

Kurzvita

Rainer Hegselmann, geboren 1950, studierte Philosophie, Soziologie und Politikwissenschaften an der Ruhr-Universität Bochum, promovierte 1977 an der Universität Essen und wurde 1983 an der Universität Karlsruhe für das Fach Philosophie habilitiert. 1986 bis 1988 war er Heisenberg-Stipendiat der Deutschen Forschungsgemeinschaft. 1988 bis 1996 hatte er eine Professur für praktische Philosophie an der Universität Bremen inne. Seit 1996 ist er Professor für Philoso-

phie an der Universität Bayreuth. Dort baute er den Studiengang Philosophy & Economics auf. Über drei Wahlperioden war er Mitglied des Hochschulrats der Universität Bayreuth. Seit 2010 ist er Direktor des Bayreuther Forschungszentrums *Modellierung und Simulation sozialer Phänomene* (MODUS). Rainer Hegselmann hatte Gastprofessuren und Fellowships an verschiedenen Universitäten und *Advanced Study*-Einrichtungen inne.

Fellow-Projekt

» Modellbildung und Simulation als philosophische Methoden

Im Erkenntnisprozess sind *individuelles* Rasonnement und *Austausch mit anderen* miteinander verwoben. In der traditionellen Erkenntnistheorie steht allerdings das *einzelne* Subjekt im Vordergrund. Erkenntnistheoretische Untersuchungen, die die Funktionsweise, Bedeutung und Folgen des kognitiv-sozialen Austausches explizit in das Zentrum ihrer Analysen stellen, sind sehr neu. *Social epistemology* ist heute der Name jener philosophischen Disziplin, die genau dies zu ihrer Aufgabe macht. Eine leitende Idee ist, soziale Praktiken und Arrangements, die in Erkenntnisprozessen wirksam sind, darauf hin zu untersuchen, wie gut sie für die Wahrheitsfindung, -annäherung oder auch -verbreitung sind. In meinem Projekt ging es um die Entwicklung von *Simulationsmodellen*, die im Hinblick auf unterschiedliche epistemische Arrangements bzw. Praktiken ein systematisches Experimentieren im Verbund mit wahrheitsorientierten Effizienzanalysen erlauben. Im Zentrum stan-

den die Effekte alternativer Weisen des kognitiv-sozialen Austausches, kognitiver Arbeitsteilung bzw. Netzwerk- und Gruppenbildung unter Individuen mit unterschiedlichen epistemischen Präferenzen, Interessen und Fertigkeiten. Eines der Resultate ist zum Beispiel, dass das *networking* epistemischer Gruppen nicht unbedingt eine ‚unschuldige Tätigkeit‘ ist. Es kann nämlich leicht den Effekt haben, dass – insgesamt gesehen – sich Wahrheiten langsamer oder überhaupt nicht durchgängig durchsetzen.

Es gibt eine ganze Reihe philosophischer Methoden, so zum Beispiel die logische Analyse, die historisch oder systematisch angelegte Rekonstruktion oder auch die kohärentistische Suche nach Überlegungsgleichgewichten. Mein Projekt zeigt, dass Modellbildung und Simulation zur Beantwortung philosophischer Fragen beitragen kann und daher auch in den Kanon philosophischer Methoden aufgenommen werden sollte.

R. Hegselmann

Professor Dr. Rainer Hegselmann

Alfried Krupp Senior Fellow
Oktober 2012 bis September 2013
Professor für Philosophie am Institut für Philosophie der Universität Bayreuth



Im Rahmen meines Projektes *Modellbildung und Simulation als philosophische Methoden* ging es darum, an ausgewählten philosophischen Fragestellungen zu demonstrieren, dass Modellbildung und Simulation signifikante Beiträge zur Beantwortung philosophischer Fragen leisten können. Im Zentrum meiner Arbeit standen dabei Fragestellungen der *social epistemology* (auf Deutsch meist: soziale Erkenntnistheorie). Ihr Ausgangspunkt ist der Umstand, dass im Erkenntnisprozess *individuelles* Rasonnement und *Austausch mit anderen* miteinander verwoben sind. Erkenntnistheoretische Untersuchungen, die die Funktionsweise, Bedeutung und Folgen des kognitiv-sozialen Austausches explizit in das Zentrum ihrer Analysen stellen, sind sehr neu. Eine Leitidee ist, soziale Praktiken und Arrangements, die im Erkenntnisprozess wirksam sind, unter dem Gesichtspunkt zu evaluieren, wie *effizient* sie für die Wahrheitsfindung, -annäherung oder auch -verbreitung sind. In meinem Projekt ging es um die Entwicklung von *Simulationsmodellen*, die im Hinblick auf unterschiedliche epistemische Arrangements bzw. Praktiken ein *systematisches Experimentieren im Verbund mit wahrheitsorientierten Effizienzanalysen* erlauben. Im Zentrum standen die *Effekte alternativer Weisen des kognitiv-sozialen Austausches, kognitiver Arbeitsteilung bzw. Netz-*

werk- und Gruppenbildung unter Agenten mit unterschiedlichen epistemischen Präferenzen, Interessen und Fertigkeiten.

Das Projekt erfordert die Modellierung komplexer Prozesse. Zur Vereinfachung wird eine sehr *grob auflösende, makroskopische Perspektive* eingenommen. Dieses Vorgehen nimmt blinde Flecke in Kauf, macht aber gerade dadurch Fragen behandelbar, bis zu denen man bei einer feinauflösenden Perspektive gar nicht vordringen könnte.

1. Der Ansatz

In einem ersten Schritt wird der kognitiv-soziale Austausch modelliert: Sei I eine Gemeinschaft von n Erkenntnis suchenden Agenten. Die Zeit t sei diskret. Meinungen seien repräsentiert als reelle Zahlen aus dem Einheitsintervall $[0,1]$. Sei $x_i(t)$ die Meinung von Agent i im Zeitintervall t . Das Profil aller Meinungen zu t ist dann gegeben durch $x(t) = (x_1(t), x_2(t), \dots, x_i(t), \dots, x_n(t))$. (Sowohl die Beschränkung auf nur eine Meinungsdimension wie auch die Normierung der Meinungen auf das Einheitsintervall lassen sich leicht aufgeben.) In Abhängigkeit von $x(t)$ ‚generiert‘ der deliberative Austausch für alle Agenten i ihre jeweilige neue Meinung $x_i(t+1)$. Bei der Modellierung dieses Übergangs wird ein *radikaler* Zug gemacht: Es wird gar nicht erst versucht, die Prozesse und Handlun-

Projektbericht

gen eines deliberativen Austausches (Fragen, Antworten, Sprechakte aller Art, Klärungen, Schlüsse, Konsistenztests, Abwägen von Evidenzen, Suche neuer Evidenz, Reorganisation von Überzeugungen etc.) explizit im einzelnen zu modellieren. Stattdessen wird eine Funktion $f_i(x(t))$ angenommen, die – abhängig vom jeweils gegebenen Meinungsprofil – die aktualisierte Meinung $x_i(t+1)$ liefert. $f_i(x(t))$ heißt *social process function (SPF)*.

Viele SPFs haben eine gewisse Plausibilität. Eine prominente Variante geht auf Lehrer/Wagner zurück und favorisiert als SPF eine *gewichtete arithmetische Mittelung* (Lehrer/Wagner 1981). Die Gewichte w_{ij} bringen dabei die Kompetenz zum Ausdruck, die ein Agent i einem Agenten j jeweils zuschreibt. Der deliberative Austauschprozess ist im LW-Modell dann insgesamt gegeben durch

$$[1] \quad x_i(t+1) = f_i^{LW}(x(t)) = w_{i1}x_1(t) + w_{i2}x_2(t) + \dots + w_{in}x_n(t), \text{ mit } \sum_{j=1}^n w_{ij} = 1 \text{ und } w_{ij} \geq 0, \forall i$$

Bei Lehrer und Wagner bleibt offen, wie die Gewichte w_{ij} aus [1] zugeordnet werden. In der zweiten prominenten SPF ist genau dies der Dreh- und Angelpunkt: In diesem Modell, bekannt als *Bounded-confidence-Modell* (BC-Modell; vgl. Hegselmann/Krause 2002), berücksichtigen Agenten bei einer arithmetischen Mittelung nur solche Meinungen, die ‚nicht zu weit weg‘ von der eigenen Meinung liegen: Jeder Agent i mittelt über die Meinungen derjenigen Agenten j , für die $|x_i(t) - x_j(t)| \leq \epsilon$, wobei ϵ der *confidence level* sei. Die Menge derjenigen Agenten, die i zu t ernst nimmt, sei $I(i, x(t))$ und $|I(i, x(t))|$ sei die Anzahl ihrer Elemente. Die Folgemenge I 's ist dann das *Mittel aller Meinungen, die im Konfidenzintervall von i liegen*. Insgesamt ist der Austauschprozess im BC-Modell dann gegeben durch:

$$[2] \quad x_i(t+1) = f_i^{BC}(x(t)) = \frac{1}{|I(i, x(t))|} \sum_{j \in I(i, x(t))} x_j$$

In den durch [1] und [2] gegebenen SPFs spielt eine Wahrheitsorientierung der Agenten keine Rolle. Auch die Wahrheitsorientierung lässt sich jedoch auf Basis einer heroischen Vereinfachung in einer makroskopischen, nur auf den Gesamteffekt abhebenden Weise modellieren. Dazu wird angenommen, dass es einen *wahren Wert T* im Meinungsraum $[0,1]$ gibt. Im Anschluss wird die gesamte Meinungsdynamik gemäß [3] im Rahmen einer konvexen Kombination aus einer *objektiven* und einer *sozialen* Komponente *zusammengesetzt*:

$$[3] \quad x_i(t+1) = \alpha T + (1-\alpha) f_i(x(t)) \quad \text{mit } 0 \leq \alpha \leq 1.$$

In der objektiven Komponente der konvexen Kombination ‚attrahiert‘ T mit einem Gewicht α , während $(1-\alpha)$ das Gewicht der durch eine SPF gegebenen sozialen Komponente ist. [3] soll wiederum nur einen resultierenden Gesamteffekt beschreiben. Das attrahierende T ist dabei ein technischer Trick, der die optimistische Annahme zum Ausdruck bringt, dass die Suche nach Evidenzen, Experimenten, Erfahrungen, Überlegungen etc. die Meinung eines α -positiven Agenten immer auch mit einer gewissen Stärke in Richtung Wahrheit ‚zieht‘ (was aber *keine* monotone Wahrheitsannäherung impliziert!).

In dem damit gegebenen Rahmen lässt sich z.B. die Praxis *kognitiver Arbeitsteilung* über eine Aufteilung der Agenten in Wahrheitssucher ($\alpha_i > 0$) und Wahrheitsdesinteressierte ($\alpha_i = 0$) modellieren. Als wahrheitsorientierte Effizienzkriterien können Maße dienen, die die Wahrheitsnähe des Profils $x(t)$ bzw. die Geschwindigkeiten, mit denen sich das Profil in Richtung T bewegt, betreffen. Als ein einfaches Maß kann z.B. die der Standardabweichung ‚nachempfundene‘ zeitabhängige *Wahrheitsabweichung $\tau(t)$* dienen:

$$[4] \quad \tau(t) = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i(t) - T)^2}$$

Der kognitiv-soziale Austausch ist ein Prozess, in dem Meinungs-austausch mit Netzwerkbildung, also Aufnahme und Abbruch von Beziehungen, kurz *aktivem Networking* verwoben sind. *Social epistemology* ist zu einem guten Teil *Netzwerk-Epistemologie*. Für eine Modellierung von durch Nachbarschaftspräferenzen getriebenen Netzwerkdynamiken kann man auf Verallgemeinerungen der klassischen Ansätze zu gitterbasierten Netzwerken zurückgreifen: Thomas Schelling (1971, 1978) und James Minoru Sakoda (1971) haben vor vier Jahrzehnten *unabhängig voneinander* sehr einfache gitterbasierte Modelle für die Analyse und Erklärung von Segregations- bzw. Gruppenbildungsprozessen vorgelegt. Schellings Modell ist in der Folgezeit ein vielzitiertes Referenzmodell geworden. Im Jahre 2005 erhielt Schelling den Nobelpreis für Wirtschaftswissenschaften. In seiner Begründung führt das Komitee ausdrücklich Schellings Segregationsmodelle an (neben dessen Arbeiten zu Problemen von Abrüstungsverhandlungen). In diesen gitterbasierten, 1- bzw. 2-dimensionalen Modellen ‚leben‘ Individuen, die jeweils einer von zwei Gruppen angehören. Zum Beispiel können Schwarze und Weiße unterschieden werden. Alle Individuen haben eine bestimmte *Nachbarschaftspräferenz*. Am 2-dimensionalen Fall illustriert: Die Individuen leben auf einem Schachbrett, betrachten eine Umgebung von z.B. 3x3 Zellen (mit sich selbst in der Mitte) als ihre Nachbarschaft und wünschen sich innerhalb dieser Nachbarschaft einen bestimmten Anteil, nämlich nicht weniger als 50%, von Nachbarn der jeweils eigenen Gruppe. Über einen Zufallsmechanismus erhalten die Individuen Abwanderungschancen. Die Individuen nutzen sie, falls sie in ihrer aktuellen Nachbarschaft in der Minderheit sind. Sie wandern dann zu einem nächstgelegenen Ort, an dem sie nicht in der Minderheit sind. *Ex ante* überraschend ergibt sich, dass der bloße Wunsch, nicht in der Minderheit zu sein, ausreicht, um

sehr schnell eine völlige Ghettoisierung von Schwarz und Weiß herbeizuführen. Schelling (1971) erschien als Beitrag zur *zweiten* Ausgabe des *Journal of Mathematical Sociology*. Die erste Ausgabe enthält den Artikel Sakoda (1971) mit dem Titel *The Checker Board Model of Social Interaction*, in dem ebenfalls 2-dimensionale gitterbasierte Modelle für Interaktionen zwischen zwei Gruppen von Individuen vorgestellt werden. Obwohl Sakodas Modell in mehreren Hinsichten sehr viel allgemeiner ist und Segregationsprozesse als Spezialfall einschließt, ist es dennoch praktisch vollständig in Vergessenheit geraten. Die größere Allgemeinheit ergibt sich insbesondere dadurch, dass die Dynamik durch *beliebig* wählbare positive, negative oder neutrale *attitudes* gegenüber der eigenen bzw. anderen Gruppe getrieben wird. Die *attitudes* werden durch reelle Zahlen charakterisiert. Die Individuen nutzen Wanderungsoptionen, um innerhalb vorgegebener *Migrationsfenster* (z.B. eine 5x5 Umgebung) zu freien Plätzen zu wandern, die den Wert der aggregierten *attitudes* maximieren, wobei die *attitude*-Werte von Nachbarn mit der Entfernung zu ihnen abnimmt. Insgesamt entsteht so ein einfaches Modell, das aus dezentral-individuellen Migrationsentscheidungen evolvierende Gruppen- bzw. Nachbarschaftsstrukturen zu analysieren erlaubt, deren Dynamik von *Attraktion, Repulsion* und *Indifferenz* getrieben wird. Die Strukturen (auch des Schelling-Modells) müssen dabei *nicht* als Strukturen in physischen Räumen verstanden werden; sie lassen sich auch als Netzwerke in einem sozialen Raum verstehen. Bei letzterer Deutung wird *Migration* zu einer *Metapher* für das Aufgeben und Neueingehen von sozialen Beziehungen. Ebenso ist die Redeweise von *Nachbarschaften* dann *nicht* mehr physisch, sondern nur noch sozial zu verstehen. Die Ansätze von Sakoda und Schelling lassen sich zu *Netzwerk-Konfigurationsspielen* auf beliebigen Gittern bzw. Graphen mit beliebig

vielen Gruppen verallgemeinern. Die verallgemeinerten Konfigurationsspiele lassen sich dann auch bei der Modellierung und Simulation epistemischer Interaktionen nutzen. Auf Basis des hier skizzierten Ansatzes habe ich im Fellow-Jahr Simulatoren entwickelt, die CASE-studies (Computer Aided Social Epistemology) erlauben.

2. Networking epistemischer Gruppen – ein erster Simulator

Networking ist ein allgegenwärtiges Phänomen – auch in epistemischen Kontexten. Ich habe einen Simulator entwickelt, mit dem stilisierte epistemische *Networking*-Szenarien untersucht werden können. Hier ein *einfaches Beispiel* mit vier epistemischen Gruppen: Es gebe zwei Gruppen sehr guter Wahrheitssucher, charakterisiert durch ein relativ hohes α_i . Die eine der beiden Gruppen sei die Gruppe der arroganten (G_1), die andere die Gruppe der bescheidenen (G_2) Wahrheitssucher genannt. Dann gebe es zwei weitere epistemische Gruppen mit einem $\alpha_i = 0$, also Agenten, die selber nichts in Richtung Wahrheit zieht – sei es aus Unfähigkeit oder Unwillen. Wiederum gebe es eine arrogant (G_3) und eine bescheiden genannte Variante (G_4). Die verwandten Bezeichnungen sind dabei lediglich memo-technische Stützen für die Einträge einer 4×4 *attitude*-Matrix eines verallgemeinerten Sakoda-Modells, deren Einträge so gewählt sind, wie die Gruppennamen andeuten: Mitglieder von G_1 suchen die Nähe von Mitgliedern von G_1 und die Ferne von allen anderen, und dies besonders ausgeprägt im Hinblick auf diejenigen, die zur Wahrheitssuche unfähig oder unwillig sind. Die Mitglieder von G_2 sind hingegen eher Aufklärer. Sie suchen die Nähe der bescheidenen Nicht-Wahrheitssucher aus G_3 , die ihrerseits deren Nähe suchen. G_4 sucht die Nähe zu seinesgleichen und Ferne insbesondere zu G_1 . Auf der auf einem unterliegenden Gitter durch eine solche *attitude*-Matrix getriebenen

Netzwerkconfigurationsdynamik läuft dann simultan eine durch die Gleichungen [2] und [3] getriebene Meinungsbildungs- und Wahrheitssuche-Dynamik. Die Ko-Evolution der Netzwerkdynamik und der zugleich auf dem Netzwerk ablaufenden Dynamik lässt mit Blick auf die in [4] definierte Wahrheitsabweichung für die gesamte Gemeinschaft wie auch für ihre verschiedenen epistemischen Gruppen analysieren. Die parallele Berechnung von ansonsten gleichen Welten mit und ohne *Networking* erlaubt direkte Vergleiche. In dem hier betrachteten Beispiel zeigt sich, dass *Networking* unter dem Gesichtspunkt Wahrheitsannäherung keine unschuldige Aktivität ist: Durch das *Networking* werden ohne *Networking* mögliche ‚gesamtgesellschaftliche‘ Wahrheitsannäherungsmöglichkeiten verspielt. Aber es gibt auch Gewinner: Gute Wahrheitssucher kommen deutlich schneller bei der Wahrheit an.

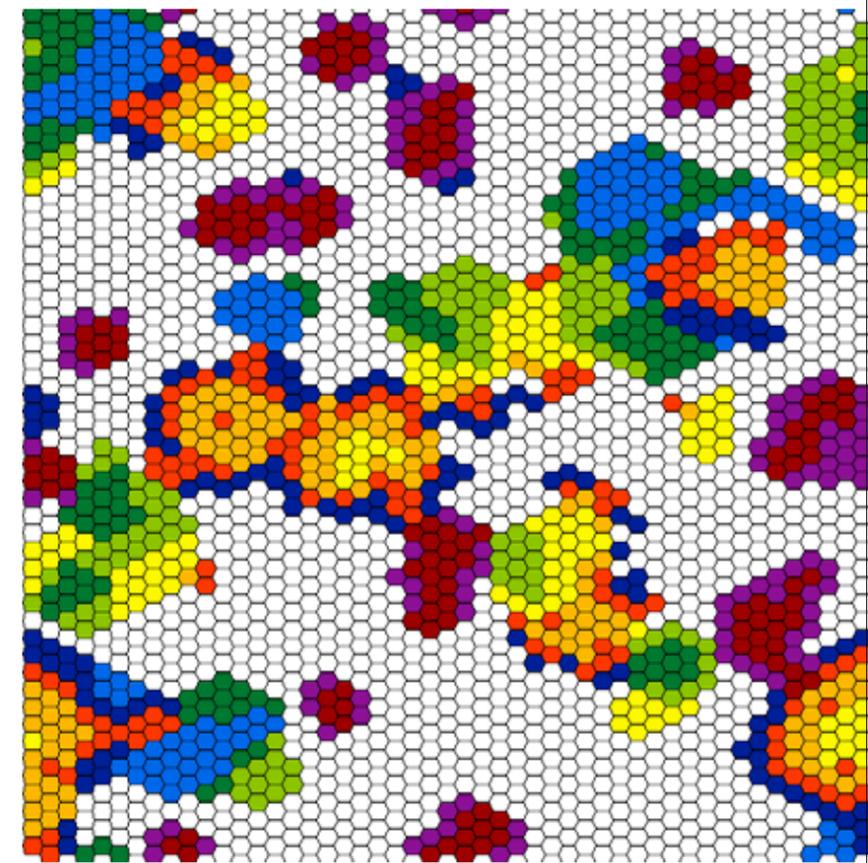
3. Höherdimensionale Meinungsräume und epistemische Landschaften – ein zweiter Simulator

Der durch [1] – [4] beschriebene Rahmen ist zwar sehr einfach, lässt sich aber schrittweise erweitern. So habe ich einen weiteren Simulator konstruiert, der mit einem 2-dimensionalen Meinungsraum operiert, in dem es nicht mehr den einen wahren Wert T , sondern eine beliebig zerklüftete *epistemische Landschaft* gibt: Über jedem Punkt im Meinungsraum (nun das Einheitsquadrat) gibt es einen z -Wert, der den objektiven epistemischen Wert dieser Meinung repräsentiert: So könnte es z.B. in der Sache um eine möglichst gute Kombination von Strahlen- und Medikamenten-Dosis gehen, wobei jede mögliche Kombination einen bestimmten feststehenden Effekt habe, den der auf das Einheitsintervall normierte z -Wert repräsentiert. Über dem Meinungsraum erhebt sich dann eine epistemische Landschaft mit Höhen und Tiefen, lokalen und globalen Ma-

xima, mehr oder weniger zerklüftet. Der *confidence level* des BC-Modells wird sinngemäß auf den 2-dimensionalen Raum übertragen. Eine nahe liegende Möglichkeit ist, ϵ als euklidische Distanz zu nehmen. Dementsprechend würde ein Agent i alle Meinungen innerhalb eines Kreises mit dem Radius ϵ um seine aktuelle Meinung für ein Update analog zu [2] berücksichtigen. Zusätzlich wird nun angenommen, dass jedenfalls einige Agenten einen Blick für den epistemischen Wert der im Radius ϵ liegenden Meinungen haben und analog zu der konvexen Kombination aus [3] mit dem Gewicht α_i in Richtung der Meinung mit einem höchsten epistemischen Wert gezogen werden. Agenten mit einem $\alpha_i > 0$ könnte man als *climber* ansprechen, während diejenigen mit einem $\alpha_i = 0$ bloße *followers* sind. Der verallgemeinerte Rahmen erlaubt ein erweitertes Feld von CASE-studies, die z.B. Fragen danach betreffen, was in verschiedenen Typen epistemischer Landschaften effiziente Kombination von *confidence levels*, relativer *climber*-Anteil und α -Werten sind.

4. Warum wurde der Pionier Sakoda ein Unbekannter? – Eine wissenschaftshistorische Fallstudie

Die Beschäftigung mit den Modellen von Schelling und Sakoda hat zu einer *wissenschaftshistorischen Fallstudie* geführt, an die ich bei Antragstellung nicht gedacht hatte. Auslöser war der Umstand, dass wenig genügt, um zu bemerken, dass Sakodas Modell das gegenüber dem Schelling-Modell überlegene Modell ist: Sakodas Modell ist allgemeiner, flexibler und schließt in seinem Kern das Schellingsche Modell ein. Dennoch ist Sakodas Modell heute weitgehend unbekannt. Schellings Modell wurde hingegen *das* Referenzmodell für das Erklären, Verstehen und Demonstrieren von Segregationsprozessen, unintendierten Konsequenzen, Mikro-Makro-Beziehungen, Clusterungsphänomene, Phasenübergängen, sozialen



Mechanismen; es ist paradigmatisches Modell wissenschaftstheoretischer Diskussionen über den Status von Modellen überhaupt, frühes und pionierhaftes Beispiel einer sog. agentenbasierten Modellierung, erstes Beispiel dessen, was heute häufig als socio-physics angesprochen wird. Wie konnte das geschehen? Auf der Suche nach einer Erklärung stieß ich auf weitere Merkwürdigkeiten: Eine frühe Version von Sakodas Modell war bereits in der 1949 abgeschlossenen Dissertation Sakodas enthalten. Sakoda und Sakodas Modell waren ausgesprochen präsent in frühen Publikationen der 1960er und 1970er Jahre zu Perspektiven und Möglichkeiten des Einsatzes von Computern für die Erforschung sozialer Prozesse. Sakoda entwickelte eine Computersprache für die speziellen Anforderungen sozialwissenschaftlicher

Abb. 1: Beispiel einer Konfigurationsdynamik mit 9 Gruppen

Modellierungen und Simulationen. Kurz: Sakoda war in diesen Jahren eine führende Figur in der entstehenden Gruppe von *computational social scientists*. Schelling hingegen war unbekannt. Wie konnte vor diesem Hintergrund Sakoda vergessen und Schelling so bekannt werden? In einem Kolleg-Vortrag »Wer zu früh kommt den bestraft das Leben oder: Wie wird man ein unbekannter Pionier?« habe ich eine Antwort zu geben versucht. Sie läuft im Kern auf folgendes hinaus: Sakodas sehr allgemeines Modell konnte nur unter Einsatz von Computern analysiert werden. Das einfachere Schelling-Modell ließ sich hingegen mit geringem Zeitaufwand von Hand berechnen, wozu Schelling auch in der Publikationskampagne, in der er sein Modell mehrfach publizierte, immer wieder aufforderte. Explizit warnte er vor dem Einsatz von Computern (die er zugleich aber selber benutzte). Als Computer, die auf einem Bildschirm Dynamiken zu visualisieren erlaubten, allgemein erschwinglich wurden, war Sakodas Modell bereits vergessen. Schellings Modell hingegen war für jeden, der je händisch mit ihm experimentiert hatte und nun einen Computer in die Hände bekam, der natürliche Kandidat für sein erstes Computer-Modell. Zudem war Schelling – anders als Sakoda – inzwischen auch durch andere Arbeiten, zumeist aus der angewandten Spieltheorie, bekannt geworden. Den Rest besorgte eine ausgesprochene Bescheidenheit Sakodas und der als *Matthew-Effekt* bekannte wissenschaftssoziologische Mechanismus.

5. Ein programmiertechnischer Neuanfang
Ich hatte in der Vergangenheit verschiedene Simulatoren entwickelt. Einen Prototypen für die Ko-Evolution radikal verallgemeinerter Sakoda- und Schelling-Modelle mit simultan auf den Konfigurationen ablaufenden Meinungsdynamiken hatte ich in DELPHI entwickelt. Der Code besteht aus rund 16.000 Programmzeilen. Die Einarbeitung in das Programm dauert Wo-

chen, eine Überprüfung des Codes durch andere ist prohibitiv aufwendig. Zudem ist DELPHI eine Sprache, die aus PASCAL hervorgegangen ist, und heute jedenfalls für die Simulation sozialer Dynamiken kaum noch benutzt wird. Am Kolleg stand ich vor der Frage: Soll ich auf Basis von DELPHI weitermachen? Ich habe mich dann zu einem radikalen Neuanfang entschlossen: Alle meine Neu- und Weiterentwicklungen sind in NetLogo (mit einer Anbindung an MATHEMATICA) geschrieben. NetLogo ist eine sehr weit verbreitete Programmiersprache, die auf die Modellierung und Simulation sozialer Dynamiken zugeschnitten ist, in diesen Zusammenhängen über sehr mächtige Befehle verfügt, einen Code zu schreiben erlaubt, der von Nicht-Programmierern fast wie Fließtext gelesen werden kann – und dann auch noch kostenlos ist. Die für die Programmierung erforderliche Zahl von Programmzeilen verringert sich im Vergleich zu DELPHI um ein bzw. zwei Größenordnungen. Wichtiger aber noch: Die erforderlichen Entwicklungszeiten reduzieren sich ebenfalls um ein bis zwei Größenordnungen! Projekte, von denen ich früher gesagt hätte, dass ich dafür ein Vierteljahr brauche und deshalb lassen muss, kann ich nun in ein bzw. zwei Tagen realisieren und daher wirklich angehen. Die entsprechenden Fähigkeiten zu erwerben, hat drei bis vier Monate gekostet. Was realisierbare Projekte betrifft, lebe ich nun in einer anderen Welt.

6. Kooperation (auch nach dem Fellow-Jahr)
Eine intensive Kooperation hat sich mit zwei weiteren Fellows ergeben: Gregor Betz und Michael Baumann. Beide hatten zusammen mit Rainer Cramm schon in der Vergangenheit an der Modellierung von Meinungsdynamiken gearbeitet. In dem Betz-Baumann-Cramm-Modell werden die durch [1], [2] und [3] beschriebenen Dynamiken bzw. die in sie eingehenden Leitideen miteinander verknüpft. Intendierte Anwendungsfelder sind zum einen Probleme

aus dem Bereich *social epistemology*, zum anderen aber auch soziologisch-politikwissenschaftliche Fragestellungen im Zusammenhang von *Radikalisierungsprozessen* und dem *Herausbilden charismatischer Führer*. Die Diskussionen unter uns gehören zu den fruchtbarsten Diskussionen, die ich je geführt habe. In Reaktion auf diese Diskussionen habe ich – meine neuen Fähigkeiten zur sehr schnellen Entwicklung von Modellen nutzend – ein alternatives und m.E. einfacheres Modell für die Analyse von Radikalisierung und charismatischer Meinungsführerschaft entwickelt, das unmittelbar an [2] anknüpft. Radikale bzw. charismatische Führer werden als Agenten mit einem extrem kleinen confidence level ϵ modelliert. Hingegen haben Nicht-Radikale ein verhältnismäßig größeres ϵ . Siedelt man dann Radikale bzw. charismatische Führer als Extremisten am Rande des Meinungsraumes an, dann lässt sich sehr genau analysieren, unter welchen Bedingungen (Größe der Gruppen, Größe der Konfidenzintervalle, Verteilung der Startmeinungen usw.) ein Meinungsstrom in Richtung radikaler Positionen entstehen kann. Dabei gibt es eine ganze Reihe gegenintuitiver Effekte, wie z. B. den, dass mehr Radikale in einem gewissen Sinne zu weniger Meinungsverschiebungen in Richtung radikaler Positionen führen können. Insgesamt planen wir nun, die beiden alternativen Modelle systematisch gegenüberzustellen und unter Gesichtspunkten wie wirkende Mechanismen, empirische Basis, Effekte, Prognosen oder auch jeweils nahegelegte Politiken zu vergleichen.

7. Ein bildungsstrategisches Konzept: WIRK
Das Alfred Krupp Wissenschaftskolleg hat nicht nur ein Fellows-Programm, sondern ein sehr breit angelegtes Veranstaltungsprogramm, in dem das Junge Kolleg als Programm zur Förderung der nachwachsenden wissenschaftlichen Elite eine besondere Bedeutung hat. Beeindruckt und angeregt durch diese

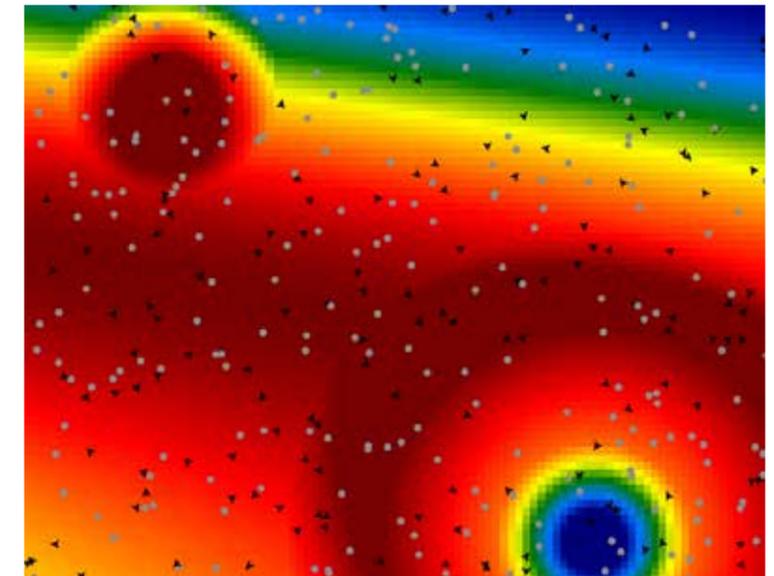


Abb. 2: Anfangssituation einer zweidimensionalen Meinungsdynamik in einer bestimmten epistemischen Landschaft, deren Höhen und Tiefen durch die Farben gegeben sind (rot = hoch, blau = tief). Schwarze Pfeile sind Individuen, die im ausführlichen Bericht unter 3. als *climber* beschrieben werden. Graue Kreise sind *followers*.

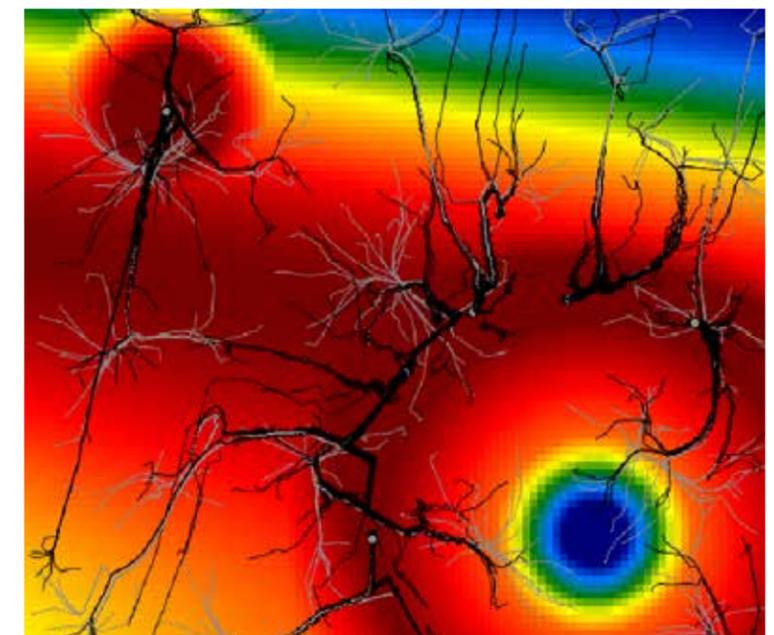


Abb. 3: Zeigt die Trajektorien der Individuen über die Zeit.

Aktivitäten, habe ich ein Konzept für die Graduiertenausbildung wieder aufgegriffen, das ich früher einmal für die Universität Bayreuth skizziert hatte. Nun liegt es in detailliert ausgearbeiteter Form vor, und zwar als das bildungsstrategische Konzept »Wissenschaftsintegration, -reflexion und -kommunikation als Querschnittskomponente in der Graduiertenausbildung«. Eine Kurzfassung mit Link auf die Langfassung erschien in der Oktober-Ausgabe 2013 von *Forschung & Lehre*. Das Konzept hat zu einer aus meiner Sicht sehr fruchtbaren Diskussion über Ziele und Perspektiven der Doktorandenausbildung in Greifswald und dabei mögliche Kooperationen zwischen Universität und Wissenschaftskolleg geführt.

8. Resümee

In dem Jahr am Wissenschaftskolleg habe ich im Hinblick auf die Modellierung und Simulation von Problemen und Fragestellungen aus dem Bereich der *social epistemology* riesige Fortschritte gemacht. Ich hatte die Zeit und Muße, um einen programmiertechnischen Neuanfang zu machen, der mir vom Effekt her erlaubt, Programmierprojekte mit einem um ein bis zwei Größenordnungen geringeren Zeitaufwand zu realisieren. Ich verfüge nun über Simulatoren, die zahlreiche Szenarien, Fragen und Probleme aus dem Gebiet der *social epistemology* zu analysieren erlauben. Bei der Arbeit an einem Detailproblem, nämlich der Verallgemeinerung von zwei klassischen,

gitterbasierten Modellen zur Entstehung von Netzwerk-Konfigurationen, bin ich überraschend auf etwas gestoßen, was als große Ungerechtigkeit, vielleicht auch als Skandal zu betrachten ist: Das überlegene, allgemeinere und viel frühere Modell von Sakoda ist heute praktisch vergessen; das weniger flexible, viel speziellere und viel später entwickelte Modell von Schelling ist heute weltberühmt. Nur weil ich als Fellow Zeit hatte, konnte ich die ziemlich zeitaufwendige historische Ursachenforschung betreiben. Aus der systematischen und der historischen Arbeit ist ein Insgesamt entstanden, das wirklich attraktiv und sinnvoll nur zusammenhängend in einer Buchveröffentlichung publiziert werden kann. Der Arbeitstitel ist: *Checkerboards, Networks, and Neighborhoods – History and Analysis of Configuration Games*. Die Analysen im Bereich *social epistemology* sind dabei Dynamiken auf ihrerseits evolvierenden Netzwerk-Konfigurationen. Große Teile des Buches sind geschrieben. Allein der historische Teil ist um die 80 Seiten lang. Der Programm-Code der Simulatoren wird entweder als Anhang oder als Link öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein Bayreuther Mathematiker (PD Dr. Sascha Kurz) wird im Hinblick auf die Analyse von optimalen Netzwerkkonfigurationen Mitautor sein. Insgesamt war das Jahr am Wissenschaftskolleg eines der produktivsten Jahre meines Lebens – dank der Zeit und Ruhe, die mir geschenkt wurden.

Hegselmann, Rainer: »Thomas Schelling and the Computer: Some Notes on Schelling's Essay 'On Letting a Computer Help with the Work'«. *Journal of Artificial Societies and Social Simulation* vol. 15 no. 4, 2012, <http://jasss.soc.surrey.ac.uk/15/4/9.html>.

Hegselmann, Rainer: »Modeling Hume's Theory of Norm Emergence«. R. Conte, G. Andrighetto, M. Campenni (eds.), *Minding Norms: Mechanisms and Dynamics of Social Order in Agent Societies*. Oxford 2013, 67-80 (zusammen mit Oliver Will).

Hegselmann, Rainer: »From small groups to large societies – How to construct a simulator?«. *Biological Theory* vol. 8 no. 2, 2013, 185-194. DOI 10.1007/s13752-013-0110-6 (zusammen mit Oliver Will).

Hegselmann, Rainer: »Moral Dynamics«. S. O. Hanson, V. F. Hendricks (eds.), *Handbook of Formal Philosophy*, New York 2014 (im Druck).

Hegselmann, Rainer: »Provisorisches Insgesamt – Warum die Graduiertenausbildung eine wissenschaftliche Weltsicht vermitteln sollte«. *Forschung & Lehre*, Oktober 2013, 830-832. (Langfassung: <https://dl.dropboxusercontent.com/u/7239178/Graduiertenausbildung.pdf>)

Hegselmann, Rainer: »Checkerboards, Networks, and Neighborhoods – History and Analysis of Configuration Games« (zusammen mit Sascha Kurz). Monographie, noch bis 2014 in Bearbeitung.

Ausgewählte
Veröffentlichungen