

Zeitschrift: Yearbook of socioeconomics in agriculture : Agrarwirtschaft und Agrarsoziologie = économie et sociologie rurales

Herausgeber: Schweizerische Gesellschaft für Agrarwirtschaft und Agrarsoziologie

Band: - (2011)

Artikel: Modellierung von Hofübernahme- und Hofaufgabeentscheidungen in agentenbasierten Modellen

Autor: Möhring, Anke / Mack, Gabriele / Zimmermann, Albert

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-966675>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 08.04.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Modellierung von Hofübernahme- und Hofaufgabeentscheidungen in agentenbasierten Modellen

Anke Möhring, Gabriele Mack, Albert Zimmermann, Maria Pia Gennaio, Stefan Mann, Ali Ferjani, Agroscope, Tänikon, Switzerland

Abstract

Das Agentenbasierte Agrarsektormodell SWISSland erhebt den Anspruch, Strukturwandelprozesse in der Schweizer Landwirtschaft möglichst realitätsnah zu beschreiben. Dieser Beitrag zeigt, dass Hofübernahme- und -aufgabeentscheidungen und dessen Auswirkungen auf den strukturellen Wandel in der Schweizer Landwirtschaft im Trend der letzten 10 Jahre prognostiziert werden können, wenn hierzu statistisch gesicherte Informationen zur Wahrscheinlichkeit für das Vorhandensein einer Hofnachfolge und der Bereitschaft zur Hofübernahme in Kombination mit ökonomisch begründeten Stabilitätskriterien genutzt werden. Mit Hilfe dreier Szenarien wird gezeigt, dass die Abbildung der Strukturentwicklungsprozesse im Wesentlichen von der Interpretation und Integration der relevanten Bestimmungsfaktoren in agentenbasierte Modellen abhängt.

Keywords: *Agent-based Sector Model, Farm Entry, Farm Exit, Structural Change*

JEL classification: *Q12, Q15, O11, C69*

1. Einleitung

Das Bild der Schweizer Landwirtschaft ist durch den Familienbetrieb gezeichnet. Der über vielfältige Triebkräfte bedingte Strukturwandel in der Landwirtschaft darf daher nicht nur aus dem Blickwinkel des unternehmerisch rational agierenden Bauern oder der Bäuerin gesehen werden, sondern muss die gesamte bäuerliche Familie und deren individuelle Perspektive berücksichtigen. So haben zum Beispiel die Präferenzen bezüglich Hofübernahme und Ausstieg aus der Landwirtschaft, betrieblicher Ausrichtung und Strategie, Betriebswachstum und Investition, sowie Anzahl Söhne, familiäre Bindung und Altersstruktur im Mehrgenerationenhaushalt ebenso einen Einfluss auf den Strukturwandel wie die klassischen ökonomischen Faktoren Technischer Fortschritt, Agrarpolitik, sinkende Produktpreise oder das ausserlandwirtschaftliche Beschäftigungs- und Lohnniveau. Letztere werden häufig in der Theorie von Druck und Sog zusammengefasst (vgl. Baur 1999).

Zimmermann et al. (2009) schliessen aus einem Vergleich verschiedener Modellansätze, dass Multi-Agenten-Systeme eine sehr detaillierte Abbildung des Agrarstrukturwandels zulassen, da sie die Möglichkeit bieten, mehrere Anpassungsreaktionen der Landwirtschaft gleichzeitig abzubilden. So ist es möglich, sowohl kurzfristiges als auch strategisches Entscheidungsverhalten der Betriebe kombiniert mit der räumlichen Darstellung von Interaktionen zwischen den Agenten, der Heterogenität bezüglich des technologischen Know-hows und der Managementfähigkeiten der Betriebsleitenden ebenso wie den allgemeinen ökonomischen Bedingungen zu modellieren.

Zu den wichtigsten Anpassungsstrategien der Landwirtschaft, die im Rahmen der Betrachtung von agrarstrukturellen Entwicklungen in einem agentenbasierten Modell abgebildet werden können, zählen das Betriebsgrössenwachstum, Produktivitätssteigerungen, Spezialisierung oder Einkommensdiversifizierungen durch die Aufnahme neuer Produktionsaktivitäten in das Produktionsprogramm des Betriebes sowie ein Ausweichen in die Zu- und Nebenerwerbslandwirtschaft bzw. die Hofaufgabe und -übergabe (Streifeneder 2009; Lauber 2006).

Der agrarstrukturelle Wandel findet in der Schweiz meist bei der Übernahme bzw. Nicht-Übernahme der Betriebe durch die folgende Generation statt, also weder durch den Verkauf von landwirtschaftlich genutzten Parzellen noch durch die Erweiterung oder Reduktion der landwirtschaftlichen Produktionsfaktoren insgesamt (Mann 2003). Betriebsaufgaben von Betriebsleitenden im aktiven Alter sind die Ausnahme (Rossier und Wyss 2006).

Für die Abbildung von Hofnachfolgeentscheidungen in agentenbasierten Modellen ist es daher wichtig, Informationen wie das Vorhandensein und die Präferenzen eines Hofnachfolgers oder –nachfolgerin bei der Definition der Verhaltensregeln der Agenten mit zu berücksichtigen. Auch empirisch fundierte Informationen über das Betriebsaufgabe- und Übergabealter eines Betriebsleitenden spielen eine wichtige Rolle für eine realitätsnahe Modellierung des Strukturwandels im Generationenwechsel. Dieser Beitrag zeigt die Modellierung von Hofnachfolgeentscheidungen und Strukturwandelprozessen im Multiagentenmodell SWISSland. Dabei werden sozioökonomische Umfrageergebnisse zur Hofnachfolge in der Schweizer Landwirtschaft (Rossier und Wyss 2006) mit ökonomisch begründeten Einkommenskriterien verknüpft. Der methodische Ansatz ermöglicht es, Wirkungen und Effekte der den Strukturwandel beeinflussenden Hofnachfolgeentscheidungen zu zeigen, die je nach Ausprägung die Vorhersagegenauigkeit mehr oder weniger günstig beeinflussen.

2. Modelldesign und Datenbasis

2.1 Überblick über existierende Agentenbasierte Modelle

Das Modelldesign eines Agentenbasierten Modells wird bestimmt durch den allgemeinen Abstraktionsgrad, durch die Struktur und Charakter der Agentenpopulation und durch die zugrundegelegte Datenbasis. Bisherige Modelle verwenden verschiedene Methoden zur Definition der Agenten und Erzeugung der Agentenpopulation (Tabelle 1).

Jene Modelle, die alle in einer Region vorkommenden realen Betriebe als Agentenpopulation modellieren und die sozio-ökonomischen Merkmale und Verhaltensparameter der Modellagenten in ihrer ganzen Vielfalt modellieren, basieren meistens auf aufwändigen Befragungen (Lauber 2006). Die Agenten besitzen

hier einen expliziten Raumbezug, wobei die räumliche Lage jeder Fläche mittels Koordinaten erfasst ist. Hofaufgabeentscheidungen basieren auf ökonomischen Kenngrößen wie Liquidität und Opportunitätskosten der Arbeit sowie den Angaben der Betriebsleitenden bezüglich Generationswechsel. Wegen des hohen Erhebungsaufwandes können meist nur kleine Regionen mit wenigen Agenten erfasst werden. Zudem sind die Ergebnisse solcher Fallstudien nur in eingeschränktem Masse verallgemeinerbar.

Tabelle 1: Überblick über existierende agentenbasierte Modelle

Beispielmodelle	Lauber (2006); Van der Straeten et al. (2010);	Balmann (2000); Happe (2004); Lobianco et al. (2010)	Berger (2001); Schreinemachers (2006)	Freeman (2005); Stolniuk (2008)	Valbuena et al. (2008, 2009, 2010)	Möhring et al. (2010)
Agentenpopulation	Grundgesamtheit Agenten = reale Betriebe	Grundgesamtheit Klonen typischer Betriebe	Grundgesamtheit Vervielfältigen von Referenzbetrieben mittels Monte Carlo Simulation	Stichprobe Agenten = künstliche Betriebe	Stichprobe Auswahl typischer Agenten	Stichprobe Agenten = reale Betriebe
Optimierungsverfahren zur Abbildung von Produktions- und Investitionsentscheidungen	Linearer Ansatz	Linearer Ansatz (Mixed Integer Programmierung)	Positive mathematische Programmierung	-	-	Positive mathematische Programmierung
Kriterien für Hofübernahmeentscheidungen	- Finanzielle Kenngrößen (Liquidität, Opportunitätskosten der Arbeit) - Nicht modelliert in Van der Straeten et al. (2010).	- Finanzielle Kenngrößen (Eigenkapital, Liquidität, Opportunitätskosten der Arbeit)	-	- Finanzielle Kenngrößen (Eigenkapital, Liquidität, Opportunitätskosten der Arbeit) - Alter der Betriebsleitenden	-	- Sozioökonomisch begründete Hofübernahmewahrscheinlichkeiten - Ökonomische Stabilitätsbedingungen

Andere Modelle fokussieren auf Teilbereiche der betrieblichen Entscheidungsfelder ohne die Anpassungsmöglichkeiten zu berücksichtigen, die sich aus der Änderungen sonstiger ökonomischer und ökologischer Bedingungen ergeben. Dadurch lassen sich grössere Agentenpopulationen auf Basis von regional oder national vorhandenen sekundärstatistischen Datenquellen modellieren. Van der Straeten et al. (2010) nutzen beispielsweise ein Agentenbasiertes Modell zur räumlichen Abbildung der Düngerbereitstellung und -verteilung mit einer Agentenpopulation von knapp 40'000 Landwirtschaftsbetrieben.

Das Konzept der Definition typischer Betriebe (Balmann, 2000; Happe 2004; Lobianco et al. 2010) verwendet im Allgemeinen eine kleine, ausgewählte Stichprobe von FADN-Betrieben als Datenbasis für die Agenten. Diese Auswahl orientiert sich an den regionalen Charakteristika (zum Beispiel häufige Produk-

tionsrichtungen). Durch identisches Vervielfältigen («Klonen») der Betriebe - in Abhängigkeit des Vorkommens in der Grundgesamtheit - wird eine Agentenpopulation generiert, welche der realen Grösse der Region entspricht. Um den Raumbezug herzustellen, haben die Autoren den zu modellierenden Raum in Rasterzellen aufgeteilt. Diese stellen Nutzungseinheiten dar und sind den Agenten ohne Bezug zur Situation in der konkreten Region zugewiesen und Hofaufgabeentscheidungen werden aufgrund von ökonomisch begründeten Kriterien wie Eigenkapital, Liquidität und Opportunitätskosten der Arbeit getroffen.

Ähnlich gehen Freeman (2005) und Stolniuk (2008) vor, die auf Basis von Betriebszählungs- und Befragungsdaten eine künstliche Agentenpopulation erzeugen, die repräsentativ für die untersuchte Region ist. Allerdings berücksichtigen die Simulationsrechnungen aufgrund der computertechnischen Grenzen nicht die Grundgesamtheit sondern beschränken sich auf eine Zufallsstichprobe aus dieser Agentenpopulation.

Der von Berger (2001) und Schreinemachers (2006) entwickelte Ansatz nutzt zur Definition der Agenten sogenannte Referenzbetriebe, die eine repräsentative Stichprobe aller Betriebe einer untersuchten Region darstellen. Damit kann die Spannweite der zu berücksichtigenden betrieblichen Ausprägungen wesentlich verbreitert werden. Auf der Basis der Referenzbetriebe produziert eine Monte Carlo Simulation weitere Modellagenten entsprechend der Anzahl Betriebe in der Grundgesamtheit.

Einen alternativen Weg schlagen Valbuena et al. (2008, 2009, 2010) ein. Die Autoren modellieren nicht die Gesamtzahl der Betriebe in einer Region, sondern arbeiten mit einer Auswahl von typischen Agenten. Ihr Ziel ist es, das Dilemma zwischen der großen Ausprägungsvielfalt der Agenten und den oftmals nicht vollständig vorhandenen Datensätzen zu lösen. Im Vergleich zu den Arbeiten von Balmann (2000) und Happe (2004) werden hier mehr Informationen über Merkmale wie Absichten, Sichtweisen, Einstellungen und das Entscheidungsverhalten der Akteure genutzt. Verschiedene Datenquellen unterschiedlichster Skalierungen werden miteinander kombiniert, wie zum Beispiel Erhebungen von Buchhaltungsdaten, Betriebszählungsdaten, Interviews, Beobachtungen und GIS-Daten. Besonderes Gewicht wird auf die möglichst realistische Abbildung der räumlichen Verteilung der Agententypen gelegt.

2.2 Modellierung der Agentenpopulation in SWISSland

SWISSland modelliert nicht alle 55'000 Betriebe der Schweizer Landwirtschaft als Agenten, sondern beschränkt sich auf die Stichprobe der rund 3'400 Referenzbetriebe der Buchhaltungen der Zentralen Auswertungen. Diese Datenbasis umfasst Informationen zur Landnutzung und zur Tierhaltung, zu Familien- und Fremdarbeitskräften sowie zur Höhe der Produktionskosten, Preise und Direktzahlungen für jede Aktivität des Produktionsportfolios. Ausserdem sind Angaben zur geografischen Lage und zur finanziellen Situation des Betriebs verfügbar sowie biografische Daten der Betriebsleitenden.

Mit den betriebsindividuellen Angaben aus den Buchhaltungsdaten können Produktionsentscheidungen der Agenten realitätsnah modelliert werden. Die biografischen Angaben (Alter Betriebsleiter und Ausbildung) der Buchhaltungsbetriebe bilden Determinanten für Investitionsentscheidungen und für den Zeitpunkt der Betriebsaufgabe bzw. Betriebsübergabe. Die Daten der Zentralen Auswertung von Buchhaltungsdaten liefern jedoch keine Angaben zur Modellierung von Hofnachfolgeentscheidungen, weshalb zusätzliche Datenquellen aus sozioökonomischen Umfragen verwendet werden.

Eine Agentenpopulation auf der Basis einer Stichprobe von 3'400 Agenten bringt jedoch gewisse Herausforderungen mit sich. Für die Hochrechnung der Modellergebnisse auf die Sektorebene wird die Repräsentativität der Referenzbetriebe bereits vor den Modellanwendungen durch eine Vervielfältigung und Löschung unter- und überrepräsentierter Agenten der Stichprobe verbessert (Möhring et al. 2010). Den vervielfältigten Agenten werden die Merkmale des korrespondierenden Referenzbetriebes zugewiesen. Statistische Tests zeigten, dass auch die verbesserte Stichprobe die Grundgesamtheit in ihren Merkmalsausprägungen (Produktionsressourcen, Ausbildung, Alter) repräsentiert (vgl. Tabelle 1 im Online-Appendix)¹. Darüber hinaus sind Nachbarschaftsbeziehungen und davon abhängige Pachtentscheidungen zwischen den 3'400 Agenten zu modellieren, die eigentlich nicht in Nachbarschaft zueinander liegen.

¹ Online-Appendix im Internet unter <http://bilder.agrarwissen.ch/Appendix.pdf>

Diese Sachverhalte erfordern geeignete Verfahren, die Eigenschaften der Agenten so anzupassen, dass diese realistische Interaktionen zwischen den Agenten zulassen. Eine schematische Übersicht mit den wichtigsten Bausteinen des Modells SWISSland findet sich im Online-Appendix (Abbildung 1).

2.3 Modellierung empirisch beobachtbarer Produktionsentscheidungen und potenzieller Anpassungen in der Zukunft

Die Produktions- und Investitionsentscheidungen der Agenten werden mit Hilfe eines einzelbetrieblichen PMP-basierten rekursiv-dynamischen Optimierungsmodells simuliert. Das Modell sieht eine Reihe von betrieblichen Handlungsoptionen (Entscheidungsvariablen oder Aktivitäten) sowie -begrenzungen (Restriktionen) vor (Möhring et al. 2010). Für jeden Agenten gibt es ein eigenständiges Optimierungsmodell, das auf Basis der Informationen aus den Buchhaltungsdaten der Zentralen Auswertung (ART-Tänikon) definiert ist und damit über ein Set an nichtnegativen Entscheidungsvariablen $X_{t,a,i}$ verfügt, wobei $t = \{1, \dots, T\}$ die Zeitperioden, $a = \{1, \dots, A\}$ die Agentenpopulation und $i = \{1, \dots, ii, \dots, I\}$ die Aktivitäten des Produktionsprogramms erklären. Die Entscheidungsvariablen $i = 1 \dots ii$ repräsentieren die statistisch beobachteten Produktionsaktivitäten des Basisjahres (Dreijahresmittel 2006-2008) für einen Agenten und die Variablen $i = ii \dots I$ definieren potenzielle neue Aktivitäten der Landnutzung und Tierhaltung. Der Ableitung von Preisen, Erträgen und Direktzahlungen von den im Basisjahr nicht-existierenden Produktionsaktivitäten der agentenspezifischen Produktionsportfolio liegen Schätzungen der Standardabweichungen und Mittelwerte von im Basisjahr vorhanden Aktivitäten bei ähnlichen Agenten desselben Betriebstyps in der derselben Region zugrunde. Auf Basis dieser Informationen werden Zufallswerte kalkuliert, um schliesslich die im Modell benötigten Zielfunktions- und technischen Koeffizienten für neue Betriebszweige ableiten zu können.

Die Zielfunktion des Modells maximiert das Haushaltseinkommen Z des Agenten, das sich aus der Summe von Landwirtschaftlichem Einkommen und Nebenerwerbseinkommen zusammensetzt und von einer Anzahl biophysikalischer sowie ökonomischer Restriktionen m_n begrenzt wird.

$$\begin{aligned} \text{Max } Z_{t,a} = & \sum_i \delta_t r_{t,a,i} X_{t,a,i} + \sum_i p_{t,a,i} X_{t,a,i} + - \sum_i v_{t,a,i} X_{t,a,i} \sum_j w_{t,a,j} N_{t,a,j} - \sum_g s_{t,a,g} L_{t,a,g} \\ & - \sum_h q_{t,a,h} Y_{t,a,h} - \sum_i \alpha_{a,i} X_{t,a,i} - 0.5 \sum_i \beta_{a,i} X_{t,a,i}^2 \end{aligned}$$

$$\text{s.t. } m_n(x_{t=1,a=1,i=1}, \dots, X_{t=T,a=A,i=I}) \leq 0$$

Die Rohleistung der pflanzlichen und tierischen Aktivitäten $X_{t,a,i}$ ergibt sich aus dem Leistungskoeffizienten r_i und einem jahresspezifischen Diskontierungsfaktor δ_t . Der Vektor p repräsentiert die Direktzahlungen und v die der Zukaufstätigkeiten. Während sich das Nebeneinkommen aus Arbeitslohn w und Umfang des Nebenerwerbs N_j ergibt, werden die Fremdarbeitskosten über den Vektor s und den Umfang des Arbeitsangebots der Angestellten L_g definiert. Die Kosten der Investitionen ergeben sich aus dem Umfang der Aktivitäten für Investitionen in Maschinen und Gebäude Y_h und den entsprechenden Koeffizienten q_h dieser Aktivitäten.

Auch wenn die anhand der Buchhaltungsdaten ermittelten Zielfunktionsparameter und die technischen Koeffizienten der Restriktionen genau den beobachteten Größen entsprechen ist es nur theoretisch möglich, mit Hilfe eines einfachen linearen Optimierungsmodells das Basisjahr exakt abzubilden. Deshalb wurde für die Ermittlung des optimalen Umfangs der pflanzlichen und tierischen Aktivitäten das Standardverfahren der Positiven Mathematischen Programmierung (PMP) nach Howitt (1995) angewendet, um das Modell auf den statistisch ausgewiesenen Ausgangszustand (Basisjahr) zu kalibrieren. Die PMP-Methode hat zudem den Vorteil, dass die Prognosen weniger zu Überspezialisierung im Vergleich zu reinen LP-Lösungen neigen und dadurch realitätsnäher und plausibler werden.

Die PMP-Koeffizienten α und β wurden basierend auf den individuellen variablen Kostenfunktionen der Produktionsverfahren der Referenzbetriebe im Basisjahr mit Hilfe exogener Elastizitäten geschätzt (vgl. Gocht 2005). Da jedoch keine Angebotselastizitäten zur Verfügung stehen, wurden vereinfachend Elastizitäten in Höhe von eins verwendet. Mit der PMP-Methode können jedoch nur Kostenfunktionen für die im Basisjahr realisierten Produktionsaktivitäten geschätzt werden, während dies für potentiell neue Produktionsaktivitäten nicht möglich ist. Um sicherzustellen, dass Betriebe neue Produktionsaktivitäten im Simulationszeitraum aufnehmen können, werden entsprechende Kostenfunktionen anhand von beobachteten betriebstypenspezifischen Mittelwerten abgeleitet, wobei jedoch die Mittelwerte um einen exogenen Faktor erhöht werden. Dieser Faktor berücksichtigt die Tatsache, dass die Einführung eines potenziell möglichen, aber neuen Produktionsverfahrens in das Portfolio des Betriebes mit zusätzlichen Kosten verbunden ist, die aufgrund betriebsindividueller Neigungen und fehlendem Know-how der Betriebsleiterfamilie entstehen.

Das Modell verwendet somit zwei unterschiedliche Typen von Grenzkostenkurven: Grenzkostenkurven (MC) der beobachteten Produktionsaktivitäten des Basisjahres: ($X_1 \dots ii$):

$$MC (X)_{ai} = \alpha_{ai} + \beta_{ai} X_{ai} \quad \text{for } i = 1 \dots ii$$

Grenzkostenkurven (MC) für potenziell neue Produktionsaktivitäten ($X_{ii \dots I}$):

$$MC (X)_j = \bar{\alpha}_i + 1.5(\bar{\beta}_i X_i) \quad \text{for } i = ii \dots I$$

Nachteilig bei dieser Vorgehensweise ist allerdings, dass die quadratischen Kostenterme aus den Schattenpreisen des Basisjahrs gebildet werden und streng genommen nur für dieses Jahr gültig sind. Eine Fortschreibung der Kostenterme impliziert, dass diese auch unter veränderten agrarpolitischen Rahmenbedingungen konstant bleiben.

2.4 Modellierung räumlich benachbarter Agenten

Die Stichprobe der 3'400 Referenzbetriebe ist relativ gleichmässig auf 26 Kantone verteilt. Daraus resultiert das Problem, Landhandelsentscheidungen zwischen Agenten ohne reelle Nachbarschaftsbeziehung zu modellieren (Buysse et al. 2011). SWISSland löst dieses Problem dadurch, dass «virtuelle» Nachbarschaften zwischen den Agenten erzeugt werden, indem diese auf eine begrenzte Anzahl von existierenden Gemeinden geografisch verteilt werden. Dafür werden in einem zweistufigen Auswahlverfahren Referenzgemeinden für das Tal-, Hügel und Berggebiet bestimmt, die sich durch eine für Schweizer Verhältnisse typische räumliche Struktur auszeichnen. Als erster Schritt wurde eine Gemeindetypologie gebildet, indem 2'751 Gemeinden nach topographischen Merkmalen in fünf Typen eingeteilt wurden. Topographische Merkmale sind die wichtigsten Bestimmungsfaktoren für den Bodenmarkt. Als topographische Auswahlkriterien dienen a) der Höhenunterschied zwischen dem tiefsten und höchsten Punkt über Meeresspiegel der Landwirtschaftlichen Nutzfläche und b) die Verteilung der Betriebsflächen auf verschiedene Höhenstufen innerhalb einer Gemeinde. Tabelle 2 im Online-Appendix beschreibt die auf diese Weise selektierten fünf Gemeindetypen. In einem zweiten Schritt wurden Referenzgemeinden für die fünf Gemeindetypen ausgewählt, wobei jedoch nur für etwa ein Drittel der Schweizer Gemeinden georeferenzierte Daten für die einzelnen Landwirtschaftsbetriebe zur Verfügung standen. Auswahlkriterien waren zum einen die Betriebstypen und die Landwirtschaftszonen. Insgesamt wurden 7 Referenzgemeinden gebildet. Tabelle 3 im Online-Appendix zeigt die Anzahl Betriebe der Referenzgemeinden. Ein Vorteil dieser Methode ist, dass die Topologie und die Distanzen der Parzellen sehr realitätsnah im Modell abgebildet werden können, auch wenn die Gewährleistung der Repräsentativität aller Merkmale (Topographie, Landwirtschaftliche Nutzfläche (LN) pro Gemeinde, Betriebstyp, Zone) schwierig ist.

Die Referenzgemeinden dienen als Datenquelle für die Charakterisierung der Modellagenten hinsichtlich ihrer räumlichen und topografischen Eigenschaften. Die Zuordnung der 3'400 Agenten zu den realen Betrieben der Referenzgemeinden erfolgt durch eine Optimierungsrechnung, in welcher die Summe der quadrierten Abweichungen wichtiger Merkmale (Betriebsgrösse, Höhenlage und landwirtschaftliche Zone) zwischen den Agenten und dem jeweils zugeordneten realen Betrieb minimiert wird. Gleichzeitig werden einige der Referenz-

gemeinden so vervielfacht, dass die Anzahl verfügbarer räumlicher Betriebe die Zahl der Agenten leicht übersteigt und die Abweichungen zwischen den Zuteilungsmerkmalen weiter minimiert werden. Damit sich die Gesamtfläche der Agentenpopulation nicht ändert, werden verbleibende Abweichungen zwischen der LN der räumlichen Betriebe und jener des jeweils zugeteilten Agenten durch eine entsprechende Korrektur der Parzellenflächen bereinigt. Somit erhalten alle Agenten räumliche Eigenschaften (Koordinaten Hof, Anzahl Parzellen mit Wiesen und Ackerland, Koordinaten der Parzellen und deren Feld-Hof-Entfernung) und besitzen schliesslich «virtuelle» Nachbaragenten, die mit Ihren Parzellen an andere Agenten angrenzen. Eine ausführliche Beschreibung der Zuordnung der Agenten zu den realen Betrieben der Referenzgemeinden sowie weitere Informationen zur Modellierung des Landhandels finden sich im Verweis 1 und 2 der Online-Appendix.

2.5 Modellierung des Übernahme- und Aufgabeverhaltens der Agenten

Wie bereits in den vorangegangenen Kapiteln beschrieben, werden die agrarstrukturell relevanten Entscheidungen im Modell in erster Linie durch den Hofübernahme- und Aufgabeprozess dominiert. Letzterer ist wiederum stark durch den Lebenszyklus der Betriebsleitenden geprägt. In der Regel erfolgt mit der beginnenden Rentenauszahlung im Alter von 65 Jahren und dem Verfallen der Ansprüche auf Direktzahlungen die Betriebsaufgabe beziehungsweise -übergabe an die Nachfolgenden (Meier et al. 2009). Rossier und Wyss (2006) bestätigten in einer repräsentativen Befragung, dass eine Hofaufgabe vor dem Erreichen des Pensionsalters unter den bisherigen Rahmenbedingungen nur selten anzutreffen ist. Dies spiegelt sich darin wider, dass nur in etwa 10 Prozent aller Fälle die Betriebsleitenden in der Schweiz älter als das gesetzlich festgelegte Pensionsalter von 65 Jahren sind und nur 30 Prozent der Landwirte und Landwirtinnen ihre aktive Zeit als Betriebsleitende vor dem 65. Lebensjahr beenden. Allerdings hört praktisch kein Betrieb vor dem 60. Lebensjahr auf. Rossier und Wyss (2006) konnten ausserdem nachweisen, dass die Hofnachfolgeentscheidung in der Schweiz signifikant von der Anzahl Söhne, der Lage (Tal-, Hügel oder Bergregion), der Betriebsgrösse, des Betriebstyps sowie von einer existenzsichernden finanziellen Situation des Betriebs abhängig ist. Diese Erkenntnisse zur Hofübernahme werden in SWISSland in einem zweistufigen

Entscheidungsprozess umgesetzt: In einem ersten Schritt werden auf der Grundlage der von Rossier und Wyss (2006) ermittelten Hofübernahmewahrscheinlichkeiten $P(i)$ (Tabelle 2), die Agenten ohne einen Nachfolger oder Nachfolgerin und diejenigen mit einer potenziellen Übernahmekandidatur stochastisch bestimmt. Die Zuweisung der Wahrscheinlichkeiten erfolgt nach jedem Simulationsjahr neu, wodurch die dynamischen Veränderungen der Agenten infolge Flächenwachstum oder Änderung des Betriebstyps im Simulationszeitraum berücksichtigt werden. In einem zweiten Schritt werden zusätzlich Existenzsicherungskriterien für die Hofübernahme anhand ökonomischer Überlegungen implementiert. Diese sollen sicherstellen, dass bei sich ändernden agrarpolitischen Rahmenbedingungen, die sich negativ auf das Einkommenspotenzial der Betriebe auswirken, die Nachfolgeentscheidung zumindest aus ökonomischer Sicht neu überdacht wird (Abbildung 1). Grundsätzlich stellen die sozioökonomisch begründeten Hofübernahmewahrscheinlichkeiten Momentaufnahmen unter den zum Erhebungszeitpunkt geltenden agrarpolitischen Rahmenbedingungen dar. Die zusätzlich implementierten Einkommens- und Stabilitätskriterien garantieren jedoch, dass auch agrarpolitische Veränderungen (Preissenkungen, Verminderung der Direktzahlungen) in die Hofübernahmeentscheidung einfließen.

Abbildung 1: Bestimmung der im Generationswechsel jährlich übernommenen und nicht übernommenen Agenten

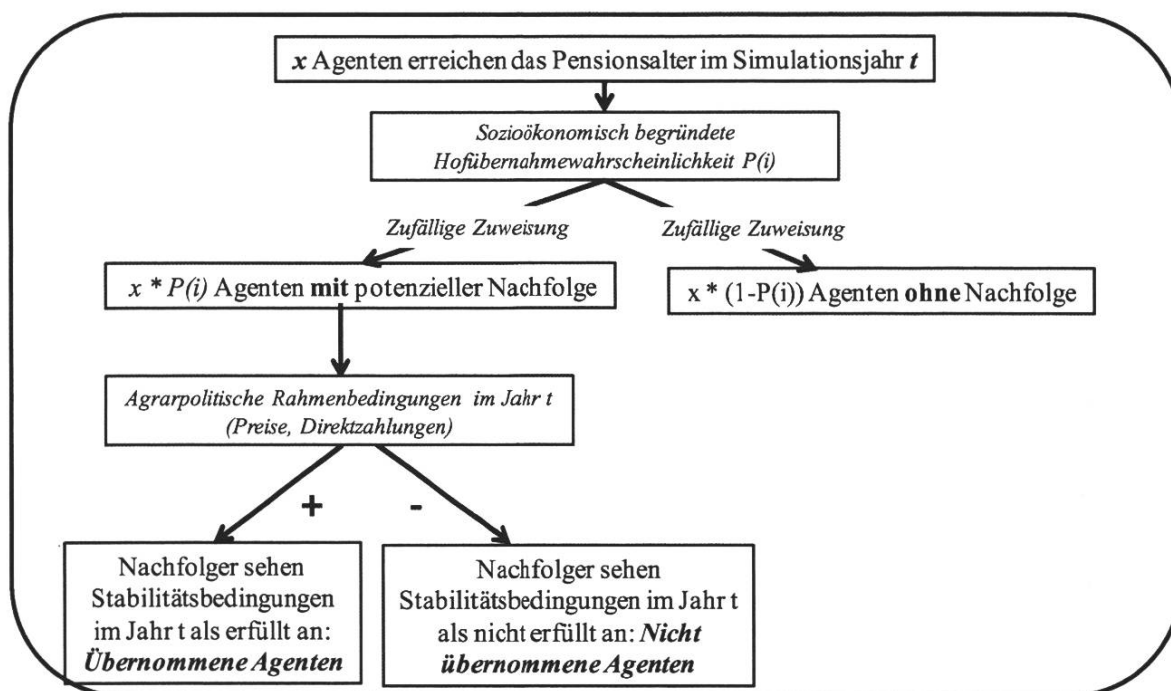


Tabelle 2: Sozioökonomisch begründete Wahrscheinlichkeiten $P(i)$ einer Hofübernahme nach Region, Betriebstyp und -größe

Region	Betriebstyp	LN	LN	LN	Total
		0 – 10 ha	10- 20 ha	> 20 ha	
Tal	Ohne Milchvieh	31%	48%	68%	47%
	Mit Milchvieh	44%	69%	91%	86%
	Alle Tal	34%	60%	82%	60%
Hügel	Ohne Milchvieh	45%	12%	50%	39%
	Mit Milchvieh	67%	70%	75%	50%
	Alle Hügel	52%	58%	71%	58%
Berg	Ohne Milchvieh	40%	23%	73%	43%
	Mit Milchvieh	65%	72%	88%	62%
	Alle Berg	50%	57%	82%	63%

Quelle: Rossier und Wyss 2006

Die Hofübernahme oder -aufgabe der Betriebe ist somit determiniert durch einen minimalen Ausstieg der Betriebsleitenden, die das Pensionsalter erreichen. Haben die Betriebe keinen Nachfolger oder ist eine Übernahme wegen des Nicht-Erreichens der betriebswirtschaftlichen Grundanforderungen ausgeschlossen, werden die Flächen zur Verpachtung freigegeben.

Die nachfolgende Generation entscheidet sich demnach nur für eine Betriebsübernahme, wenn der Betrieb eine ausreichende Existenzgrundlage und damit finanzielle Stabilität bietet. Für die Definition der finanziellen Stabilitätskriterien sind verschiedene Ansätze denkbar:

1. Da aufgrund der bereits in Kapitel 2.3 beschriebenen Vorgehensweise für jeden Agenten in jedem Simulationsjahr ein optimales Produktionsprogramm abgeleitet wird, ist es denkbar – quasi im Sinne einer Rentabilitätsbetrachtung – das erzielbare Haushaltseinkommen eines Betriebes im Übernahmejahr als Kriterium für die Hofübernahme anzusetzen. Dabei muss das gemäss der Maximalanforderung der Zielfunktion berechnete Haushaltseinkommen höher sein als ein exogen festgelegtes Mindesteinkommen, das im Mittel dem Privatverbrauch einer Betriebsleiterfamilie entspricht. Diese Kenngrösse gibt zwar Auskunft darüber, ob die auf dem Betrieb geleistete Familienarbeit des Nachfolgers und das eingesetzte Eigenkapital in der Vergangenheit angemessen entschädigt wurde, sie enthält darüber hinaus jedoch keine Informationen, ob der Betrieb eine solide Fremdkapitalbelastung aufweist und in der Lage ist, auch zukünftig seinen Zahlungsverpflichtungen nachzukommen, wobei diese Kriterien für Übernahme- oder Aufgabeentscheidungen eine wichtige Rolle spielen.
2. Wenn es das Ziel der jungen Betriebsleitenden ist, durch die Übernahme des Landwirtschaftsbetriebes eine solide und sichere Existenzgrundlage auch bei Eintritt unvorhergesehener Risiken für die Zukunft zu gewährleisten, sollten Kennzahlen zur Beurteilung der Existenzsicherung eine zukunftsgerichtete Einschätzung der Rentabilität und Liquidität des Unternehmens auf Basis der gegenwärtigen Situation erlauben. Zu diesen Kennzahlen gehört

der Verschuldungsfaktor², der angibt, wie oft der letzte Cash Flow erarbeitet werden müsste, bis die Effektivverschuldung abbezahlt wäre. Ein Unternehmen mit einem tiefen Verschuldungsfaktor von 3-5 gilt als gut anpassungsfähig an sich ändernde Rahmenbedingungen. Ein Verschuldungsfaktor von 6-10 oder noch höher zeigt ein geringes Leistungspotenzial bei hoher Verschuldung (Pfefferli et al., 2005). Zusätzliche Informationen zur Stabilität des Betriebes liefern Kennzahlen zur Eigenkapitalbildung und zur Fremdkapitalbelastung des Betriebes. Somit sollten Betriebsleitende, die eine langfristige Weiterbewirtschaftung anstreben, keinen Eigenkapitalverlust bei gleichzeitig hoher Fremdkapitalbelastung ausweisen (Kapitel 3.1).

3. Analyse des Strukturwandels

3.1 Definition der Szenarien

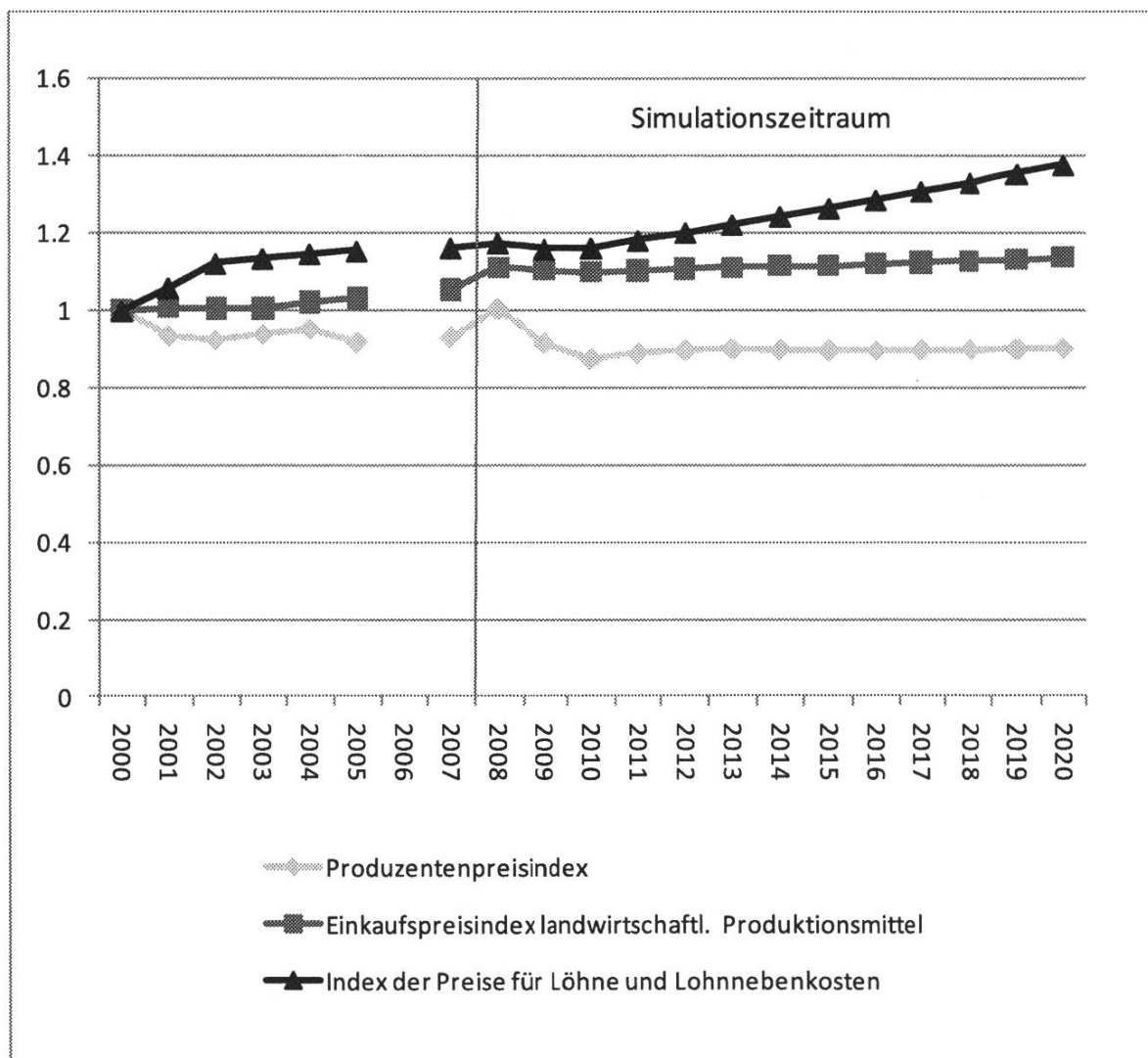
Obwohl SWISSland in erster Linie als ein Instrument zur Politikevaluation konzipiert ist, liegt das Hauptaugenmerk des vorliegenden Beitrags darauf, die strukturellen Wirkungen sichtbar zu machen, die auftreten, wenn sozioökonomische Umfrageergebnisse zur Hofnachfolge in Kombination mit ökonomisch begründeten Entscheidungskriterien in SWISSland unterschiedlich interpretiert und implementiert werden.

Somit gelten in allen Szenarien gleiche Annahmen bezüglich des aktuell gültigen Direktzahlungssystems (Agrarpolitik 2011) und den Preisentwicklungen. Letztere basieren auf den mit Hilfe des Regionshofmodells SILAS-dyn in Verbindung mit einem Marktmodell unter gleichen agrarpolitischen Voraussetzungen berechneten Preisentwicklungen (Zimmermann et al., 2011). Das zugrundeliegende Politikscenario «Weiterführung Agrarpolitik 2011 bis 2020 (AP11)» wurde unter anderem deshalb ausgewählt, weil es eine konsequente Weiterführung der seit 1999 in der Schweiz eingeführten Agrarpolitik 2002 hinsichtlich des schrittweisen Abbaus der Preisstützung, der Umlagerung der Mittel auf Direktzahlungen sowie der Einführung tierbezogener Direktzahlungen ohne

² Verschuldungsfaktor = Effektivverschuldung/Cash Flow

einen grundlegenden Systemwechsel bedeutet (BLW, 2011). Die Entwicklung der Preis- und Kostenindizes ist sowohl für die Vergangenheit (2000-2007) als auch für den Simulationszeitraum 2008-2020 in Abbildung 2 dargestellt und macht deutlich, dass der Simulationszeitraum bis 2020 keine kurzfristigen Preisschwankungen berücksichtigt, ansonsten jedoch eine Fortsetzung der bisherigen Entwicklung darstellt. Die Direktzahlungen bleiben in der Ausgestaltung und im Niveau bis 2020 unverändert.

Abbildung 2: Preisindizes für Produzentenpreise, Landwirtschaftliche Produktionsmittel und Löhne



Quelle: SBV, verschiedene Jahrgänge

Bei dieser relativen Konstanz der agrarpolitischen Rahmenbedingungen kann davon ausgegangen werden, dass sich der Strukturwandel in der Schweiz im Rahmen der letzten 10 Jahre bewegt oder eher abnimmt, sollte es im ausserlandwirtschaftlichen Bereich nicht zu grossen Sog- oder Druckwirkungen kommen (Baur, 1999). Aus diesem Grund wird eine Gegenüberstellung, Beurteilung und Diskussion der Modellszenarien mit der in der Schweiz beobachteten strukturellen Entwicklung in der Vergangenheit (2000-2009) als zulässig erachtet.

Tabelle 3 charakterisiert drei Szenarien mit unterschiedlicher Interpretation und Ausgestaltung der Hofnachfolgeentscheidungen der Agenten in SWISSland. Das AP11-Referenzszenario stellt ein Szenario mit sehr vereinfachten Annahmen dar. Es unterstellt zum einen, dass alle Agenten mit 65 Jahren aus der Landwirtschaft ausscheiden und ihren Betrieb entweder an einen Nachfolger übergeben oder ganz aufgeben. Zum anderen bestimmen in diesem Szenario nur ökonomische Bestimmungsfaktoren die Hofübernahme. So wird unterstellt, dass ein junger Betriebsleitender nur dann den Hof im Generationswechsel übernimmt, wenn er mit seinem Haushaltseinkommen einen mittleren Privatverbrauch für eine Betriebsleiterfamilie decken kann. Das zweite verbesserte AP11-Stabilitätsszenario berücksichtigt eine empirisch abgestützte Streuung des Aufgabe- und Übergabealters, sozioökonomisch begründete Hofübernahmewahrscheinlichkeiten sowie Kriterien zur finanziellen Stabilität des Betriebes, die das tatsächliche Entscheidungsverhalten der Landwirte ökonomisch besser begründen (Tabelle 3). Um den Einfluss der sozioökonomischen Übernahmewahrscheinlichkeiten sowie der ökonomischen Stabilitätskriterien auf die Ergebnisse einzeln darstellen und bewerten zu können, wurde noch ein drittes Vergleichsszenario AP11-VergleichStabilität betrachtet, in dem ausschliesslich die empirisch begründeten Hofübernahmewahrscheinlichkeiten die jährliche Übernahmeentscheidung bestimmen.

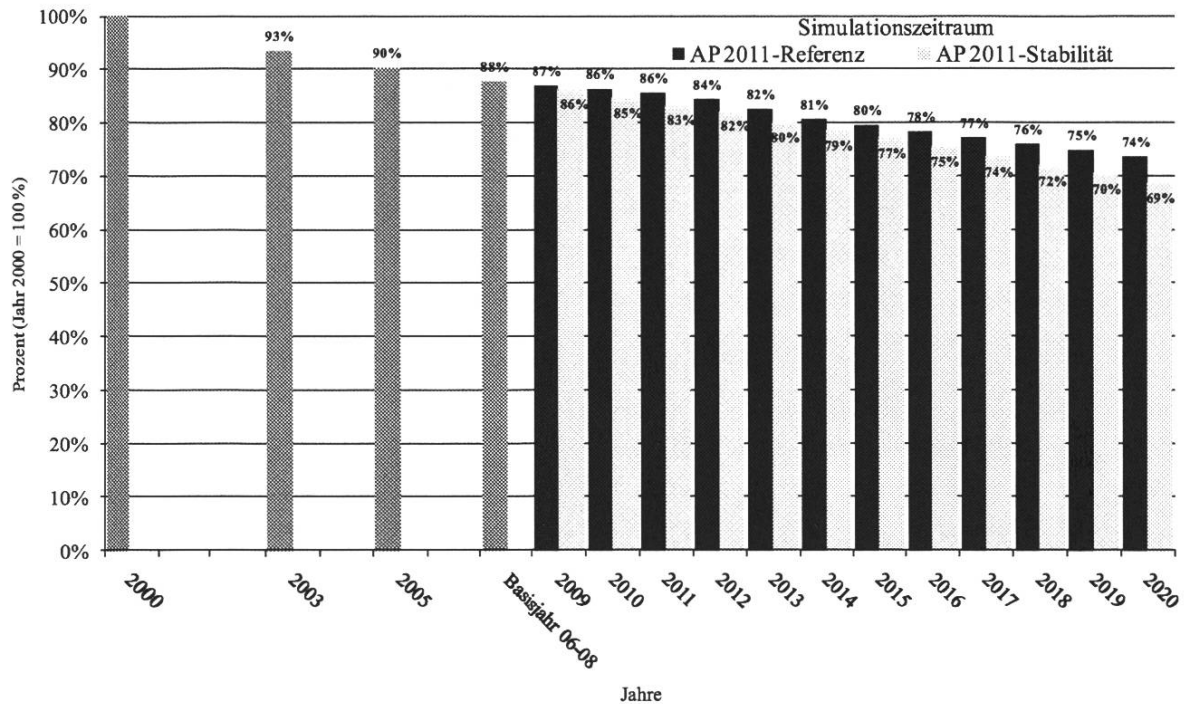
Tabelle 3: Definition der Szenarien

Sozialer Indikator	AP11-Referenz	AP11-Stabilität	AP11- VergleichStabilität
Aufgabealter (A): Alter des Betriebsleitenden bei der Betriebsaufgabe	A=65 für alle Agenten	- Empirisch begründetes Aufgabealter der Agenten $P(61 < A < 70)$; - Zufällige Zuweisung der Merkmale zu den Agenten	
Übergabealter (U): Alter des Betriebsleitenden bei der Hofübergabe an einen Nachfolger	U=A	U=A	
Bedingung für eine Hofübernahme durch die nachfolgende Generation	Haushaltseinkommen pro Agent > Durchschnittlicher Privatverbrauch pro Agent. Durchschnittlicher Privatverbrauch: 65'000,- CHF pro Agent.	1. Sozioökonomisch begründete Wahrscheinlichkeit einer Hofübernahme. 2. Stabilitätskriterien - Verschuldungsfaktor > 10 - Eigenkapitalbildung ≥ 0 und Fremdkapitalanteil < 50%	Sozioökonomisch begründete Wahrscheinlichkeit einer Hofübernahme.

3.2 Resultate

Die Ergebnisse der zwei Szenarien Referenz und Stabilität werden im Folgenden vor allem im Hinblick auf die relevanten Strukturwirkungen, hochgerechnet für den gesamten Agrarsektor, dargestellt. Zentral ist allerdings die Frage, ob das Modell grundsätzlich den zu erwartenden Trend der agrarstrukturellen Entwicklungen der letzten Jahre abbilden kann. Abbildung 3 zeigt die in der Vergangenheit beobachtete Entwicklung der Anzahl Betriebe von 2000-2007 sowie die Vorschätzung für den Simulationszeitraum 2008-2020. Von 2000-2007 ging die Zahl der Betriebe in der Schweizer Landwirtschaft um insgesamt 12 % zurück. Im Szenario AP11-Referenz geht die Zahl der Betriebe vom Basisjahr 2006-08 bis 2020 mit insgesamt 14 % etwas langsamer als in der Vergangenheit zurück. Das Szenario AP11-Stabilität ergibt dagegen für den Simulationszeitraum eine ähnliche betriebliche Entwicklung wie in der Vergangenheit.

Abbildung 3: Entwicklung der Anzahl Betriebe bis 2020



Quelle für die Jahrgänge 2000-2005: BFS 2011.

Tabelle 4: Veränderung der Anzahl Betriebe pro Jahr in Prozent

Merkmal	Veränderung pro Jahr in %			
	2000-2009 BFS ¹	2008-2020 AP11-Referenz	2008-2020 AP11-Stabilität	2008-2020 AP11- VergleichStabilität
Größenklasse				
0-10 ha	-3.4	-6.1	-7.5	-4.3
11-20 ha	-2.5	-2.8	-4.0	-2.0
21-30 ha	-0.1	0.8	0.9	0.8
> 30 ha	2.7	2.4	2.3	1.8
Region				
Tal	-1.9	-1.2	-2.1	-1.1
Hügel	-1.6	-1.7	-2.2	-1.2
Berg	-1.9	-1.5	-1.6	-0.9
Total	-1.8	-1.4	-2.0	-1.0

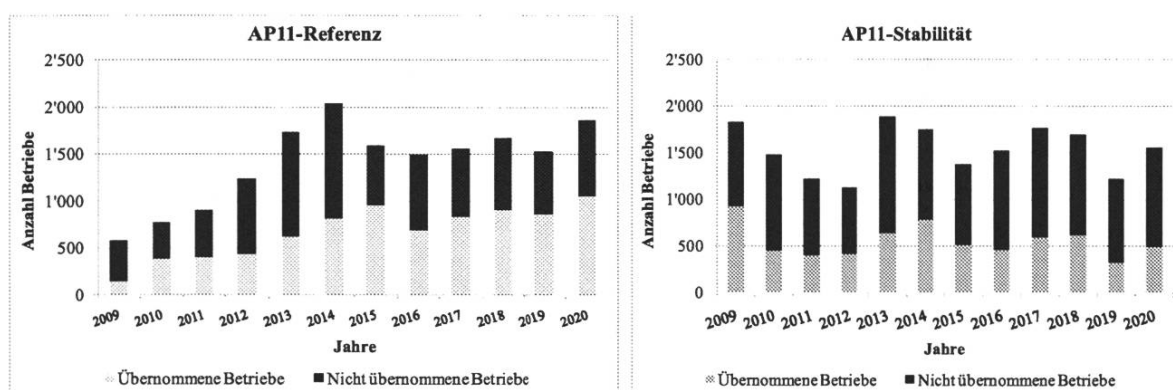
Quelle: BFS 2011

Tabelle 4 zeigt die prozentuale Veränderung der Betriebe pro Jahr. Gegenübergestellt sind die Veränderungen der Vergangenheit anhand sekundärstatistischer Angaben des Bundesamtes für Statistik (BFS, 2011), die Simulationsergebnisse der beiden Strukturszenarien sowie das Vergleichsszenario (AP11-Vergleich Stabilität). Sichtbar wird, dass unter ähnlichen agrarpolitischen Rahmenbedingungen der in der Vergangenheit beobachtbare Trend eines relativ moderaten Strukturwandels in der Schweiz (-1.8 % pro Jahr) auch in den beiden Strukturszenarien zu erwarten wäre. Die Anzahl Betriebe mit einer Flächenbewirtschaftung von weniger als 20 ha LN ist rückläufig, die Anzahl grösserer Betriebe mit mehr als 30 Hektaren landwirtschaftlicher Nutzfläche wächst. Mit einer durchschnittlichen jährlichen Aufgaberate von 1.4 % im Referenzszenario prognostiziert SWISSland einen Strukturwandel, der etwas unterhalb der Werte der letzten 10 Jahre liegt. Im Stabilitätsszenario liegt der Rückgang der Zahl der Betriebe mit 2 % pro Jahr ähnlich hoch wie in der Vergangenheit. Der Rückgang der Zahl der Betriebe im Vergleichsszenario (AP11-Vergleich Stabilität) ist mit jährlich 1 % deutlich kleiner und ist ein Indiz dafür, dass eine Kombination von Hofübernahmewahrscheinlichkeiten mit ökonomischen Stabilitätskriterien die geeignetere Methode ist, um den Strukturwandel der Vergangenheit fortzuschreiben.

Die Ergebnisse in den einzelnen Betriebsgrössenklassen zeigen jedoch, dass weder das vereinfachte Referenzszenario noch das empirisch begründete Stabilitätsszenario die Veränderung in den Betriebsgrössenklassen bis 30 ha verlässlich prognostizieren können. Beide Szenarien überschätzen den jährlichen Rückgang kleinerer Betriebe deutlich, während die Zunahme in den mittleren Betriebsklassen überschätzt wird. Betrachtet man allerdings die Werte nach Region, so scheint das Modell im Vergleich zu den Vergangenheitszahlen für die Zukunft einen grösseren Strukturwandel in der Talregion und einen kleineren für die Bergregion zu prognostizieren. Auch hier spiegelt sich die Verteilung der Hofübernahmewahrscheinlichkeiten nach Rossier und Wyss (2006) wider. Das Szenario AP11-Stabilität weist insgesamt etwas höhere Aufgaberraten in allen drei Regionen auf als das Szenario AP11-Referenz und liegt damit näher an den in der Vergangenheit beobachteten Werten. Trotzdem wird deutlich, dass SWISSland die Betriebsaufgaberrate in der Bergregion auch im Stabilitätsszenario etwas unterschätzt.

Die Summe der übernommenen und nicht übernommenen Betriebe entspricht in SWISSland immer genau der Anzahl Betriebsleiter im aufgabefähigen Alter (Abbildung 4). Das sind im Referenzszenario alle 65-Jährigen und im Stabilitätsszenario die aufgabewilligen Betriebsleitenden ab einem Alter von 61 Jahren. Durch die Berücksichtigung der Streuung beim Aufgabe- und Übergabealter kann eine wesentlich konstantere Betriebsaufgabe- und Übergaberate je Jahr simuliert werden, wodurch Sprünge beim Altersaufbau der Agentenpopulation vermieden werden. Da Inkonsistenzen in der Altersverteilung auch einen Einfluss auf die Prognosegüte im Zeitverlauf haben, kann hierdurch eine Glättung erzielt werden (Abbildung 4).

Abbildung 4: Anzahl der im Generationswechsel übernommenen und nicht übernommenen Betriebe (2009 bis 2020)



Das AP11-Stabilitätsszenario verzeichnet wesentlich mehr wachsende Betriebe (rund 57 % aller Betriebe) im gesamten Simulationszeitraum als das Referenzszenario (rund 42 % aller Betriebe). Dies ist unter anderem darauf zurückzuführen, dass mehr Betriebe aus der Landwirtschaft aussteigen und damit mehr Flächen frei werden, die zugepachtet werden können.

In der Vergangenheit sind die Betriebe in der Schweiz zwischen 0.23-0.30 ha LN pro Betrieb und Jahr gewachsen. Das durchschnittliche Flächenwachstum wird durch beide Strukturszenarien in vergleichbarem Ausmass fortgeschrieben (Tabelle 5). Während das Referenzszenario das durchschnittliche jährliche Flächenwachstum in der Talregion unterschätzt, überschätzt das Stabilitätsszenario dasjenige in der Hügelregion.

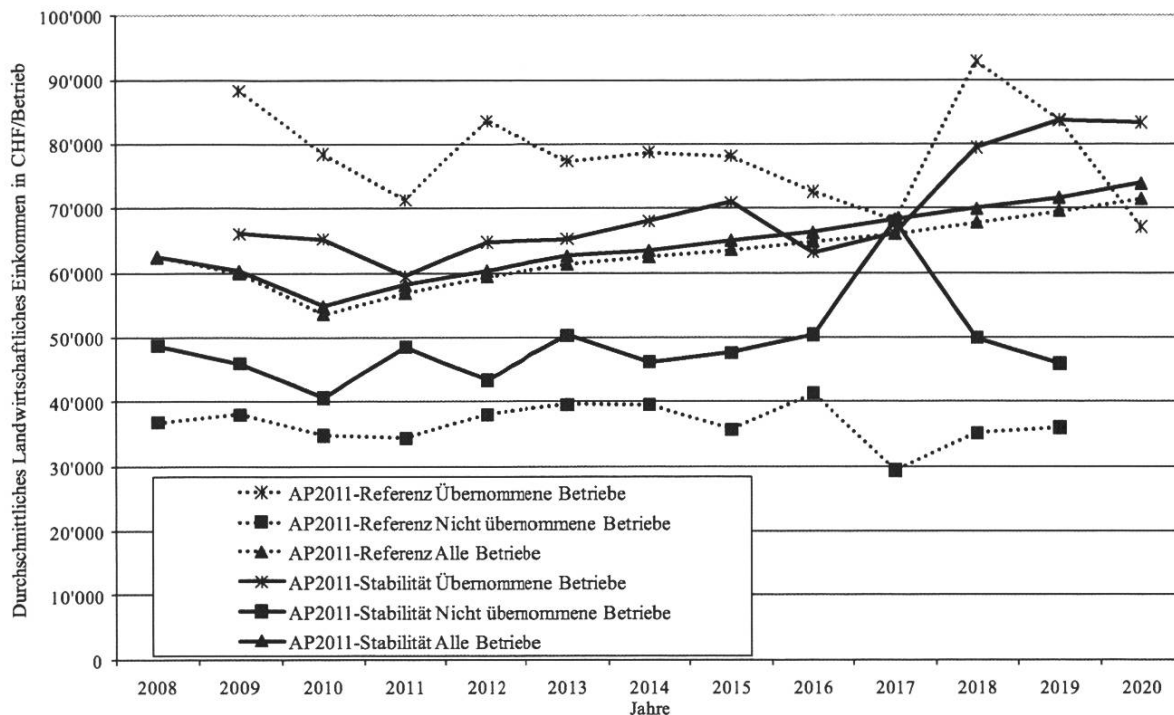
Tabelle 5: Veränderung der Betriebsgrösse pro Jahr in ha LN

Region	2000 BFS ha LN ¹	2000-2007 BFS Veränderung pro Jahr in ha LN ¹	2006/08 verbesserte Stichprobe Referenz- betriebe ha LN	2008-2020 AP11-Referenz Veränderung pro Jahr in ha LN	2008-2020 AP11-Stabilität Veränderung pro Jahr in ha LN
Tal	16.15	+0.30	20.39	+0.22	+0.36
Hügel	14.62	+0.23	17.67	+0.31	+0.38
Berg	14.27	+0.30	18.66	+0.30	+0.32

¹ Quelle: BFS 2011

Abbildung 5 zeigt dagegen die Wirkung der Stabilitätskriterien (Verschuldung, Eigenkapitalbildung und Fremdkapitalbelastung) auf die Einkommensgrenze für die Betriebsübernahme und die Betriebsaufgabe. Im Szenario AP11-Stabilität liegt das durchschnittliche landwirtschaftliche Einkommen der nicht übernommenen Betriebe in jedem Simulationsjahr über CHF 40'000 je Betrieb, während es im Szenario AP11-Referenz mit einer fixen Einkommensgrenze von rund CHF 65'000 Haushaltseinkommen unter CHF 40'000 je Betrieb liegt. Das bedeutet, dass bei Anwendung der Stabilitätskriterien auch Betriebe mit höheren Einkommen nicht übernommen werden. Andererseits werden aber auch Betriebe, die ein geringes Einkommen erwirtschaften, übernommen, sofern sie die Stabilitätskriterien erfüllen. Das erklärt die Differenz der durchschnittlichen Einkommen bei der Gruppe der übernommenen Betriebe im Szenario AP11-Stabilität gegenüber den durchschnittlichen Einkommen der übernommenen Betriebe im Szenario AP11-Referenz, deren Einkommensgrenze von CHF 65'000 immer überschritten sein muss.

Abbildung 5: Durchschnittliches Landwirtschaftliches Einkommen (CHF/Betrieb) gruppiert nach dem Status der Hofübergabe



4. Diskussion

Die Prozesse der Hofübernahme und -aufgabe haben einen erheblichen Einfluss auf die Entwicklung der Agrarstrukturen in der Schweiz. Daher ist es notwendig, die Einflussfaktoren für diese Prozesse adäquat in Modellen abzubilden, die ändernde Agrarstrukturen simulieren und somit Vorhersagen zur Entwicklung der Betriebsgrößen, der Anzahl Betriebe und Arbeitskräfte im Agrarsektor ableiten wollen. Wichtig ist es für diese Modelle ausserdem, dass der auf vielfältigen ökonomischen und sozialen Entscheidungsfaktoren basierende Strukturwandel der letzten Jahre, im Trend auch für die Zukunft fortgeschrieben werden kann. Voraussetzung für eine Validierung von Simulationsergebnissen an der Entwicklung in der Vergangenheit sind konstante agrarpolitische Rahmenbedingungen, was eine Fortschreibung der bisherigen Preis- und Kostenentwicklungen ohne einen Systemwechsel bei den Direktzahlungen bedeutet.

Mit Hilfe von drei Szenarien werden verschiedene Ausgestaltungsmöglichkeiten des Hofnachfolgeprozesses untersucht. Im vereinfacht formulierten AP11-Referenzszenario werden Hofnachfolgeentscheidungen auf der Basis von rein ökonomischen Entscheidungskriterien (Mindesteinkommen zur Deckung des Privatverbrauchs) modelliert. Im AP11-Stabilitätsszenario werden neben sozio-ökonomisch begründeten Hofübernahmewahrscheinlichkeiten zusätzlich die Faktoren Verschuldungsgrad, Eigenkapitalbildung und Fremdkapitalbelastung berücksichtigt. In einem dritten Szenario wird untersucht, inwiefern es möglich ist, den Hofübernahmeprozess allein mittels empirisch begründeter Übernahmewahrscheinlichkeiten zu modellieren. Ausserdem fließt eine empirisch erhobene Altersverteilung für den Zeitpunkt der Hofübergabe in die Datengrundlage ein.

Die vorgestellten Ergebnisse zeigen, dass der Strukturwandelprozess der Schweizer Landwirtschaft mit dem agentenbasierten Modell SWISSland am besten durch Integration von empirisch fundierten Hofnachfolgewahrscheinlichkeiten in Kombination mit ökonomischen Kriterien zur Existenzsicherung fortgeschrieben werden kann. Es zeigt sich, dass dadurch vor allem der regionale Strukturwandel besser prognostiziert wird.

Die Ergebnisse lassen zudem die Schlussfolgerung zu, dass durch die Kombination ökonomischer und nicht ökonomischer Bestimmungsfaktoren komplexe Entscheidungen von Agenten realitätsnäher simuliert werden können. Weitere Anwendungsmöglichkeiten sind beispielsweise Prozesse, die den Verhaltenswechsel von jungen Einsteigenden im Vergleich zu ihrer Elterngeneration abbilden oder solche, die einen Umstieg auf biologische Bewirtschaftung beschreiben.

Literatur

- Balman, A., 2000. Modeling Land Use with Multi-Agent Systems. Perspectives for the Analysis of Agricultural Policies. Proceedings of the IIFET 2000: Microbehavior and Macroresults.
- Baur, P., 1999. Agrarstrukturwandel in der Schweiz. Dissertation ETH, Nr. 13240, Zürich.
- Berger, T., 2001. Agent-based Spatial Models Applied to Agriculture: A Simulation Tool for Technology Diffusion, Resource Use Changes and Policy Analysis. *Agricultural Economics*. 25(2): 1-16.
- Bundesamt für Statistik (BFS), 2011. <http://www.bfs.admin.ch>.
- Bundesamt für Landwirtschaft (BLW), 2011. Agrarbericht 2010. Bern.
- Buysse J., A. Frija, B. Van der Straeten, S. Nolte, L. Lauwers, D. Claeys und G. Van Huylenbroeck, 2011. The sampling bias in multi-agent simulation models. Paper prepared for the 122nd EAAE Seminar «Evidence-based agricultural and rural Policy making Methodological and Empirical Challenges of Policy Evaluation». Ancona, February 17-18, 2011.
- Freeman, T.R. 2005. From the Ground Up: An Agent-Based Model of Regional Structural Change. Masters Thesis. University of Saskatchewan, Saskatoon, Saskatchewan, Canada.
- Gocht, A., 2005. Assessment of simulation behavior of different mathematical programming approaches. 89. EAAE Seminar: Modeling Agricultural Policies: State of the Art and new Challenges. Parma.
- Happe, K., 2004. Agricultural policies and farm structures. Agent-based modelling and application to EU-policy reform. Studies on the Agricultural Food Sector in Central and Eastern Europe. Halle, Institute of Agricultural Development in Central and Eastern Europe (IAMO). 30: 298.
- Howitt, R. E., 1995. Positive Mathematical Programming. *American Journal of Agricultural Economics*. 77: 229-342.
- Lauber, S., 2006. Agrarstrukturwandel im Berggebiet. Ein agentenbasiertes, räumlich explizites Agrarstruktur- und Landnutzungsmodell für zwei Regionen Mittelbündens. Tänikon, Eidgenössische Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART.
- Lobianco, A., R. Esposti, 2010. The Regional Multi-Agent Simulator (RegMAS): An open-source spatially explicit model to assess the impact of agricultural policies. *Computers and Electronics in Agriculture* 72 (2010) 14–26.
- Mann, S., 2003. Bestimmungsgründe des landwirtschaftlichen Strukturwandels. *Agrarforschung* 10 (1), 32-36.
- Matthews, R. B., N. G. Gilbert, A. Roach, J. G. Polhill und N. M. Gotts, 2007. Agent-based land-use models: a review of applications. *Landscape Ecology*. 22(10): 1447-1459.
- Meier B., G. Giuliani und C. Flury, 2009. Flächentransfers und Agrarstrukturentwicklung bis 2007. *Agrarforschung* 16 (5): 152-157.
- Möhring, A., A. Zimmermann, G. Mack, S. Mann, A. Ferjani und M.-P. Gennaio, 2010. Multidisziplinäre Agentendefinitionen für Optimierungsmodelle. *Schriften der Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaus e.V.* 45: 329-340.
- Pfefferli S., S. Aubert, B. Meier, 2005. Betriebswirtschaftliche Begriffe im Agrarbereich, LmZ, Zollikofen.
- Rossier, R. and B. Wyss, 2006. Determinanten der Hofnachfolge. *Agrarforschung*. 13(4): 144-149. Schweizerischer Bauernverband (SBV), 2000-2009: Statistische Erhebungen und Schätzungen über Landwirtschaft und Ernährung. Brugg.

Schreinemachers, P., 2006. The (Ir)relevance of the Crop Yield Gap Concept to Food Security in Developing Countries with an Application of Multi Agent Modeling to Farming Systems in Uganda. Bonn, Uni Bonn: 222.

Stolniuk P. C., 2008. An Agent-Based Simulation Model of Structural Change in Agriculture, A Thesis Submitted to the College of Graduate Studies and Research in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Master of Science.

Streifeneder, T.P., 2009. Die Agrarstrukturen in den Alpen und ihre Entwicklung unter Berücksichtigung ihrer Bestimmungsgründe – Eine alpenweite Untersuchung anhand von Gemeindedaten. Dissertation Uni München.

Van der Straeten, B., J. Buysse, S. Nolte, L. Lauwers, D. Claeys and G. Van Huylenbroeck, 2010. A multi-agent simulation model for spatial optimisation of manure allocation. *Journal of environmental planning and management* 53 (8): 1011-1030.

Valbuena, D., P. H. Verburg und A. K. Bregt, 2008. A method to define a typology for agent-based analysis in regional land-use research. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 128(1-2): 27-36.

Valbuena, D., P. H. Verburg, A. K. Bregt und A. Ligtenberg, 2009. An agent-based approach to model land-use change at a regional scale. *Landscape Ecology*. 25 (2): 185-199.

Valbuena, D., P. H. Verburg, A. Veldkamp, A. K. Bregt und A. Ligtenberg, 2010. Effects of farmers' decisions on the landscape structure of a Dutch rural region: An agent-based approach. *Landscape and Urban Planning*. 97: 98-110.

Zimmermann, A., A. Möhring, G. Mack, S. Mann, A. Ferjani und M.-P. Gennaio, 2011. Die Auswirkungen eines weiterentwickelten Direktzahlungssystems. Modellberechnungen mit SILAS und SWISSland. ART-Bericht 744. Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Tänikon, CH-8356 Ettenhausen. Zimmermann, A., T. Heckeley and I. Pérez Domínguez, 2009. Modelling farm structural change for integrated ex-ante assessment: review of methods and determinants, *Environmental Science & Policy* 12 (5), 601-618.

Anke Möhring

Agroscope Reckenholz-Tänikon

8356 Ettenhausen

Switzerland

Email: anke.moehring@art.admin.ch.