

1. Einleitung

Eine Besonderheit von DANUBIA ist die Abbildung der Entscheidungsprozesse sozioökonomischer Akteure durch sogenannte Akteurmodelle. Ein Akteurmodell (oder auch Agenten-Modell) beschreibt sozioökonomische Prozesse als Summe der individuellen Handlungen einer Vielzahl einzelner Akteure. Ein Akteur ist hierbei eine Einheit, die in der Lage ist, auf Änderungen von Systemzuständen in individueller Weise zu reagieren, also „Entscheidungen“ zu treffen. Die Individualität der Handlung wird dabei dadurch erzeugt, dass der einzelne Akteur mit individuellen Eigenschaften und Präferenzen ausgestattet ist.

2. Aspekte der Multiakteur-Modellierung

Die Agenten-Modellierung ist ein Konzept aus der Informatik. Ein Agent - oder Akteur, wie er im Weiteren genannt wird - ist letztlich ein eigenständiger Programmteil. Die Handlungen eines Akteurs orientieren sich an der ihn umgebenden Umwelt. Interagieren mehrere Akteure miteinander, dann spricht man von Multi-Agenten-, bzw. Multiakteur-Modellen (Gilbert & Troitzsch, 2005).

Die Methode der Multiakteur-Modellierung hat sich aus der Forschung zur verteilten künstlichen Intelligenz entwickelt. Grundsätzlich bildet die Methode aus dem Individualverhalten entstehende gesellschaftliche Phänomene ab. Der Grad der Detailtiefe ist je nach Anwendungsbereich frei wählbar. Moss und Edmonds (2005) betonen die Wichtigkeit von Multiakteur-Modellen bei der Validierung von Theorien in den Sozialwissenschaften.

Akteure weisen nach Gilbert und Troitzsch (2005) folgende Merkmale auf: Sie arbeiten weitgehend selbständig (Autonomie), reagieren auf Änderungen der Umgebung (Reaktivität) und sind insofern sozial, als dass sie mit anderen Akteuren kommunizieren können (soziale Interaktion). Außerdem sind sie aufgrund eines Gedächtnisses lernfähig und können selbst aktiv werden und ein Ziel verfolgen (Proaktivität).

Die Multiakteur-Modellierung wird in den unterschiedlichsten Anwendungsbereichen eingesetzt, insbesondere aber zur Simulation sozialer Systeme. Im Gegensatz zu sozialen Simulationsmodellen, die auf Regressionsgleichungen basieren, werden bei der Multiakteur-Modellierung einzelne Entscheidungsträger betrachtet.

Je nach Anwendungsgebiet besitzen die handelnden Akteure Verhaltensregeln unterschiedlicher Komplexität. Durch die explizite Abbildung der Akteure können ihre Entscheidungen auf die implementierten Verhaltensregeln und die situativen Einflussfaktoren zurückgeführt werden.

Das Verhalten eines solchen Simulationsmodells ist wesentlich leichter nachvollziehbar als das eines Regressionsmodells, da die grundlegenden Prozesse abgebildet werden. Die beobachteten Phänomene ergeben sich aus den Einzelhandlungen des Systems.

In DANUBIA wird deshalb überall dort, wo explizit zwischen zwei oder mehr Handlungsalternativen entschieden werden muss, das Multiakteur-Konzept eingesetzt.

Modelle, die dieses Konzept einsetzen, werden als "tiefe" (Präfix "Deep") Akteurmodelle bezeichnet, im Gegensatz zu "flachen" Modellen, die auf einfacheren Algorithmen beruhen. Entsprechend wurden zur Kennzeichnung von Modellen und Ansätzen die Begriffe DeepActor-Modell, DeepActor-Ansatz und für das zugrundeliegende Framework der Begriff DeepActor-Framework gewählt.

3. Das DeepActor-Framework

Das DeepActor-Framework (siehe Kapitel E2) liefert eine gemeinsame Grundlage zur Modellierung und Implementierung der sozioökonomischen DANUBIA-Modelle. Der Entwurf des objektorientierten Frameworks abstrahiert die konkreten Anforderungen der einzelnen Modelle und realisiert auf diese Weise eine gemeinsame konzeptionelle Grundlage.

Entscheidungsträger wie einzelne Individuen, Organisationen oder Betriebe werden als "Akteure" (actors) modelliert. Ein Akteur ist lokalisiert in seiner physikalischen und sozialen Umgebung (Proxel bzw. soziales Netzwerk) und entscheidet als Reaktion auf seine Beobachtungen über seine Handlung aus einer Menge von Handlungsoptionen. Die Umsetzung der Handlung hat wie-

derum Einfluss auf die Umgebung, welche dann Grundlage einer nachfolgenden Entscheidung sein kann.

Akteure haben verschiedene Präferenzen und Handlungsoptionen, repräsentiert durch individuelle Pläne und typspezifische Entscheidungsprozeduren. Zusätzlich verfügen Akteure über ein "Gedächtnis" (history) zur Erinnerung vergangener Entscheidungen. Eine konkrete Umsetzung wird z.B. in Kapitel 2.10.2 am Modell *DeepHousehold* beschrieben.

Das Framework liefert eine abstrakte Implementierung dieser Konzepte, die in einem DeepActor-Modell jeweils optional zu konkretisieren sind. Beispielsweise ist die Entscheidungsprozedur zwar in ihrer Abfolge (Wahrnehmung der Umgebung, Planauswahl, Umsetzung gewählter Pläne) festgelegt, nicht aber der konkrete Algorithmus zur Planauswahl. Je nach Art und Komplexität lassen sich einfache reaktive Akteure genauso wie komplexe lernfähige Akteure in einem DeepActor-Modell realisieren.

Das DeepActor-Framework erweitert das von DANUBIA bereitgestellte Entwickler-Framework. Die zentralen Konzepte Simulationsraum, Datenaustausch und Simulationszeit werden unverändert für DeepActor-Modelle übernommen, so dass die Eingliederung von DeepActor-Modellen in den Modellverbund von DANUBIA transparent für die Laufzeit-Umgebung von DANUBIA und andere DANUBIA-Modelle erfolgen kann.

Flaggenbezeichnung	Berechnet von Modell	Bedeutung	Verwendet von Modell
groundwaterQuantityFlag	WaterSupply	Mengenmäßiger Zustand von Grundwasserressourcen	WaterSupply, Farming, Economy, Tourism
groundwaterQualityFlag	WaterSupply	Qualitativer Zustand von Grundwasserressourcen	WaterSupply, Tourism
drinkingwaterQuantityFlag	WaterSupply	Mengenmäßiger Zustand der Trinkwasserversorgung	Household, Farming, Tourism, Economy
drinkingwaterQualityFlag	WaterSupply	Qualitativer Zustand der Trinkwasserversorgung	Household, Tourism
riverWaterQuantityFlag	Rivernetwork	Mengenmäßiger Zustand der Oberflächenwasserressourcen	WaterSupply, Economy, Tourism
riverWaterQualityFlag	Rivernetwork	Qualitativer Zustand der Oberflächenwasserressourcen	WaterSupply, Tourism
riverFloodFlag	Rivernetwork	Hochwasserereignis	Household
soilSaturationFlag-Collection	Landsurface	Grad der Bodensättigung als Maß für Befahrbarkeit	Farming

Tabelle E3.1: Flaggen (Indizes), die in DANUBIA zur Übermittlung von natürlichen oder technischen Zuständen an die Akteurmodelle verwendet werden.

4. Das Flaggenkonzept der DeepActor-Modelle

Eine herausragende Besonderheit von DANUBIA ist die Kopplung von physikalisch basierten naturwissenschaftlichen Modellen mit sozioökonomischen Komponenten. Dabei dienen die Output-Daten der naturwissenschaftlichen Modelle als Input-Daten für die Multiakteur-Modelle. Die gelieferten Informationen werden von den Akteuren als Entscheidungsgrundlage (Planauswahl) verwendet. Z.B. entscheidet ein Akteur im Modell *DeepHousehold* aufgrund der Temperatur über die Duschhäufigkeit.

Grundgedanke des Flaggenkonzepts ist, dass es sich bei den von den naturwissenschaftlichen Modellen berechneten Ausgaben oft um Größen handelt, die nur mit Hilfe von Expertenwissen und in einem bestimmten Kontext interpretiert werden können. Z.B. sagt der Grundwasserstand in einem Proxel zu einem bestimmten Zeitschritt über das Grundwasserdargebot wenig aus, wenn nicht die hydrogeologische Situation und die Vorgeschichte bekannt und verstanden sind.

Um diese Diskrepanz zu beseitigen, wurde ein Verfahren entwickelt, bei dem ein oder mehrere naturwissenschaftliche Größen in einen Index überführt werden, der summarisch bestimmte Zustände (z.B. Grundwasserdargebot oder Hochwasserrisiko) wiedergibt.

Solche Indizes werden in DANUBIA als Flaggen (flags) bezeichnet und können Werte von 1 („sehr gut“) bis 4, bzw. 5 („katastrophal“) annehmen (siehe Tabelle E3.2). Eine Flagge stellt damit beispielsweise eine klassifizierte Mitteilung über den quantitativen und qualitativen Zustand von Grundwasser- und Oberflächenwasser-Ressourcen oder ein bestehendes Risiko und dessen Ausmaß dar.

Das zunächst scheinbar sehr wenig differenzierte abgestufte Flaggenschema wird im Kontext der Multiakteur-Modellierung zur individuell anpassbaren Entscheidungsgrundlage unterschiedlicher

Modelle mit unterschiedlichen Akteur-Typen. Dabei können Flaggen sowohl individuell unterschiedlich interpretiert werden, als auch vordefinierte, unterschiedliche Bedeutungen haben. Sie können ein Verbot nach sich ziehen oder aber auch nur eine Warnung zum Ausdruck bringen.

drinking water Quantity Flag	Entsprechung in der Realität	Reaktion im Modell <i>DeepHousehold</i>
1	keinerlei Hinweise oder Meldungen	kein Einfluss auf Entscheidungen; die Akteure verhalten sich wie immer (Gewohnheit)
2	erste, unspezifische Hinweise auf mögliche kritische Zustände der Wasserversorgung	Beeinflussung der Planauswahl bei besonders "sensiblen" Akteuren
3	Aufrufe zum Wassersparen	Beeinflussung der Planauswahl bei allen Akteurtypen
4	Akuter Wassermangel	starke Beeinflussung der Planauswahl bei allen Akteurtypen; einige Pläne sind undurchführbar

Tabelle E3.2: Vereinfachtes Beispiel zur Interpretation der drinkingwaterQuantityFlag des Modells *DeepHousehold*. Anmerkung: Die drinkingwaterQuantityFlag hat vier, die groundwaterQuantityFlag fünf Stufen.

Tabelle E3.1 listet die aktuellen vereinbarten Flaggen, einschließlich der Flaggenbezeichnung, und ihre Bedeutung sowie die Modelle, die die Flaggen berechnen und die Modelle, die die Flaggen verwenden, auf.

Autoren

S. Kuhn¹, R. Barthel², S. Janisch³, A. Ernst¹, T. Krimly⁴, M. Sax⁵, M. Zimmer⁶

¹Center for Environmental Systems Research (CESR), Universität Kassel

²Institut für Wasserbau, Universität Stuttgart

³Institut für Informatik, Ludwig-Maximilians-Universität München

⁴Institut für landwirtschaftliche Betriebslehre, Universität Hohenheim

⁵Department für Geographie, Ludwig-Maximilians-Universität München

⁶Institut für Wirtschaftsforschung (ifo), München

Literatur

Gilbert, N. & Troitzsch, K. (2005): *Simulation for the social scientist* (2. Auflage). Berkshire: Open University Press.

Moss, S. & Edmonds, B. (2005): *Towards good social science*. Journal of Artificial Societies and Social Simulation, 8(4) [available at: <http://jasss.soc.surrey.ac.uk>].

SinusSociovision (2007): *Milieulandschaft 2007*. <http://www.sinus-sociovision.de/>

Übersicht der DeepActor-Modelle in DANUBIA

Name des Modells sowie des dazugehörigen Teilprojekts	<i>DeepHousehold</i> Umweltpsychologie (Wasserverbrauch privater Haushalte)	<i>DeepWaterSupply</i> Grundwasserhaushalt, Grundwasserbewirtschaf- tung, Wasserversorgung	<i>DeepTourism</i> Tourismusforschung	<i>DeepFarming</i> Agrarökonomie	<i>DeepEconomy</i> Umweltökonomie	<i>DeepDemography</i> Umweltökonomie
1. Wer ist der Akteur?	Ein Akteur repräsentiert alle Haushalte eines Typs (eine von fünf Milieu- Gruppen) auf einem Proxel	Das Wasserversorgungs- unternehmen (WVU): jedes real existierende WVU stellt einen Akteur dar (Ausnahme Schweiz)	Ein Akteur repräsentiert Einrichtungen eines Typs von touristischer Infra- und Suprastruktur	Ein Akteur ist ein landwirt- schaftlicher Betrieb eines bestimmten Typs auf einem Proxel	Ein Akteur ist ein repräsen- tativer, wasserintensiver Industriebetrieb auf einem industriell genutzten Proxel	Ein Akteur repräsentiert alle Haushalte eines Typs (definiert durch Personen- zahl, Kinderzahl und Mi- lieu-Gruppe) auf einem bewohnten Proxel
2. Wie viele und welche Akteur- typen gibt es? Wie viele Akteure gibt es insge- samt?	Fünf Akteurtypen pro bewohntem Proxel: • Postmaterielle • Sonstige Gesellschaftliche Leitmilieus • Traditionelle Milieus • Mainstream-Milieus • Hedonistische Milieus Summe: 9115 bewohnte Proxel * 5 Akteurtypen = 45575 Akteure	Drei Akteurtypen: • Gemeindewasserversor- gung = klein, eine Ge- meinde – ein WVU • Gruppenwasserversor- gung = Zusammen- schluss mehrerer Ge- meindeversorger • Fernwasserversorgung = großer, überregionaler Wasserversorger Summe: 1717	Neun Akteurtypen: • Skigebiete (mit und ohne künstliche Beschneigung) (253) • Golfplätze (144) • Freibäder (351) • Hallenbäder (202) • Hallen- und Freibäder (39) • Erlebnisbäder (35) • Thermalbäder (15) • Gastronomiebetriebe (2013) • Beherbergungsbetriebe (2013) Summe: 5065	28 Akteurtypen: • 4 Marktfruchtbaubetriebs- typen • 3 Veredlungsbetriebs- typen • 13 Futterbaubetriebs- typen • 1 Dauerkulturbetriebstyp mit Hopfenanbau • 7 Gemischtbetriebstypen Im Einzugsgebiet gibt es insgesamt 58984 Proxel mit landwirtschaftlicher Nutzung; pro Proxel gibt es einen Akteurtyp	• Ein repräsentativer Akteur pro Industrieproxel Summe: 1354 (entspricht der Summe der industriell genutzten Proxel)	10 Typen pro Milieu- Gruppe (vgl. <i>DeepHousehold</i>): • 1 Person (P) / HH • 2 P / HH ohne Kind (K) • 2 P / HH mit 1 K • 3 P / HH ohne K • 3 P / HH mit 1 K • 3 P / HH mit 2 K • 4 o. mehr P/ HH ohne K • 4 o. mehr P / HH mit 1 K • 4 o. mehr P / HH mit 2 K • 4 o. mehr P/ HH mit 3 oder mehr K Summe: 9115*50=455750
3. Worin unter- scheiden sich die Akteure?	Die Akteure unterscheiden sich hinsichtlich ihres alltäglichen, gewohnheits- geprägten Wassernut- zungsverhaltens, ihres Innovationsverhaltens, ihrer Risikowahrnehmung sowie hinsichtlich bestimm- ter soziodemographischer Merkmale, Einstellungen und Werthaltungen von- einander	Die Akteure unterscheiden sich hinsichtlich ihrer Grö- ße, d.h. der Anzahl der versorgten Verbraucher, Anzahl der Entnahmestel- len, Größe des Versor- gungsgebiets und Größe des Gewinnungs- gebiets	Grundsätzlich stellen die Akteure verschiedene Arten von touristischer Infrastruktur dar	Die Akteure unterscheiden sich bezüglich ihrer Flä- chenausstattung mit Acker- fläche bzw. Grünland, Fruchtfolge, Tierhaltung und Tierbestand	Die Akteure unterscheiden sich in der Produktions- technologie (Produktions- verfahren), die sie einset- zen	Die Akteure unterscheiden sich hinsichtlich ihrer Migrationspräferenzen. Sie bewerten also die von sozioökonomischen und natürlichen Merkmalen ausgehende Attraktivität potenzieller Migrationsziele unterschiedlich. Die Präfe- renzen sind für den Durch- schnittsmigranten empi- risch bestimmt und für die HH-Typen anhand ihrer Verteilung kalibriert.
4. Empirische Basis der Unter- scheidung	Die Unterscheidung beruht auf den sog. Sinus Milieus® aus der kommer- ziellen Marktforschung (SinusSociovision, 2007). In Anlehnung an die sog. Lebenswelt-Segmentie- rung nach Sinus wurden fünf Milieu-Gruppen gebil- det und ins Modell aufge- nommen.	Grundlage sind die aus der Vergangenheit be- kannten sowie ange- nommene Reaktionen von Wasserversorgungs- unternehmen auf geän- derte Bedarfs- und Dar- gebotsbedingungen. Die Entscheidungsoptionen werden im Wesentlichen aus der Größe von Ge- winnungs- und Versor- gungsgebiet abgeleitet.	Die Unterscheidung beruht auf unterschied- lichen Funktionsweisen und Aufgaben der realen Vorbilder. Unterschiede bestehen bezüglich der Größe (z.B. Anzahl der Spielbahnen bei Golfplätzen oder beschneite Fläche bei Skigebieten), der Öff- nungszeiten und Wasser- verbrauchswerten. Diese Angaben wurden durch Befragungen, eigene Recherchen und Literatur- studium ermittelt.	Die Unterscheidung beruht auf statistischen Daten auf Landkreisebene von 1995 bezüglich der Produktions- richtung, der Landnutzung und der Anzahl der Be- triebe in der jeweiligen Pro- duktionsrichtung im Ein- zugsgebiet. Bei der Pro- duktionsrichtung werden hierbei 5 verschiedene Typen unterschieden: Marktfruchtbaubetrieb, Futterbaubetrieb, Verede- lungsbetrieb, Dauerkultu- ren und Gemischtbetrieb.	Firmen unterschiedlicher Branchen und Standorte verwenden unterschiedli- che Produktionsverfahren zur Herstellung ihrer Güter (stat. Daten). Auf Grund der mangelnden Datenlage wird nur ein repräsentativer Betrieb mit einem reprä- sentativen Produktionsver- fahren pro Proxel simuliert. Dieser könnte so interpre- tiert werden, dass er die durchschnittliche Produk- tionstechnologie auf dem Proxel widerspiegelt.	Die Unterscheidung beruht zum einen auf der im Haushaltsmodell notwen- digen Unterscheidung nach Milieu-Gruppen (vgl. <i>DeepHousehold</i>) und zum anderen auf der für das Wassernutzungsverhalten entscheidenden Differen- zierung nach Haushalts- größe und Kinderzahl (stat. Daten).
5. Worüber ent- scheiden die Ak- teure?	Häufigkeit bestimmter Wassernutzungsarten (z.B. Duschhäufigkeit), Kauf verschiedener Innovatio- nen im Wasserbereich (z.B. Sparduschkopf)	Über die Maßnahmen zur Deckung eines ggf. auftau- chenden Defizits in der Wasserversorgung, z.B. die Erschließung einer neuen Entnahmestelle	Gegenstand der Entschei- dung ist, ob eine Einrich- tung der touristischen Infrastruktur in Betrieb gehen kann und ob dabei Wasser benötigt wird	Die Akteure entscheiden auf täglicher Basis über das Anbaumanagement der einzelnen Kulturen (Saat, Düngung, Ernte) sowie über die Bewässe- rung ihrer Flächen.	Die Akteure entscheiden über die produzierte Men- ge an Gütern, die Einsatz- mengen an Produktions- faktoren, die sie dafür benötigen und über Ände- rungen an der bestehen- den Produktionstechnolo- gie.	Migration von einem Proxel innerhalb oder außerhalb des Einzugsgebietes in ein Proxel innerhalb oder außerhalb des Einzugsge- bietes. Abgebildet werden die Nettoveränderungen im Migrationsgleichgewicht.
6. Wann ent- scheiden die Ak- teure? Welche Situatio- nen lösen eine Entscheidung aus und wie wird sie berechnet?	Hierarchische Entschei- dungsstruktur: Ein Akteur handelt aus Gewohnheit und entschei- det nur dann bewusst, wenn ein kritischer Schwel- lenwert überschritten wird. Die Entscheidung wird mit Multi-Attribute-Utility be- rechnet. Eine Entscheidung über den Kauf einer Innovation wird von einem gewissen Prozentsatz aller Haushalte in Abhängigkeit der Produktlebensdauer pro Zeitschritt gefällt. Die Berechnung erfolgt mit einer deliberativen Ent- scheidungsregel, aufbau- end auf der Theory of Planned Behavior und der sogenannten Take-the- Best-Heuristik. Wird keine eindeutige Entscheidung getroffen, imitieren die <i>Household</i> - Akteure das Verhalten ihres sozialen Netzwerks.	Ein Akteur trifft eine Ent- scheidung, wenn der Was- serbedarf der Akteurmö- delles seine initial festgeleg- ten Entnahmekapazitäten übersteigt. Akteure verfügen über vier verschiedene Handlungs- optionen: 1. Standardverhalten: Keine Veränderung der Entnahme- und Versor- gungsstrukturen 2. Kapazität bestehender Entnahmestellen erhöhen – falls möglich. Wenn nicht, dann: 3. Neue Entnahmestellen erschließen. Wenn nicht, dann: 4. Krisenmanagement: Nicht näher spezifizierte Maßnahmen wie die Anlieferung von Wasser mit Tankwagen. Entscheidungsgrundlage ist die Bewertung der Ressourcen (groundwa- terQuantityFlag). Zeigt diese eine Dargebots- verknappung an (Flagge 3, 4 oder 5), kann nicht erweitert werden (Plan 2 nicht wählbar, weiter mit Plan 3). Ab welcher Stufe nicht mehr erweitert oder erschlossen werden darf, wird in Szenarien vorgege- ben.	Eine Entscheidungsfind- ung, die den Wasser- verbrauch beeinflusst, findet in jedem Fall täglich statt. Je nach Typ werden Temperatur, Mächtigkeit der Schneedecke, Nieder- schlagswerte, das aktuelle Datum sowie Warnflaggen zur Wasserverfügbarkeit für die Auswahl der pas- senden Pläne berücksich- tigt. Die Entscheidungsfindung stützt sich auf den Multi- Attribute-Decision Making (MADM) Ansatz. Je nach Typ des Akteurs werden die für die Ent- scheidungsfindung rele- vanten Umweltbedingun- gen abgefragt und mit einem typspezifischen Entscheidungsregelwerk interpretiert. Die Auswahl eines pas- senden Plans für einen Skigebietsakteur lautet im Pseudocode: WENN Datum >= Saison- beginn UND Aktuelles Datum <= Sai- sonende UND Mächtigkeit Schnee- decke >= 30 cm DANN Skigebiet Öffnen SONST Skigebiet Schlie- ßen	Die betriebliche Organisa- tion (Fruchtfolge, Tierbe- stand) der Akteure wird indirekt über Änderungen der Agrarpolitik (Prämien), der Agrarmärkte (Preise) sowie der Erträge beein- flusst, die in einem gekop- pelten Regionalmodell kalkuliert werden. Direkt werden Entschei- dungen der Akteure durch Änderungen der Entwick- lungsstadien der Pflanzen, der Temperatur, des Nie- derschlags, der Befahr- barkeit und der Grundwas- serverfügbarkeit ausgelöst. Für diese Entscheidungen werden zum einen heuristi- sche Regelwerke und Algorithmen verwendet, die die o.g. Informationen bezüglich der pflanzenbau- lichen Ansprüche der einzelnen Kulturen beinhal- ten. Zum anderen bezieht der Akteur seine Erfahrun- gen und sein Wissen bezüglich Wetter/Klima der letzten Jahre in seine Entscheidungen ein und passt dadurch sein Verhal- ten an (individual learning).	Ein Betrieb wägt ab, mit welcher Kombination an produzierter Gütermenge und den dafür notwendigen Produktionsfaktoren er seinen Gewinn maximiert. Treibend für seine Ent- scheidung sind die derzei- tigen, durch den Akteur wahrgenommenen Bedin- gungen (z.B. Preise und Wasserdargebot) und seine auf der Vergangen- heit beruhenden Erwartun- gen über die Entwicklung der Absatzpreise, der Kosten der Produktionsfak- toren, des technologischen Fortschritts und der Limita- tionen durch gesetzliche Rahmenbedingungen oder Beschränkungen durch die Verfügbarkeit natürlicher Ressourcen.	Ein Akteur wägt in jedem Zeitschritt (monatlich) die Attraktivität möglicher Migrationsziele ab. Eine Entscheidung über die Migration wird von einem gewissen Prozentsatz aller Akteure eines Typs auf einem Proxel pro Zeit- schritt gefällt. Der Prozent- satz ergibt sich aus der Attraktivität möglicher Migrationsziele im Ver- gleich zur Attraktivität des Herkunftsgebietes.