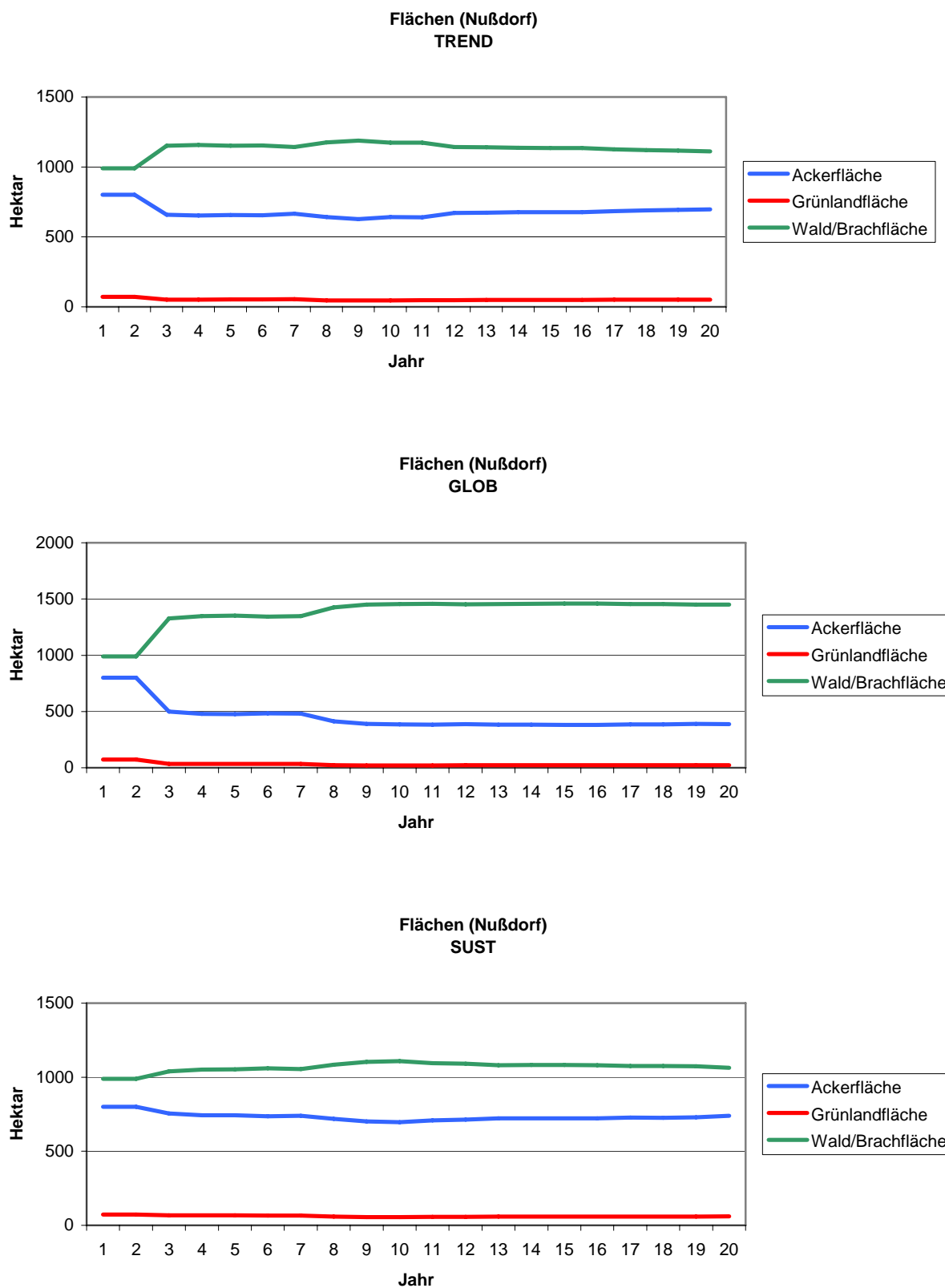


Abbildung 6: Szenarienergebnisse Flächen in Nußdorf

In allen drei Szenarien geht die landwirtschaftlich bewirtschaftete Fläche von Nußdorf ob der Traisen zurück, allerdings in einem sehr unterschiedlichen Ausmaß. Im Trendszenario gehen etwas mehr als 20% der bewirtschafteten Fläche verloren. Am deutlichsten sinkt der Flächenanteil in den ersten 10 Simulationsjahren, danach scheinen sich die übriggebliebenen Betriebe mit den neuen Förderbedingungen besser zu recht zu finden und der Anteil der bewirtschafteten Fläche zeigt wieder einen leichten Aufwärtstrend. Nach den ersten drei Jahren geht die bewirtschaftete Ackerfläche von 800 auf fast 600ha zurück, steigt dann wieder (aufgrund von steigender Pachtnachfrage) auf eine Fläche von zirka 700ha an. Beim Wald/Brachland verhält es sich genau umgekehrt, mit den abnehmenden Ackerflächen steigen zunächst die Brachflächen. Nachdem dann aber wieder gewisse Flächen zu Ackerland werden, gehen im selben Ausmaß Brachflächen zurück. Ein ganz ähnliches Bild weist das Nachhaltigkeitsszenario auf. Nur zeigen hier die Kurven einen deutlich flacheren Verlauf auf, weil durch die verhältnismäßig günstigere Fördersituation und die besseren Preisniveaus am Markt, sich die landwirtschaftlichen Betriebe weitaus besser mit den Rahmenbedingungen zurecht finden und dementsprechend weniger Flächen aus der Bewirtschaftung genommen werden. Hingegen im Globalisierungsszenario zeigt sich eine drastische Verschiebung in den Landnutzungskategorien. Die bewirtschaftete Fläche geht um die Hälfte zurück. Ebenso sinkt die Ackerfläche von ursprünglich 800ha um 50% auf ca. 400ha. Im selben Ausmaß wie die landwirtschaftlich bewirtschaftete Fläche zurückgeht steigt die Waldfläche inklusive der verwaldeten Flächen um ein Drittel auf 1.500ha an.

Nußdorf: Betriebsgrößenklassen

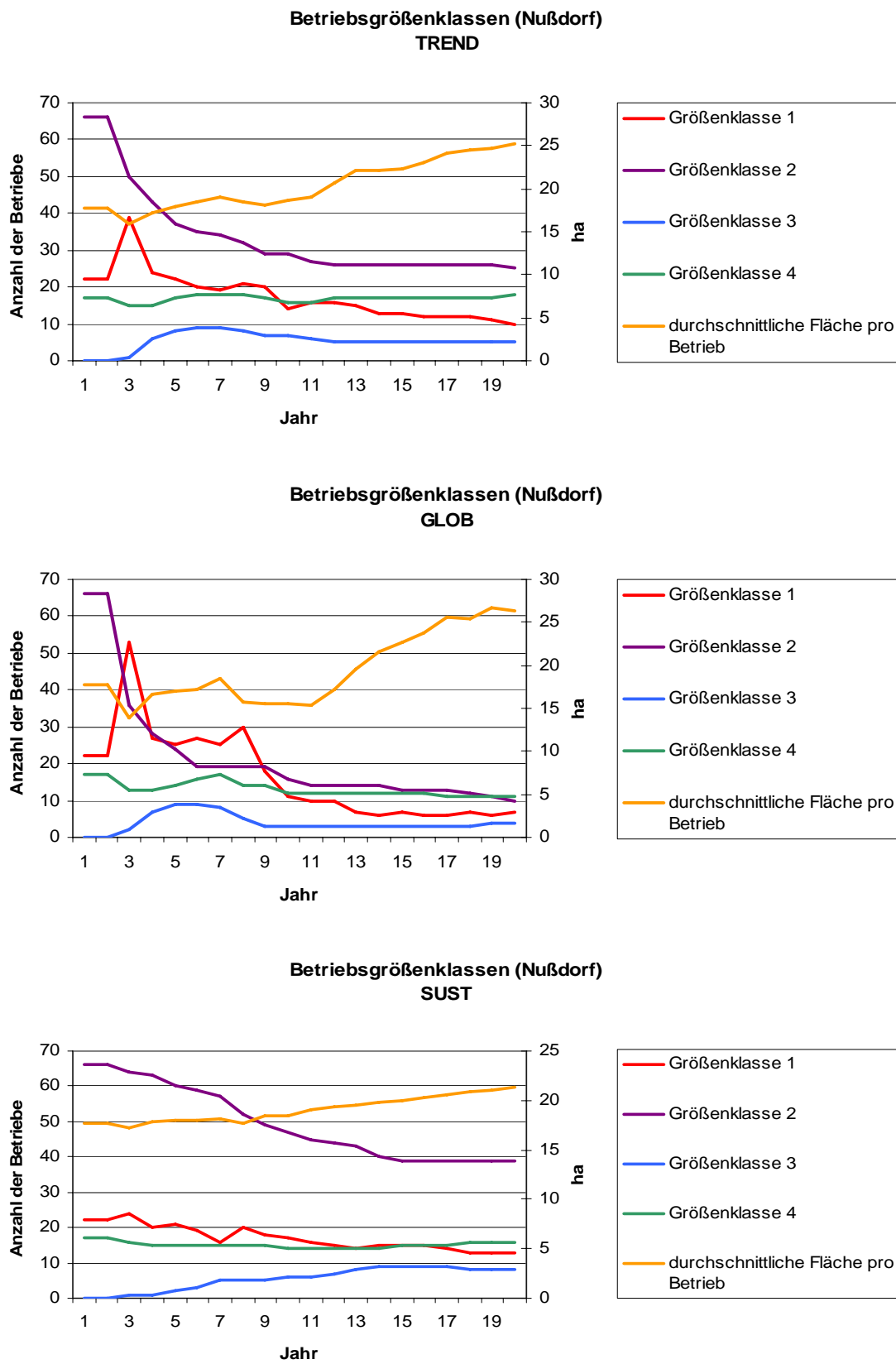


Abbildung 7: Szenarienergebnisse Betriebsgrößenklassen in Nußdorf

Die meisten Betriebe gehören zur Ausgangssituation der zweiten Größenklasse an, besitzen also zwischen 10 und 15ha Fläche. In allen drei Szenarien ist erkennbar, dass die Anzahl der Betriebe im Allgemeinen und damit auch speziell in dieser Größenklasse drastisch auf Grund der Rahmenbedingungen abnimmt. Da die Betriebe nicht sofort die gesamte Fläche loswerden, sondern sukzessive beginnen, ihre Fläche zu reduzieren, werden sie bei diesem Prozess automatisch Betriebe der Größenklasse 1 mit weniger als 10ha bewirtschafteter Fläche. Diese Entwicklung ist in allen Szenarien an einem mehr oder weniger deutlich ausgeprägten Anstieg der Kurve der Größenklasse 1 zu erkennen. Sind Betriebe erst mal in die kleinste Größenklasse gerutscht und versuchen sie weiterhin Fläche abzutreten, um aus der Landwirtschaft auszusteigen, fallen sie erst dann aus dem Modell als landwirtschaftliche Betriebe heraus. Auch bei dieser Größe sind die Entwicklungen im Globalisierungsszenario am drastischsten. Von den über 60 Betrieben der Größenklasse 2 bleiben am Ende der Laufzeit nach 20 Jahren nur noch etwa 10 Betriebe über. Die großen Betriebe mit über 20ha Bewirtschaftungsfläche schaffen es in allen drei Szenarien in etwa gleich gut zu überleben. Somit können diese wenigen großen Betriebe auch bei den ungünstigen Bedingungen des Globalisierungsszenarios relativ gut ihr Einkommen mit erträglichem Arbeitsaufwand erwirtschaften. Das entspricht auch den Angaben der Experten, die einhellig der Meinung sind, dass unter den verschärften Förderbedingungen vor allem die kleinen und mittelgroßen Betriebe leiden und es immer ein paar wenige große Betriebe geben wird, die sich auch an ungünstige Situationen anpassen können. Dieser Trend lässt sich auch an der stetigen Zunahme der durchschnittlichen Betriebsgröße in allen drei Szenarien erkennen. Auch unter den relativ günstigen Bedingungen des Nachhaltigkeitsszenarios werden die Durchschnittsgrößen der Betriebe steigen.

Nußdorf: Einkommen pro Person

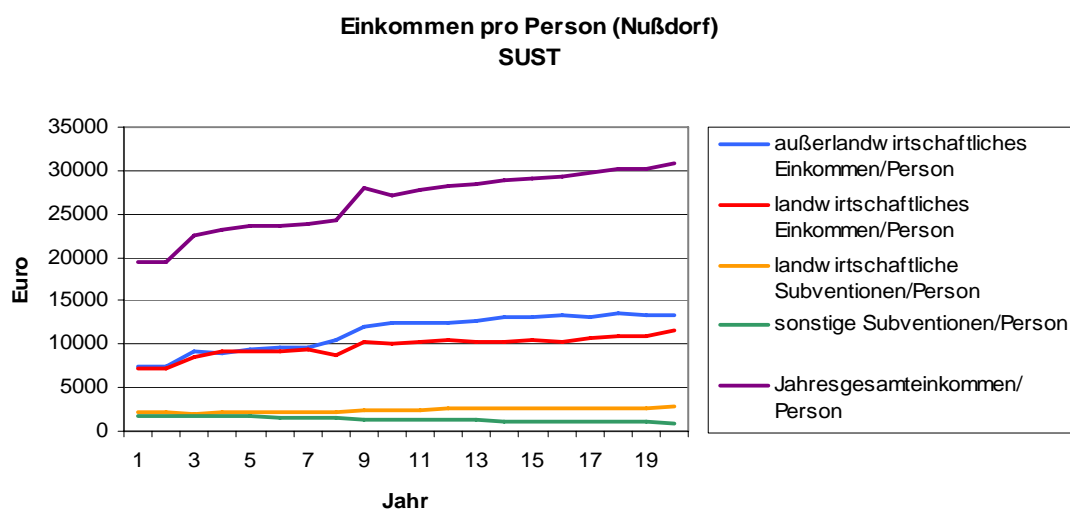
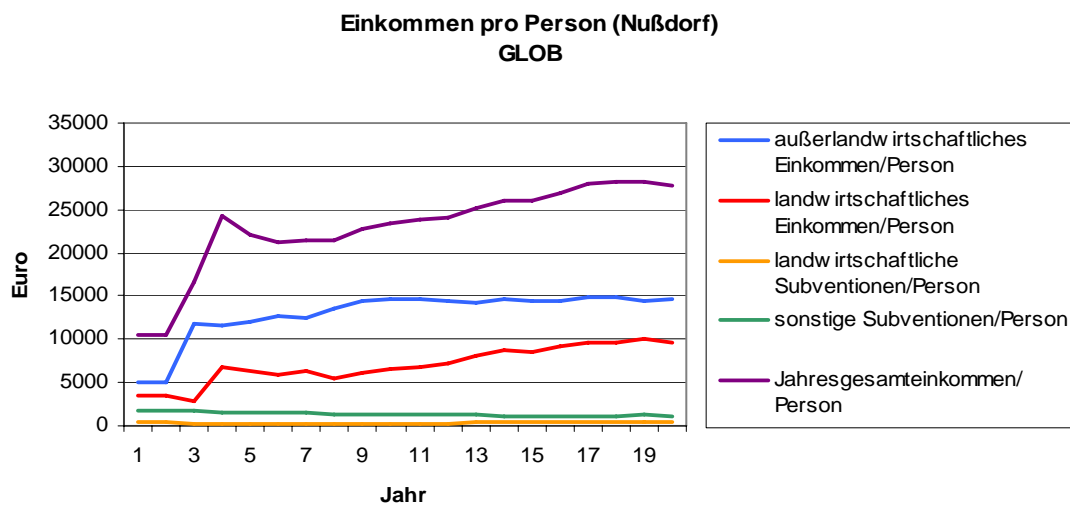
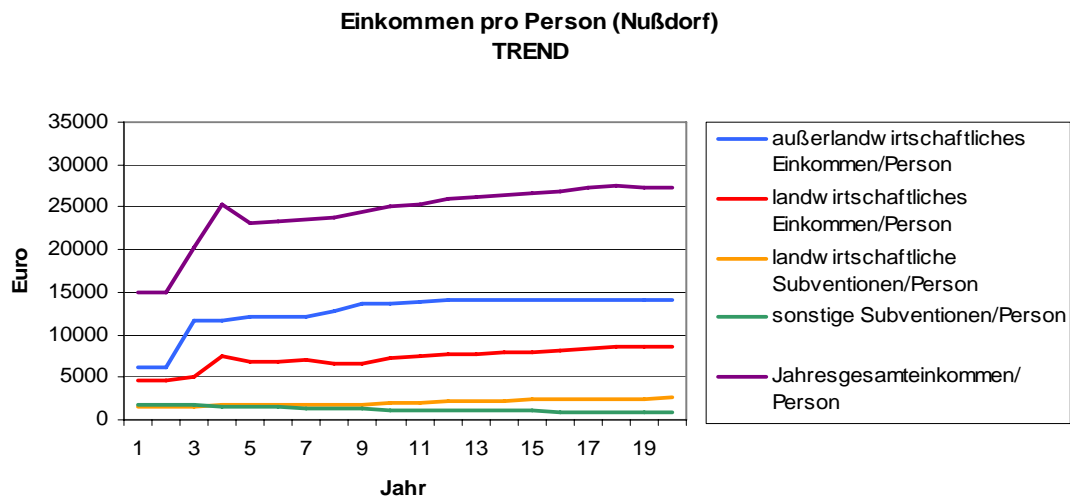


Abbildung 8: Szenarienergebnisse Einkommen/Person in Nußdorf

Das Niveau des durchschnittlichen Jahreseinkommens pro Person liegt im Nachhaltigkeitsszenario mit etwa 300.000€ am höchsten. Im Trend- wie auch im Globalisierungsszenario liegt das Durchschnittseinkommen unter 28.000€. In allen drei Szenarien liegt das außerlandwirtschaftliche Einkommen immer über dem des landwirtschaftlichen Einkommens. Jedoch im Nachhaltigkeitsszenario nähern sich die beiden Kurven einander sehr an, was bedeutet, dass die Kluft zwischen diesen beiden Einkommensquellen geringer wird. Obwohl im Nachhaltigkeitsszenario der Stundenlohn für außerlandwirtschaftliche Tätigkeiten am höchsten ist, entschließen sich viele Betriebe auf Grund der besseren Situation in der Landwirtschaft dennoch dazu, einen beachtlichen Teil ihres Einkommens mit landwirtschaftlichen Tätigkeiten zu erwerben.

Nußdorf: Arbeitszeit pro Betrieb

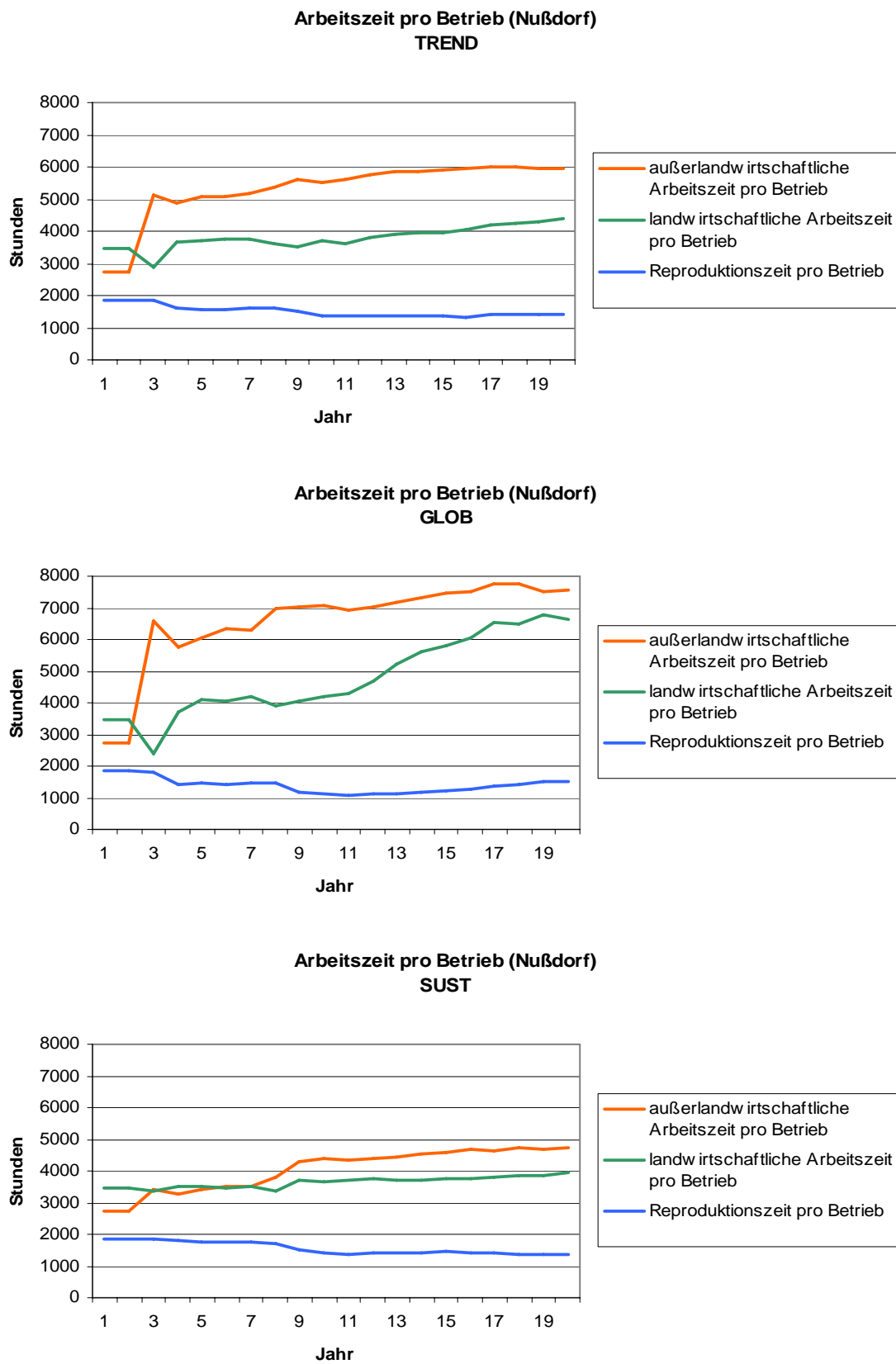


Abbildung 9: Szenarienergebnisse Arbeitszeit pro Betrieb Nußdorf

Ähnlich wie beim Einkommen verhält es sich auch bei der Arbeitszeit. In allen drei Szenarien liegt die außerlandwirtschaftliche Arbeitszeit über der landwirtschaftlichen Arbeitszeit. Insgesamt steigt die Anzahl der Arbeitsstunden unter allen angenommenen Rahmenbedingungen an, wenngleich dies wieder im Nachhaltigkeitsszenario am geringsten der Fall ist und im Globalisierungsszenario am stärksten. Da die Grafiken die Arbeitszeit pro Betrieb darstellen und die notwendige Reproduktionszeit (z. B. Hausarbeit, Kinderbetreuung usw.) pro Person konstant angenommen wird über die gesamte Laufzeit, zeigt die Reproduktionskurve die Entwicklungen der Anzahl der Familienmitglieder am Hof an. Diese sinkt in allen drei Szenarien, nimmt aber erstaunlicherweise im Globalisierungsszenario nach den ersten 10 Jahren wieder zu. Das könnte ein Hinweis darauf sein, dass in den wenigen Betrieben, die unter diesen Umweltbedingungen überleben und vorwiegend große Betriebe sind, ein Großteil der Familie am Hof lebt und in der Landwirtschaft tätig ist.

Hainfeld: Erwerbsart

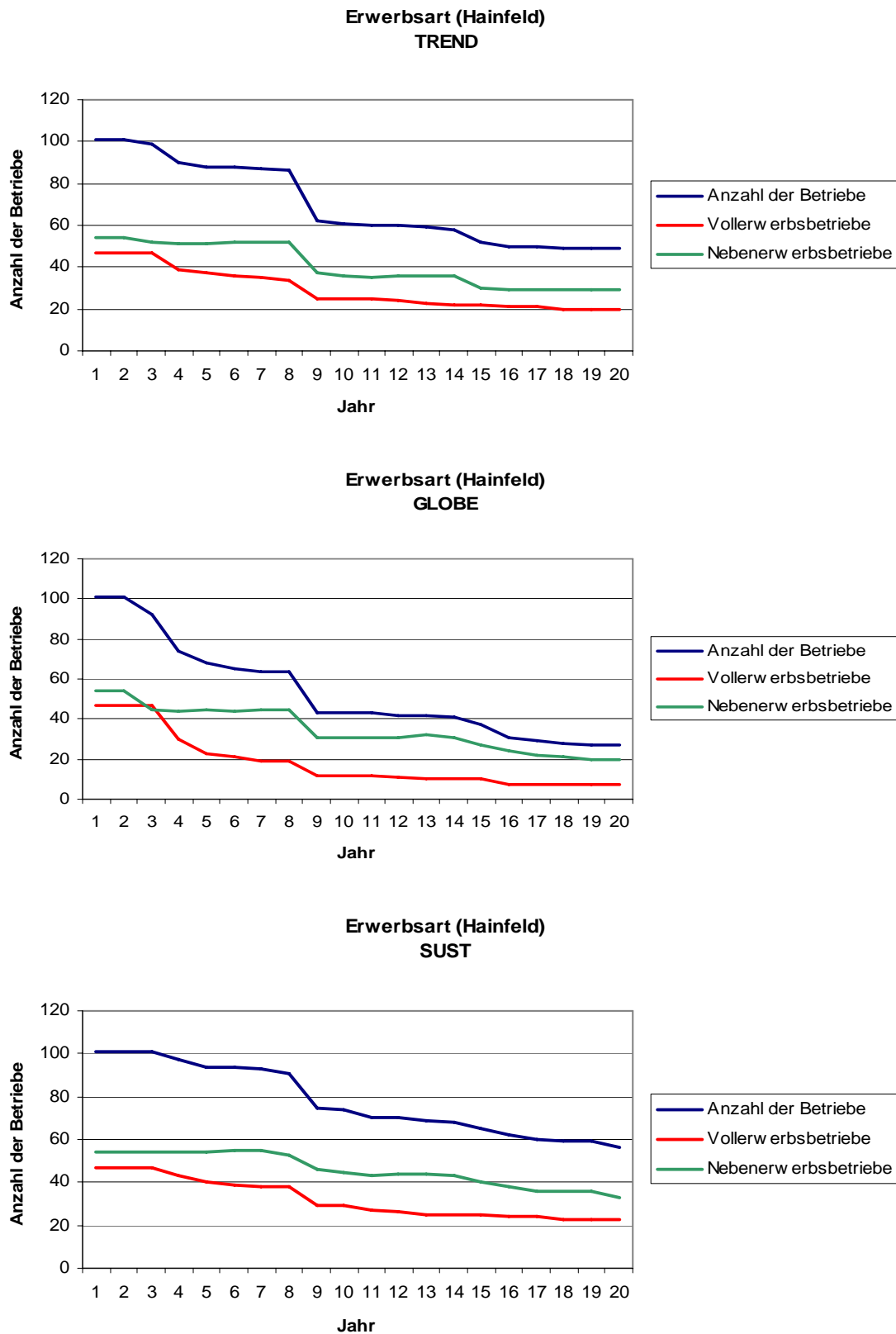


Abbildung 10 : Szenarienergebnisse Erwerbsart in Hainfeld

Die Gesamtzahl aller Betriebe in der Gemeinde Hainfeld fällt in allen drei Szenarien wobei sie nach Ablauf der 20 Jahre von ursprünglich 101 im Nachhaltigkeitsszenario auf 56 im Trendszenario auf 49 und im Globalisierungsszenario auf 27 sinkt. Das zeigt, dass der derzeit stattfindende Strukturwandel noch nicht abgeschlossen ist und sich selbst unter guten ökonomischen Rahmenbedingungen noch einige Jahre fortsetzen wird.

Die Verteilung nach Erwerbsart ist in allen Szenarien relativ konstant wobei die Anzahl der Nebenerwerbsbetriebe über den gesamten Modellierungszeitraum größer ist als jene der Vollerwerbsbetriebe.

Hainfeld: Intensität

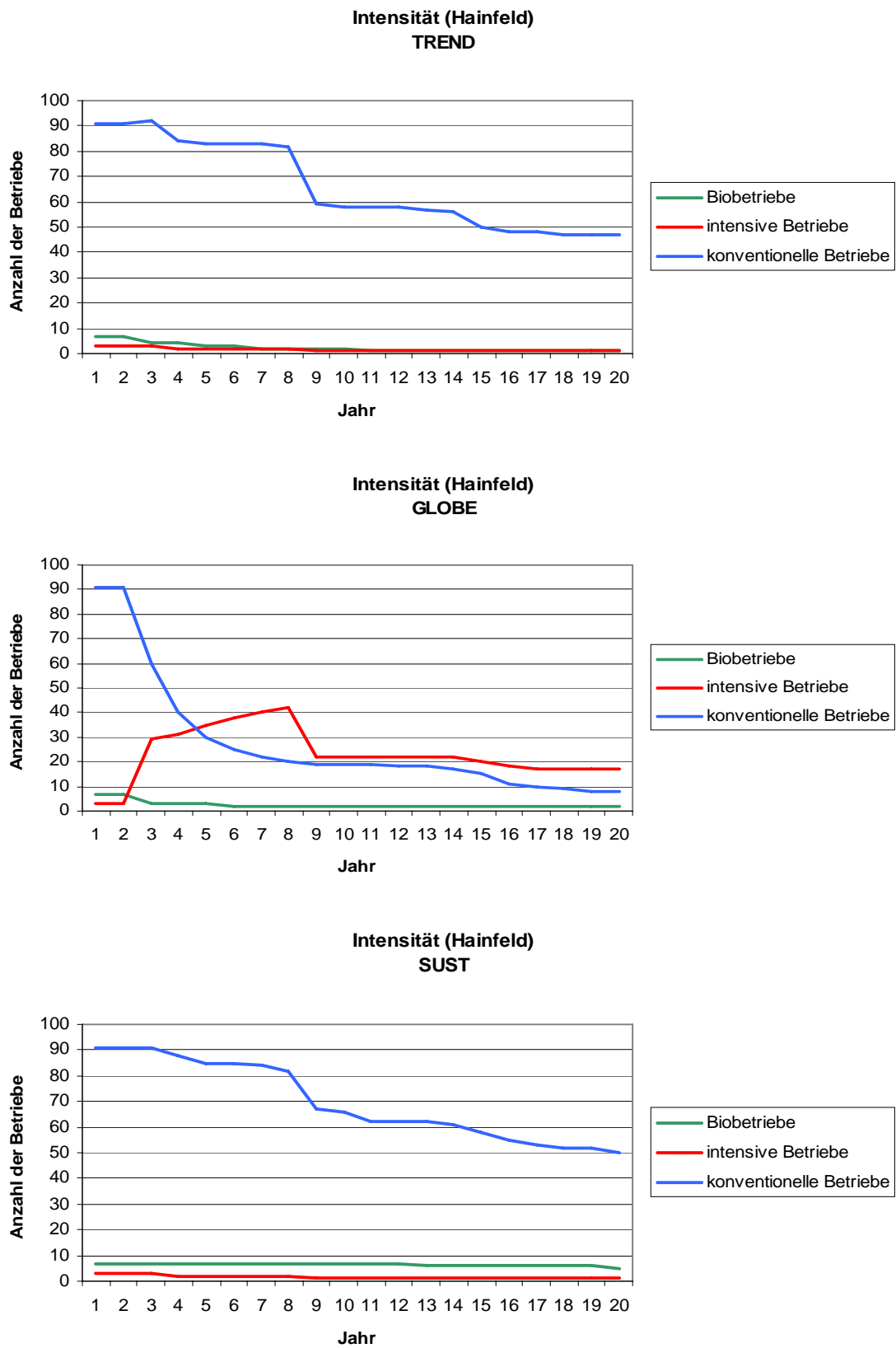


Abbildung 11 : Szenarienergebnisse Intensität in Hainfeld

Wie in der Methodik beschrieben, unterscheiden sich die Betriebe im Modell je nach Intensität der Bewirtschaftung in Biobetriebe, konventionelle Betriebe und intensive Betriebe. Für das Trend- und das Nachhaltigkeitsszenario zeigt sich dabei ein sehr ähnlicher Kurvenverlauf, wobei im Nachhaltigkeitsszenario die Zahl der Biobetriebe in Relation zum Trendszenario nach 20 Jahren erwartungsgemäß höher liegt. Dieser Umstand ist rückführbar auf die günstigeren Förderbedingungen und Preise im Rahmen des Nachhaltigkeitsszenarios, wobei allerdings verwunderlich ist, dass die Gesamtzahl der Biobetriebe auch in diesem Szenario sinkt. Die Zahl der Intensivbetriebe, ist in beiden Szenarien sehr gering und im Verlauf abnehmend, während die Zahl der konventionellen Betriebe, welche entsprechend den ÖPUL Richtlinien ihre Flächen bewirtschaften, von Anfangs 91 auf 50 im Nachhaltigkeits- bzw. knapp darunter im Trendszenario abnimmt. Eine ganz andere Entwicklung zeigt sich im Globalisierungsszenario: die Zahl der konventionellen Betriebe sinkt in den ersten 5 Jahren dramatisch von 91 auf ca. 20 Betriebe und in weiteren Folge bis zum Ablauf der 20 Jahre auf 9 Betriebe. Hingegen steigt die Zahl der Intensivbetriebe am Beginn auf über 40 Betriebe an und pendelt sich ab dem 9 Jahr relativ stabil bei rund 20 Betrieben ein. Die Anzahl der Biobetriebe ist erwartungsgemäß niedrig und liegt ab dem 5 Jahr konstant bei 2 Betrieben. Der Grund dafür ist die drastische Reduktion der GAP und ÖPUL Fördermittel. Der Landwirt wird sich unter dieser Annahme nicht mehr an den ÖPUL-Richtlinien orientieren, da der finanzielle Anreiz fehlt und es werden alle Möglichkeiten zur Steigerung der Intensität wahrgenommen.

Hainfeld: Betriebstypen

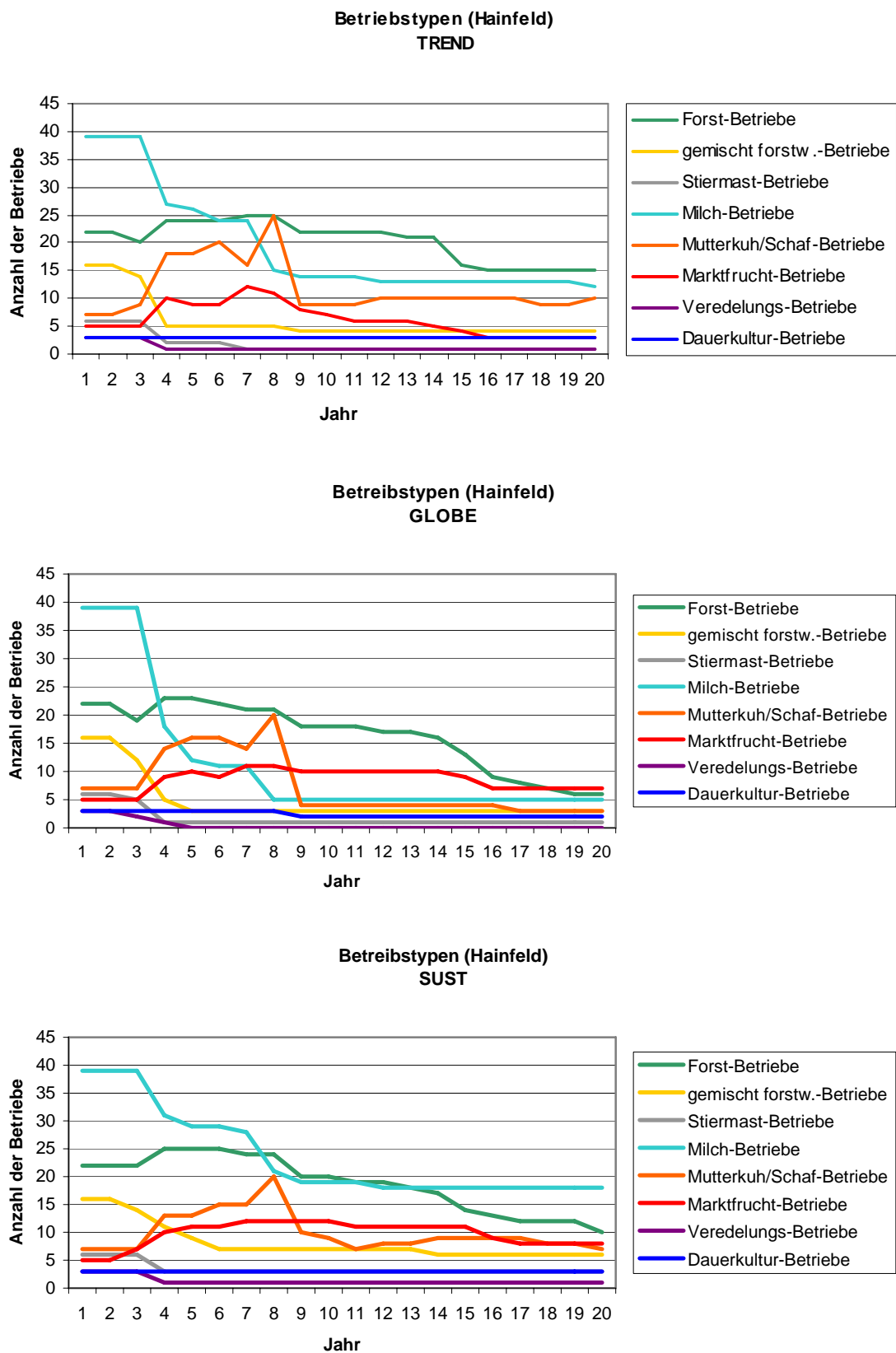


Abbildung 12 : Szenarienergebnisse Betriebstypen in Hainfeld

Bezüglich der Betriebstypen kommt es unter den verschiedenen Szenarienannahmen zu recht unterschiedlichen Entwicklungen. Im Trendszenario nimmt die Zahl der Milchbetriebe, der ursprünglich dominierende Betriebstyp Hainfelds, im Modelllauf deutlich ab, sodass nach 20 Jahren die in geringerem Maße reduzierten Forstbetriebe zahlenmäßig am stärksten vertreten sind. Die einzige Kategorie die am Ende des Trendszenarios mehr Höfe zählt als zu Beginn des Untersuchungszeitraums ist der Betriebstyp Mutterkuh.

Im Globalisierungsszenario brechen die ursprünglich stark dominierenden Milchbetriebe fast zur Gänze weg und auch die ehemals zahlreichen Forstbetriebe verlieren an Bedeutung, während die Marktfruchtbetriebe als einzige Gruppe zulegen und nach 20 Jahren der dominante Betriebstyp sind.

Im Nachhaltigkeitsszenario gibt es die geringsten Verschiebungen. Auffällig ist allerdings, dass die Zahl der Marktfruchtbetriebe wie schon im Globalisierungsszenario steigt und diese am Ende des Untersuchungszeitraums nach Milch- und Forstbetrieben die drittstärkste Gruppe darstellen.

Hainfeld: Flächen

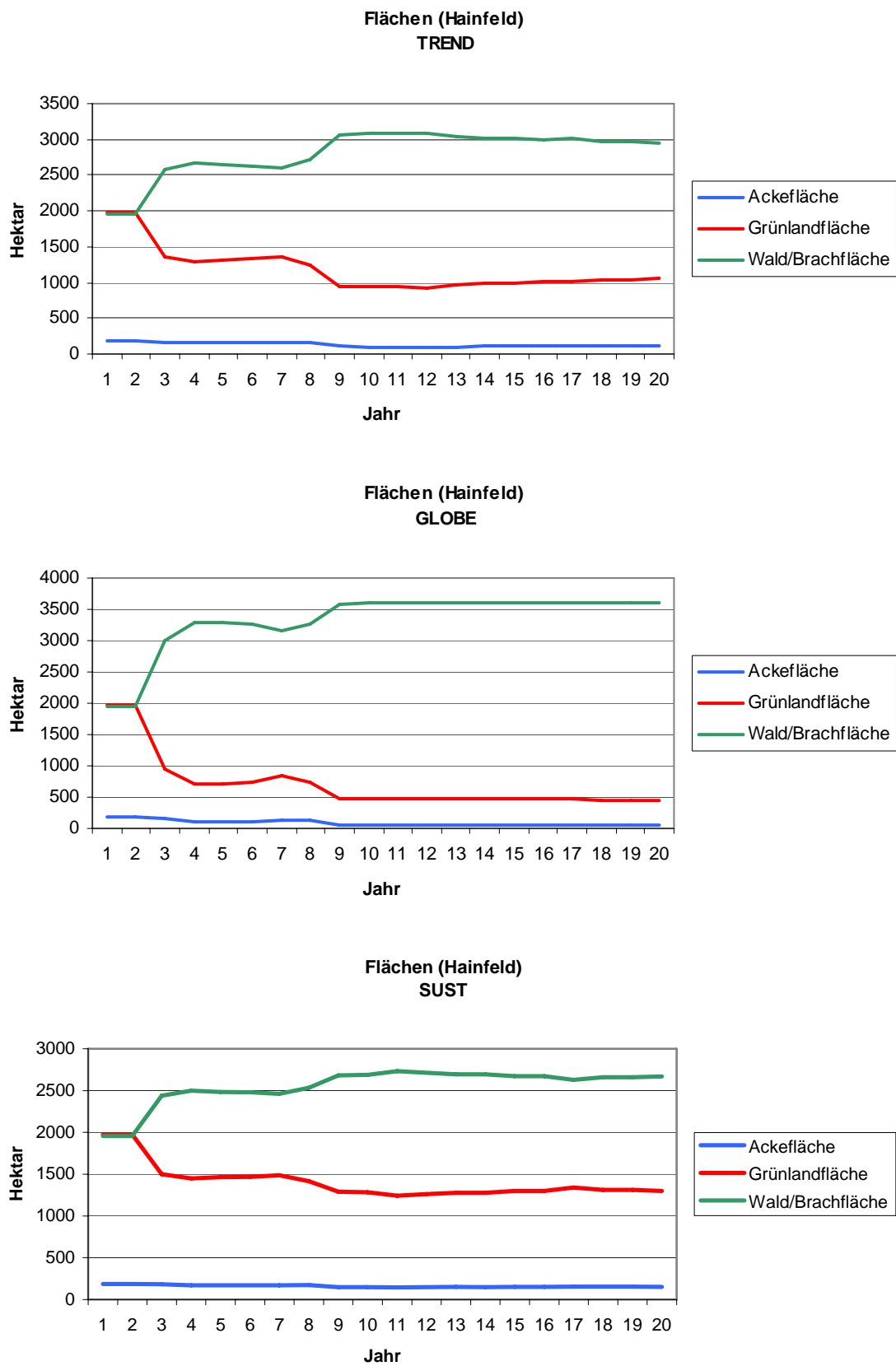


Abbildung 13 : Szenarienergebnisse Flächen in Hainfeld

In allen Szenarien steigt der Waldanteil und sinkt der Anteil der bewirtschafteten Fläche, wenngleich in sehr unterschiedlicher Ausprägung. Während sich im Nachhaltigkeitsszenario der Anteil der Wald- und jener der bewirtschafteten Fläche ab dem zehnten Jahr die Waage halten, kommt es im Trendszenario schon im 9. Jahr in Relation zur bewirtschafteten Fläche zu einer überhand nehmenden Verwaldung und im Globalisierungsszenario kreuzen sich die beiden Kurven bereits im 3. Jahr, wobei hier der Wald nach Ablauf des Untersuchungszeitraums mit Abstand die größte Fläche einnimmt. Nach 20 Jahren beträgt die Reduktion der bewirtschafteten Fläche im Nachhaltigkeitsszenario 35%, im Trendszenario 46% und im Globalisierungsszenario 76 %, während der Waldanteil in gleicher Reihenfolge um 36%, um 50% bzw. um 85% steigt. Die Kurvenverläufe prognostizieren demnach vor allem im Globalisierungsszenario einen massiven Rückzug der Landwirtschaft aus der Fläche und damit einhergehend starke Veränderungen der ökologischen und landschaftsbildlichen Gegebenheiten. Diese Entwicklung ist auf die, diesem Szenario zugrunde liegenden, schwieriger werdenden ökonomischen Bedingungen zurückzuführen. Wobei festzustellen ist, dass auch in den beiden anderen Szenarien der Trend in dieselbe Richtung geht.

Hainfeld: Betriebsgrößenklassen

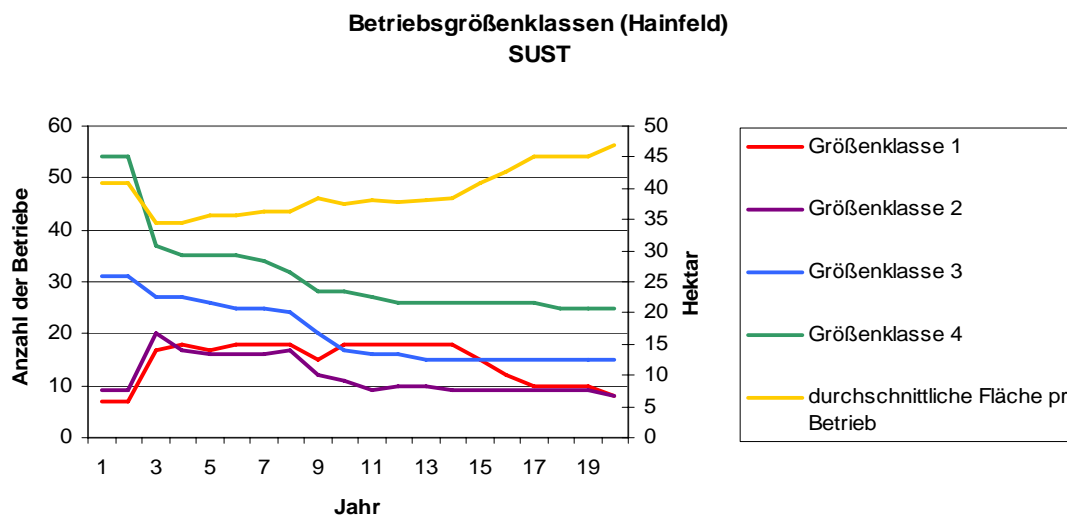
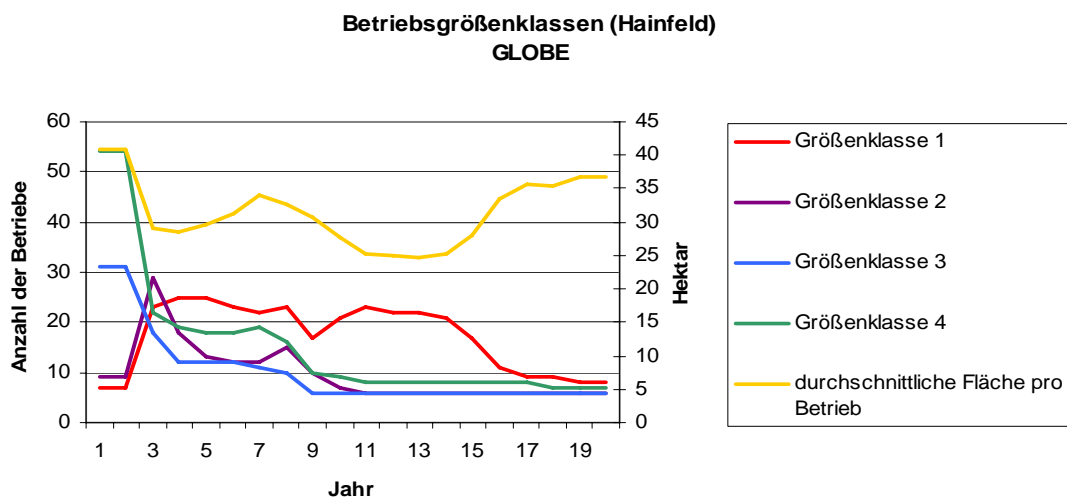
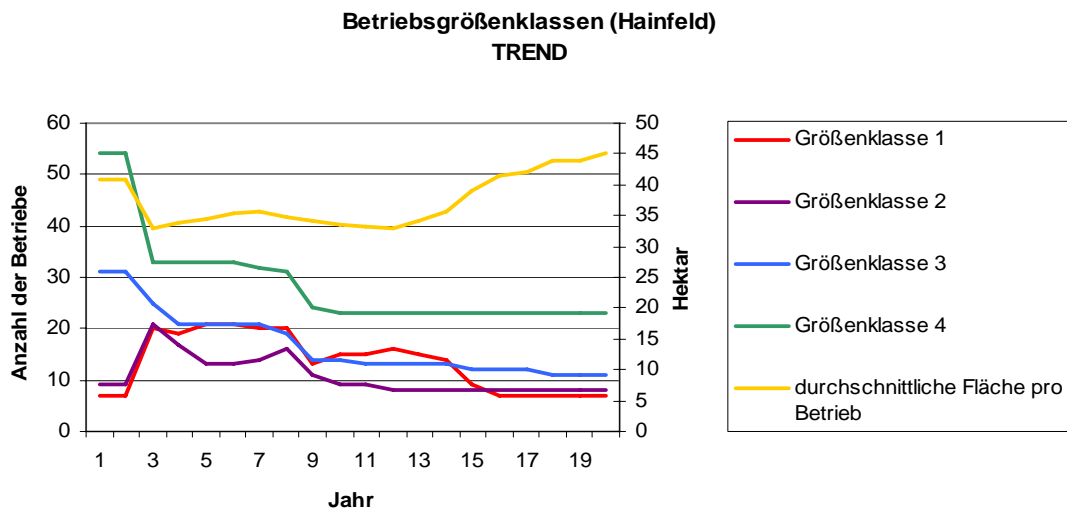


Abbildung 14 : Szenarienergebnisse Betriebsgrößenklassen in Hainfeld

Im Trend- und Nachhaltigkeitsszenario bleibt über den gesamten Modellierungszeitraum die Größenklasse 4, also Betriebe mit mehr als 40 ha bewirtschafteter Fläche, am stärksten vertreten. Im Gegensatz dazu scheint das Globalisierungsszenario die kleinen Betriebe zu begünstigen die in diesem Szenario ab dem 3. Jahr die anteilmäßig größte Gruppe darstellen. Die Erklärung für diese intuitiv „falsche Entwicklung“ ist in der Modellstruktur zu finden, in der die landwirtschaftlichen Betriebe ihre Flächen kaskadisch verpachten. Dadurch reduziert beispielsweise ein Betrieb der Größenklasse vier seine Fläche nicht sofort auf null, sondern gibt sukzessive Flächen ab und durchläuft dadurch die einzelnen Größenklassen nach unten, bis er letztlich die Bewirtschaftung einstellt. Dieser Umstand erklärt auch den anfänglichen Knick in der durchschnittlich bewirtschafteten Fläche: während Betriebe die mit ihrer Situation nicht zufrieden sind schon im ersten Jahr Flächen abgeben können, erlaubt die Modellstruktur eine Betriebsaufgabe erst nach mehrjähriger Unzufriedenheit.

Während im Trend- und Nachhaltigkeitsszenario die Verteilung der Größenklassen nach Ablauf der 20 Jahre relativ unverändert bleibt, kommt es im Globalisierungsszenario auch aufgrund der vermehrten Betriebsaufgaben zu starken Verschiebungen in der Verteilung der Größenklassen. Analog dazu beschreibt die Durchschnittsgröße der bewirtschafteten Fläche je Betrieb einen sehr welligen Verlauf und erreicht nach Ablauf der 20 Jahre 37 ha, während sie in den beiden anderen Szenarien nach einem Knick (s.o.) kontinuierlich auf ca. 45 ha ansteigt. Die Tatsache dass die Durchschnittsfläche im Globalisierungsszenario trotz vermehrter Betriebsaufgaben geringer ansteigt als in den beiden anderen Szenarien erklärt sich daraus, dass in diesem Szenario ein Großteil der Gemeindefläche (die wenig produktiven Flächen) nicht mehr bewirtschaftet wird, sondern als kurzfristig nicht forstwirtschaftlich genutzter Wald oder Brache endet.

Hainfeld: Einkommen pro Person

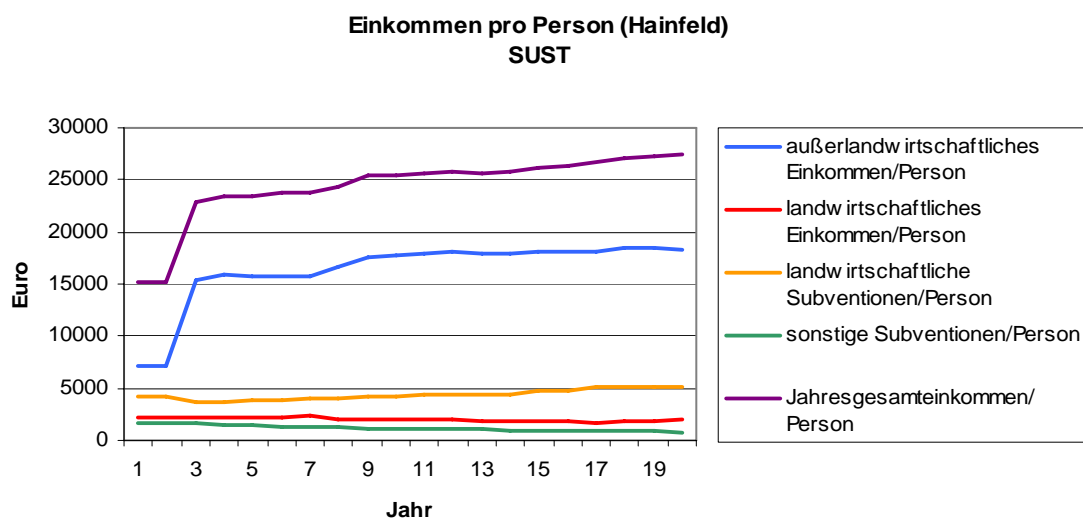
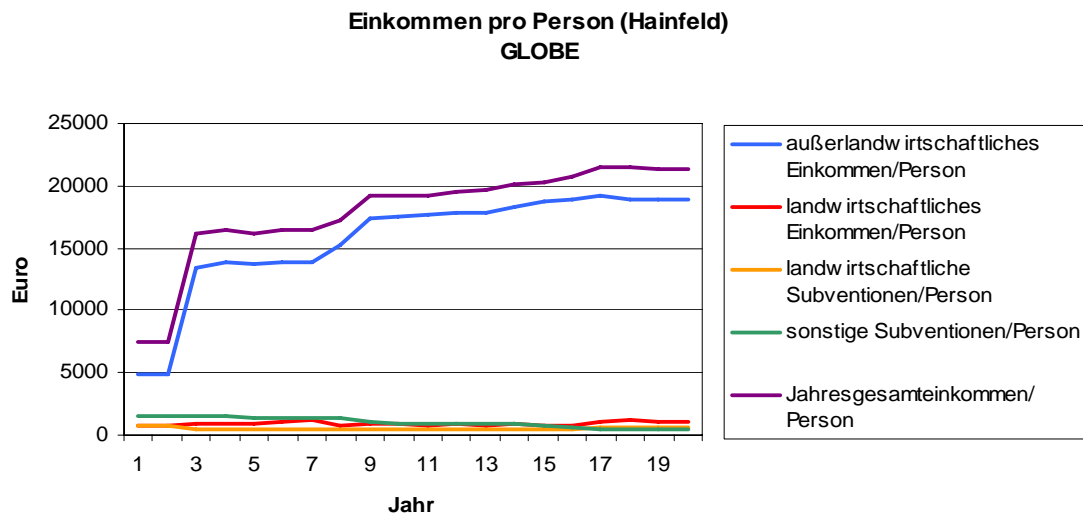
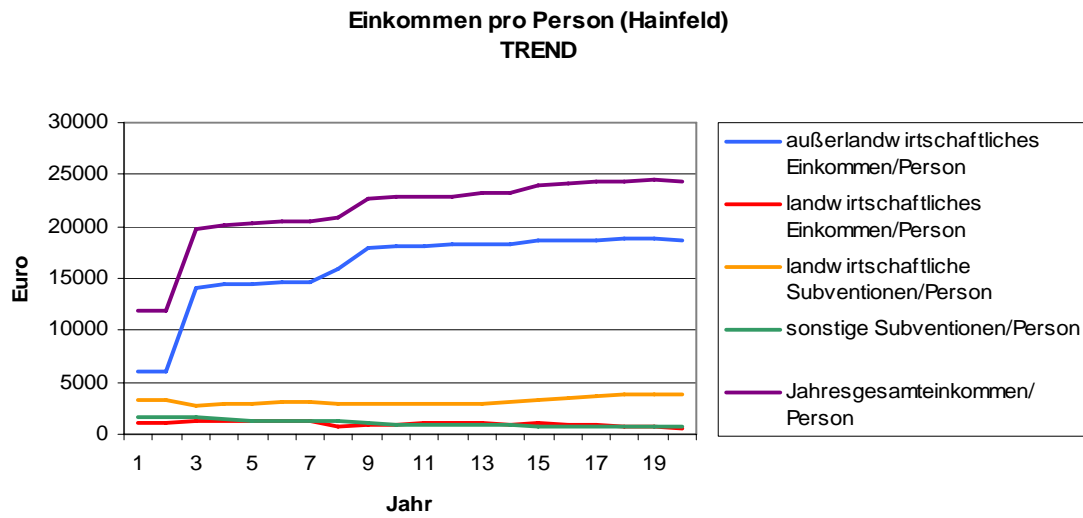


Abbildung 15 : Szenarienergebnisse Einkommen/Person in Hainfeld

Das Gesamteinkommen je Person wird in allen Szenarien steigen, wobei das Nachhaltigkeitsszenario für die Betriebe wirtschaftlich am interessantesten ist. Das steigende Einkommen ist allerdings nicht getrennt von der geleisteten Arbeitszeit zu betrachten die ebenfalls in allen Szenarien stark ansteigt (s.u.).

Anteilmäßig trägt das außerlandwirtschaftliche Einkommen am stärksten zum Gesamteinkommen bei, wobei die "Abhängigkeit" vom außerlandwirtschaftlichen Einkommen im Globalisierungsszenario am deutlichsten und im Nachhaltigkeitsszenario am geringsten ist. Das steigende Gesamteinkommen ist auf das steigende außerlandwirtschaftliche Einkommen zurückzuführen, zumal die Einkünfte aus der Landwirtschaft und aus den Subventionen in allen Szenarien stagnieren oder geringer werden.

Hainfeld: Arbeitszeit pro Betrieb

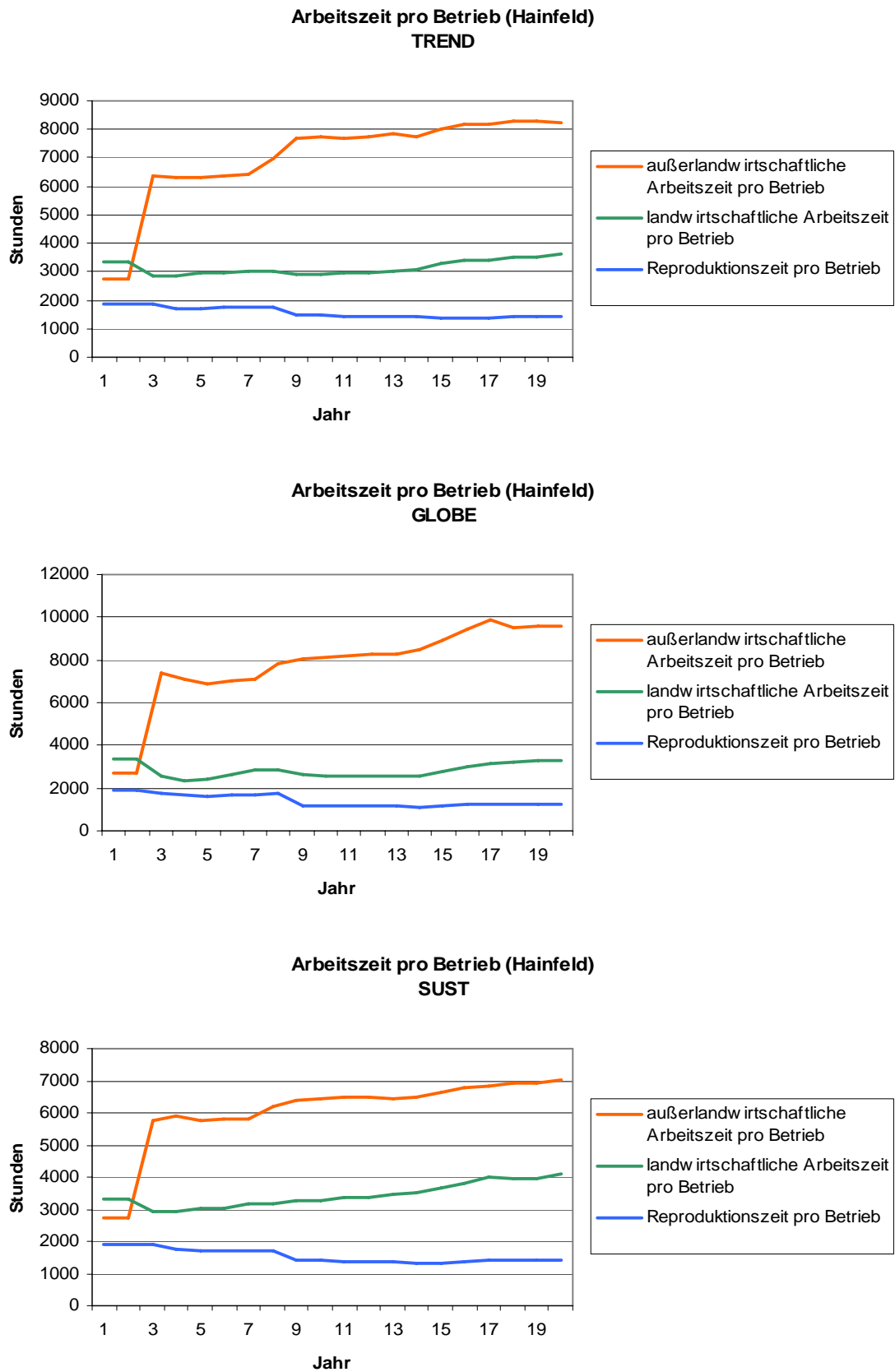


Abbildung 16 : Szenarienergebnisse Arbeitszeit in Hainfeld

Die Veränderungen der Arbeitszeit je Betrieb zeigen in allen drei Szenarien einen ähnlichen Verlauf wobei sich die absoluten Zahlen schon deutlich voneinander unterscheiden. Die in allen Szenarien steigende außerlandwirtschaftliche Arbeitszeit nimmt nach Ablauf des Untersuchungszeitraums im Nachhaltigkeitsszenario einen Wert von ca. 7000 Stunden im Trendszenario ca. 8240 und im Globalisierungsszenario ca. 9560 Stunden an. Umgekehrt stellt sich das Bild im Bereich der landwirtschaftlichen Arbeitszeit dar - hier ist der Stundenaufwand im Nachhaltigkeitsszenario mit knapp über 4000 Stunden am höchsten knapp gefolgt von Trend- und Globalisierungsszenario. Der Zeitaufwand für Reproduktion (z. B. Hausarbeit, Kinderbetreuung usw.) sinkt in allen Szenarien leicht ab, was auf die geringere Zahl der am Hof lebenden Menschen zurückzuführen ist.

5. Interaktive Nutzerschnittstelle

Das entwickelte Modell soll sowohl die Simulation unterschiedlicher globaler Entwicklungsszenarien ermöglichen als auch ein Umdenken der relevanten Akteure in Richtung Nachhaltigkeit zumindest anstoßen und den Prozess der Formulierung von Handlungsoptionen gemeinsam mit regionalen Stakeholdern unterstützen. Daher wurde das Modell mit einer interaktiven Nutzerschnittstelle ausgestattet, die es dem Nutzer ermöglicht, Rahmenbedingungen wie z. B. Fördersätze oder Preise landwirtschaftlicher Produkte während der Simulation zu verändern und die Auswirkungen dieser Veränderung auf mehrere Systemvariable zu beobachten.

Die folgende Abbildung zeigt die graphische Nutzerschnittstelle:

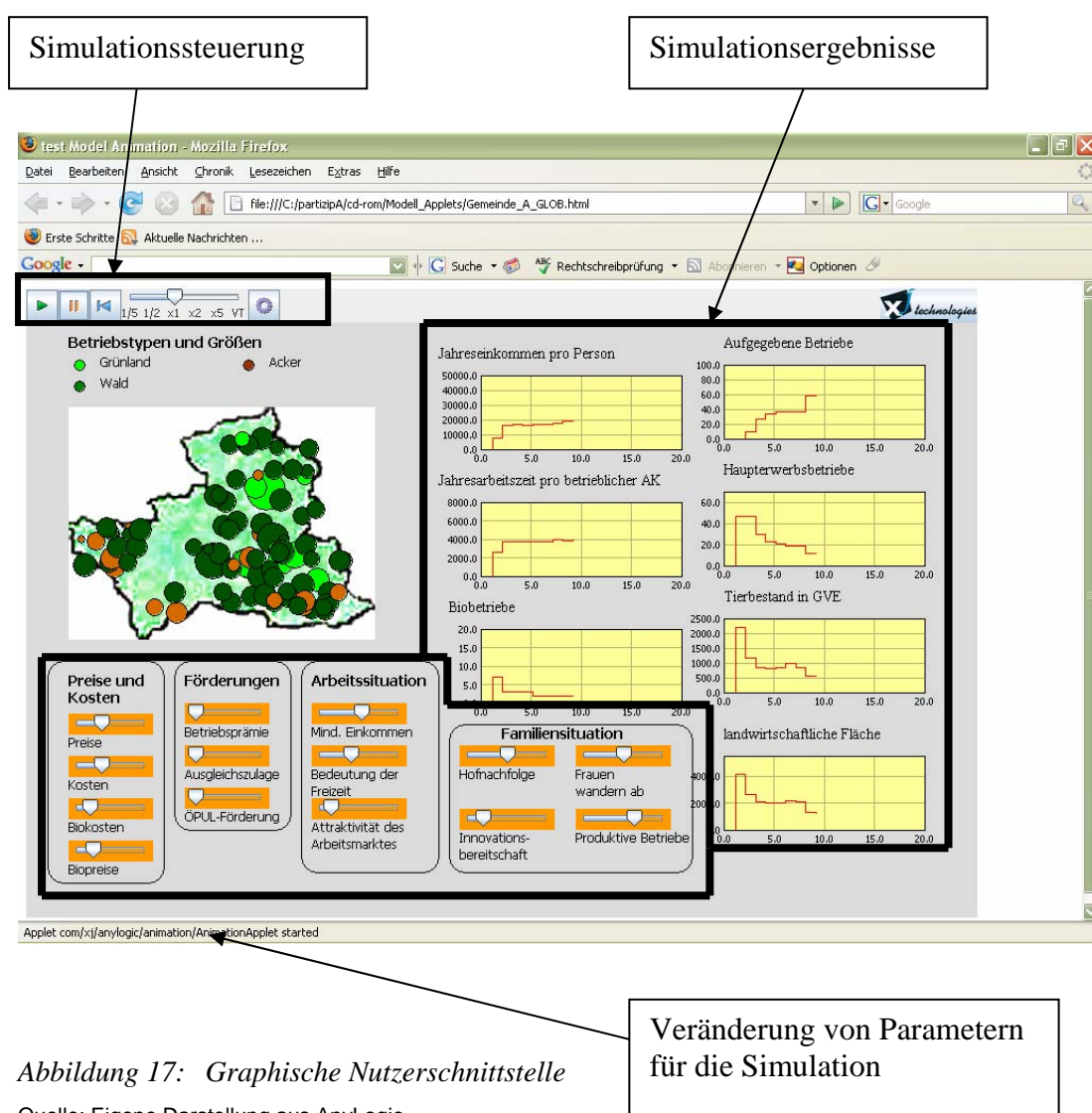


Abbildung 17: Graphische Nutzerschnittstelle

Quelle: Eigene Darstellung aus AnyLogic

5.1. Simulationssteuerung

Mit Hilfe der Simulationssteuerung kann der Simulationsablauf gestoppt und wieder fortgesetzt, die Simulation mit anderen Zufallswerten neu gestartet, verlangsamt oder beschleunigt und Simulationseinstellungen verändert werden.

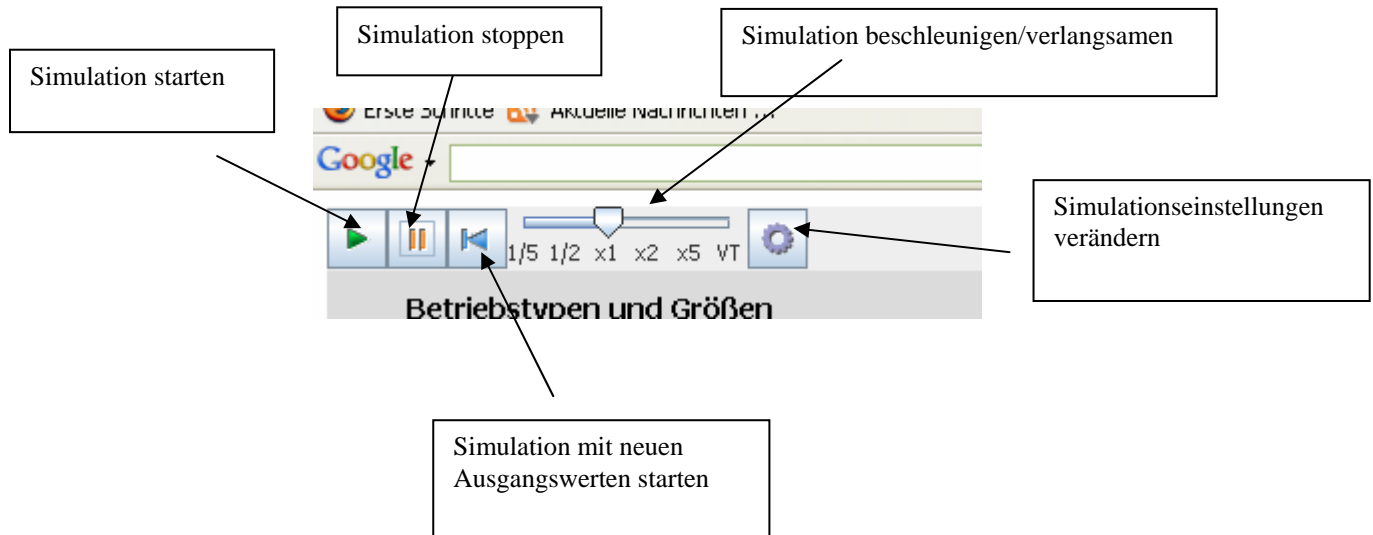


Abbildung 18: Simulationssteuerung

Quelle: Eigene Darstellung aus AnyLogic

5.2. Veränderung von Parametern für die Simulation

Dieser Bereich des Modells erlaubt es, den Modellanwendern Veränderungen an den Modellparametern vorzunehmen (z. B. können mit Hilfe des Reglers „Preise“ die Preise für land- und forstwirtschaftliche Produkte während der Simulation verändert werden). Die Auswirkungen der Veränderung des Parameters werden im Bereich „Simulationsergebnisse“ sichtbar. Wird z. B. der Regler „Preise“ verändert, zeigen sich direkte Auswirkungen auf das Jahreseinkommen pro Person. Folgende Parameter können vom Nutzer verändert werden.

Preise

Dieser Regler verändert die Preise land- und forstwirtschaftlicher Produkte im Modell um maximal -90% bzw. $+100\%$. D. h. wenn der Regler auf den äußersten linken Rand geschoben wird, betragen die Produktpreise für land- und forstwirtschaftliche Produkte nur noch 10% der ursprünglich im Modell angenommenen Preise. Wenn der Regler ganz nach rechts geschoben wird, sind die Preise in der Simulation doppelt so hoch wie ursprünglich im Modell angenommen.

Kosten

Dieser Regler verändert die Kosten (variable und fixe Kosten) der land- und forstwirtschaftlichen Produktion im Modell um maximal -90% bzw. $+100\%$. D. h. wenn der Regler auf den äußersten linken Rand geschoben wird, betragen die Kosten für land- und forstwirtschaftliche Produkte nur noch 10% der ursprünglich im Modell angenommenen

Kosten. Wenn der Regler ganz nach rechts schoben wird, sind die Kosten in der Simulation doppelt so hoch wie ursprünglich im Modell angenommen.

Biokosten

Dieser Regler verändert die Kosten (variable und fixe Kosten) der landwirtschaftlichen Produktion von Biobetrieben im Modell um maximal –50% bzw. + 100 %.

Biopreise

Dieser Regler verändert die Preise für landwirtschaftliche Bioprodukte im Modell um maximal –90% bzw. + 200 %.

GAP-Förderung

Dieser Regler verändert die Fördersätze der EU-Förderung (Betriebsprämie) im Modell um maximal –90% bzw. + 200 %.

ÖPUL-Förderung

Dieser Regler verändert die Fördersätze der ÖPUL-Förderung im Modell um maximal –90% bzw. + 200 %.

Ausgleichszulage

Dieser Regler verändert die Fördersätze der Ausgleichszulage im Modell um maximal –90% bzw. + 200 %.

Mindesteinkommen

Dieser Regler verändert das von den Haushalten gewünschte Mindesteinkommen pro Person (Bruttojahreseinkommen) im Modell, der Minimalwert (Regler ganz links) beträgt 4.000 €, der Maximalwert beträgt 50.000 €. Je nach Szenario sind im Modell standardmäßig 23.500 € bzw. 25.850 € implementiert.

Bedeutung der Freizeit

Dieser Regler verändert das Mindestmaß an gewünschter Freizeit je Arbeitskraft und Jahr im Modell, der Minimalwert (Regler ganz links) beträgt 0 Stunden (keine Freizeit), der Maximalwert beträgt 1825 Stunden pro Arbeitskraft und Jahr oder 5 Stunden Freizeit pro Arbeitskraft pro Tag. Im Modell werden standardmäßig 2 Stunden pro Tag pro Arbeitskraft angenommen.

Attraktivität des Arbeitsmarktes

Dieser Regler verändert die Attraktivität des Arbeitsmarktes für einen land- und forstwirtschaftlichen Haushalt, gemessen in Euro pro Stunde außerlandwirtschaftliche Arbeitszeit. Dieser Wert entspricht dem am Arbeitsmarkt erzielbaren Brutto-Stundenlohn abzüglich der Aufwendungen für den Haushalt, um diese (außerlandwirtschaftliche) Arbeitsleistung zu erbringen, also z. B. Mobilitätsaufwendungen, Kosten der Kinderbetreuung etc. Eine Erhöhung der Attraktivität des Arbeitsmarktes kann nun durch eine Erhöhung des Stundenlohnes aber auch durch eine Verbesserung der regionalen Infrastruktur wie z. B. Kinderbetreuungseinrichtungen erzielt werden. Der Minimalwert (Regler ganz links) beträgt 5 €/h, der Maximalwert beträgt 25 €/h. Im Modell werden standardmäßig je nach Szenario zwischen 8 und 12 €/h angenommen.

Hofnachfolge

Dieser Regler verändert die Wahrscheinlichkeit, dass ein neugeborenes Kind ein Hofnachfolger wird. Der minimale Wert (Regler ganz links) bedeutet eine Wahrscheinlichkeit

von 0 %, d. h. Kinder, die im Simulationszeitraum geboren werden, entscheiden sich den Hof nicht zu übernehmen. Der Maximalwert beträgt 100 %, d. h. jedes neugeborene Kind ist ein potentieller Nachfolger. Dieser Regler nimmt keinen Einfluss auf die Wahrscheinlichkeit, dass ein (bei Beginn der Simulation bereits vorhandenes) Kind ein potentieller Nachfolger ist.

Frauen wandern ab

Dieser Regler verändert die Wahrscheinlichkeit, dass Frauen den Hof verlassen um – 90% bzw. +100%. Außerdem verändert sich mit diesem Regler die Wahrscheinlichkeit, dass Frauen durch Heirat auf den Hof kommen: Regler ganz links erhöht die Wahrscheinlichkeit, dass eine Frau auf den Hof heiratet auf 100 %, Regler ganz rechts senkt die Wahrscheinlichkeit dass eine Frau auf den Hof heiratet auf 10 %.

Innovative Betriebe

Dieser Regler verändert die Wahrscheinlichkeit zur Innovationsbereitschaft auf minimal 0 % (Regler ganz links) bzw. maximal 50 %, standardmäßig ist im Modell angenommen, dass 15 % der nicht expansiven Betriebe innovativ sind.

Produktive Betriebe

Dieser Regler verändert die Wahrscheinlichkeit, dass ein expansiver Betrieb im Vergleich zum Durchschnitt produktiver ist auf minimal 20 % (Regler ganz links) bzw. maximal 100 %, standardmäßig ist im Modell angenommen, dass 70 % der expansiven Betriebe überdurchschnittlich produktiv sind.

5.3. Simulationsergebnisse

Jahreseinkommen pro Person

Diese Abbildung zeigt - im Durchschnitt über alle wirtschaftenden land- und forstwirtschaftlichen Haushalte - das Bruttogesamteinkommen pro Haushaltsmitglied.

Jahresarbeitszeit pro betrieblicher AK

Diese Abbildung zeigt - im Durchschnitt über alle wirtschaftenden land- und forstwirtschaftlichen Haushalte – die Jahresarbeitszeit (land- und forstwirtschaftliche und außerlandwirtschaftliche Arbeitszeit inklusive Arbeitszeit für z. B. überbetriebliche Betriebshilfe, Direktvermarktung etc. sowie Arbeitszeit für Haus- und Gartenarbeit in einem Jahr) pro betrieblicher Arbeitskraft.

Biobetriebe

Diese Abbildung zeigt die Anzahl der biologisch wirtschaftenden Betriebe.

Aufgegebene Betriebe

Diese Abbildung zeigt die Anzahl jener Betriebe, welche die Flächenbewirtschaftung aufgegeben haben. Die gesamte Fläche dieser Betriebe ist entweder verpachtet oder liegt brach bzw. wurde aufgeforstet. Diese Betriebe werden nicht mehr für die Berechnung durchschnittlicher Szenarioergebnisse - wie z. B. das Jahreseinkommen pro Person - herangezogen.

Haupterwerbsbetriebe

Diese Abbildung zeigt die Anzahl jener Betriebe, die im Haupterwerb bewirtschaftet werden.

Tierbestand in GVE

Diese Abbildung zeigt den gesamten Tierbestand in der Region in Großvieheinheiten.

Landwirtschaftliche Fläche

Diese Abbildung zeigt die in der Region insgesamt landwirtschaftlich bewirtschaftete Fläche. Nicht enthalten sind hier die Forstflächen und Brachflächen.

6. Ökosystemare Struktur- und Stoffflussanalyse (ÖSSA)

Die Ökosystemare Struktur- und Stoffflussanalyse basiert auf einem integrativen Ansatz, der sich aus einer Strukturanalyse und anschließender Energie- und Stoffflussanalyse zusammensetzt. In dieser Untersuchung wird nur der Stickstoff näher betrachtet.

Aufgrund der Fragestellung, die sich speziell mit den land- und forstwirtschaftlichen Betrieben bzw. Flächen auseinandersetzt werden folgende Prozesse definiert: Landwirtschaft, Viehwirtschaft und Forstwirtschaft. Dabei werden die verschiedenen Flüsse zwischen den einzelnen Prozessen und zwischen den Prozessen und der Anthroposphäre analysiert (siehe Abb. 5 bis 8).

Als Datenquellen stehen für die Flächenberechnungen einerseits der SINUS-Datensatz (AMANN et al. 2004) und andererseits die ISIS-Datenbank der STATISTIK AUSTRIA (STATISTIK AUSTRIA 1999) zur Verfügung. Die Problematik liegt darin, dass sich die SINUS-Daten auf politische Grenzen beziehen, während die ISIS-Daten auf betrieblicher Ebene erfasst werden. Das ergibt teilweise große Differenzen, da viele Flächen (v.a. Waldflächen), die außerhalb einer politischen Gemeindegrenze liegen, zu Betrieben gehören, die innerhalb dieser Gemeinde angesiedelt sind. Diese Datenlage macht es schwierig, Stoffflüsse für die einzelnen Gemeinden abzubilden. Um eine Übereinstimmung der Datenqualität und eine sinnvolle Schnittstelle mit dem agentenbasierten Modell zu gewährleisten, werden die ISIS-Daten verwendet. Qualitative Flächeninformationen werden, sofern sie in ISIS nicht näher aufgeschlüsselt sind, dem SINUS-Datensatz entnommen. Ein Beispiel für eine solche qualitative Information aus dem SINUS-Datensatz ist die Einteilung des Waldes in die verschiedenen Waldtypen (Laubwald, Mischwald und Nadelwald).

Bei den dargestellten Stoffflussdiagrammen (Abb. 5 bis 8) sind, anders als im agentenbasierten Modell, die in die Anthroposphäre führenden Stoffflüsse als jene Größen definiert, die vom System „Gesellschaft“ aufgenommen werden. Laut agentenbasierten Modell ist die Ernte ein „Inputfluss“, weil sie von der Natur in die Gesellschaft führt; in der klassischen ÖSSA handelt es sich um einen Output vom Prozess Landwirtschaft bzw. vom Teilprozess Vegetation in den Prozess der Anthroposphäre (und somit um den beim agentenbasierten Modell angesprochenen Input in die Gesellschaft). Dünger hingegen ist für das agentenbasierte Modell ein Output, denn es wird von der Anthroposphäre in der Natur aufgebracht, während es in der ÖSSA einen Input darstellt, da hier der Prozess Landwirtschaft im Zentrum der Betrachtung steht.

Die In- und Outputs werden durch die verschiedenen Betrachtungsebenen (agentenbasiertes Modell: Gesellschaft im Zentrum; UEPG: Land- und Forstwirtschaft im Zentrum) unterschiedlich definiert. Dies macht sich vor allem in den Abbildungen der Stoffflüsse des Ist-Zustandes bemerkbar (Abb. 5 bis 8). In den anschließenden Betrachtungen wird versucht, ohne diese Begriffe auszukommen.

In der ökosystemaren Struktur- und Stoffflussanalyse werden die Stickstofflager und -flüsse in den Prozessen Landwirtschaft und Forstwirtschaft im Gesamtuntersuchungsgebiet bzw. jene in den beiden Gemeinden Hainfeld und Nussdorf ob der Traisen berechnet (siehe dazu auch Haberl 2007 Anhang G Ökosystemare Struktur- und Stoffflussanalyse (ÖSSA)). Die Berechnungen werden für die drei Szenarien – TREND, SUST und GLOB – durchgeführt.

Die Datengrundlagen zu diesen Berechnungen sind in (Haberl 2007 Anhang G Ökosystemare Struktur- und Stoffflussanalyse (ÖSSA)) enthalten. Zur Methodik der ÖSSA siehe GEISLER et al. 1999, AIGNER B. 2000, ARGE SU2 1997, MAIER R. & PUNZ W. 2004, PUNZ W. & MAIER R. 2006.

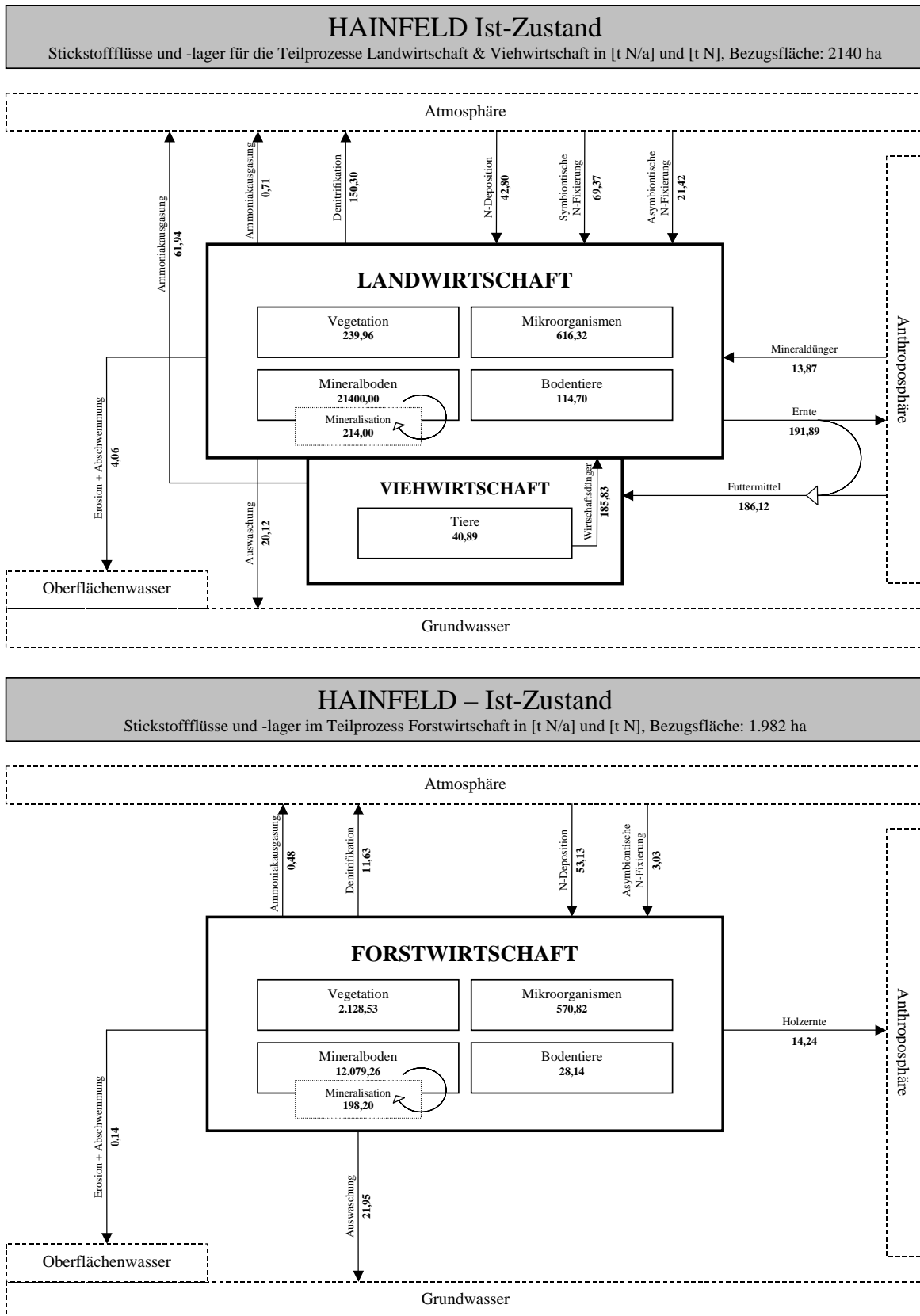


Abbildung 19 und Abbildung 20: Stickstofflager und -flüsse in Hainfeld

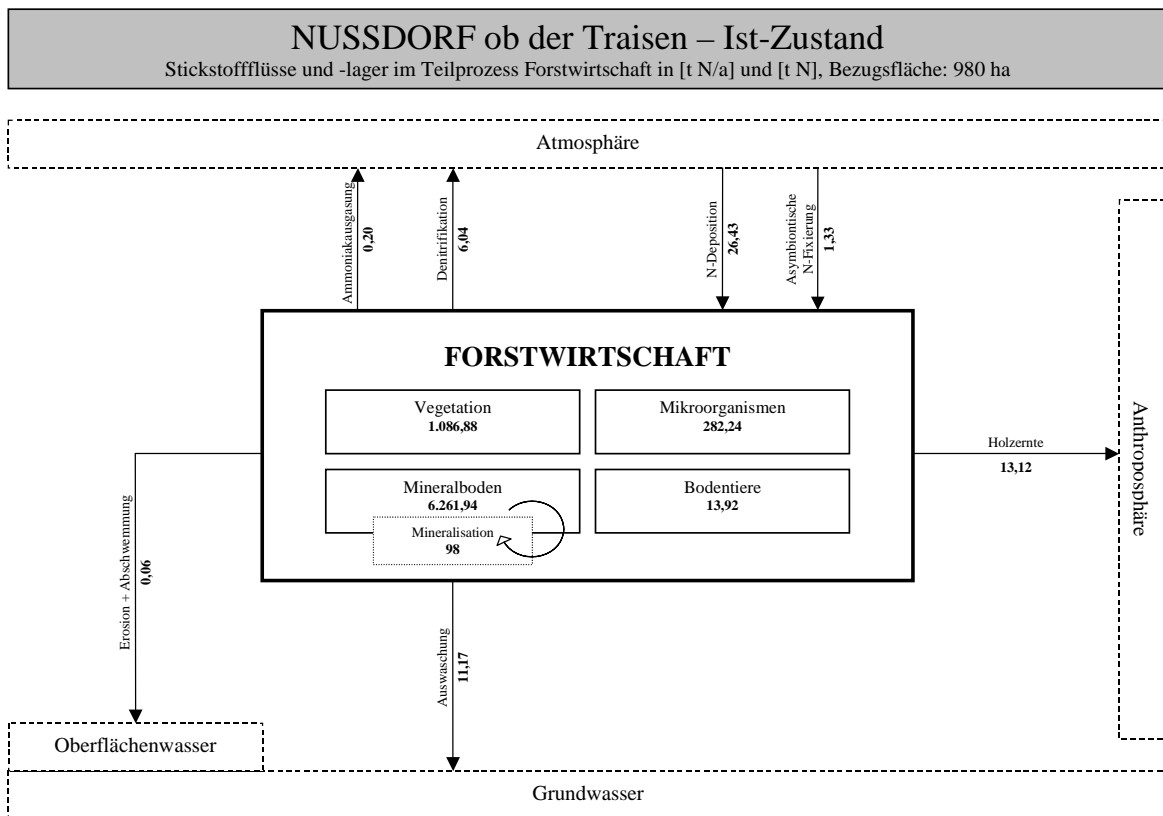
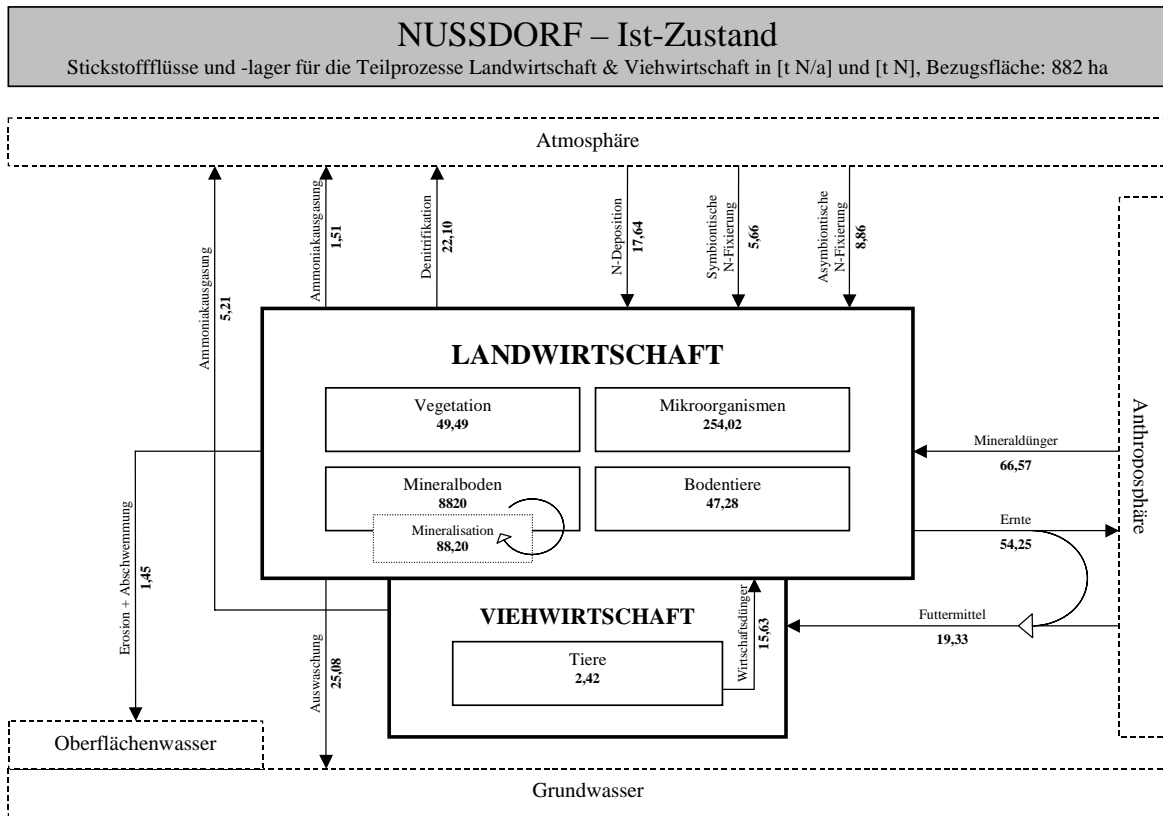


Abbildung 21 und Abbildung 22: Stickstofflager und -flüsse in Nußdorf ob der Traisen

Nachfolgend werden der Ist-Zustand bzw. die Entwicklungen in den 3 Szenarien in Hainfeld und Nussdorf näher betrachtet.

Der Ist-Zustand zeigt für die beiden Untersuchungsgemeinden Hainfeld und Nussdorf eine ausgewogene Aufteilung zwischen land- und forstwirtschaftlichen Flächen. Bei den Szenarien verschiebt sich dieses Verhältnis zu Gunsten der Forstwirtschaft, zum Teil sogar sehr deutlich, am extremsten ist die Verschiebung beim Globalisierungsszenario, bei dem die Waldfläche in Hainfeld 7 mal größer ist als die landwirtschaftliche Fläche (Abb. 23).

Im Ist-Zustand ist die landwirtschaftliche Nutzfläche Hainfelds vom Grünland dominiert (1977 ha Grünland, 159 ha Ackerland), während in Nussdorf die Ackerflächen überwiegen (76 ha Grünland, 551 ha Ackerland). Der Anteil der Viehwirtschaft an der Landwirtschaft ist in Hainfeld ebenfalls größer als in Nussdorf. Hainfeld hat eine landwirtschaftlich genutzte Fläche von 2140 ha und 3197 GVE, in Nussdorf werden bei 185 GVE 882 ha landwirtschaftliche Fläche bewirtschaftet. Diese Tatsachen spiegeln sich auch in den Berechnungen der Stickstoffflüsse und -lager wider.

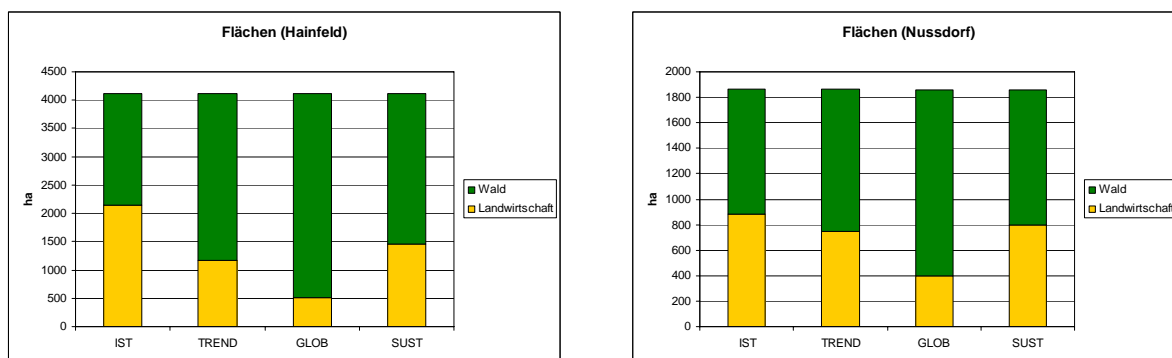


Abbildung 23: Flächenentwicklung in Hainfeld und in Nußdorf (grün Wald, gelb Landwirtschaft)

Die Stickstofflager in der Landwirtschaft (Mineralboden, Mikroorganismen, Bodentiere, pflanzliche Biomasse) (Abb.24) folgen der Flächenaufteilung (Abb. 23), d.h. je weniger landwirtschaftliche Nutzflächen, desto geringer die Stickstoffmenge. Die absolute Stickstoffmenge ist hier beim Ist-Zustand am höchsten und im Globalisierungsszenario am niedrigsten.

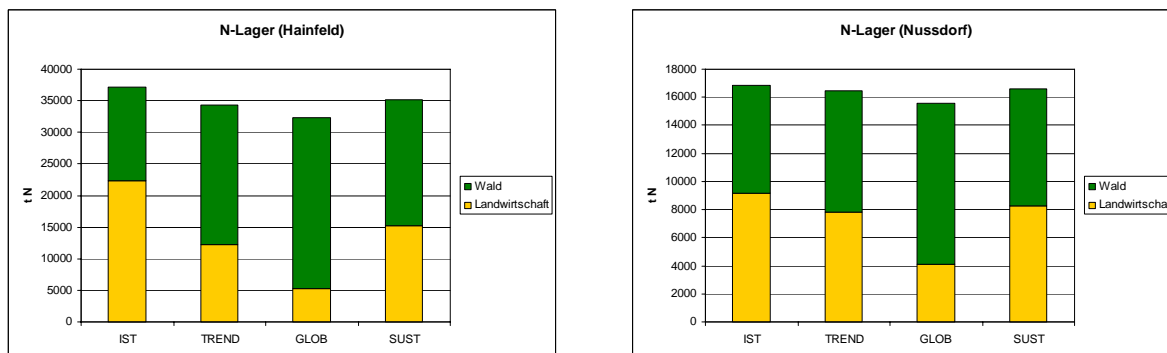


Abbildung 24: N-Lager in Hainfeld und Nußdorf (grün Wald, gelb Landwirtschaft)

Der Anteil der landwirtschaftlichen Ernte an der Gesamternte ist deutlich höher als jener der Forstwirtschaft (Abb.25). Daher sinkt die Stickstoffmenge, die mit der Ernte von den land- und forstwirtschaftlichen Flächen abgeführt wird, in allen 3 Szenarien. Im Globalisierungsszenario macht der N-Gehalt der Ernte in Hainfeld nur mehr knapp 24 % des N-Gehalts der Ernte in der Ist-Zustandsberechnung aus. In Nussdorf wirkt sich dies weniger drastisch aus, da der Rückgang der landwirtschaftlichen Flächen geringer ist. Der N-Gehalt der Ernte im Globalisierungsszenario beträgt ca. 45 % des N-Gehaltes im Ist-Zustand.

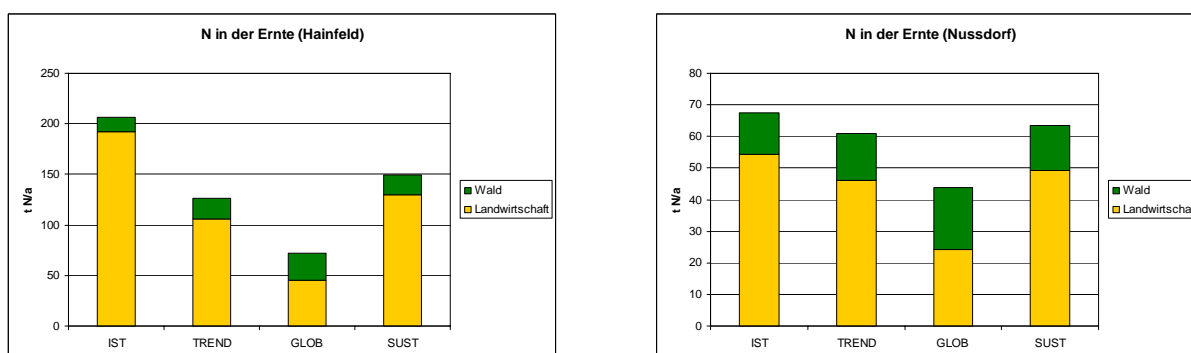


Abbildung 25: N-Gehalt in landw. Ernte und Holzernte in Hainfeld und in Nußdorf (grün Wald, gelb Landwirtschaft)

Da sich auch die Intensitäten der Bewirtschaftung in den einzelnen Szenarien deutlich verändern (Abb.26), ergeben sich dadurch auch Änderungen in den Düngermengen. In den Berechnungen wird jeweils von den maximal möglichen (erlaubten) Düngermengen ausgegangen. Die Unterschiede, die durch die unterschiedlichen Bewirtschaftungsweisen (konventionell, intensiv, biologisch) auftreten, werden jedoch von den Auswirkungen der Reduktion der absoluten Größe der landwirtschaftlich bewirtschafteten Fläche überdeckt. Die maximal mögliche Düngermenge ist in Hainfeld im Globalisierungsszenario mit Abstand am geringsten (Abb. 27), denn obwohl bei diesem Szenario die intensiv wirtschaftenden Betrieben den größten Anteil haben, ist die landwirtschaftliche Fläche am kleinsten. In Nussdorf wirkt sich der erheblich größere Anteil (73,5 %) an intensiver Bewirtschaftung stärker aus. Dadurch sind die Düngermengen im Trend- und im Globalisierungsszenario von Nussdorf beinahe ausgeglichen .

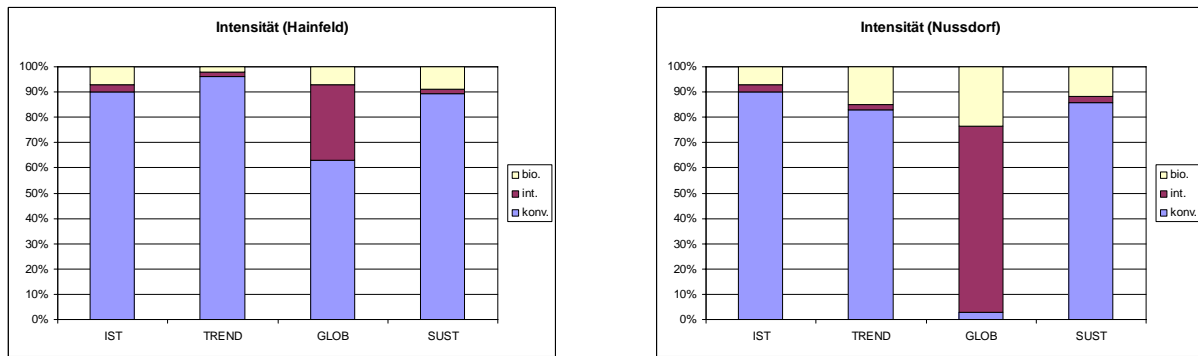


Abbildung 26: Intensität der Bewirtschaftung in Hainfeld und Nußdorf (gelb biologisch, rot intensiv, blau konventionell)

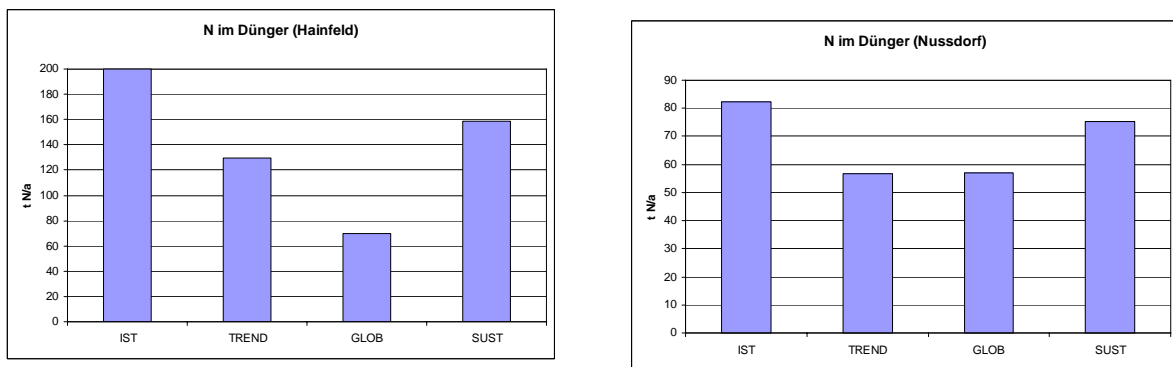


Abbildung 27: N-Gehalt im Dünger (Hainfeld und Nußdorf)

Betrachtet man das Verhältnis von Gesamtdüngermenge und Wirtschaftsdünger, so wird klar, dass in Hainfeld in allen Szenarien fast der gesamte Düngeraufwand durch Wirtschaftsdünger gedeckt werden kann (siehe Abb. 17 + 18 bzw. 19 + 20). Im Globalisierungsszenario ist sogar mehr Wirtschaftsdünger vorhanden, als maximal nach den Vorschriften auf die landwirtschaftliche Fläche aufgebracht werden darf. In Nussdorf ist im Verhältnis viel weniger Vieh vorhanden und die Wirtschaftsdüngerproduktion dementsprechend gering (Abb. 20). Es muss der größte Teil des erforderlichen Düngers zugekauft werden. Oft reicht die Menge des in der Gemeinde anfallenden Wirtschaftsdüngers nicht einmal aus, um die biologisch bewirtschafteten Flächen ausreichend damit düngen zu können.

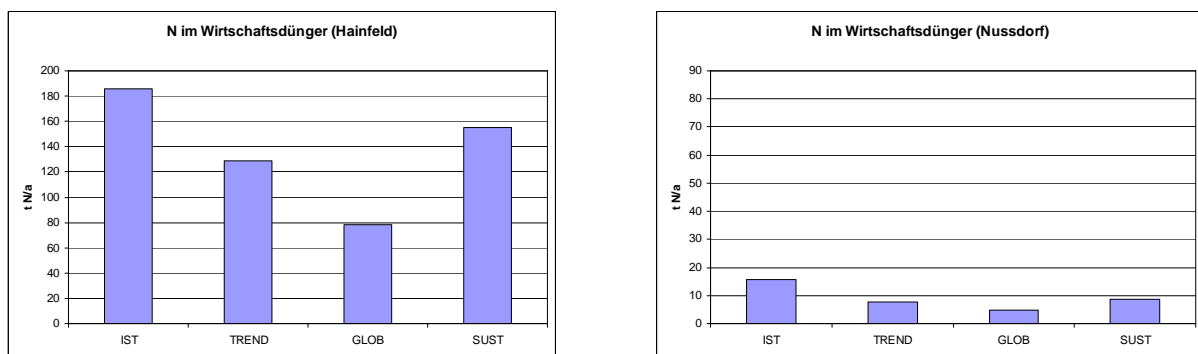


Abbildung 28: N-Gehalt im Wirtschaftsdünger (Hainfeld und Nußdorf)

Die Ammoniakausgasung in die Atmosphäre ist ein weiterer umweltrelevanter Faktor, da sie einen erheblichen Beitrag zur Treibhausproblematik liefert. Der größte Anteil kommt dabei aus der Viehwirtschaft (20 kg N/DGVE/a), nur ein kleiner Teil entfällt auf den Mineraldünger (2% des ausgebrachten Mineraldüngerstickstoffs). Die natürlichen Ammoniak-Emissionen des Bodens betragen 0,2 kg N/ha/a. Die landwirtschaftliche Fläche in Hainfeld ist beim Ist-Zustand nur 2,5 mal größer als jene in Nussdorf (vgl. Abb. 5 u. 6), die Ammoniakausgasung aus der Viehwirtschaft ist jedoch rund 12 mal höher.

Abschließend kann gesagt werden, dass die Änderungen der Stickstofflager und -flüsse, die sich in den Szenarien ergeben, hauptsächlich durch die Flächenänderungen verursacht werden. Andere Einflussfaktoren, wie z. B. die Änderungen der Intensitäten, haben im Vergleich dazu nur geringe Auswirkungen. Obwohl im GLOB-Szenario sowohl der Anteil als auch die absolute Zahl der intensiv wirtschaftenden Betriebe am größten ist, wird in diesem Szenario am wenigsten Dünger aufgebracht, da die landwirtschaftlich genutzte Fläche im Vergleich zu den anderen Szenarien wesentlich geringer ist. Diese Änderungen im Stickstoffhaushalt einer Gemeinde können, wie hier gut ersichtlich, mit der Methode der ÖSSA sehr gut abgebildet werden.

7. Schlussfolgerungen

Ziel des Projektes war es, den Einfluss von Veränderungen im Agrarsubventionswesen auf Entscheidungen von Landwirten bezüglich ihrer Produktionsweise und in weiterer Folge auf die Landnutzung von ländlichen Regionen gemeinsam mit regionalen Akteuren zu analysieren. Im Laufe des Projektes zeigte sich, dass die gewählte Form der Modellierung - agentenbasierte Modellierung - bei den regionalen Akteuren auf großes Interesse stieß und der Einsatz des Computermodells in Workshops und Fokusgruppen den Diskussionsprozess gut strukturierte. Die Tatsache, dass das Modell von Beginn an gemeinsam mit den Stakeholdern entwickelt wurde und im Laufe der Modellierung Anregungen von Seiten der Akteure im Modell immer wieder aufgenommen wurden, erhöhte die Akzeptanz des Modells bei den Akteuren deutlich. Obwohl es sich bei dem vorgestellten Modell erst um einen ersten Versuch handelt, Fragestellungen wie Strukturwandel in der Landwirtschaft und die zugrundeliegenden Entscheidungsstrukturen mit einem agentenbasierten Modell zu bearbeiten und viele der modellierten Aspekte weitaus detaillierter im Modell berücksichtigt werden könnten, bietet diese Modellversion eine Möglichkeit das gekoppelte System Gesellschaft und Natur im landwirtschaftlichen Bereich zu analysieren und mit Hilfe der Szenarien Aussagen, über Entwicklungsmöglichkeiten der Landwirtschaft im Traisental zu treffen.

Die Modellierung der verschiedenen Szenarien hat gezeigt, dass der landwirtschaftliche Strukturwandel in der Untersuchungsregion noch keinesfalls abgeschlossen ist. Rein ökonomische Veränderungen, wie sie in den Szenarien durchgespielt wurden, führen selbst unter verhältnismäßig günstigen Rahmenbedingungen, wie sie im Nachhaltigkeitsszenario angenommen wurden, zu einem fortgesetzten Rückzug der Landwirtschaft, also zu einer weiteren Reduktion von Betrieben und der Anzahl der in der Landwirtschaft tätigen Menschen. Damit verbunden ist eine, je nach Förderlandschaft und naturräumlichen Gegebenheiten, unterschiedlich stark ausgeprägte Veränderung der Landnutzung. Insbesondere die Wald- und allmählich verwaldenden Brachflächen nehmen stark zu, sodass sich das Landschaftsbild der agrarisch geprägten Untersuchungsregion entlang der Traisen in naher Zukunft deutlich wandeln wird.

Vor allem unter der Annahme einer deutlichen Reduktion der landwirtschaftlichen Fördersummen, wie sie dem Globalisierungsszenario zugrunde liegt, erscheint eine zunehmende Intensivierung der Landwirtschaft wahrscheinlich. Damit verbunden wäre eine steigende Mechanisierung der Landwirtschaft, gepaart mit einem steigenden Einsatz von notwendigen Betriebsmitteln. Speziell im Grünland hätte der prognostizierte Einbruch bei den Milchviehbetrieben einen großen Einfluss auf die Landnutzung, zumal die Milchbetriebe die hügeligen Regionen des Alpenvorlandes vor Verwaldung bewahren. Einer nicht nachhaltigen Entwicklungen der Landwirtschaft würde dadurch weiter Vorschub geleistet.

Die Tatsache, dass sich die Landwirtschaft trotz vergleichsweise günstiger ökonomischer Rahmenbedingungen aus der Fläche zurückzieht, ist vor allem durch den Anstieg des notwendigen Arbeitsaufwandes bei gleichzeitig steigenden Freizeitbedürfnissen jüngerer (potentieller) Betriebsführer erklärbar. Dies zeigt umso deutlicher, dass zum Verständnis und zur planvollen Steuerung landwirtschaftlicher Entwicklungen neben naturräumlichen und ökonomischen Parametern speziell soziale Indikatoren wie Zeitpräferenz, gesicherte Hofnachfolge oder das Vorhandensein eines/r PartnerIn wesentlich bei der Entscheidungsfindung bezüglich landwirtschaftlicher Produktion sind.

Literaturverzeichnis

- Aigner, B. 2000, Ökologische Charakteristik der Marktgemeinde Bisamberg. Eine historische und aktuelle Bilanz. Diplomarbeit, Wien.
- Alcamo, J. 1996 "Baseline scenarios of global environmental change", *Global Environmental Change* 6. 261-303 (1996)
- Amann, C., Gaube V., Haberl H., Lutz J., Colard A., Maier R., Punz W., Breinesberger J., Aigner B. 2004, PartizipA - Partizipative Modellbildung, Akteurs- und Ökosystemanalyse in Agrarintensivregionen, 1. Zwischenbericht. Wien.
- ARGE SU2 1997 (= Maier R., Geisler A., Aigner B., Göd U., Punz W.; Lechner R., Tappeiner G.; Schubert U., Sedlacek S., Zerlauth A.; Hiess H., Leitgeb M., Ortis G., Pfefferkorn W., Tauber H., Staudacher P.; Weber G., Dostal E., Frank A., Lechner M., Nagl. M., Schmid J., Prochazka G.; Hofmann H., Arpa-Ragosnig C., Lenz D., Wiener R.) Kulturlandschaftsforschung Modul SU2: Infrastruktur und ihre Auswirkungen auf die Kulturlandschaftsentwicklung. Projektphase 1 - Schlußbericht. Im Auftrag BMWV BKA BMU Wien. 133 S
- Berger, T (2004). „Agentenbasierte Modellierung von Landnutzungsdynamiken und Politikoptionen; Agent-based Modeling of Land Use Dynamics and Policy Options, *Agrarwirtschaft* 2. 77-87
- Bertrand, G. 1999, "Anonymous Scenarios Europe 2010: Five possible futures for Europe.", Working paper; European Commission Forward Studies Unit.
- Blumauer, E., Handler, F., and Greimel, M. (2002). "Arbeitszeitbedarf in der österreichischen Landwirtschaft." Bundesanstalt für alpenländische Landwirtschaft Gumpenstein, Irnding.
- BMLFUW (2000). „Sonderrichtlinie des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft für das Österreichische Programm zur Förderung einer umweltgerechten, extensiven und den naturräumlichen Lebensraum schützenden Landwirtschaft (ÖPUL 2000)“. Wien. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft.
- BMLFUW (2002). „Standarddeckungsbeiträge und Daten für die Betriebsberatung 2002/2003“, Ausgabe Ostösterreich. Wien. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft.
- Clark, W. C. and Dickson, N. M. (2003). "Sustainability science: The emerging research program." *Proceedings of the National Academy of Science*, 100(14), 8059-8061.
- Dax, T., Loibl, E., and Oedl-Wieser, T. (1995). „Erwerbskombination und Agrarstruktur. Entwicklung landwirtschaftlicher Haushalte im internationalen Vergleich. Forschungsbericht der Bundesanstalt für Bergbauernfragen“.
- DeAngelis, D. L. 1992, "Individual Based Models and Approaches in Ecology" (Chapman & Hall 1992 Apr)
- Eder, M., Dalmolin, R. (1999). „Standarddeckungsbeiträge für den Biologischen Landbau 1999/2000“ Wien. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft; 143 pp. + 1 Diskette.
- Elliott, J., Heesterbeek, S., Lukensmeyer, C. J., and Slocum, N. (2005). "Leitfaden partizipativer Verfahren. Ein Handbuch für die Praxis." kbs-ITA, Brüssel-Wien.
- Epstein, J. M. 1996. „Growing Artificial Societies: Social Science From the Bottom Up“ (The MIT Press 1996)
- Ferber, J. (1999). "Agent and Society." *Multi-Agent Systems; An Introduction To Distributed Artificial Intelligence*, Addison Wesley, Harlow, England, 8-24.
- Geisler A., Maier R., Punz W., Aigner B. & Pavlicev M. 1999, Ökosystemare Struktur- und Stoffflußanalyse II. Abschlußbericht SU2 [Projektphase 2]. Institut für Pflanzenphysiologie der Universität Wien. Im Auftrag BMWV BKA BMU Wien.
- Giampietro, M., Ceretelli, G., and Pimentel, D. (1992). "Assessment of Different Agricultural Production Practices." *Ambio*, 21(7), 451-459.
- GLP (2005). Global Land Project. Science Plan and Implementation Strategy, IGBP Secretariat, Stockholm.

- Haberl, H., Adensam H., Gaube V., Lutz J., Reisinger H., Breinesberger J., Aigner B., Colard A., Maier R., Punz W. (2007). PartizipA - Partizipative Modellbildung, Akteurs- und Ökosystemanalyse in Agrarintensivregionen. Endbericht zur österreichischen Fallstudie. S. 1 – 33.
- Kates, R. W., Clark, W. C., Corell, R., Hall, J. M., Jaeger, C. C., Lowe, I., McCarthy, J. J., Schellnhuber, H. J., Bolin, B., Dickson, N. M., Faucheux, S., Gallopin, G. C., Grübler, A., Huntley, B., Jäger, J., Jodha, N. S., Kasperson, R. E., Mabogunje, A., Matson, P. A., Mooney, H. A., Moore III, B., O'Riordan, T., and Svedin, U. (2001). "Sustainability science." *Science*, 292, 641-642.
- Krausmann, F. (2002). "Landnutzung, Energie und industrielle Modernisierung. Eine empirische Untersuchung der Entwicklung des gesellschaftlichen Energiesystems im Zusammenhang mit Landnutzung und anthropogenen Eingriffen in den Energiefluss von Ökosystemen (NPP-Aneignung) in Österreich 1830 - 1995." Dissertation Wien, Universität Wien, NaWi Ökologie.
- Leemans R. (1996), "Global Change: Effects on Coniferous Forests and Grasslands" (Wiley, U.K.).
- LBG (2004). „Buchführungsergebnisse 2003“. Betriebswirtschaftlicher Bericht an das Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft. LBG-Wirtschaftstreuhand- und Beratungsgesellschaft Wien
- Maier, R. & Punz W. (eds) 2004, Die Ökosystemare Struktur- und Stoffflussanalyse (ÖSSA) 3 Fallstudien. Verlag der Zoologisch-Botanischen Gesellschaft Wien, 184S
- Nakicenovic, N. 2000, "Special Report on Emission Scenarios (Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)", Cambridge University Press 2000)
- Pimentel, D., Hurd, L. E., Bellotti, A. C., Forster, M. J., Oka, I. N., Sholes, O. D., and Whitman, R. J. (1973). "Food production and the energy crisis." *Science*, 182, 443-449.
- Pointecker, M., Buxbaum A., Wacker K. (2004). „Einkommensanalyse 2003 – Die Löhne der niederösterreichischen ArbeitnehmerInnen“, Arbeiterkammer Niederösterreich.
- Punz W. & Maier R. 2006, Die Ökosystemare Struktur- und Stoffflussanalyse (ÖSSA). *Sauteria* 14: 257-269.
- Statistik Austria: ISIS Datenbank 2001
- Statistik Austria 1999, ISIS-Daten der land- und forstwirtschaftlichen Betriebe im PartizipA-Untersuchungsgebiet; Stand: 1999 (Link: http://www.statistik.at/isis/current/isis_gui.shtml).
- Stigliani, W. M. (1989) "Future environments for Europe: Some implications of alternative development path"s, *The Science of the Total Environment*, 80. 1-102;
- Tesfatsion, L.. "Introduction to the special issue on agent-based computational economics", *Journal of Economic Dynamics and Control*; 25; 281-293 (2001)
- Turner, B. L. I., Kasperson, R. E., Matson, P., McCarthy, J. J., Corell, R. W., Christensen, L., Eckley, N., Kasperson, J. X., Luers, A., Martello, M. L., Polsky, C., Pulsipher, A., and Schiller, A. (2003). "A framework for vulnerability analysis in sustainability science." *Proceedings of the National Academy of Science*, 100, 8074-8079.
- van Veen-Groot, D. B. and Nijkamp, P. (1999). "Globalisation, transport and the environment: new perspectives for ecological economics." *Ecological Economics*, 31(3), 331-346.
- Wernisch, A. (1979). "Wieviel arbeitet die bäuerliche Familie?" *Der Förderungsdienst*, 2(26), 44-51.