

Mikrosimulationen zur Abschätzung von Entwicklungen von Bildungsabschlüssen

Der Versuch eines Plädoyers

Marc Hannappel und Klaus G. Troitzsch

Beitrag zur Veranstaltung »Prozesse sozialer Schließung. Theorie, Modell, Experiment« der Sektion Modellbildung und Simulation

Seit den fünfziger Jahren ist in fast allen westlichen Industrienationen eine ähnliche Entwicklung zu beobachten: eine Zunahme der Nachfrage nach höheren Bildungsabschlüssen und in der Folge ein Anstieg des Bildungsniveaus in der Bevölkerung (Hradil 2006; Geißler 2014; Allmendinger et al. 2010). Gemessen an der Bildungsbeteiligung innerhalb der Sekundarstufe verzeichnet die Zeit zwischen 1955 und 1995 für Deutschland eine stetige Abnahme der Anteile an Schülerinnen und Schülern an Hauptschulen bei gleichzeitiger Zunahme der Anteile an allen anderen Schulformen (Allmendinger et al. 2010). Seit dem Ende der neunziger Jahre zeigt sich sogar eine Polarisierung der Bildungsbeteiligung, die sich durch eine Stagnation der Nachfrage nach mittleren Schulformen auszeichnet, sodass der Abnahme der Zahl der Schülerinnen und Schüler an Hauptschulen lediglich eine Zunahme der Bildungsbeteiligung an Gymnasien gegenübersteht (Hannappel 2015). Diese Entwicklung, die von zahlreichen Bildungsreformen begleitet wurde, wird im bildungssoziologischen Diskurs als Bildungsexpansion bezeichnet. Sie findet ihre Fortsetzung in einem massiven Anstieg der sogenannten Studienanfängerquote (Autorengruppe Bildungsberichterstattung 2016: 129) zu Beginn des 21. Jahrhunderts.

Ausgelöst durch die Ergebnisse der ersten PISA-Studie (Deutsches PISA-Konsortium 2001) wurde der Bildungspolitik in Deutschland wieder ein hoher Stellenwert zugeschrieben. Gesellschaftspolitisch erhält Bildung eine besondere Bedeutung, da dem Anstieg des Bildungsniveaus ein positiver Effekt auf die Entwicklung von Wohlstand und Innovationsfähigkeit einer Gesellschaft zugeschrieben wird (Picht 1964; Becker 1994; Anger et al. 2006; Konsortium Bildungsberichterstattung 2006). Aus gesellschaftspolitischer Sicht wird daher auch in Zukunft eine Fortsetzung der seit den fünfziger Jahren einsetzenden Bildungsexpansion als wünschenswert erachtet, obgleich es auch kritische Stimmen gegenüber einer steigenden Anzahl an Studienanfänger/-innen gibt (Nida-Rümelin 2014; Sell 2013). Veränderungen der Nachfrage nach Bildungsangeboten erfordern infrastrukturelle Anpassungsleistungen. So stehen aus Perspektive der Bildungsplanung Fragen der personellen und infrastrukturellen Ausgestaltung des Bildungssystems im Fokus bildungspolitischer Strategieüberlegungen (Klemm 2012).

Der Frage nach möglichen prospektiven Entwicklungen wird in der Regel mit Bevölkerungsvorberechnungsmodellen begegnet, die einen möglichen Querschnitt der Bevölkerung für ein bestimmtes in der Zukunft liegendes Jahr berechnen. Für diese Berechnungen werden von staatlicher Seite *Makrosimulationen* verwendet, die Durchschnittswerte verwenden (van Immhoff, Post 1998), um die Bevölke-

rungsstruktur hinsichtlich unterschiedlicher Parameter (wie zum Beispiel Geschlecht und Alter) vorauszurechnen. So berechnet zum Beispiel das Statistische Bundesamt auf Basis der Parameter Geburtenhäufigkeit, Lebenserwartung und des Saldos zwischen Zu- und Fortzügen mehrere Varianten möglicher zukünftiger Entwicklungen. Die Ergebnisse bilden dann „auf die Zukunft gerichtete Basisinformationen für politische, gesellschaftliche und wirtschaftliche Entscheidungsprozesse“ (Statistisches Bundesamt 2015: 9). Von der Kultusministerkonferenz wiederum werden ausgewählte Ergebnisse der Bevölkerungsvorausberechnung verwendet, um die Entwicklung der Zahlen sowohl von Schülerinnen und Schülern sowie von Absolventinnen und Absolventen des Schulsystems (Kultusministerkonferenz 2005) als auch von Studienanfänger/-innen, Studierenden sowie Hochschulabsolventinnen und Hochschulabsolventen (Kultusministerkonferenz 2013) abzuschätzen. Die Berechnung erfolgt dergestalt, dass die zuletzt beobachtbaren Übergangs- bzw. Absolventenquoten im Bildungssystem auf die Zielpopulation (der für die Ermittlung der Schülerinnen- und Schülerzahlen relevanten Altersgruppe der fiktiven Bevölkerung) übertragen werden. An dieser Stelle zeigt sich aber ein Problem, welches bereits im Ansatz der Berechnung seinen Ursprung hat: Die für die Vorausberechnung verwendeten Übergangsquoten bzw. Absolventenquoten werden über den gesamten Zeitraum konstant gehalten. Eine bildungssoziologische Gewissheit ist aber, dass genau diese Übergangs- und Abschlussquoten in der Vergangenheit sehr dynamisch waren und nie über einen längeren Zeitraum konstant blieben. Das Problem der aktuell verwendeten Modelle zur Abschätzung der Entwicklung im Bildungssystem besteht folglich in der konzeptionellen Trennung zwischen Bevölkerungs- und Absolventenvorausberechnung.

In diesem Beitrag wird daher ein Verfahren vorgestellt, das das Problem der Trennung zwischen Bevölkerungs- und Absolventenvorausberechnung aufhebt. Anstelle eines Makrosimulationsmodells wird ein Mikrosimulationsmodell zur Berechnung möglicher Entwicklungen des gesellschaftlichen Bildungsniveaus vorgeschlagen.

Die Anwendung von Mikrosimulationsmodellen ist in der Regel ein Privileg großer Forschungsinstitutionen. Zu nennen sind hier zum Beispiel die Forschungsgruppe „MIKMOD“ am Fraunhoferinstitut für angewandte Informationstechnik (FIT) oder die Forschungsgruppe „Internationale Verteilungsanalysen“ am Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung (ZEW), die beide Simulationsmodelle zur Abschätzung von Gesetzesfolgen und der Finanzierung bestimmter wohlfahrtsstaatlicher Leistungen anwenden. Diskussionen um Anwendungsgebiete und Simulationstechniken sind in der deutschsprachigen Soziologie fast gar nicht aufzufinden. Auch international sind diese eher im Bereich sogenannter ‚Methoden-Reporte‘ angesiedelt, also innerhalb der von Forschungsinstituten veröffentlichten Dokumentationen und ‚Discussion Papers‘, als in fachbezogenen Zeitschriften (Axelrod 1997; Hannappel, Troitzsch 2015). Das ist insofern zu bedauern, als Mikrosimulationen ein besonderes Analysepotential aufweisen und als Ergänzung zu statistischen Auswertungsverfahren (Spielauer 2009: 4) auch innerhalb kleinerer Forschungsprojekte eingesetzt werden können, wie die Arbeiten von Leim (2008), Walker (2010) und Hannappel (2015) zeigen. Der vorliegende Beitrag verfolgt neben der Vorstellung dieser Methode auch das Ziel, die besonderen Vorteile dieser Simulationstechnik gegenüber konventionellen Makromodellen hervorzuheben. Gerade die aktuelle politische Lage (große Migrationsbewegungen, die daraus resultierenden hohen Ein- und Auswanderungszahlen und eine große politische Unstimmigkeit bezüglich Aufnahmekapazitäten) erfordert Modelle, die theoretisch fundiert sind und gleichzeitig flexibel modifiziert und aktualisiert werden können, um mögliche Szenarien zu testen und politische Entscheidungsträger bei ihren strategischen Überlegungen zu unterstützen bzw. zu beraten (Mannion et al. 2012).

Theoretischer Rahmen

Für das vorliegende Modell wird die Trennung zwischen Bevölkerungsvorausberechnung und Berechnung zukünftiger Absolventenzahlen aufgehoben. Innerhalb des Simulationsmodells werden daher sowohl Bildungsprozesse als auch demographische Prozesse modelliert. Aus diesem Grund bewegt sich die Arbeit auf einer theoretischen Ebene an der Schnittstelle zwischen bildungssoziologischer Forschung und demographischer Familienforschung. Bildungssoziologisch ist die Arbeit insofern, als sie „Bildungsprozesse und ihre Institutionalisierung im gesellschaftlichen Kontext“ sowie ihre „wechselseitigen Beziehungen von Bildungssystem und gesellschaftlichen Ordnungen“ (Becker 2011: 10) thematisiert und beschreibt. Neben den bildungsbiographischen Ereignissen sind aber auch demographische Parameter von entscheidender Bedeutung. So müssen auch die Rahmenbedingungen des reproduktiven Verhaltens theoretisch begründet werden. Fragen nach den gesellschaftlichen und individuellen Hintergründen für die Entscheidung von Familiengründungs- und -erweiterungsprozessen sind genauso relevant wie die Rahmenbedingungen, in die individuelle Bildungsentscheidungen eingebettet sind.

Bildungssoziologische Befunde

In der Bildungssoziologie besteht Konsens darüber, dass individuelle Bildungsentscheidungen von Faktoren der sozialen Herkunft abhängen (Boudon 1974; Bourdieu 1982; Geißler 2005; Becker 2010). Einigkeit besteht auch darüber, dass soziale Disparitäten vor allem an den Übergängen im Bildungssystem zum Tragen kommen.

Gut belegt ist, dass der *erste Übergang*, von der Grundschule auf eine der Schulformen der Sekundarstufe, der wichtigste Übergang für individuelle Bildungsbiographien darstellt (Henz, Maas 1995; Becker 2000; Bellenberg, Klemm 2000; Becker, Lauterbach 2010; Ditton 2010; Solga, Wagner 2010). Folgenreich ist dieser Übergang aus zwei Gründen: (1) Nur eine kleine Anzahl an Schülerinnen und Schülern korrigieren die an diesem Übergang getroffene Schulformentscheidung und (2) dieser Übergang ist besonders stark von der sozialen Herkunft abhängig.

Schulformwechsel, ebenfalls eine Art schulischer Übergänge, kommen selten vor und sind eher Wechsel nach unten, das heißt von einer höheren zu einer niedrigeren Schulform (Baumert et al. 2003; Solga, Wegner 2010).

Schließlich korreliert auch der Übergang auf eine Hochschule wieder stark mit der sozialen Herkunft der Schülerinnen und Schüler (Müller et al. 2011; Middendorff et al. 2013).

Demographische Befunde

In der familiensoziologischen Forschung haben sich zwei Einflussfaktoren auf das generative Verhalten als wesentlich herauskristallisiert: (1) Region und (2) Bildung.

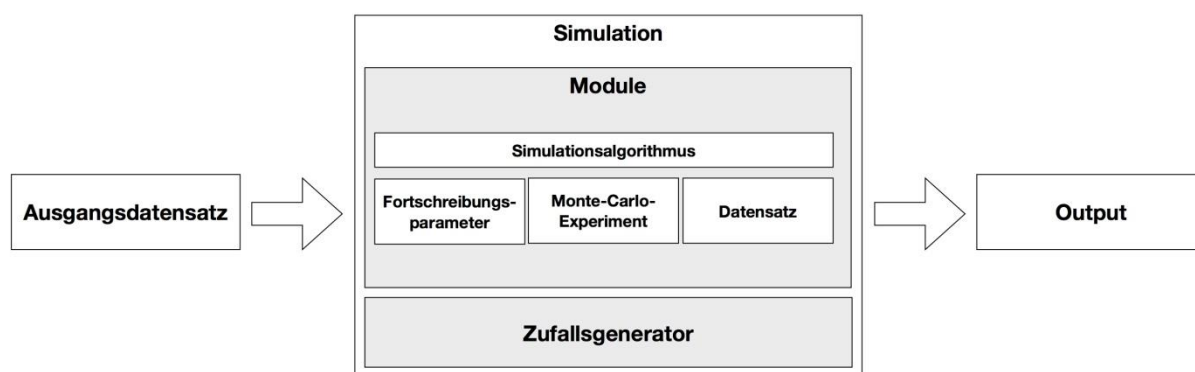
- (1) Auch nach der Wiedervereinigung bleiben ostdeutsche Frauen seltener kinderlos und bekommen früher ihr erstes Kind (Kreyenfeld; Konietzka 2004).
- (2) Darüber hinaus zeigen die Ergebnisse demographischer Forschung der letzten Jahrzehnte immer wieder, dass die Wahrscheinlichkeit für die Geburt von Kindern sowie das Alter bei der ersten Geburt mit dem Bildungsabschluss von Frauen variiert (Blossfeld et al. 1991; Klein, Lauterbach 1994; Herlyn et al. 2002; Brüderl, Klein 2003; Wirth 2007).

Die theoretischen und empirischen Erkenntnisse aus den oben angeführten Studien sind leitend bei der Konstruktion des Simulationsmodells, welches im Folgenden näher beschrieben wird.

Methode¹

Mikrosimulation

Abbildung 1 zeigt die wichtigsten Bestandteile einer Mikrosimulation. Ein zentrales Element stellt hier der *Datensatz* dar, der während der Simulation in Abhängigkeit von zuvor implementierten Verhaltensregeln, den *Fortschreibungsparametern*, bis zu einem bestimmten Zeitpunkt fortgeschrieben wird (Gilbert, Troitzsch 2005; Spielauer 2009). Der Fortschreibungsprozess wird innerhalb von *Simulationsmodulen* organisiert, die einzelne biographische Ereignisse wie Geburt, Schulbesuch und -abschluss, Heirat, Familiengründung etc. repräsentieren und deren Eintreten regeln. *Simulationsalgorithmen* sind formalisierte Programmcodes, die den Ablauf innerhalb des Moduls strukturieren. Sie entscheiden mit Hilfe von *Monte-Carlo-Experimenten* (Galler 1997; van Immhoff, Post 1998), welche Akteure in ein Modul eingelesen werden und nach welchen Regeln der Fortschreibungsprozess erfolgt. Das Ergebnis von Simulationsmodellen ist ein *veränderter Datensatz*, der die Informationen über eine fiktive Bevölkerung enthält. Der Vorteil von Mikrosimulationen im Gegensatz zu Makrosimulationen ist dabei der, dass die Struktur des Datensatzes während der Simulation beibehalten wird. Der Individualdatensatz enthält dieselben Variablen wie zu Beginn der Simulation, sodass er mit den üblichen statistischen Modellen in Hinblick auf verschiedene Fragestellungen ausgewertet werden kann.



Quelle: Hannappel, Troitzsch 2015: 462

Abbildung 1: Elemente einer Mikrosimulation

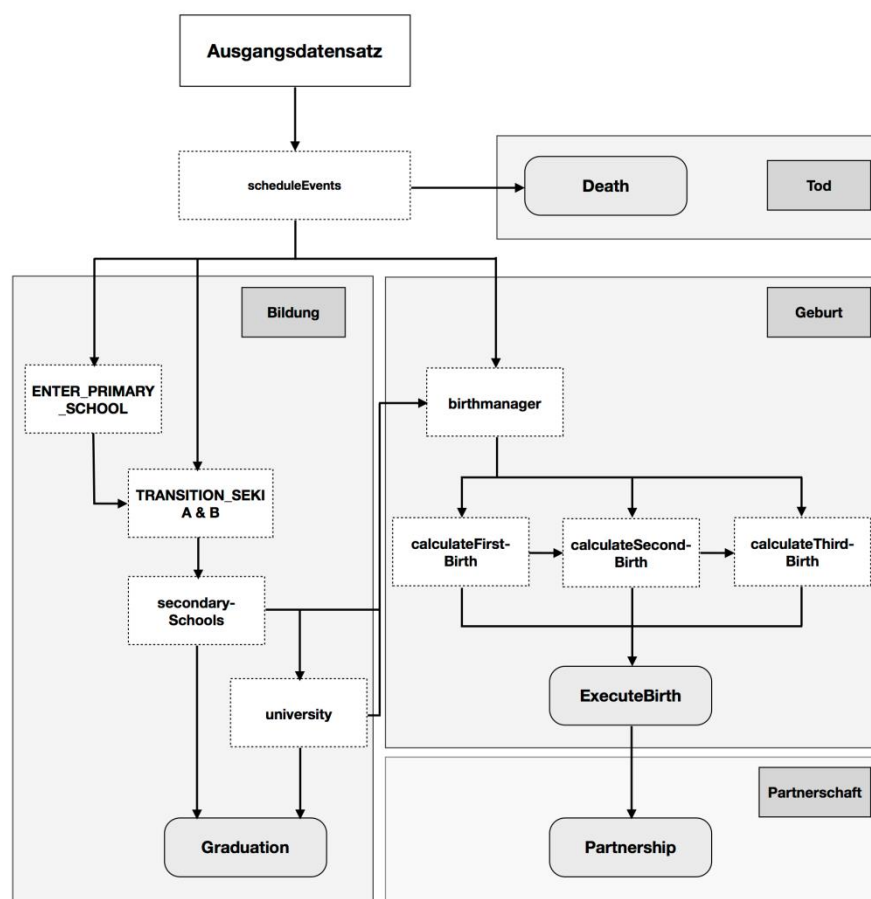
Das Simulationsmodell

Abbildung 2 gibt einen Überblick über die Modellstruktur. Unter dem Oberbegriff „Modul“ werden alle Methoden und Ereignisse zusammengefasst, die thematisch einen großen „Lebensbaustein“ darstellen. So umfasst das Modul *Bildung* alle Ereignisse, die zu dem finalen Ereignis *höchster Bildungsabschluss* führen. Darunter fallen zum Beispiel die Ereignisse *Einschulung*, der *Übergang zur Sekundarstufe I*, das Erreichen eines *Schulabschlusses* und der *Übergang auf eine Hochschule*. Neben dem Modul *Bildung* werden in der Simulation auch die demographischen Module *Geburt*, *Partnerschaft* und *Tod* ope-

¹ Mikrosimulationsmodelle zeichnen sich durch eine sehr komplexe Struktur aus. Diese Struktur sowie die Verbindung zwischen Algorithmus und empirischen Übergangswahrscheinlichkeiten adäquat zu beschreiben, ist innerhalb eines solchen Beitrags nicht möglich. Daher wird im Folgenden das Modell nur skizziert und die Verbindung zwischen empirischen Wahrscheinlichkeiten und Simulationsalgorithmus exemplarisch aufgezeigt. Für eine detaillierte Beschreibung der Funktionsweise des vorliegenden Modells siehe Hannappel 2015.

rationalisiert. Als Ausgangsdatensatz wird für die Simulation der Scientific Use File des Mikrozensus 2008 verwendet.

Die Simulation startet mit dem *scheduleEvent*. In diesem Ereignis werden alle Fälle des Ausgangsdatensatzes eingelesen und in Abhängigkeit ihrer Merkmalskombinationen in die verschiedenen thematischen Module weitergeleitet. Das Modul *Tod* ist das erste, das die Agenten durchlaufen. So wird direkt zu Simulationsbeginn das Todesdatum für jeden Agenten berechnet. Die Berechnung erfolgt durch einen Vergleich zwischen einer Zufallszahl und den altersspezifischen Überlebenswahrscheinlichkeiten. Letztere sind aus den offiziellen Sterbetafeln des Statistischen Bundesamtes entnommen. Innerhalb des Moduls *Bildung* berechnet der Simulationsalgorithmus für jeden Agenten, welche Bildungsentscheidung an welchem Übergang getroffen wird. Das Modul *Geburt* besteht aus drei verschiedenen Submodulen *calculateFirstbirth*, *calculateSecondbirth* und *calculateThirdbirth*. In jedem Submodul wird der genaue Zeitpunkt des Auftretens des jeweiligen Ereignisses berechnet. Schließlich wird im Anschluss an die Geburt eines Kindes für ledige Frauen das Ereignis *Partnerschaft* aufgerufen. In Abhängigkeit des Alters und des Bildungsstandes werden dann Partnermatches probabilistisch erzeugt.



Quelle: Hannappel 2015: 184

Abbildung 2: Modellübersicht

Funktion einer Mikrosimulation am Beispiel des Moduls *Bildung*

Abbildung 3 zeigt das empirische Modell der Bildungsentscheidungen. Entsprechend den oben angeführten theoretischen Überlegungen werden drei Übergänge modelliert und deren bedingte Übergangswahrscheinlichkeit anhand verschiedener Datensätze berechnet.

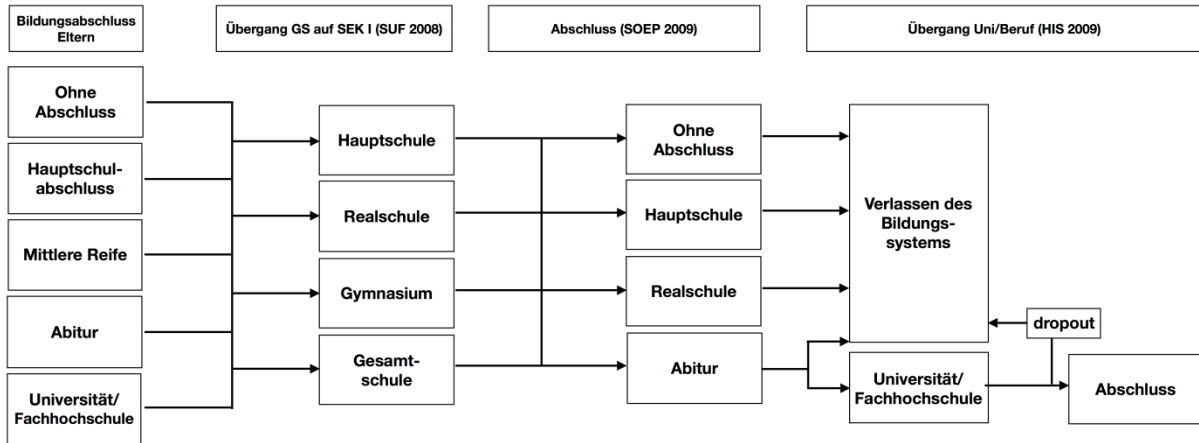


Abbildung 3: Empirisches Modell der Bildungsübergänge

Der erste Übergang wird in Abhängigkeit des höchsten elterlichen Bildungsabschlusses berechnet. Als Datensatz wurde der Scientific Use File des Mikrozensus 2008 verwendet. Die Wahrscheinlichkeit für einen Schulabschluss wurde mit dem Sozioökonomischen Panel (SOEP) (Siegel et al. 2010) des Deutschen Instituts für Wirtschaftsforschung (DIW) berechnet. Es handelt sich hierbei um einen Paneldatensatz, sodass die Wahrscheinlichkeit für einen Schulabschluss in Abhängigkeit der besuchten Schulform der Sekundarstufe I berechnet werden konnte. Schulformwechsel konnten so ebenfalls berücksichtigt werden. In Anlehnung an Middendorf (2013), der für diesen Übergang ebenfalls einen besonders starken Herkunftseffekt zeigen konnte, wurde der letzte Übergang mit dem Studienberechtigtenpanel (Spangenberg 2011) des Hochschulinformationssystems (HIS) berechnet. Dieser enthält die Informationen über den höchsten Bildungsabschluss der Eltern und das Übergangsverhalten von der Sekundarstufe II in eine Hochschule.

Tabelle 1 listet exemplarisch für Kinder, deren Eltern höchstens einen Hauptschulabschluss haben, die empirischen Werte (prozentuale Häufigkeiten, kumulierte Häufigkeiten, 1-kumulierte Häufigkeiten und Simulationswerte²) für den Übergang auf eine der Schulformen der Sekundarstufe I auf.

Die Berechnung des Ereignisses *Übergang auf die Sekundarstufe* läuft wie folgt ab: Zunächst zieht der Zufallsalgorithmus eine Zufallszahl zwischen 0 und 100.000. Diese Zufallszahl wird dann mit der bedingten Wahrscheinlichkeit für das Ereignis *Übergang auf die Sekundarstufe I* verglichen. Liegt der Wert der Zufallszahl zwischen 89.569 und 100.000, dann fällt die Wahl der Schulform auf eine Gesamtschule. Liegt die Zufallszahl zwischen 89.569 und 78.247, dann wird der Agent (das Kind) ein Gymnasium besuchen etc. Hinter diesem Ansatz (Monte-Carlo-Simulation) steht die wahrscheinlichkeitstheoretische Annahme, dass sich bei einer hinreichend großen Anzahl an Monte-Carlo-Experimenten die

² Es handelt sich bei den Simulationswerten um die mit dem Faktor 10.000 multiplizierten Gegenwahrscheinlichkeiten. Hintergrund für die Umrechnung ist, dass der Simulationsalgorithmus mit Integerwerten zwischen 0 und 100.000 operiert und dies eine Transformation der Wahrscheinlichkeitswerte erfordert.

Anzahl der realisierten Übergänge der Höhe der implementierten Übergangswahrscheinlichkeit annähert. Nach der Simulation sollte deshalb zum Beispiel auch für etwa 10,4 Prozent der Kinder von Eltern mit einem Hauptschulabschluss berechnet worden sein, dass diese nach der Grundschule auf eine Gesamtschule gewechselt sind.

Tabelle 1: Berechnung der Simulationswerte für den Übergang von der Grundschule auf die Sekundarstufe 1^a

Schulform	Prozent P	kum. Häufigkeiten C/100	1-kum. Häufigkeiten 1-C/100	Vergleichszahlen in der Simulation
GES	10,4	10,4	0,89569	89.569...100.000
GYM	11,3	21,8	0,78247	78.247...89.569
RS	34,6	56,4	0,43628	43.628...78.247
HS	43,6	100	0	0...43.628
N ²	3248			

Anmerkungen: ^a Die Werte beziehen sich auf Kinder, deren Eltern höchstens einen Hauptschulabschluss haben. Quelle: FDZ der Statistischen Ämter des Bundes und der Länder, Scientific Use File 2008, eigene Berechnung, gewichtet mit EF952, ^b ungewichtet.

Modellverifikation³

Die probabilistische Fortschreibungspraxis von Mikrosimulationen (Monte-Carlo-Simulation) führt zu einem dazu, dass die Simulationsergebnisse von Simulationslauf zu Simulationslauf variieren, zum anderen aber auch zu Abweichungen zwischen Eingabe- und Ausgabeparametern. Beträgt zum Beispiel die Wahrscheinlichkeit für ein Ereignis 10,4 Prozent (Eingabeparameter), können die während der Simulation realisierten Anteile für dieses Ereignis (Ausgabeparameter) von diesen abweichen. Gemäß dem Gesetz der großen Zahlen nähern sich allerdings mit steigender Anzahl an Monte-Carlo-Experimenten die empirischen Wahrscheinlichkeiten den A-priori-Wahrscheinlichkeiten approximativ an. Um das Modell zu verifizieren, müssen daher die Abweichungen zwischen Output- und Inputparametern analysiert werden. Die Abweichungen werden mit einem Chi-Quadrat-Anpassungstest berechnet (siehe Tabelle 2).

Die Analysen zeigen, dass das Simulationsmodell – mit wenigen Ausnahmen – in gewünschter Weise funktioniert. Die wichtigsten Module *Geburten* und *Bildung* zeigen (fast) keine signifikanten Abweichungen auf. Die Modellgüte liegt in allen Fällen oberhalb von 90 Prozent, in den meisten Fällen beträgt sie sogar 99 Prozent. Lediglich das Modul *Partnerschaft* weist signifikante Abweichungen auf.⁴

³ Verifikation im hier verstandenen Sinne ist dabei nicht mit der epistemologischen Bedeutung, also dem Testen von Theorien und Hypothesen, zu verwechseln, sondern bezieht sich auf den „process of checking that a program does what it was planned to do“ (Gilbert 2005).

⁴ Weitere Analysen, wie prozentuale Abweichungen, konnten allerdings aufzeigen, dass die Verzerrung durch die Abweichungen zwischen implementierten und empirischen Wahrscheinlichkeiten sehr gering ausfallen. Auch die Modellgüte (R^2) zeigt eine sehr enge Verbindung zwischen beobachteten und erwarteten Übergangsraten.

Tabelle 2: Verifikation: Chi-Quadrat-Anpassungstest und Modellgüte

		χ^2	df	Sig	r^2			χ^2	df	Sig	r^2
Bildung	OA	4,6	4	0,33	0,998	Geburten (West)	OA	3,8	3	0,28	0,998
	HS	4,4	4	0,35	0,999		HS	1,2	3	0,75	0,999
	RS	7,1	4	0,13	0,999		RS	4,6	3	0,20	0,999
	Abi	0,2	4	0,71	0,999		Abi	4,3	3	0,23	0,998
	Uni	0,4	4	0,63	0,999		Uni	6,9	3	0,07	0,996
Partnerschaft	HS	195,9	4	0,00	0,997	Tod	Männer	89,25	100	0,77	0,999
	RS	620,2	4	0,00	0,930		Frauen	103,6	100	0,28	0,999
	Abi	280,5	4	0,00	0,952						
	Uni	170,8	4	0,00	0,999						

Ergebnisse

Abbildung 4 zeigt die reale Entwicklung des Bildungsniveaus von 1980 bis 2012⁵ und ab 2013 die Ergebnisse der Simulation. Analysiert wurde die 26- bis 35-jährige Simulationsbevölkerung nach dem höchsten Bildungsabschluss. In der Simulation werden die Bildungsabschlüsse je nach Abschluss mit unterschiedlichem Alter erreicht. Personen, für die berechnet wurde, dass sie höchstens einen Hauptschulabschluss erreichen werden, erhalten diesen im Alter von 15 Jahren. Ein Realschulabschluss wird im Alter von 16 Jahren zugewiesen, das Abitur im Alter von 19 Jahren und der Abschluss einer Hochschule im Alter von 25. Folglich kann die Analyse erst für die Personen ab der Altersklasse 26 durchgeführt werden, da somit ausgeschlossen werden kann, dass sie sich noch im Bildungssystem befinden bzw. dass sie das Modul *Bildung* noch nicht abgeschlossen haben.

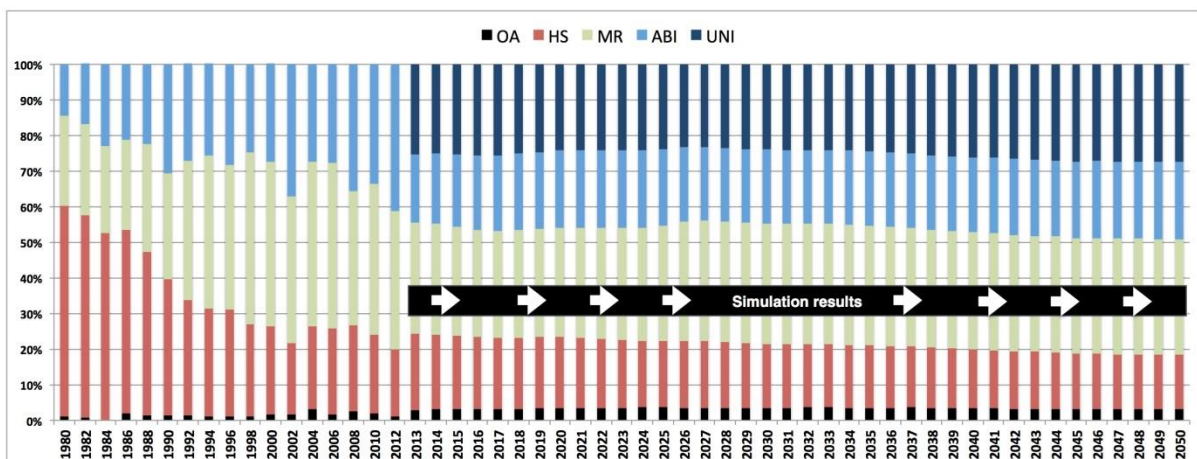


Abbildung 4: Entwicklung des Qualifikationsniveaus. Reale Entwicklung und Simulationsergebnisse

⁵ Die Ergebnisse bis 2012 basieren auf einer Auswertung des kumulierten ALLBUS 1980–2012. Analysiert wurde eine modifizierte Form der Variable v668. Aufgrund der geringen Fallzahlen des ALLBUS mussten die Analysen des Bildungsniveaus auf die 30- bis 40-jährige Bevölkerung ausgeweitet werden.

Die simulierte Entwicklung zeigt zunächst ein weiteres Voranschreiten der Bildungsexpansion. Die Anteile von Personen mit mindestens Hochschulreife steigen bis 2018 von 42,5 Prozent auf 46,6 Prozent. Die Entwicklung bis 2025 scheint zunächst plausibel, da sie eine Fortsetzung der Bildungsexpansion zeigt. Die Entwicklung nach 2025 ist hingegen erklärungsbedürftig. Betrachtet man diese Entwicklung, dann wird der Eindruck erweckt, dass die Anteile an Personen mit mittleren Abschlüssen für die Zeit nach 2025 kurzzeitig überschätzt werden. Tatsächlich ist es aber so, dass die Anteile der Personen mit Abitur und Hochschulabschluss zu Beginn der Simulation leicht überschätzt werden. Der Grund dafür liegt in der Zuteilung der Personen zu Schulformen im Ausgangsdatensatz. Dieser enthält eine große Anzahl an Personen in Berufsschulen. Mangels einer anderen Heuristik wurden diesen Personen die gleichen Übergangswahrscheinlichkeiten zugewiesen wie Personen in mehreren Bildungsgängen, also Gesamtschulen. Dies führt dazu, dass insgesamt der Anteil an Personen mit einem mittleren Abschluss überschätzt wurde. Es ist daher eher zu vermuten, dass die Entwicklung, die ab 2025 einsetzt, um einige Jahre vorzuziehen ist. Ein Ergebnis dieser Simulation ist daher, dass auch weiterhin mit Zuwächsen der Anteile von Personen mit höheren Bildungsabschlüssen zu rechnen ist. Ein Ende der Bildungsexpansion ist daher zunächst nicht absehbar. Die Entwicklung verliert aber deutlich an Dynamik. Die Simulation zeigt demnach eine Bildungsexpansion „mit angezogener Handbremse“.

Schlussfolgerungen

Bildungsprognosen oder -projektionen werden in der Regel im Bereich der Bildungsplanung eingesetzt. Hier geht es darum, eine potentielle zukünftige Schülergeneration einschätzen zu können, um die Lehrbedarfsplanung an diesen Modellen zu orientieren. Hier zeigt das vorliegende Modell klare Vorteile gegenüber den aktuell verwendeten Modellen. Mit dem Modell konnte sowohl die Trennung zwischen Bevölkerungsvorausberechnung und Absolventenvorausberechnung aufgehoben werden als auch die Entwicklung der prozentualen Verteilung der Bildungsabschlüsse selbst zum Simulationsziel gemacht werden. Daher stellt das Modell eine Alternative zur herkömmlichen Berechnung von demographischen Entwicklungen und Abschlussquoten im Bildungssystem zur Verfügung. Darüber hinaus ist das Modell so konzipiert, dass es für weitere Fragestellungen anschlussfähig ist sowie die Integration weiterer biographischer Ereignisse ermöglicht.

Vergleicht man die Simulationsergebnisse mit der Entwicklung der Studienanfängerquote (Autorengruppe Bildungsberichterstattung 2016; Hannappel 2015), dann zeigt sich, dass die Ergebnisse die realen Entwicklungen der letzten Jahre nicht abbilden können.⁶ Die Gründe dafür sind zum einen die im vorliegenden Modell noch sehr vereinfachte Modellierung des Bildungssystems (zum Beispiel wurden Übergänge von der dualen Ausbildung in den Hochschulbereich und vice versa bei der Simulation nicht direkt berücksichtigt). Zum anderen verdeckt die dynamische Entwicklung der Simulationsergebnisse, dass auch hier – zwar auf einer tiefer liegenden Ebene als in Makromodellen (schichtspezifische Übergangsquoten) – die Verhaltensparameter an den Übergängen während der Simulation ebenfalls konstant gehalten werden.

An dieser Stelle zeigen sich sowohl die Stärken als auch die Schwächen von Simulationsmodellen. Mikrosimulationsmodelle sind eher als Makromodelle in der Lage, eine kontinuierliche Entwicklung

⁶ Für eine detailliertere Beschreibung siehe Hannappel 2015.

fortzuschreiben. Probleme treten aber dann auf (das gilt allerdings genauso für Makromodelle), wenn sich, wie im Falle der Studienanfängerquote, kurzfristige Entwicklungssprünge ergeben.

Die Qualität von Simulationen steht immer in einem engen Zusammenhang mit dem zur Verfügung stehenden Datenmaterial. Ebenfalls gilt es bei der Interpretation von Simulationsergebnissen stets zu bedenken, dass Projektionen keine Vorhersagen sind. Projektionen verfolgen das Ziel, Entwicklungen aufzuzeigen, wie sie unter bestimmten Prämissen eintreffen können, wenn die Rahmenbedingungen gleich bleiben. Mit dem vorliegenden Modell steht eine Simulationstechnik zur Verfügung, die unproblematisch mit neuen Datensätzen und Übergangswahrscheinlichkeiten modifiziert werden kann. Es ist also durchaus möglich und erscheint überdies sinnvoll, dass diese Methodik langfristig herkömmliche Makromodelle ersetzen wird.

Literatur

- Allmendinger, J. et al. 2010: Soziologische Bildungsforschung. In R. Tippelt, B. Schmidt (Hg.), Handbuch Bildungsforschung. Wiesbaden: VS Verlag, 47–70.
- Anger, C. et al. 2006: Bildungsarmut und Humankapitalschwäche in Deutschland. Köln: Deutscher Instituts-Verlag.
- Autorengruppe Bildungsberichterstattung 2016: Bildung in Deutschland 2016. Ein indikatorengestützter Bericht mit einer Analyse zu Bildung und Migration. Bielefeld: W. Bertelsmann Verlag.
- Axelrod, R. 1997: Advancing the Art of Simulation in the Social Science. In R. Conte et al. (Hg.), *Simulating social Phenomena*. Berlin: Springer, 21–40.
- Baumert, J. et al. 2003: Schulumwelten – institutionelle Bedingungen des Lehrens und Lernens. In PISA-Konsortium Deutschland (Hg.), *PISA 2000. Ein differenzierter Blick auf die Länder der Bundesrepublik Deutschland*. Opladen: Leske + Budrich. S. 261–331
- Becker, G.S. ³1994: *Human Capital: Theoretical and empirical Analysis with special Reference to Education*. Chicago and London: University of Chicago Press.
- Becker, R. 2000: Klassenlage und Bildungsentscheidungen. Eine empirische Anwendung der Wert-Erwartungstheorie. *Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie*, 52. Jg., Heft 3, 450–474.
- Becker, R. 2010: Soziale Ungleichheit von Bildungschancen und Chancengerechtigkeit – eine Reanalyse mit bildungspolitischen Implikationen. In R. Becker, W. Lauterbach (Hg.), *Bildung als Privileg*. Wiesbaden: VS Verlag, 161–189
- Becker, R. 2011: Bildungssoziologie – was sie ist, was sie will, was sie kann. In R. Becker (Hg.), *Lehrbuch der Bildungssoziologie*. Wiesbaden: VS Verlag, 9–36.
- Becker, R., Lauterbach, W. 2010: *Bildung als Privileg. Erklärungen und Befunde zu den Ursachen der Bildungsungleichheit*. Wiesbaden: VS Verlag.
- Bellenberg, G., Klemm, K. 2000: Scheitern im System, Scheitern des Systems? Ein etwas anderer Blick auf Schulqualität. In H.-G. Rolff (Hg.), *Jahrbuch Schulentwicklung*. Weinheim: Juventa, 51–75.
- Blossfeld, H.-P. et al. 1991: Wie wirkt sich das steigende Bildungsniveau der Frauen tatsächlich auf den Prozess der Familienbildung aus? Eine Antwort auf die Kritik von Josef Brüderl und Thomas Klein. *Zeitschrift für Bevölkerungswissenschaft*, 17. Jg., Heft 3, 337–351.
- Boudon, R. 1974: *Education, Opportunity, and Social Inequality. Changing Prospects in Western Society*. New York: John Wiley & Sons.
- Bourdieu, P. 1982: *Die feinen Unterschiede. Kritik der gesellschaftlichen Urteilskraft*. Frankfurt am Main: Suhrkamp.

- Brüderl, J., Klein, T. 2003: Die Pluralisierung partnerschaftlicher Lebensformen in Westdeutschland, 1960–2000: Eine empirische Untersuchung mit dem Familiensurvey 2000. In: W. Bien, J.H. Marbach (Hg.), Partnerschaft und Familiengründung. Opladen: Leske + Budrich, 189–218.
- Deutsches PISA-Konsortium 2001: PISA 2000. Basiskompetenzen von Schülerinnen und Schülern im internationalen Vergleich. Opladen: Leske + Budrich.
- Ditton, H. 2010: Der Beitrag von Schule und Lehrern zur Reproduktion von Bildungsungleichheit. In R. Becker, W. Lauterbach (Hg.), Bildung als Privileg. Wiesbaden: VS Verlag, 243–271.
- Geißler, R. 2005: Die Metamorphose der Arbeitertochter zum Migrantensohn. Zum Wandel der Chancenstrukturen im Bildungssystem nach Schicht, Geschlecht, Ethnie und deren Verknüpfungen. In P.A. Berger, H. Kahlert (Hg.), Institutionalisierte Ungleichheiten. Weinheim: Juventa. S. 71–100.
- Galler, H.P. 1997: Discrete-Time and Continuous-Time Approaches to dynamic Microsimulation reconsidered. Canberra: National Centre for Social and Economic Modelling, <http://www.natsem.canberra.edu.au/storage/tp13.pdf> (letzter Aufruf 24. Dezember 2016)
- Geißler, R. 2014: Die Sozialstruktur Deutschlands. Wiesbaden: Springer VS.
- Gilbert, N., Troitzsch, K.G. 2005: Simulation for the Social Scientist. Maidenhead, Brekshire, New York: Open University Press.
- Hannappel, M., Troitzsch, K.G. 2015: Mikrosimulationsmodelle. In N. Braun, N.J. Saam (Hg.), Handbuch Modellbildung und Simulation in den Sozialwissenschaften. Wiesbaden: Springer VS, 455–489.
- Hannappel, M. 2015: (K)ein Ende der Bildungsexpansion in Sicht?! Ein Mikrosimulationsmodell zur Analyse von Wechselwirkungen zwischen demographischen Entwicklungen und Bildungsbeteiligung. Marburg: Metropolis.
- Henz, U., Maas, I. 1995: Chancengleichheit durch die Bildungsexpansion. Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie, 47. Jg., Heft 4, 605–633.
- Herlyn, I. et al. 2002: Späte erste Mutterschaft – erste empirische Befunde. In N.F. Schneider, H. Matthias-Bleck (Hg.), Elternschaft heute. Opladen: Leske + Budrich, 121–144.
- Hradil, S. 2006: Die Sozialstruktur Deutschlands im internationalen Vergleich. Wiesbaden: VS Verlag.
- Imhoff, E. van, Post, W. 1998: Microsimulation for Population Projection. Population: An English Selection, 10. Jg., Heft 1, 97–138.
- Klemm, K. 2012: Zur Entwicklung des Lehrkräftebedarfs in Rheinland-Pfalz. Duisburg-Essen: Bildungsforschung Bildungsplanung (bfb).
- Klein, T., Lauterbach, W. 1994: Bildungseinflüsse auf die Heirat, die Geburt des ersten Kindes und die Erwerbsunterbrechung von Frauen: Eine empirische Analyse familienökonomischer Erklärungsmuster. Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie, 46. Jg., Heft 2, 278–298.
- Konsortium Bildungsberichterstattung 2006: Bildung in Deutschland. Ein indikatorengestützter Bericht mit einer Analyse zu Bildung und Migration. Bielefeld: W. Bertelsmann Verlag.
- Kreyenfeld, M., Konietzka, D. 2004: Angleichung oder Verfestigung von Differenzen? Geburtenentwicklung und Familienformen in Ost- und Westdeutschland. MPIDR Working Paper 2004-25. Rostock: Max-Planck-Institut für Demographische Forschung.
- Kultusministerkonferenz 2005: Prognose der Studienanfänger, Studierenden und Hochschulabsolventen bis 2020. Bonn: Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland, http://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/2005/2005_10_01-Studienanfaenger-Absolventen-2020.pdf (letzter Aufruf 24. Dezember 2016).
- Kultusministerkonferenz 2013: Vorausberechnung der Schüler- und Absolventenzahlen 2012–2025. Berlin: Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland,

- http://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/pdf/Statistik/Dokumentationen/Dokumentation_Nr._200_web.pdf (letzter Aufruf 24. Dezember 2016).
- Leim, I. 2008: Die Modellierung der Fertilitätsentwicklung als Folge komplexer individueller Entscheidungsprozesse mit Hilfe von Mikrosimulation. Marburg: Metropolis.
- Mannion, O. et al. 2012: JAMSIM: a Microsimulation Modelling Policy Tool. *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, 15. Jg., Heft 1, 1–14.
- Middendorff, E. et al. 2013: Die wirtschaftliche und soziale Lage der Studierenden in Deutschland 2012. 20. Sozialerhebung des Deutschen Studentenwerks, durchgeführt durch das HIS-Institut für Hochschulforschung. Berlin.
- Müller, W. et al. 2011: Hochschulbildung und soziale Ungleichheit. In R. Becker (Hg.), *Lehrbuch Bildungssoziologie*. Wiesbaden VS Verlag, 289–327.
- Nida-Rümelin, J. 2014: *Der Akademisierungswahn. Zur Krise beruflicher und akademischer Bildung*. Hamburg: edition Körber-Stiftung.
- Picht, G. 1964: *Die Deutsche Bildungskatastrophe. Analyse und Dokumentation*. Olten und Freiburg: Walter-Verlag.
- Sell, S. 2013: Zu viele Akademiker in Deutschland? *Forschung und Lehre*, 20. Jg., Heft 11, 898.
- Siegel, N.A. et al. 2010: SOEP 2009. Methodenbericht zum Befragungsjahr 2009 (Welle 26) des Sozio-ökonomischen Panels. Berlin: Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung.
- Solga, H., Wagner, S. 2010: Die Zurückgelassenen – die soziale Verarmung der Lernumwelt von Hauptschülerinnen und Hauptschülern. In R. Becker, W. Lauterbach (Hg.), *Bildung als Privileg*. Wiesbaden: VS Verlag, 191–219.
- Spangenberg, H. et al. 2011: Nachschulische Werdegänge des Studienberechtigtenjahrgangs 2006. Dritte Befragung der studienberechtigten Schulabgänger/innen 2006. 3 1/2 Jahre nach Schulabschluss im Zeitvergleich. In *HIS: Forum Hochschule* 18.
- Spielauer, M. 2009: *Microsimulation Approaches*. Ottawa, <http://www.statcan.gc.ca/eng/\- /microsimulation/modgen/new/chap2/chap2> (letzter Aufruf 13. März 2015).
- Statistisches Bundesamt 2015: *Bevölkerung Deutschlands bis 2050*. 13. Koordinierte Bevölkerungsvorausberechnung. Wiesbaden.
- Walker, L. 2010: *Modelling inter-ethnic Partnerships in New Zealand 1981–2006. A census-based Approach*. Auckland, <http://researchbank.swinburne.edu.au/vital/access/manager/Repository/swin:235> (letzter Aufruf 24. Dezember 2016).
- Wirth, H. 2007: Kinderlosigkeit von hochqualifizierten Frauen und Männern im Paarkontext. Eine Folge von Bildungshomogamie? In D. Konietzka, M. Kreyenfeld (Hg.), *Ein Leben ohne Kinder*. Wiesbaden: VS Verlag, 167–199.