



LifBi WORKING PAPERS

Sabine Zinn

KONZEPTION EINES SIMULATIONS- MODELLS ZUR FORMATION VON ÜBERTRITTSENTSCHEIDUNGEN AUF DAS GYMNASIUM

LifBi Working Paper No. 81
Bamberg, März 2019

Working Papers of the Leibniz Institute for Educational Trajectories (LifBi)

at the University of Bamberg

The LifBi Working Papers series publishes articles, expert reports, and findings related to data collected and studies conducted at the Leibniz Institute for Educational Trajectories—first and foremost, the National Educational Panel Study (NEPS) in Germany.

LifBi Working Papers are edited by the LifBi Board of Directors and the Heads of the LifBi Departments. The series started in 2011 under the name “NEPS Working Papers” and was renamed in 2017 to broaden the range of studies which may be published here.

Papers appear in this series as work in progress and may also appear elsewhere. They often present preliminary studies and are circulated to encourage discussion. Citation of such a paper should account for its provisional character.

Any opinions expressed in this series are those of the author(s) and not those of the LifBi management or the NEPS Consortium.

The LifBi Working Papers are available at www.lifbi.de (see section “Institute > Publications”). LifBi Working Papers based on NEPS data are also available at www.neps-data.de (see section “Data Center > Publications”).

Editor-in-Chief:

Corinna Kleinert, LifBi/University of Bamberg

Editorial Board:

Cordula Artelt, LifBi/University of Bamberg

Christian Aßmann, LifBi/University of Bamberg

Jutta von Maurice, LifBi

Sabine Weinert, LifBi/University of Bamberg

Contact:

Leibniz Institute for Educational Trajectories

Wilhelmsplatz 3

96047 Bamberg

Germany

contact@lifbi.de

Konzeption eines Simulationsmodells zur Formation von Übertrittsentscheidungen auf das Gymnasium

Sabine Zinn

Leibniz-Institut für Bildungsverläufe e.V., Bamberg

E-Mail-Adresse der Autorin

sabine.zinn@lifbi.de

Bibliographische Angabe:

Zinn, S. (2019). *Konzeption eines Simulationsmodells zur Formation von Übertrittsentscheidungen auf das Gymnasium* (LifBi Working Paper No. 81). Bamberg, Deutschland: Leibniz-Institut für Bildungsverläufe, Nationales Bildungspanel.

Konzeption eines Simulationsmodells zur Formation von Übertrittsentscheidungen auf das Gymnasium

Zusammenfassung

In diesem Beitrag präsentiere ich ein neuartiges Simulationsmodell, um Bildungsverläufe von Grundschulern hinsichtlich ihres Übergangs auf eine weiterführende Schule abzubilden. Das Hauptaugenmerk liegt hierbei auf hypothetischen Bildungsverläufen und latenten Entscheidungsprozessen, die sich im Vergleich zum Ist-Zustand oder zur Vergangenheit ergeben, falls sich die Rahmenbedingungen des Schulsystems und/oder die Komposition der Schülerschaft ändern. Ich schlage hierfür ein zeitstetiges Mikrosimulationsmodell vor, das um eine Agenten-basierte Komponente erweitert ist, die Bildungsentscheidungen theoriebasiert modelliert, und auf diese Weise individuelle Faktoren und Kontexte geeignet erfasst. Somit stellt diese Methode ein innovatives Instrumentarium dar, um die Wirkung politischer Maßnahmen oder geänderter demografischer Bedingungen unter der Annahme verschiedener Was-wäre-wenn-Szenarien untersuchen zu können.

Schlagworte

Simulationsmodell, Bildungsentscheidungen, Theorie des geplanten Verhaltens

Abstract

In this article, I present a novel simulation model to describe educational pathways of primary school pupils with regard to their transition into secondary school. The main focus of my work is on hypothetical educational pathways and latent decision processes that arise in comparison to the current state or the past if the school system's structure and/or the composition of the student population change. I propose a continuous time microsimulation that is extended by an agent-based model. That way, besides observed aspects also unobserved factors such as parental beliefs and attitudes can be modelled when assuming an appropriate theoretical framework. I rely on the theory of planned behaviour. This novel approach is well suited to investigate the impact of policy measures or changing demographic conditions under the assumption of different what-if scenarios.

Keywords

Simulation model, educational decisions, theory of planned behaviour

1. Einleitung

Dieser Beitrag beschreibt eine neuartige Methode, um Bildungsverläufe von Grundschulern hinsichtlich ihres Übergangs auf eine weiterführende Schule abzubilden. Das Hauptaugenmerk liegt hierbei auf hypothetischen Bildungsverläufen und latenten Entscheidungsprozessen, die sich im Vergleich zum Ist-Zustand oder zur Vergangenheit ergeben, falls sich die Rahmenbedingungen des Schulsystems und/oder die Komposition der Schülerschaft ändern. Somit stellt diese Methode ein innovatives Instrumentarium dar, um die Wirkung politischer Maßnahmen oder geänderter demografischer Bedingungen ex ante untersuchen zu können. Die Methode bedient sich dabei eines erweiterten Mikrosimulationsansatzes und ist ausführlich in Zinn (2019) beschrieben.

Der Bildungsabschluss ist entscheidend für den individuellen Werdegang in verschiedenen Lebensbereichen, allen voran natürlich im Erwerbsleben (vgl. u.a. Shavit und Müller 1998). Zahlreiche Studien haben starke korrelative Zusammenhänge auch in anderen Lebensbereichen nachgewiesen, wie z.B. zwischen Bildung und Gesundheit, Bildung und Partnerwahl, Bildung und Fertilität sowie zwischen Bildung und Migration, siehe hierzu u.a. von dem Knesebeck et al. (2006); Blossfeld (2009); Martin (1995); Rodríguez-Pose und Vilalta-Bufi (2005). Bildung ist zudem ein essentieller Faktor sozialer Ungleichheit: Personen mit niedriger Bildung nehmen normalerweise eine unterprivilegierte Stellung in der Gesellschaft ein und haben einen nur beschränkten Zugang zu ökonomischen und gesellschaftlichen Ressourcen, wie z.B. gut bezahlten Jobs oder großen sozialen Netzwerken, siehe hierzu z.B. Müller & Mayer (1976); Blossfeld & Shavit (1993). Es ist bekannt, dass der Weg zu einem bestimmten Bildungsabschluss in Deutschland bereits maßgeblich in jungen Jahren mit dem Übergang auf eine weiterführende Schule festgelegt wird, siehe hierzu z.B. Baumert et al. (2010). Bei diesem Übergang zeigt sich seit Jahrzehnten die Persistenz sozialer Herkunftseffekte. Unterschieden werden hierbei klassischerweise primäre und sekundäre Herkunftseffekte (Boudon 1974), wobei die primären Herkunftseffekte die Unterschiede in der Schulleistung in Abhängigkeit der sozialen Herkunft beschreiben und die sekundären Herkunftseffekte die Unterschiede in der Übergangsnäigung bezüglich der Art der weiterführenden Schule, die besucht werden soll, unter Kontrolle von Leistungsunterschieden. So haben zahlreiche Studien gezeigt, dass Kinder aus niedrigeren sozialen Schichten durchschnittlich schlechtere Schulleistungen erreichen als Kinder höherer sozialer Schichten (Maaz und Nagy 2010; Relikowski et al. 2010). Allerdings finden sich auch eindeutige Belege dafür, dass Kinder niedriger sozialer Schichten bei gleicher Schulleistung häufiger auf eine anspruchsniedrigere weiterführende Schule übergehen als Kinder höherer sozialer Schichten (Maaz und Nagy 2010; Ditton und Maaz 2015). Es ist ein erklärtes politisches Ziel, soziale Disparitäten zu verringern. Zu diesem Zweck wurden in der jüngeren Vergangenheit in den verschiedenen Bundesländern Deutschlands zahlreiche Schulreformen auf den Weg gebracht. Zum Beispiel wurden in den Jahren von 2002 bis 2016 in zwölf der sechzehn Bundesländer Schularten abgeschafft, im gleichen Zeitraum in fünfzehn Bundesländern neue Schularten eingeführt und in acht Bundesländern Schularten neu zugeordnet.¹ Das Hauptaugenmerk lag hierbei auf Haupt- und Realschulen, die abgeschafft und/oder in Gemeinschafts- oder Gesamtschulen umgewandelt wurden. Die Intention hinter derartigen Reformen ist die Wegbereitung für Chancengleichheit für Kinder aus bildungsfernen Familien und Migrantengruppen durch die Etab-

¹ Diese Informationen wurden der Autorin vom Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland auf Anfrage am 20. Juni 2017 zugesandt.

lierung eines zwei- statt eines dreigliedrigen Schulsystems (Hurrelmann 2013; Drope und Jurczok 2013; Edelstein und Nikolai 2013). Ob und inwiefern dieses Ziel erreicht wird oder überhaupt erreicht werden kann, ist schwer zu bemessen und Grundstein vieler Diskussion (siehe z.B. Hurrelmann 2013; Drewek 2013). Um hierzu ein dezidiertes Bild zeichnen zu können, ist es notwendig, den Entscheidungsprozess, der zum Übergang eines Kindes auf eine bestimmte Schulform führt, genauer zu beleuchten. Baumert et al. (2010) haben folgende Aspekte als die wesentlichen Einflussfaktoren identifiziert, die die Übergangsentscheidung am Ende der Grundschulzeit determinieren: das Leistungs- und Arbeitsverhalten des Kindes, die elterliche Willensbildung, die Übergangsdiaagnose der Grundschullehrerin bzw. des Grundschullehrers, der schulische Beratungsprozess, die institutionellen Regelungen und die regionale Schulstruktur. Zudem spielen bei der Entscheidungsfindung persönliche Hintergrundfaktoren wie der Migrationshintergrund (siehe z.B. Gresch und Becker 2010) und der Referenzrahmen, der z.B. durch das Leistungsniveau der Mitschülerinnen und Mitschüler und die soziale Zusammensetzung einer Schulklasse gegeben ist (siehe Neumann et al. 2010), eine wesentliche Rolle.

Um herauszufinden, ob durch Reformen geänderte strukturelle Rahmenbedingungen einen merkbaren Einfluss auf die Übertrittsentscheidung haben, müssen diese dezidiert untersucht werden. Eine empirisch fundierte Datengrundlage für ein solches Vorhaben zu erstellen ist schwierig. Zum einen müssen Daten über einen langen Zeitraum hinweg erhoben werden, der sowohl Jahre vor als auch Jahre nach der maßgeblichen Reform umfasst. Nur so können potentielle Effekte von Reformen auch wirklich bemessen werden. Zum anderen müssen die Daten ein repräsentatives Abbild aller Schülerinnen und Schüler über alle relevanten Bevölkerungsgruppen hinweg inklusive Kontextpersonen wie Eltern und Lehrern bieten. Auch wenn es Versuche gibt entsprechende Daten zu sammeln, so erfüllen diese immer nur einen bestimmten Teil dieser Anforderungen. Das heißt entweder gibt es detaillierte und repräsentative Querschnittsdaten für bestimmte Zeitpunkte (siehe z.B. Baumert et al. (2010) oder den IQB Ländervergleich²) oder kurze Längsschnittstudien, die sich mit den Auswirkungen bestimmter Reformen in bestimmten Bundesländern beschäftigen (siehe z.B. Maaz et al. 2013). Erschwerend kommt hinzu, dass die Wirksamkeit von Reformen auch von der Größe und der Zusammensetzung der Schülerschaft abhängt. So können Reformen für einen bestimmten Zeitraum die anvisierten Ergebnisse erzielen, doch ist ihre Wirksamkeit bei einer geänderten Komposition der Schülerschaft vollkommen unklar. Zum Beispiel ist in den letzten fünf Jahren die Fertilität in Deutschland merkbar angestiegen, und das vor allem bei Frauen aus Ost-Europa und bei den dritten und weiteren Geburten (Pötzsch 2018). Diese Kinder stellen in fünf bis zehn Jahren einen nicht zu vernachlässigenden Teil der Schülerschaft dar, der seinen Übergang auf eine weiterführende Schule machen wird. Auch die Auswirkungen möglicher Migrationsbewegungen und von räumlicher Mobilität sind vollkommen unklar. Mit anderen Worten geht es nicht nur darum, den Effekt von Reformen auf die Schulübertrittsentscheidungen einer bestehenden Schülerschaft zu untersuchen, sondern auch den Effekt von Reformen auf die Entscheidungen zukünftiger Schülerschaften zu antizipieren. Hierzu eine adäquate, rein empirische Datengrundlage zu schaffen, dürfte schwierig bis gar unmöglich sein. Dieser Beitrag beschreibt eine neuartige Methode, die die Untersuchung möglicher Auswirkungen von Reformen auf veränderte Kontextbedingungen und Schülerschaften dennoch ermöglicht. Die wesentliche Idee besteht in der Erstellung eines realistischen Prozessmodells zur Beschreibung von Bildungsübergängen. Hierbei wird der

² Siehe <https://www.iqb.hu-berlin.de/bt> (aufgerufen am 31. Januar 2019).

Schritt der Entscheidungsfindung latent modelliert, da er normalerweise selbst nicht beobachtbar ist, sondern nur sein Ergebnis. Dem latenten Entscheidungsmodell wird in diesem Beitrag das theoretische Handlungsmodell des geplanten Verhaltens nach Fishbein und Ajzen zu Grunde gelegt (Ajzen 1991; Fishbein und Ajzen 2010). Die Idee diese Theorie zur Modellierung von Schulwahlentscheidungen zu nutzen, ist nicht gänzlich neu und wurde bereits 2010 von Maaz et al. (2010) als geeignetes theoretisches Konzept benannt.

Tabelle 1: Schritte zur Erstellung eines Simulationsmodells für Bildungsentscheidungen.

Aktionsrahmen	Einzelschritte
Modellspezifikation	– Erstelle ein Mikrosimulationsmodell, das den Bildungsweg von Schülerinnen und Schülern in der Schule beschreibt – Spezifiziere ein theoriegeleitetes, formales Modell für den relevanten nicht beobachtbaren Prozess, d.h. für die Übertrittsentscheidung von der Grundschule auf eine weiterführende Schule
Parametrisierung	– Parametrisiere das Mikrosimulationsmodell mit einer Basispopulation von Grundschulern und Übergangswahrscheinlichkeiten bzgl. relevanter Bildungsübergänge – Parametrisiere alle beobachtbaren und schätzbaren Größen des theoriegeleiteten, formalen Modells – Bestimme plausible Wertebereiche für die Parameter der nicht beobachtbaren Größen des formalen Modells (d.h. für die freien Parameter)
Sensitivitätsanalyse, Kalibrierung, Validierung	– Konstruiere und trainiere ein statistisches Metamodell, das das Simulationsmodell approximiert – Führe eine Sensitivitätsanalyse durch – Bewerte die Wirkung der freien Parameterwerte auf relevante Simulationsergebnisse – Adaptiere gegebenenfalls die Zusammenhangsstruktur und/oder die Parameter – Kalibriere das Simulationsmodell, sodass es vorgegebene und ggf. beobachtete Populationsgrößen erzeugt (z.B. die vom statistischen Bundesamt veröffentlichte Anzahl von Gymnasiasten in Klassenstufe 5) – Validiere das Modell anhand beobachteter, realer Größen (die nicht zur Kalibrierung genutzt wurden), z.B. anhand des Anteils an Mädchen an den Übertritten auf das Gymnasium
Szenarios	– Führe Was-wäre-wenn Szenarios durch

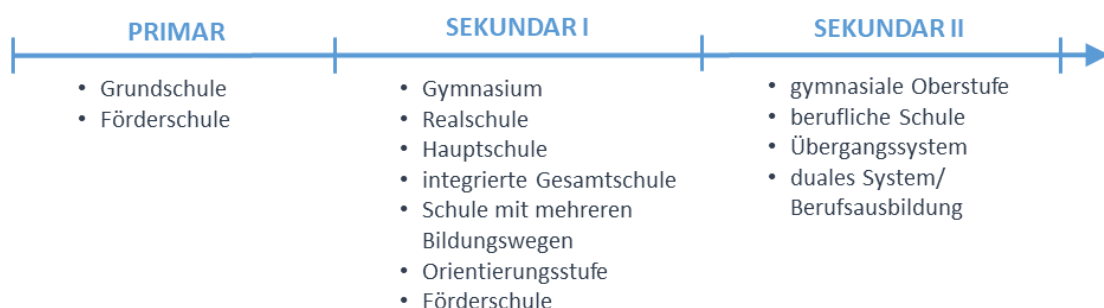
Wesentlich für eine sinnvolle Verwendbarkeit des Ansatzes ist eine vernünftige Formalisierung des genutzten Handlungsmodells in der Art, dass sich tragfähige Wahrscheinlichkeiten für die verschiedenen Handlungsoptionen (d.h. Übergangsoptionen nach der Grundschule)

ableiten lassen. Hierbei ist es notwendig, alle zuvor beschriebenen relevanten Einflussfaktoren zu berücksichtigen. Andere zur Beschreibung von Bildungsverläufen relevante Wahrscheinlichkeiten wie z.B. für Schulwechsel oder die Wahrscheinlichkeit einer Klassenwiederholung können empirisch oder hypothetisch abgeleitet werden. Auf diese Weise können synthetische Bildungsverläufe für eine interessierende Zielpopulation über die gesamte Schulzeit hinweg erstellt werden. Die Durchführung von Was-wäre-wenn-Szenarien liefert dann das Instrumentarium, die Auswirkung von Reformen und/oder Änderungen in der Schülerschaft bezüglich Zusammensetzung und Größe zu untersuchen. Tabelle 1 gibt in Anlehnung an Zinn (2019) die Teilschritte wieder, die für den Aufbau eines brauchbaren Simulationsmodells abgearbeitet werden müssen, bevor Was-wäre-wenn Szenarios durchgeführt werden können.

Das nachfolgende Kapitel 2 beschreibt das Mikrosimulationsmodell, das genutzt wird, um Bildungsverläufe von Schülerinnen und Schülern von der Grundschule bis zu ihrem Schulabschluss zu beschreiben. Kapitel 3 leitet das Entscheidungsmodell für den Übergang von der Grundschule auf eine weiterführende Schule her und formalisiert es. Kapitel 4 thematisiert die Notwendigkeit der Durchführung von Sensitivitätsanalysen, einer sinnvollen Kalibrierung und externer Validierung. Kapitel 5 skizziert eine interessante Anwendung des Simulationsmodells. Dieser Beitrag schließt in Kapitel 6 mit einer Zusammenfassung des vorgestellten Simulationsmodells und mit einem kritischen Ausblick.

2. Mikrosimulationsmodell für Bildungsverläufe während der Schulzeit

Nachfolgend wird ein Mikrosimulationsmodell für Bildungsverläufe während der Schulzeit aufgebaut, das die Entwicklung einer Kohorte von Grundschulern über den Primar- bis zum Ende des Sekundarbereichs hinweg beschreibt, siehe Abbildung 1. Diese Bereiche stellen neben dem Elementar- und dem Tertiärbereich die Bildungsetappen des deutschen Schulsystems dar.



*Abbildung 1: Bildungsetappen und Schulformen, die das Mikrosimulationsmodell umfasst.
Quelle: Eigene Darstellung.*

Der Primarbereich umfasst in Deutschland die Grundschule und die Förderschule. Der Sekundar-I-Bereich schließt Gymnasien, Realschulen, Hauptschulen, integrierte Gesamtschulen, Schulen mit mehreren Bildungswegen, Orientierungsstufen und Förderschulen ein. Zum Sekundar-II-Bereich zählen die gymnasiale Oberstufe, berufliche Schulen, das duale Ausbildungssystem und Einrichtungen des Übergangssystems. Diese Zuordnung von Schulen zu den verschiedenen Bildungsetappen entstammt der Definition der Kultusminister-

Konferenz.³ Der Fokus dieses Beitrags liegt auf dem Übertritt von Grundschülerinnen bzw. -schülern auf eine weiterführende Schule. Daher werden nachfolgend Förderschülerinnen bzw. -schüler von der Betrachtung ausgenommen. Das Modell kann allerdings entsprechend geeigneter Forschungsfragen ohne großen Aufwand auf diese Schülergruppe erweitert werden. Gemäß des Aufbaus des deutschen Bildungssystems lassen sich zwei Arten von Bildungsübergängen unterscheiden: Übergänge innerhalb einer Bildungsetappe und Übergänge zwischen Bildungsetappen, siehe Abbildung 2⁴. Die erste Kategorie umfasst Schulformwechsel mit oder ohne Jahrgangsstufenwechsel innerhalb einer Bildungsetappe, während die zweite Kategorie Schulformwechsel mit Jahrgangsstufenwechsel zwischen Bildungsetappen beinhaltet.

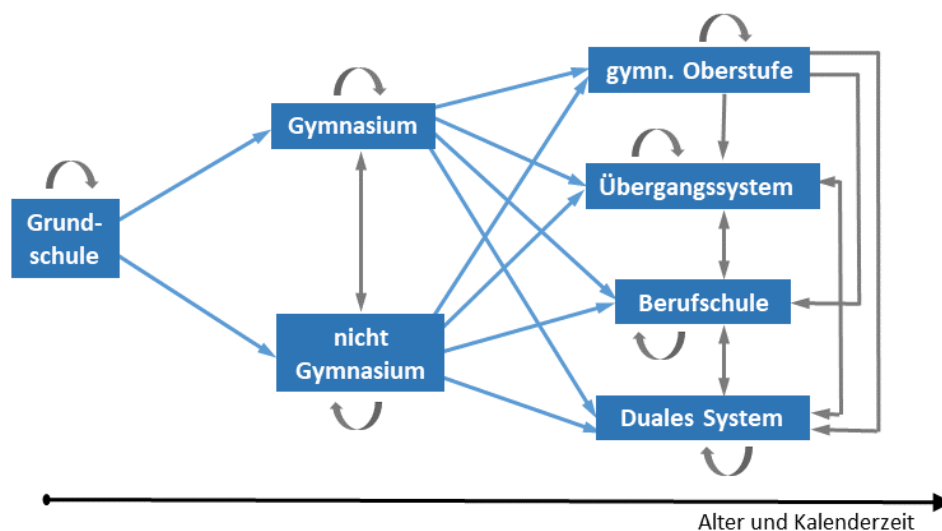


Abbildung 2: Übergänge innerhalb und zwischen den Bildungsetappen.

Quelle: Eigene Darstellung.

Zur Beschreibung der Bildungsverläufe von Grundschülern wird ein dynamisches Mikrosimulationsmodell genutzt. Ein solches Modell beschreibt die Entwicklung einer Zielpopulation bzw. -kohorte durch die Spezifikation synthetischer Lebensverläufe. Eine detaillierte Einführung in die verschiedenen Arten von Mikrosimulationsansätzen bietet z.B. Hannappel und Troitzsch (2015). Generell besteht ein Mikrosimulationsmodell aus einem Zustandsraum, der die interessierenden Variablen und Variablenausprägungen enthält. Tabelle 2 zeigt einen möglichen Zustandsraum für das hier beschriebene Mikrosimulationsmodell. Hierbei gilt es zu beachten, dass es zeitkonstante und zeitveränderliche Variablen geben kann. Eine dynamische Mikrosimulation macht allerdings nur Sinn, wenn sich wenigstens ein Teil der betrachteten Variablen über die Zeit hinweg verändert, da sich ansonsten keine Verläufe ableiten lassen. Im vorliegenden Fall sind z.B. das Geschlecht und die Ethnizität zeitkonstante Variablen, während die Klassenstufe und die besuchte Schulform zeitveränderliche Variablen darstellen. Die Gesamtheit der (realistischen) Kombinationen aller Variablenausprägungen

³ Siehe <https://www.kmk.org/dokumentation-statistik/statistik/schulstatistik/definitionenkatalog.html> (aufgerufen am 31. Januar 2019). Diese Definition umfasst nur staatliche Schulen. Somit sind Privatschulen wie Montessori- und Waldorfschulen von den weiteren Betrachtungen ausgenommen.

⁴ Schulformen im Sekundar-I-Bereich werden hier der Einfachheit wegen nur nach „Gymnasium“ und „nicht Gymnasium“ unterschieden.

stellt den Zustandsraum Ω des Mikrosimulationsmodells dar und seine Elemente die Zustände des Modells. Jede Mikrosimulation basiert auf einer Ausgangspopulation bzw. -kohorte, die über die Zeit fortgeschrieben wird. Eine solche Ausgangspopulation bzw. -kohorte beschreibt die multivariate Verteilung der Zielpopulation bzw. -kohorte für alle betrachteten Variablenmerkmalskombinationen zum Startzeitpunkt der Simulation. Im Optimalfall können die zugehörigen Verteilungsinformationen Zensus- oder Registerdaten entnommen werden. Es mag aber Fragestellungen geben, für die solche Daten nicht verfügbar sind, z.B. gibt es in Deutschland kein bundesweites Schul- und Schülerregister. Eine Möglichkeit mit dieser Schwierigkeit umzugehen, ist die Erzeugung einer teilsynthetisierten Ausgangspopulation bzw. -kohorte. Hierbei werden beobachtete Verteilungen (gegebenenfalls aus verschiedenen Datenquellen wie z.B. Surveyerhebungen und amtlichen Daten) so weit wie möglich gebündelt und mittels Hochrechnungsverfahren (wie einem *Iterative Proportional Fitting-Verfahren*) unter sinnvollen Annahmen zu einer gemeinsamen multivariaten Populations- bzw. Kohortenverteilung zusammengeführt, siehe hierzu z.B. Zinn (2011, Kapitel 3.3). Die Gesamtheit aller Individuen, die in einer Mikrosimulation betrachtet werden, nennt man virtuelle Population.

Dynamiken entstehen in einem Mikrosimulationsmodell durch den Zustandswechsel von Individuen, z.B. durch den Übertritt eines Schülers auf eine weiterführende Schule. Solche Zustandswechsel werden auch als Ereignisse bezeichnet. Üblicherweise werden Übergangswahrscheinlichkeiten herangezogen, um die Neigung eines Individuums zu beschreiben, zu einem bestimmten Zeitpunkt unter vorliegenden Bedingungen ein Ereignis zu erleben. Um ein möglichst realistisches Abbild der Realität zu erschaffen, sollten Übergangswahrscheinlichkeiten, wenn möglich, aus empirischen Daten geschätzt werden. Je nach Datenlage können hierfür entweder parametrische Modelle wie zeitdiskrete Ereignisanalysemodelle verwendet werden oder nicht-parametrische Ansätze z.B. die Schätzung relativer Häufigkeiten. Falls die Schätzung von Übergangswahrscheinlichkeiten aber ausgeschlossen ist, weil die einem Ereignis zugrunde liegenden Mechanismen entweder von wesentlichem Interesse jedoch nicht beobachtbar sind, oder aber weil das Ereignis in der Zukunft liegt, können Übergangswahrscheinlichkeiten auch hypothesengetrieben abgeleitet werden. Eben diesen Ansatz verfolge ich in dem hier vorgestellten Beitrag. Die Mechanismen, die der Schulwahlentscheidung für den Übergang auf eine weiterführende Schule zugrunde liegen, sollen genauer beleuchtet werden. Zudem sollen die Auswirkungen von Änderungen in den Rahmenbedingungen, die auf die Übertrittsentscheidung wirken können, mittels Was-wäre-wenn Szenarien untersucht werden.

Die Wahl der Zeitskalen, die in einem Mikrosimulationsmodell betrachtet werden können, hängt von der zu beantwortenden Fragestellung ab. Mögliche Zeitskalen sind z.B. die Kalenderzeit, das Alter, und die Verweildauer in einem Zustand. Alle drei Zeitskalen spielen im vorliegenden Fall eine wesentliche Rolle. Die Beachtung der Kalenderzeit ist z.B. für die Untersuchung der Auswirkungen von Reformen unerlässlich. Zudem können nur so die Folgen veränderter Schülerschaften in Größe und Komposition analysiert werden. Das Alter einer Schülerin bzw. eines Schülers ist essentiell für ihre bzw. seine Verortung in einer Bildungsetappe.

Tabelle 2: Zustandsraum für das Mikrosimulationsmodell zur Beschreibung der Bildungsverläufe ab der Grundschule.

	Zustandsvariablen	Zustandsraum	Ereignisse
zeit- veränderlich	Klassenstufe	1, 2, bis max. 13	Übertritt in nächste Klassenstufe, Überspringen einer Klassenstufe, Wiederholer
	Bildungsetappe	Primar, Sekundar-I, Sekundar-II	Wechsel zwischen Bildungsetappen
	Schulform	Grundschule, Gymnasium, Realschule, integrierte Gesamtschule, Hauptschule, Schule mit mehreren Bildungswegen, Orientierungsstufe, Förderschule, gymnasiale Oberstufe, berufliche Schule, Schule des Übergangssystems, duales Ausbildungssystem	Wechsel von einer Schulform auf eine andere
	Bundesland	Baden-Württemberg, Bayer, Berlin, Brandenburg, Bremen, Hamburg, Hessen, Mecklenburg-Vorpommern, Niedersachsen, Nordrhein-Westfalen, Rheinland-Pfalz, Saarland, Sachsen, Sachsen-Anhalt, Schleswig-Holstein, Thüringen	Umzug des Kindes
	Leistungsmotivation/Anstrengungsbereitschaft	niedrig, normal, hoch (gemessen anhand von Populationsquantilen)	Veränderung im Niveau
	Kompetenzen	niedrig, normal, hoch (gemessen anhand von Populationsquantilen)	Veränderung im Niveau der Deutsch- und Mathematikkompetenz
	Noten	1 bis 6	Veränderungen in Halbjahres- bzw. Ganzjahresnoten in Mathematik und Deutsch ⁵
	Familienstand der Eltern	getrennt leben (ja/nein)	Trennung der Eltern
zeit- konstant	Geschlecht	weiblich, männlich	--
	Migrationshintergrund in 2.5 Generation oder niedriger	ja, nein ⁶	--
	Elternbildung durch höchsten Bildungsabschluss	Lehre oder gleichwertiger Schulabschluss, Abschluss einer Berufsfachschule- oder Handelsschule, Meister / Techniker / gleichwertiger Fachschulabschluss, Fachhochschulabschluss, Hochschulabschluss, anderer beruflicher Abschluss, kein beruflicher Abschluss, noch in Ausbildung, noch im Studium	--

⁵ Je nach Fragestellung können weitere Noten berücksichtigt werden, z.B. die Noten aus dem Heimat- und Sachkundeunterricht.

⁶ Eine derzeit intensiv diskutierte Frage ist die nach dem Bildungserfolg der verschiedenen ethnischen Gruppen, die in Deutschland ansässig sind. Das Modell kann zur Beschreibung entsprechender Bildungsverläufe problemlos durch die Hinzunahme einer entsprechenden Zustandsvariablen, die die ethnische Zugehörigkeit eines Kindes beschreibt, erweitert werden.

Außerdem spielt die Verweildauer ebenso wie das Alter in einem Zustand (z.B. in einer bestimmten Klassenstufe) eine immense Rolle für die Abbildung von Übergangsnegungen von Klassenwiederholern und Überspringern. Je nachdem wie man den Ablauf von Zeit definiert, lassen sich zwei Arten von Mikrosimulationen unterscheiden: zeitstetige und zeitdiskrete Modelle. In zeitstetigen Modellen wird die Zeit kontinuierlich fortgeschrieben und in zeitdiskreten Modellen vergeht die Zeit in diskreten Schritten, z.B. in Jahren oder Monaten. Eine gute Übersicht hinsichtlich der Vor- und Nachteile beider Modellarten bietet Galler (1997). Da Bildungsübergänge während der Schulzeit normalerweise jahrweise stattfinden, beschreibe ich die Bildungsverläufe in zeitdiskreten Jahresschritten. Formal heißt das, es gibt einen zeitdiskreten, stochastischen Prozess, der den individuellen Bildungsverlauf einer Schülerin bzw. eines Schülers beschreibt.

Ich nutze zeitdiskrete *Multi-State* Modelle, um diese Art von Prozess zu beschreiben. Ein *Multi-State* Modell ist ein stochastischer Prozess $Z(t)$, der zu jedem Zeitpunkt einen bestimmten diskreten Zustand aus einer Menge möglicher Zustände besetzt (Hougaard 1999). Somit gehört zu jedem *Multi-State* Modell $Z(t)$ ein bivariates Prozessstapel $(J_n, T_n)_{n \in \mathbb{N}_0}$, wobei J_n den Zustand nach dem n -ten Übergang beschreibt und T_n die zugehörige Übergangszeit gemessen an der Prozesszeitstelle t , $t \geq 0$. Die Prozesszeit t kann durch einfache Translation in die Kalenderzeit bzw. das Alter eines Individuums überführt werden.⁷ Die zugehörige Verweildauer in J_n ist durch $W_n = T_{n+1} - T_n$ definiert. Je nach angenommener Abhängigkeitsstruktur kann $Z(t)$ verschiedenen Prozessklassen zugeordnet werden. Unterstellt man, dass die Wahrscheinlichkeit eines Überganges zu einem bestimmten Zeitpunkt nur vom gegenwärtigen Zustand der modellierten Population bzw. Kohorte abhängt und nicht von ihrer Vergangenheit oder gar von ihrer Zukunft, so ist $Z(t)$ eine zeitinhomogene Markow-Kette (Kijima 1997). Unterstellt man zudem, dass die Übergangswahrscheinlichkeiten von der Verweildauer im derzeitigen Zustand abhängen, so ist $Z(t)$ der Klasse der zeitinhomogenen Semi-Markow-Ketten zuzurechnen (Hoem 1972). Die zugehörigen Übergangswahrscheinlichkeiten für einen Übergang von Zustand s_j auf Zustand s_k mit $s_j \neq s_k$ und $s_j, s_k \in \Omega$ lauten wie folgt.

(i) zeitinhomogene Markow-Kette:

$$p_{s_j, s_k}(t) = P(J_{n+1} = s_k, T_{n+1} = t \mid J_n = s_j, T_n = t - 1)$$

(ii) zeitinhomogene Semi-Markow-Kette:

$$p_{s_j, s_k}(w, t) = P(J_{n+1} = s_k, T_n + 1 = t \mid J_n = s_j, T_n = t - 1, W_n = w)$$

Die Gesamtheit dieser Wahrscheinlichkeiten für den gesamten Zustandsraum Ω und alle Zeitpunkte t bzw. Verweildauern w bilden die Übergangsmatrizen des betrachteten Prozesses. Es sei an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass für die Durchführung der Mikrosimulation Übergangswahrscheinlichkeiten für alle möglichen Übergänge und diskreten Zeitpunkte benötigt werden.

⁷ Die Translationsfunktionen $C(T_n)$ und $A(T_n)$ bilden die Prozesszeit zum Zeitpunkt des n -ten Übergangs, T_n , auf die Kalenderzeit und das Alter ab. Eine hierbei gängige Definition ist $C(\cdot) = 0$ für den 1. Januar 1970 um exakt 0:00 Uhr.

In einer zeitdiskreten Simulation vergeht die Prozesszeit in diskreten Schritten. Das heißt, die Ausgangspopulation bzw. -kohorte virtueller Schülerinnen und Schüler wird von Schuljahr zu Schuljahr fortgeschrieben. Somit wird für jede Schülerin und jeden Schüler für jedes Schuljahr entschieden, ob sie oder er einen Zustandswechsel bzw. ein Ereignis erlebt. Beispielhafte Ereignisse für den zuvor in Tabelle 2 benannten Zustandsraum finden sich in Spalte 3 der Tabelle 2. Für die Simulation werden die Wahrscheinlichkeiten p_{e_r} aller möglichen Ereignisse $e_1, \dots, e_R$, die eine Schülerin oder ein Schüler in einem Schuljahr t und nach einer Verweildauer w im derzeitigen Zustand erleben kann, nacheinander in der folgenden Form aufsummiert und in vektorieller Form niedergeschrieben:

$$[p_{e_1}(w, t), p_{e_1}(w, t) + p_{e_2}(w, t), \dots, p_{e_1}(w, t) + p_{e_2}(w, t) + \dots + p_{e_R}(w, t)].$$

Die letzte Komponente dieses Vektors ist eins, da eine Schülerin bzw. ein Schüler in jedem Schuljahr einen wie auch immer gearteten Übergang erleben muss, z.B. entweder sie oder er wird versetzt, oder wiederholt die Klassenstufe oder überspringt eine Jahrgangsstufe. Falls eine Schülerin oder ein Schüler die Klasse wiederholt erhöht sich die Verweildauer in der jeweiligen Jahrgangsstufe um eins. Während der Simulation wird die Entscheidung, welches Ereignis eine Schülerin oder ein Schüler erfährt, auf Basis eines Zufallsexperiments wie folgt getroffen. Für jede Schülerin bzw. jeden Schüler wird eine im Intervall von 0 bis 1 gleichverteilten Zufallszahl u gezogen. Falls $u \leq p_{e_1}$, dann tritt das Ereignis ein, das mit Übergang e_1 verbunden ist. Falls $p_{e_1} < u \leq p_{e_2}$, dann tritt das Ereignis ein, das mit Übergang e_2 verbunden ist, usw. Falls allerdings $u > p_{e_R}$, dann tritt das Ereignis ein, das mit Übergang e_R verbunden ist.⁸ Um ein Beispiel zu geben, am Ende der dritten Klasse wird für jedes Kind mittels Simulation festgelegt, ob es eine Klassenstufe wiederholt oder in die vierte Klasse kommt. Alternativ könnte das Kind auch zusätzlich noch die Schule wechseln und/oder in ein anderes Bundesland umziehen. Diese Art von Vorgehen erlaubt somit die Berücksichtigung sogenannter konkurrierender Risiken. Im Beispiel wären das das Wiederholen einer Klassenstufe oder der Übertritt in die nächste Klassenstufe. Auf diese Weise entstehen für alle Mitglieder der Ausgangspopulation bzw. -kohorte synthetische Bildungsverläufe.

Theoretisch ist es möglich, dass während der Simulation Individuen hinzukommen bzw. abgehen. In unserem Fall wären das Schülerinnen und Schüler, die wegziehen oder in die betrachtete Kohorte bzw. Population durch Umzug einwandern. Das heißt, das betrachtete Mikrosimulationsmodell besitzt eine offene, virtuelle Population (im Gegensatz zu einer geschlossenen, virtuellen Population, der man nur durch Geburt beitreten und die man nur durch Tod verlassen kann). Abbildung 3 stellt diesen Vorgang schematisch dar.

⁸ Für jedes Individuum wird zu jedem diskreten Zeitpunkt (d.h. Jahr) eine neue Zufallszahl gezogen. Somit summiert sich die Summe der während einer Simulation zu ziehenden Zufallszahlen zu $\sum_{t=1}^T N_t$ auf, wobei N_t die Anzahl der Individuen zum Zeitpunkt t ist und T die Anzahl der Jahre, die die Simulation insgesamt durchläuft.

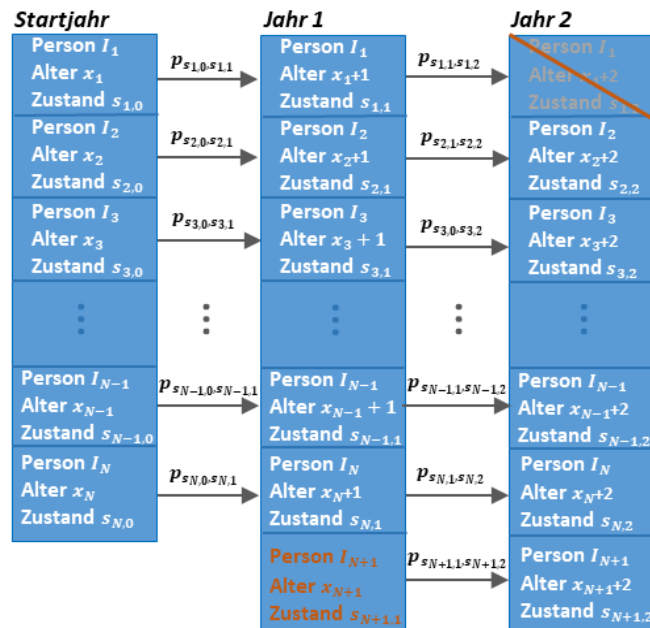


Abbildung 3: Schematische Darstellung der Fortschreibung der (offenen) virtuellen Population in einem zeitdiskreten Mikrosimulationsmodell, über einen Zeitraum von 2 Jahren hinweg.

Quelle: Eigene Darstellung.

3. Entscheidungsmodell für den Übergang von der Grundschule auf eine weiterführende Schule

Zur Beschreibung des Überganges von der Grundschule auf eine weiterführende Schule nutze ich ein latentes Entscheidungsmodell in Form eines formalisierten, theoriegeleiteten Modells, aus der sich die Übergangswahrscheinlichkeiten bezüglich eines Überganges auf entweder ein Gymnasium oder eine andere Schulform nach der Primarstufe ableiten lassen.

Da die Eltern letztendlich die Übertrittsentscheidung für ihre minderjährigen Kinder treffen, ist es ihre Entscheidung, die hier modelliert wird, nicht die der Kinder oder die der Lehrerinnen oder Lehrer. Der Einfluss des Kindes und der Lehrkraftempfehlung wird bei der Entscheidungsfindung allerdings als wesentlicher Faktor berücksichtigt (siehe unten). Somit sind der Entscheidungsprozess der Eltern, der hinter diesem Übergang steht, und die damit verbundenen Auswirkungen für den Bildungsweg einer Schülerin bzw. eines Schülers die relevanten Größen, die mit diesem Simulationsmodell untersucht werden können. Die Theorie des geplanten Verhaltens (*Theory of Planned Behaviour*, TPB) nach Fishbein und Ajzen (Ajzen 1991; Fishbein und Ajzen 2010) stellt die Grundlage des betrachteten Entscheidungsmodells dar. Die TPB ist eine Theorie zur Erklärung von Verhaltensintentionen und dem aus der Intention folgendem Verhalten. Geplantes Verhalten ergibt sich nach der Theorie aus der Intention zu einem Verhalten und der Möglichkeit das Verhalten auch durchführen zu können. Die TPB wurde ursprünglich zur Erklärung von Verhalten konzipiert. Dennoch bietet sie sich auch zur Erklärung von Schulwahlentscheidungen an, da dieser Art von Entscheidung ebenso wie geplantem Verhalten eine langfristige, bewusste Entscheidung zugrunde liegt (Maaz et al. 2010). In der TPB wird die Entstehung einer Intention bezüglich einer Verhaltensoption

als Resultat eines Kompositums aus drei Wirkungsgrößen definiert: der Einstellung zu einem Verhalten, den subjektiven Normen und der wahrgenommener Verhaltenskontrolle. Die drei Wirkungsgrößen hängen von persönlichen Überzeugungen sowie vom wahrgenommenen Einfluss relevanter Anderer wie z.B. vom Netzwerk der Eltern ab. Im Falle der Übertrittsentscheidung sind die Einstellungen und Überzeugungen der Eltern wesentlich und korrelieren stark mit denen der Kinder (Wohlkinger und Ditton 2012). Aus den elterlichen Überzeugungen in Bezug auf die Konsequenzen eines Gymnasialbesuchs (wie die erwarteten Bildungsrenditen und psychischen Belastungen für das Kind) ergibt sich die Einstellung der Eltern zu einem Übertritt auf das Gymnasium und somit die elterlich Bildungsaspiration für einen Gymnasialbesuch. Geschwister, der Bekannten- und Freundeskreis des Kindes und der Eltern, Klassenkameraden und deren Eltern sowie häusliche Nachbarschaften stellen die für die Entscheidungsfindung relevanten Anderen dar (siehe hierzu z.B. Stocké 2009), über die die Eltern ihre persönlichen, subjektiven Überzeugungen hinsichtlich eines Gymnasialbesuchs ihres Kindes ableiten. Die wahrgenommene Verhaltenskontrolle ist schließlich das Resultat verschiedener Beratungs- und Empfehlungsangebote, die den Eltern zur Verfügung stehen, um sich für den kindlichen Übertritt auf das Gymnasium zu entscheiden. Hierzu zählen der schulische Beratungsprozess und die Lehrkraftermpfehlung zur Gymnasialtauglichkeit des Kindes. Die TPB ermöglicht es, die eingeschränkte Rationalität aller am Entscheidungsprozess beteiligten Personen hinsichtlich der Fähigkeiten des Kindes, zukünftiger Bildungserfolge sowie -renditen etc. abzubilden. Abbildung 4 zeigt die TPB angewandt auf die Übertrittsentscheidung von der Grundschule auf das Gymnasium. Tabelle 3 bietet eine Zuordnung wesentlicher inner- und außerschulischen Einflussgrößen zu den unterschiedlichen Komponenten der Theorie inklusive relevanter Hintergrundfaktoren. Alternative Formalisierungen der Theorie des geplanten Verhaltens sind natürlich möglich. Allerdings müssen sie theoretisch begründet sein.

Elterliche und kindliche Merkmale sowie strukturelle Rahmenbedingungen sind nicht direkter Bestandteil der Komponenten der TPB, gehen allerdings als Hintergrundfaktoren in die Theorie ein, die indirekt auf die Bewertungs- und Einschätzungskomponenten der TPB wirken. Hierzu zählen der elterliche Beschäftigungsstatus, Bildungsabschluss, Migrationshintergrund, Wohnort und Familienstand sowie das Bildungssystem und die regionale Schulstruktur. Es gibt zahlreiche Studien, die den Nachweis erbringen, dass der Beschäftigungsstatus und der Bildungsabschluss der Eltern eine wesentliche Rolle bei der Formierung von Aspirationen hinsichtlich des Schulabschlusses spielen, den das Kind später erwerben soll (siehe u.a. Paulus und Blossfeld 2007; Kurz und Paulus 2006). Investitionen in Bildung werden von Seiten der Eltern generell als langfristig lohnenswert angesehen, da sie zu einer Verbesserung der Arbeitsmarktchancen führen und somit zu einem höheren Berufsprestige. Diese Wahrnehmung ist bei höheren sozialen Schichten stärker ausgeprägt als bei niedrigeren, was dazu führt, dass Eltern mit einem höheren Bildungsabschluss und einer Beschäftigung mit einem höheren Berufsprestige für ihre Kinder unabhängig von deren Schulleistungen üblicherweise einen Gymnasialbesuch anstreben (siehe u.a. Maaz et al. 2010).

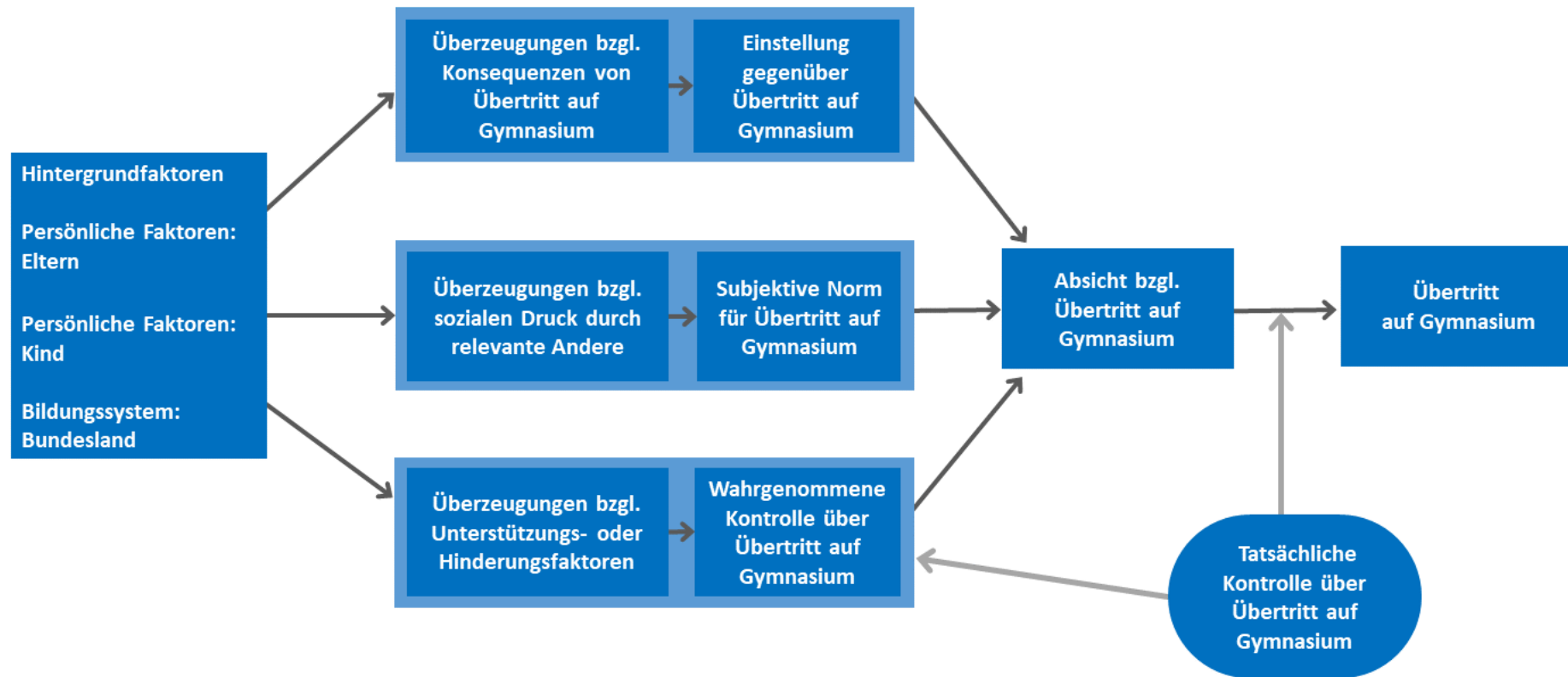


Abbildung 4: Theorie des geplanten Verhaltens angewandt auf die Übertrittsentscheidung von der Grundschule auf das Gymnasium.

Quelle: Eigene Darstellung, angepasst auf Bildung, Original von Fishbein und Ajzen (2010).

Tabelle 3: Zuordnung möglicher Einflussfaktoren auf die Übertrittsentscheidung der Eltern zu den Komponenten der Theorie des geplanten Handelns.

Theorie-komponente		Einflussfaktoren: außerschulisch	Einflussfaktoren: innerschulisch
Wirkungs-mechanismen	Einstellung gegen-über Übertritt auf Gymnasium	elterliche Bildungsaspi-rationen, erwartete Bil-dungsrenditen, erwartete psychische Belastun-gen für das Kind	---
	Subjektive Norm für Übertritt auf Gymna-sium	Bildung der Geschwister, Bildungsniveau des Be-kannten- und Freundes-kreis der Eltern	Übergang der Mitschüle-rinnen und Mitschüler auf Gymnasium
	Wahrgenommene Kontrolle über Über-tritt auf Gymnasium	---	unverbindliche Lehrer-empfehlung zwecks Gymnasialtauglichkeit ⁹ , schulischer Beratungs-prozess
Hintergrund-faktoren	Persönliche Fakto-ren: Eltern	Beschäftigungsstatus, Bildungsabschluss, Mig-rationshintergrund, Wohnort, Familienstand	---
	Persönliche Fakto-ren: Kind	Geschlecht, Migrations-hintergrund	Noten, Leistungsmotiva-tion, Anstrengungsbe-reitschaft
	Bildungssystem: Bundesland	---	zwei- vs. dreigliedrig, verbindliche Lehreremp-fehlung (ja/nein), späte-rer Übergang ins Gymna-sium möglich
	Regionale Schulstruktur	Erreichbarkeit des nächsten Gymnasiums	---
Tatsächliche Kontrolle	Tatsächliche Kontrol-le über Übertritt auf Gymnasium	---	für den Übergang auf das Gymnasium notwendiger Notenschnitt, verbindli-che Lehrerempfehlung, Probeunterricht und Eig-nungsprüfungen

⁹ Ein erschwerender Faktor bei der Modellierung der Wirkung von Lehrerempfehlungen ist der Fakt, dass derer Verbindlichkeit einerseits zwischen den Bundesländern variiert (z.B. war im Jahr 2018 die Lehrerempfehlung in Bayern, Sachsen und Thüringen verbindlich, wohingegen sie in den anderen Bundesländern unverbindlich war) und sich andererseits über die Zeit ändert (z.B. war die Lehrerempfehlung in Baden Württemberg und Sachsen-Anhalt bis zum Jahr 2011 verbindlich und wurde danach unverbindlich, in Nordrhein-Westfalen war sie bisher unverbindlich, doch wird neuerdings die Einführung ihrer Verbindlichkeit wieder diskutiert, siehe auch <https://www.ksta.de/politik/wer-darf-aufs-gymnasium---wer-nicht--nrw-schulministerium-ueberdenkt-lehrerempfehlung-29620322>, aufgerufen am 31.01.2019).

Zudem konnten Studien nachweisen, dass Eltern mit Migrationshintergrund im Durchschnitt eine weit höhere Bildungsaspiration bezüglich des kindlichen Bildungsabschlusses aufweisen als Eltern ohne Migrationshintergrund (vgl. u.a. Ditton et al. 2005). Auch der Familienstand spielt bei der Übertrittsentscheidung auf das Gymnasium eine nicht zu unterschätzende Rolle. So konnten Schutter und Schweda-Möller (2017) zeigen, dass Kinder aus Einelternfamilien signifikant geringere Übergangswahrscheinlichkeiten aufs Gymnasium haben als Kinder aus Zweielternfamilien. Sie begründen diesen empirischen Befund mit der Tatsache, dass Kinder aus Einelternfamilien häufiger prekären finanziellen und familiären Verhältnissen ausgesetzt sind als Kinder aus Zweielternfamilien, und folglich auch höheren Bildungsrisiken wie zum Beispiel mangelnder Unterstützung durch Nachhilfe. Außerdem finden Schutter und Schweda-Möller (ibid.), dass derartige Bildungsdisparitäten durch die institutionellen Verfahren und Praxen im Bildungssystem noch verschärft werden.

Auch ist davon auszugehen, dass der Wohnort einer Familie durch die im sozialen Umfeld einer Familie vorherrschenden Normen (für den Wert von Bildung) einen relevanten Einfluss auf die Entstehung von Bildungsentscheidungen hat. Zum Beispiel fand Ditton (2007) in einer bayrischen Studie eine hohe Korrelation zwischen dem Anteil von Hauptschulabschlüssen in der untersuchten Region und den Bildungsaspirationen der Eltern. Er fand auch, dass sich diese hohe Korrelation zu einem großen Teil durch die sozialen Strukturen der in der Region ansässigen Klassen erklären lässt.

Als Hintergrundfaktoren hinsichtlich kindlicher Merkmale gehen die Noten des Kindes, sein Geschlecht und der Migrationshintergrund in das Modell ein. Die Noten sind vor allem als Indikatoren der erbrachten kindlichen Leistungen wichtig, weil sie (im Gegensatz zu objektiveren Ergebnissen durch zum Beispiel fachspezifische oder allgemeine kognitive Leistungstests) den Eltern direkt zugänglich sind. Neben weiteren innerschulischen Einflussgrößen wie der kindlichen Leistungsmotivation und Anstrengungsbereitschaft, hat der Migrationshintergrund nachweislich einen essentiellen Einfluss auf die Übertrittsentscheidung. So finden zum Beispiel Gresch und Becker (2010), dass sowohl Kinder mit türkischem Migrationshintergrund als auch Kinder von (Spät-)Aussiedlern prinzipiell niedrigere Chancen haben, auf ein Gymnasium zu gehen, als Kinder ohne Migrationshintergrund. Diese Disparität kann im Wesentlichen durch den niedrigeren sozioökonomischen Status der betroffenen Familien erklärt werden ist somit auf einen primären Herkunftseffekt nach Boudon (1974) zurückzuführen. Eine zusätzliche Berücksichtigung der schulischen Leistungen zeigt zudem, dass Schülerinnen und Schüler mit türkischem Migrationshintergrund deutlich höhere Chancen haben, das Gymnasium zu besuchen, als Kinder ohne Migrationshintergrund. Demnach liegt hier ein sekundärer Herkunftseffekt nach Boudon (ibid.) vor, vermutlich getrieben durch höhere Bildungsaspirationen und wahrgenommene Erfolgsaussichten. Das Geschlecht einer Schülerin bzw. eines Schülers scheint hingegen nur eine marginale Bedeutung für die Übergangsentscheidung zu haben (vgl. u.a. Jonkmann et al. 2010). Jungen bekommen zwar seltener eine Lehrerempfehlung für das Gymnasium. Allerdings setzen sich die Eltern auch häufiger über diese Empfehlung hinweg als bei Mädchen (Solga und Dombrowski 2009). Es gibt jedoch Evidenz dafür, dass Lehrkräfte die sozialen Fähigkeiten und das Sozialverhalten von Mädchen deutlich höher einschätzen als die von Jungen (Anders et al. 2010). Da davon auszugehen ist, dass eine solche Einschätzung das diagnostische Urteil der Lehrkraft beeinflusst und diese wiederum die elterliche Meinungsbildung, ist auch das kindliche Geschlecht ein möglicher Hintergrundfaktor zur Erklärung des Zustandekommens der elterlichen Übertrittsentscheidung. Außerdem gilt es den Einfluss des kindlichen Geschlechtes auf die Interpretation der

eigenen Schulleistungen im Blick zu behalten und die damit einhergehenden möglichen Auswirkungen auf die elterliche Einschätzung der Leistungs- und Belastungsfähigkeit des Kindes. So gibt es zum Beispiel zahlreiche Studien, die sich mit dem im Vergleich zu Jungen negativen Selbstkonzept von Mädchen im Fach Mathematik beschäftigen (vgl. u.a. Preckel et al. 2008; Tiedemann und Faber 1995).

Als weiterer Hintergrundfaktor muss im Entscheidungsmodell das Bildungssystem der Bundesländer berücksichtigt werden, das sich teilweise gravierend von Bundesland zu Bundesland unterscheidet.¹⁰ Zum Beispiel gibt es große Unterschiede mit Blick auf die Verbindlichkeit der Lehrerempfehlung hinsichtlich der Gymnasialtauglichkeit. Manche Bundesländer (wie z.B. Hessen und Hamburg) lassen den Eltern nach der Lehrerempfehlung freie Hand bei der Schulformwahl. In anderen Ländern (wie z.B. Sachsen und Bayern) sind Eignungstests oder Probeunterricht bei Abweichung von einer negativen Lehrerempfehlung zwingend.¹¹ Die unterschiedlichen Strukturen und Wahloptionen haben einen signifikanten Einfluss auf die Übertrittsentscheidung der Eltern. So zeigen Untersuchungen von Gresch et al. (2010), dass die starken Effekte der sozialen Herkunft auf die Übergangsentscheidung in Bundesländern, in denen die Eltern frei über die Schulform entscheiden können, stärker wirken als in Bundesländern mit verpflichtender Lehrerempfehlung. Das heißt, dass bei einer unverbindlichen Lehrerempfehlung Eltern mit einer höheren sozialen Herkunft ihre Kinder (trotz fehlender Empfehlung) häufiger auf ein Gymnasium schicken als Eltern aus niedrigeren sozialen Schichten. Zudem finden Gresch et al. (ibid), dass in Bundesländern mit bindender Lehrerempfehlung unabhängig von der sozialen Herkunft generell weniger Schülerinnen und Schüler auf ein Gymnasium wechseln als in Bundesländern mit unverbindlicher Lehrerempfehlung. Sie weisen hinsichtlich dieses Befundes jedoch auch auf die Unterschiede in der Bevölkerung in den verschiedenen Bundesländern bezüglich des Bildungshintergrundes hin. So gab es 2008 in Bayern wesentlich weniger Personen mit einer Fachhochschulreife bzw. Hochschulreife als in Hamburg (21,2% vs. 34,8%), vgl. Gresch et al. (ibid) und Statistisches Bundesamt (2008). Ein weiterer Befund von Gresch et al. (ibid) ist, dass in Bundesländern mit verbindlicher Lehrerempfehlung nicht unerheblich viele Eltern ihre Kinder trotz positiver Gymnasialempfehlung nicht auf ein Gymnasium schicken.

Über den Einfluss der Gliedrigkeit des Schulsystems (d.h. zwei- versus dreigliedrige Schulsysteme) auf die Übertrittsentscheidung besteht in der Forschung Uneinigkeit. Immer noch gibt es gewichtige Stimmen, die Vorteile des dreigliedrigen Schulsystems gegenüber dem zweigliedrigen behaupten, siehe Scheyhing (2016, Kap. 2.9) für eine umfangreiche Auflistung von Argumenten aus der Perspektive Bayerns. Aus Sicht der Ungleichheitsforschung ist ein zweigliedriges Schulsystem jedoch dem dreigliedrigen vorzuziehen, da es Bildungsdisparitäten eher verringert als verstärkt (Schimpl-Neimanns 2000; Hurrelmann 2013). Klar ist, dass eine starke Stratifizierung des Schulsystems auch eine starke Segregation von Schülerinnen und Schülern hinsichtlich ihres sozialen Hintergrundes mit sich bringt und es schwer ist, eine solche Segregation in späteren Jahren wieder auszugleichen (Zielonka 2017; Solga und Dombrowski 2009). Fast alle Bundesländer haben Maßnahmen ergriffen, um derartige bildungsspezifische Segregationseffekte abzumildern, z.B. indem Kinder auch später (also nach

¹⁰ Helbig und Nicolai (2015) bieten eine sehr umfangreiche Übersicht über die strukturellen Unterschiede in den Bildungssystemen der verschiedenen Bundesländer für die Jahre 1949 bis 2010.

¹¹ Eine negative Empfehlung liegt vor, falls die Lehrkraft empfiehlt das Kind nicht auf ein Gymnasium zu schicken. Der umgekehrte Fall, einer positiven Lehrkraftempfehlung und der Abweichung der Eltern von dieser Empfehlung macht natürlich keinen Probeunterricht oder Eignungstests erforderlich.

der vierten Klasse) auf ein Gymnasium überwechseln können. Dies gilt allgemein für alle Schülerinnen und Schüler in Berlin und Brandenburg, wo die Grundschulzeit regulär sechs Jahre umfasst, und der Übergang auf das Gymnasium (oder eine andere Schulart) üblicherweise nach der sechsten Klasse erfolgt. In anderen Bundesländern wie Mecklenburg-Vorpommern gibt es schulartunabhängige Orientierungsstufen, die die fünfte und sechste Klassenstufe einschließen. In Summe ist davon auszugehen, dass die strukturellen Unterschiede im Bildungssystem einen erheblichen Einfluss auf den Entscheidungsprozess der Eltern bezüglich des Übertritts ihres Kindes nach der vierten (oder sechsten) Klasse auf eine weiterführende Schule haben. Das bedeutet, dass sowohl die Verbindlichkeit der Lehrerempfehlung als auch die Gliedrigkeit des Schulsystems und die Möglichkeit des späteren Übergangs auf das Gymnasium bei der Modellierung der elterlichen Übertrittsentscheidung berücksichtigt werden müssen. Tabelle 4 gibt eine Zuordnung der Bundesländer in Bezug auf die Verbindlichkeit der Lehrerempfehlung und der Gliedrigkeit des Schulsystems.

Tabelle 4: Zuordnung der Bildungssysteme der Bundesländer bezüglich Verbindlichkeit von Lehrerempfehlungen und Gliedrigkeit des Schulsystems (Stand 2018).

Bundesland	Lehrerempfehlung für Gymnasialübertritt	Gliedrigkeit des Schulsystems
Baden-Württemberg	nicht verbindlich ^(a)	dreigliedrig
Bayern	verbindlich	dreigliedrig
Berlin	nicht verbindlich	zweigliedrig
Brandenburg	nicht verbindlich ^(a)	zweigliedrig
Bremen	nicht verbindlich	zweigliedrig
Hamburg	nicht verbindlich	zweigliedrig
Hessen	nicht verbindlich	dreigliedrig
Mecklenburg- Vorpommern	nicht verbindlich	zweigliedrig
Niedersachsen	nicht verbindlich	dreigliedrig
Nordrhein-Westfalen	nicht verbindlich ^(b)	dreigliedrig
Rheinland Pfalz	nicht verbindlich	zweigliedrig
Saarland	nicht verbindlich	zweigliedrig
Sachsen	verbindlich	zweigliedrig
Sachsen-Anhalt	nicht verbindlich	zweigliedrig
Schleswig-Holstein	nicht verbindlich ^(a)	zweigliedrig
Thüringen	verbindlich	zweigliedrig

Anmerkungen: (a) nicht verbindlich, aber Eltern sind bei der Entscheidung eingeschränkt (Grundschulempfehlung muss bei weiterführender Schule vorgelegt werden/Eignungstest), (b) Wiedereinführung der verbindlichen Lehrerempfehlung wurde diskutiert.

Quelle: Eigene Recherche.

Es ist auch davon auszugehen, dass die regionale Schulstruktur einen wesentlichen Hintergrundfaktor bei der Bildung der elterlichen Überzeugungen bzgl. der Konsequenzen eines

Gymnasialübertritts darstellt. Muss zum Beispiel das Kind einen sehr langen Schulweg in Kauf nehmen, um ins nächstgelegene Gymnasium zu kommen, hat das eher negative Auswirkungen auf die Übertrittsentscheidung. Eine adäquate Berücksichtigung von Schulwegen erfordert allerdings eine dezidierte Modellierung der regionalen Schulstruktur und der Wohnumgebung des Kindes und seiner Familie. Hierzu müssen die Wohnumgebung des Kindes und alle Gymnasien in einem erreichbaren Umkreis der Wohnumgebung im Raum verortet sein. Auf diese Weise ist es möglich, Schulwege und die Erreichbarkeit von Gymnasien (zu Fuß, mit öffentlichen Verkehrsmitteln, dem Auto, dem Fahrrad etc.) zu quantifizieren. Zudem kann die soziale Beschaffenheit der Wohnumgebung des Kindes beschrieben werden, zum Beispiel durch den Anteil an Akademikerfamilien in einem Umkreis von 5 km zur Wohnadresse des Kindes. Das Mikrosimulationsmodell (vgl. Kapitel 2), das die Basis für diese Anwendung bildet, beinhaltet in seiner derzeitigen Form jedoch keine Komponente zur Abbildung des Raumes. Die formale Spezifikation einer solchen Komponente ist an sich nicht kompliziert: jedem Kind wird eine Wohnadresse mit Hilfe von zum Beispiel Geo-Koordinaten zugewiesen. Außerdem werden alle Gymnasien und Schulen mit gymnasialen Zweigen in Deutschland mittels Geo-Koordinaten räumlich verortet. Auf Basis dieser Regionalinformationen können Schulentfernungen abgeleitet werden und unter Beachtung der kindlichen Hintergrundinformationen (vor allem der sozialen Herkunft), Wahrscheinlichkeiten für den tatsächlichen Übergang auf ein erreichbares Gymnasium berechnet werden. Entsprechende empirische Befunde finden sich u.a. in Sixt (2010, 2018). Allerdings ist eine empirisch abgesicherte und umfassende Geocodierung von Kindern und Schulen aus datenschutzrechtlichen Gründen derzeit fast unmöglich. Das neue seit 2018 bestehende Projekt „MikroSim“ der Universität Trier verspricht „die Erstellung eines bundesweiten, sektorübergreifenden Mikrosimulationsmodells auf der Ebene von Haushalten und Personen“.¹² Hierzu soll ein Kerndatensatz mit Raumstruktur für alle in Deutschland lebenden Personen und Haushalte erstellt werden. Ein solcher Kerndatensatz erweitert um die geographische Verortung aller in Deutschland ansässigen Gymnasien und Schulen mit gymnasialen Zweigen bietet die geeignete Datengrundlage für die adäquate Modellierung des Effektes von räumlichen Gegebenheiten und Angeboten auf Gymnasialübertritte. Derzeit ist dieser Datensatz allerdings nicht verfügbar. Daher wird für dieses Simulationsmodell vorerst vom Aspekt regionaler Abhängigkeiten abgesehen.

Der TPB liegt wie den Rational Choice Theorien von Erikson und Jonsson (1996), Becker (2000) und Esser (2002) ein nutzentheoretischer Ansatz zugrunde. Im Gegensatz zu diesen Theorien berücksichtigt die TPB bei den Kosten-Nutzen-Kalkulationen und Wahrscheinlichkeitseinschätzungen jedoch zusätzliche psychologische Komponenten wie zum Beispiel die persönliche Bedeutsamkeit möglicher Einflussfaktoren (Maaz et al. 2010). Zudem definiert die TPB eine zusätzliche Kontrollinstanz, die eine intendierte Handlung noch verhindern kann. Im betrachteten Fall sind das beispielsweise Eignungsprüfungen oder Probeunterricht am Gymnasium.

Jede Entscheidung braucht Zeit. Das trifft auch auf die Entscheidungsfindung hinsichtlich des Übertrittes auf eine weiterführende Schule zu. In den meisten Bundesländern und Grundschulen ist es üblich, dass Lehrerinnen bzw. Lehrer ihre ersten Empfehlungen bezüglich der Eignung einer Schülerin bzw. eines Schülers für das Gymnasium bereits in der dritten Klasse an die Eltern weitergeben. Unabhängig davon bilden Eltern bereits sehr früh eine Aspiration

¹² Siehe <http://gepris.dfg.de/gepris/projekt/316511172> (aufgerufen am 31. Januar 2019).

hinsichtlich des angestrebten Schulabschlusses ihres Kindes heraus und fördern, wenn nötig und gewollt, ihr Kind entsprechend zum Beispiel durch Nachhilfe (siehe z.B. wiederum Gresch et al. 2010). Ich betrachte in dem hier beschriebenen Simulationsmodell die Übertrittsentscheidung als einen kumulativen Prozess, dessen Ergebnis im Jahr des Überganges auf eine weiterführende Schule zu Tage tritt. Mit anderen Worten definiere ich ein latentes Entscheidungsmodell, dass uns eine Übergangswahrscheinlichkeit für den Schulformwechsel von der 4. in die 5. Klasse gibt.¹³

Die formalisierte, theoriegeleitete Modellkomponente für die Übertrittsentscheidung auf das Gymnasium ist nun wie folgt spezifiziert: Die Größe I_i gibt die elterliche Intention an, dass das Kind i nach Beendigung der Grundschulzeit¹⁴ auf das Gymnasium übergeht. Die Intention setzt sich aus den drei Wirkungsgrößen Einstellung A_i subjektive Norm SN_i und wahrgenommene Verhaltenskontrolle PBC_i zusammen

$$I_i = A_i + SN_i + PBC_i.$$

Die Größen A_i , SN_i und PBC_i sind per Definition größer als Null. Somit ist $I_i > 0$. Die einzelnen Terme sind definiert als

$$A_i = \chi \left(\frac{ASP_i^{ideal}}{l_{asp}} + ASP_i^{real} \right) + \zeta Z_i + \xi \left(\frac{l_{bel} + 1 - BEL_i}{l_{bel}} \right),$$

wobei die Größe ASP_i^{real} die realistische Bildungsaspiration der Eltern dafür darstellt, dass ihr Kind i die Schule mit dem Abitur abschließt, gemessen auf einer Skala der Länge l_{asp} (mit 1 bedeutet sehr geringe Wahrscheinlichkeit und l_{asp} sehr hohe Wahrscheinlichkeit). Die Größe ASP_i^{ideal} hingegen gibt die Intensität dieses Wunsches (d.h. die idealistische Bildungsaspiration) gemessen auf einer Wahrscheinlichkeitsskala an. Diese Art der Abfrage von Bildungsaspirationen ist in vielen (deutschen) Bildungsstudien üblich und folgt den Empfehlungen von Stocké (2014a, 2014b). Die Größe Z_i gibt den prozentualen Zugewinn an Arbeits-einkommen oder Berufsprestige an, den die Eltern für ihr Kind durch den Erwerb des Abiturs im Vergleich zu einem anderen Schulabschluss erwarten. Die dritte Größe BEL_i bildet die (zeitliche und/oder finanzielle) Belastung ab, die die Eltern durch den Gymnasialbesuch für ihr Kind erwarten, gemessen auf einer Skala der Länge l_{bel} . (mit 1 bedeutet sehr gering und l_{bel} sehr hoch). Die Koeffizienten χ , ζ und ξ sind positive Gewichtungsfaktoren, die die Bedeutung der einzelnen Faktoren für die persönliche Intentionsbildung abbilden. Der Aspekt der sozialen Norm geht als

$$SN_i = \mu ABI_i^{geschw} + \nu ABI_i^{freund} + \kappa UEB_i^{mitsch}$$

¹³ In einem nächsten Schritt (d.h. in einem erweiterten Modell) könnte man den Entscheidungsprozess als einen zur Schullaufbahn parallel verlaufenden Prozess modellieren. Ein entsprechendes Beispiel für Migrationsentscheidungen findet sich in Klabunde et al. (2017). Eine solche Art der Modellierung würde es beispielsweise möglich machen, bereits intendierte Entscheidungen zu revidieren. So könnte eine bestehende Bildungsaspiration bei guten Leistungen in der Schule im Laufe der Grundschulzeit nach oben korrigiert werden. Allerdings bedarf es hierzu eine sehr viel umfangreichere Datenbasis als die, die mir derzeit zur Verfügung steht. Einige interessante empirische Befunde hierzu finden sich in Kleine (2014). Somit ist dieses Vorhaben ein Projekt für zukünftige Forschung.

¹⁴ An dieser Stelle werden schulartenunabhängige Orientierungsstufen nicht gesondert betrachtet. Der Modellrahmen kann aber ohne großen Aufwand entsprechend erweitert werden.

in die Gleichung ein. Hierbei bezeichnet ABI_i^{geschw} den Anteil an Geschwistern, die entweder ein Abitur erwerben oder bereits eines besitzen. Die Größe ABI_i^{freund} gibt den Anteil an Personen aus dem elterlichen Bekannten- und Freundeskreis wieder, die ein Abitur haben und UEB_i^{mitsch} ist der Anteil an Mitschülerinnen und Mitschülern des Kindes, die (aus Sicht der Eltern) vermutlich auf das Gymnasium gehen werden. Die Koeffizienten μ , ν und κ stellen wiederum positive Gewichtungsfaktoren dar. Die Wirkungskomponente *wahrgenommene Kontrolle* spezifiziere ich wie folgt:

$$PBC_i = \delta L_i + \epsilon \left(\frac{BER_i}{l_{ber}} \right).$$

Hierbei ist L_i eine binäre Variable, die angibt, ob eine Lehrerempfehlung für das Gymnasium vorliegt und BER_i auf einer Skala der Länge l_{ber} die elterliche Bewertung der schulischen Beratung hinsichtlich der Gymnasialeignung ihres Kindes (mit 1 ist wenig geeignet und 5 ist sehr geeignet). δ und ϵ sind wiederum positive Gewichtungsfaktoren.

Sobald die Intention I_i für den Gymnasialbesuch des Kindes i hergeleitet ist, kann seine Übergangswahrscheinlichkeit (nach der vierten Klasse auf das Gymnasium zu gehen) abgeleitet werden. Hierfür nutze ich die Verteilungsfunktion der Exponentialverteilung:

$$p_i = 1 - e^{-I_i}.$$

Abbildung 5 zeigt den Verlauf von p_i für verschiedene Werte von I_i .

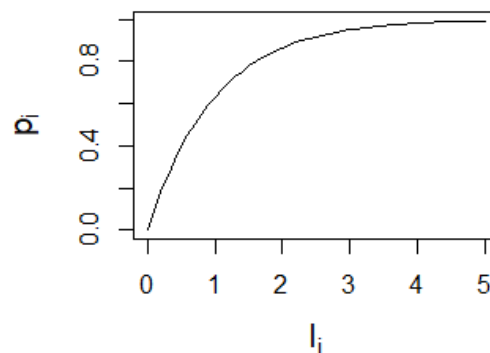


Abbildung 5: Übertrittswahrscheinlichkeiten p_i für verschiedene Intentionswerte von I_i .

Quelle: Eigene Berechnungen und Darstellung.

Während der Simulation entscheidet eine zwischen Null und 1 gleichverteilte Zufallszahl u darüber, ob ein Kind i auf das Gymnasium geht oder auf eine andere weiterführende Schule. Zuvor wird allerdings geprüft, ob das Kind die vierte Klasse wiederholt. Zu diesem Zwecke wird ein Zufallsexperiment auf Basis empirisch hergeleiteter Wahrscheinlichkeiten (z.B. relativer Häufigkeiten für den Übergang von der Grundschule auf die weiterführende Schule nach der vierten Klasse) durchgeführt und entschieden, ob ein Übergang stattfindet oder nicht. Die hierfür angewandte Methodik entspricht der, die in Kapitel 2 beschrieben ist. Falls das Kind i versetzt wird und falls $p_i \geq u$ besteht eine positive Chance für einen Gymnasialübertritt, falls $p_i < 0$ nicht. Im Falle einer positiven Chance wird geprüft, ob äußere Faktoren

die Umsetzung des Übergangs noch verhindern können. Zum Beispiel können bei einer negativen Lehrerempfehlung ein negatives Ergebnis bei einem verbindlichen Eignungstest bzw. Probeunterricht unüberwindbare Hinderungsgründe darstellen. Um den Einfluss derartiger Faktoren abzubilden, konstruiere ich Wahrscheinlichkeiten dafür, dass diese Hinderungsgründe eintreten. Im Falle der verbindlichen Durchführung von Eignungstests bzw. Probeunterrichts, berechne ich die Erfolgswahrscheinlichkeit π_i für das Bestehen des Tests bzw. des Unterrichts mittels der inversen Logit-Funktion:

$$\pi_i = \frac{1}{1+e^{-W_i}} \quad \text{mit} \quad W_i = \rho_0 + \rho_1(COM_i^{mathe} + COM_i^{deutsch}).$$

Hierbei hängt die Erfolgswahrscheinlichkeit von den Kompetenzen des Kindes (COM_i^{mathe} in Mathematik und $COM_i^{deutsch}$ in Deutsch) ab¹⁵: Je höher die Kompetenz desto höher die Wahrscheinlichkeit, dass das Kind besteht. Auch hier entscheidet ein Zufallsexperiment über den Ausgang: Ist die gleichverteilte Zufallsvariable v kleiner als π_i , so besteht das Kind den Test bzw. den Unterricht, andernfalls nicht. Idealerweise können die Parameter ρ_0 und ρ_1 unter Verwendung empirischen Daten geschätzt oder den Befunden publizierter Studien entnommen werden. Die Aufnahme weiterer Hintergrundmerkmale (wie das Geschlecht und die soziale Herkunft des Kindes) in Form zusätzlicher erklärender Variablen ist empfehlenswert.

Es gilt zu beachten, dass der Faktor *tatsächlicher Kontrolle* nicht für jedes Bundesland relevant ist und π_i somit nicht zwingend berechnet werden muss und zum Tragen kommt. Im Jahr 2018 gab es verbindliche Eignungstests oder Probeunterricht bei negativer Übertrittsempfehlung durch den Lehrer beispielsweise nur in Bayern, Sachsen und Thüringen.

Kinder und Eltern sind mit anderen Kindern und Eltern über soziale Beziehung verbunden, zum Beispiel durch Freundschaften oder als Klassenkameraden. Derartige Beziehungen können durch die Definition eines sozialen Raumes abgebildet werden. Hierbei wird jeder Familie eine Position in diesem geeigneten Raum zugewiesen (z.B. auf einem Torus¹⁶) und Positionen mit Beziehung werden miteinander verbunden. Verbindungen können unterschiedlichen Typen angehören, z.B. zwischen Kindern und Kindern sowie zwischen Eltern und anderen Eltern. Verbindungen zwischen Eltern und anderen Erwachsenen oder zwischen Klassenkameraden zum Beispiel in Form von Freundschaften können zu Simulationsstart zufällig unter Verwendung eines geeigneten Verfahrens (z.B. mittels eines Barabási-Albert-Graphen, vgl. Kempka und Schumann 2012) festgelegt werden und über den Zeitverlauf (in diskreten Jahresschritten) aufgekündigt und neu geknüpft werden. Um das hier beschriebene Modell zunächst möglichst einfach zu halten, extrahiere ich einstweilen Informationen über die relevanten Anderen aus empirischen Daten und sehe von der Spezifikation eines sozialen Raumes ab. Eine entsprechende Modellerweiterung ist allerdings ratsam, da nur auf diese Weise Was-wäre-wenn-Szenarien hinsichtlich der Auswirkungen der Kompositionsstruktur sozialer Netzwerke auf Bildungsentscheidungen untersucht werden können.

¹⁵ An dieser Stelle werden Kompetenzen, die mittels standardisierter Tests ermittelt werden, und nicht Noten oder Schulleistung als die ausschlaggebenden Faktoren zur Bestehung von Eignungstests oder Probeunterricht herangezogen. Der Grund hierfür ist, dass Noten immer von der subjektiven Einschätzung der Lehrkräfte abhängen und diese niemals so objektiv sein können wie die Ergebnisse standardisierter Tests.

¹⁶ Ein Torus ist in sich geschlossen. Somit hat auf einem Torus jede Parzelle gleich viele Nachbarparzellen unabhängig davon wo sie sich befindet (d.h. es gibt keine Grenzregionen).

Somit ist in der derzeitigen Modellkonzeption (ohne Spezifizierung einer regionalen Schulstruktur und der Wohnumgebung des Kindes) die Übergangswahrscheinlichkeit auf eine andere Schulform als das Gymnasium zu gehen definiert als

- $1 - p_i$ bei positiver Lehrerempfehlung sowie bei negativer Lehrerempfehlung falls keine verbindliche Eignungsprüfung oder Probeunterricht vorgesehen ist,
- $(1 - p_i) + p_i(1 - \pi_i)$ falls die Lehrerempfehlung negativ ist und ein Eignungstest oder Probeunterricht verpflichtend ist.

4. Sensitivitätsanalyse, Kalibrierung, Validierung

Das hier beschriebene Entscheidungsmodell (d.h. die Formalisierung der Theorie des geplanten Verhaltens hinsichtlich der Gymnasialübertrittsentscheidung) umfasst mit den Gewichtungsfaktoren aus der Intentionsgleichung acht unbekannte (d.h. freie) Parameter, die nicht auf Basis empirischer Daten geschätzt werden können (vgl. Tabelle 5). Um sicherzustellen, dass das Simulationsmodell inklusive der formalen Modellkomponente sinnvolle, d.h. realistische, Ergebnisse liefert, ist es notwendig die Sensitivität des Modells auf Veränderungen in den freien Parametern hin zu überprüfen. Dafür muss das Simulationsmodell für eine Vielzahl an möglichen Kombinationen der freien Parameter mehrfach ausgeführt und der (möglicherweise mehrdimensionale und multivariate) Simulationsoutput untersucht werden. Drastische Veränderungen bei kleinen Veränderungen in den Parametern deuten auf eine wenig robuste und somit ungeeignete Modellspezifikation hin. In einem solchen Fall sollte die angenommene Zusammenhangsstruktur und/oder die verwendeten Variablen überdacht werden. Falls Änderungen in den freien Parametern keine (oder kaum merkbare) Veränderungen im Modelloutput erzeugen, so sind sie für die betrachtete Fragestellung unwesentlich und können aus dem Modell ausgeschlossen werden. Generell eignen sich Metamodelle bzw. Emulatoren zur Durchführung von Sensitivitätsanalysen. Solche Modelle stellen das Simulationsmodell — unter Beibehaltung der zugrundeliegenden Korrelationsstruktur der Modellvariablen und -parameter — vereinfacht dar. Eine plausible und übliche Annahme ist, dass ein Simulationsmodell durch einen Gaußprozess beschrieben werden kann (Oakley und O'Hagan 2002; Kennedy und O'Hagan 2001). Eine detaillierte Beschreibung des Aufbaus und der Anwendung dieses Typs von Metamodell auf ein Simulationsmodell der hier beschriebenen Art findet sich in Zinn (2019). Die wesentliche Idee besteht darin, für eine signifikante Menge an möglichen Ausprägungen der freien Parameter (den sogenannten Eingabewerten) Simulationsläufe durchzuführen und die Eingabewerte den Ausgabewerten (d.h. dem Simulationsoutput) gegenüberzustellen. Auf Grundlage dieser Information wird das zugehörige Metamodell geschätzt. Tabelle 5 gibt eine Menge an möglichen Eingabewerten an, die für das beschriebene Simulationsmodell sinnvoll erscheinen.¹⁷ Ohne Frage ist eine größere Menge an Eingabewerten besser, um das Metamodell genauer zu schätzen. Allerdings ist bei einem so großen Simulationsmodell wie dem hier beschriebenen mit langen Laufzeiten zu rechnen. Daher gilt es hier Aufwand und Nutzen abzuwägen und die Menge an Eingabewerten möglichst gering zu halten, jedoch groß genug, um eine brauchbare Modellgüte bei der Schätzung des Metamodells zu erreichen. Bei den hier vorgeschlagenen fünf möglichen Ausprägungen pro Parameterwert beläuft sich die Anzahl der durchzuführenden Läufe immer noch auf 5⁸ Läufe.

¹⁷ Ein endgültiger Wertebereich kann erst sinnvoll auf Basis eines fertig parametrisierten Modells bestimmt werden.

Tabelle 5: Freie Parameter, Beschreibung und plausible Wertebereiche.

Freier Parameter	Beschreibung	Wertebereich
χ	Gewichtungsparemeter in Einstellungsgleichung für idealistische und realistische Aspiration	{0,1; 0,2; 0,6; 0,8; 1}
ζ	Gewichtungsparemeter in Einstellungsgleichung für erwarteten Zugewinn an Arbeitseinkommen	{0,1; 0,2; 0,6; 0,8; 1}
ξ	Gewichtungsparemeter in Einstellungsgleichung für erwartete psychische Belastung durch Übertritt	{0,1; 0,2; 0,6; 0,8; 1}
μ	Gewichtungsparemeter in Gleichung für subjektive Norm bzgl. des Anteils Geschwister mit Abitur oder auf Gymnasium	{0,1; 0,2; 0,6; 0,8; 1}
ν	Gewichtungsparemeter in Gleichung für subjektive Norm bzgl. des Anteils an Personen mit Abitur im Freundeskreis der Eltern	{0,1; 0,2; 0,6; 0,8; 1}
κ	Gewichtungsparemeter in Gleichung für subjektive Norm bzgl. des Anteil an Mitschülerinnen und Mitschüler, die vermutlich aufs Gymnasium gehen werden	{0,1; 0,2; 0,6; 0,8; 1}
δ	Gewichtungsparemeter in Gleichung für wahrgenommene Verhaltenskontrolle bzgl. der Bewertung der Lehrerempfehlung	{0,1; 0,2; 0,6; 0,8; 1}
ϵ	Gewichtungsparemeter in Gleichung für wahrgenommene Verhaltenskontrolle bzgl. der Bewertung der schulischen Beratung hinsichtlich Gymnasial-tauglichkeit des Kindes	{0,1; 0,2; 0,6; 0,8; 1}

Sobald das Metamodell geschätzt ist, kann es genutzt werden, um die Auswirkungen geringer Parameterveränderungen auf den Modelloutput zu untersuchen und die Modellkonzeption zu überprüfen. Hierbei gilt zu beachten, dass der Modelloutput mehrere Dimensionen umfassen kann. Zum Beispiel kann der Anteil an Schülerinnen und Schülern mit niedriger sozialer Herkunft an allen Übertritten auf das Gymnasium untersucht werden oder aber der Anteil an Gymnasialübertritten generell. Hier ist es sinnvoll, das Metamodell nur bezüglich einer eindimensionalen Größe zu spezifizieren (z.B. dem Anteil generell). Bei mehreren Ergebnisgrößen von Interesse können zwar mehrere Metamodelle definiert und geschätzt werden, allerdings müssen die Resultate dann später gegeneinandergestellt und im Verbund ausgewertet werden.

Nach Durchführung der Selektivitätsanalyse und eventuell notwendigen Anpassungen bezüglich der Zusammenhangsform der Variablen und Parametern sollte das Modell hinsichtlich einer wesentlichen und beobachteten Größe kalibriert werden. Hierzu eignen sich u.a. Daten aus der amtlichen Statistik. Zum Beispiel kann der jedes Jahr vom Statistischen Bundesamt veröffentlichte deutschlandweite Anteil von Schülerinnen und Schülern, die nach der Grund-

schule auf das Gymnasium wechseln, zur Kalibrierung genutzt werden (Destatis 2018). Nach der Kalibrierung des Modells gilt es das Modell zu validieren. Hierbei wird die Passgenauigkeit des Simulationsmodells mit dem zu beschreibenden realen Untersuchungsobjekt abgeprüft. Ich schlage vor, den dreistufigen Prozess nach Naylor und Finger (1967) zur Validierung zu verwenden: In einem ersten Schritt wird die Sinnhaftigkeit der Ergebnisse des Simulationsmodells mit bestehenden Befunden aus der Bildungsforschung abgeglichen und/oder Ergebnisse mit Bildungsforschern diskutiert. Unglaubliche und nicht nachvollziehbare Resultate deuten auf Fehler in der Modellspezifikation oder in der zur Parameterschätzung verwendeten Datenbasis hin. In einem zweiten Schritt gilt es die Modellannahmen und die genutzte Datenbasis auf ihre Validität hin zu kontrollieren. Zu diesem Zweck ist es sinnvoll, die Ergebnisse der bereits durchgeführten Sensitivitätsanalyse heranzuziehen. Der letzte und wichtigste Schritt ist der Abgleich des Simulationsergebnisses mit einem beobachteten, realen Äquivalent – das nicht bereits zur Kalibrierung genutzt wurde. Hier bietet sich beispielsweise der Anteil von Gymnasialübertritten in einem liberalen Bildungssystem wie Berlin im Vergleich zu einem konservativen Bildungssystem wie Bayern an. Entsprechende Daten können für Berlin Jonkmann et al. (2010) und für Bayern den amtlichen Schuldaten des Bayerischen Landesamtes für Statistik¹⁸ entnommen werden. Ob sich das Simulationsergebnis von seinem realen Äquivalent unterscheidet kann z.B. mittels Chi-Quadrat-Test überprüft werden. Der positive Ausgang einer gründlichen Validierung des Simulationsmodells hinsichtlich der unterstellten Modellstruktur und der angenommenen Zusammenhangsstruktur zwischen Variablen und Parametern ist ein absolutes Muss für die Verwendbarkeit des Simulationsmodells zur Durchführung von Was-wäre-wenn-Szenarien. Sollte einer der Validierungsschritte zu einem negativen Ergebnis führen, so muss die Formalisierung des theoretischen Modells überdacht und angepasst werden. (Hierbei gehe ich davon aus, dass die genutzte Datenbasis adäquat ist und keine Implementierungsfehler vorliegen.)

5. Skizze einer Anwendung

Das beschriebene neue Simulationsmodell für Bildungsverläufe, im Besonderen für den Übertritt auf das Gymnasium nach der Grundschule, soll anhand einer zunächst auf Bayern und Hessen beschränkten Kohorte von Drittklässlern untersucht werden. Diese Anwendung ist rein illustrativ, erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit und ist derzeit noch in Arbeit. Sie dient als Testfall, um die Funktionalität des Simulationsmodells zu prüfen. Nachfolgend werden der Modellaufbau und die genutzten Daten erläutert. Die Fertigstellung des Anwendungsprojektes (d.h. die Datenschätzung, Modellparametrisierung, Implementierung des Simulationsmodells, die Durchführung von Sensitivitätsanalysen, einer Kalibrierung sowie einer Validierung und von Was-Wäre-wenn Szenarien) sind Teil laufender Forschungsarbeiten und müssen anderswo beschrieben werden. Die beiden Bundesländer Bayern und Hessen wurden ausgewählt, weil sie (bereits seit Jahrzehnten) zwei verschiedene Bildungssysteme unterhalten. Bayerns Bildungssystem ist durchweg traditionell geprägt und stark standardisiert, während Hessens Bildungssystem liberal und destandardisiert ist (vgl. Helbig und Nicolai 2015). In Bayern sind die Übertrittsempfehlungen der Lehrer von je her verbindlich, indessen sind sie es in Hessen seit Jahrzehnten bereits nicht mehr. Somit eignet sich eine Gegenüberstellung von Bildungshistorien von Grundschulern in Bayern und Hessen, um den

¹⁸ Vergleiche <https://www.isb.bayern.de/schulartuebergreifendes/qualitaetssicherung-schulentwicklung/bildungsberichterstattung/uebertritte/> (aufgerufen am 31. Januar 2019).

Effekt struktureller Rahmenbedingungen auf elterliche Übertrittsentscheidungen zu untersuchen.

Tabelle 6: Fallzahlen der Gymnasialübertritte (in Welle 4) nach Bundesland.^(a)

	Gymnasium	Nicht Gymnasium ^(b)	Unbekannt	Gesamt
Hessen	274 (38,1%)	410 (56,9%)	36 (5,0%)	720 (100%)
Bayern	650 (47,0%)	699 (50,5%)	35 (2,5%)	1384 (100%)
Gesamt	924 (43,9%)	1109 (52,6%)	71 (3,5%)	2104 (100%)

Anmerkungen: (a) Prozentangaben in Zeilen addieren sich zu 100%. (b) Unter den Nicht-Gymnasiasten finden sich 42 Förderschülerinnen und -schüler, davon 40 in Hessen und 2 in Bayern.

Quelle: Eigene Berechnungen.

Die BiKS 8-14 Studie¹⁹ (Artelt et al. 2013) bildet das Gros der Datenbasis für diese Untersuchung. Die BiKS Daten enthalten Information über 2395 Kinder (1556 in Bayern und 839 in Hessen) in 82 Schulen (51 in Bayern und 31 in Hessen), die im Schuljahr 2005/06 die dritte Jahrgangsstufe besuchten. Zu dieser Zeit waren die Kinder im Schnitt 9,2 Jahre alt.²⁰ Insgesamt wurden über acht Jahre hinweg Daten (d.h. von 2005 bis 2012 bzw. von der dritten bis zur neunten Klasse) über die Kinder und ihre Kontexte erhoben. Die Kindinformationen umspannen u.a. Noten sowie Kompetenzen in verschiedenen Domänen, Intelligenzmessungen, motivationale Aspekte und Interessen. Kontexte werden durch die Eltern und Lehrer bzw. Lehrerinnen erfasst. Von den anfänglich 2395 Kindern finden sich zum Zeitpunkt des Übergangs auf eine weiterführende Schule (d.h. in Welle 4) noch 2104 Kinder in der Stichprobe, von denen 924 Kinder auf ein Gymnasium wechseln und 1109 auf eine andere Schulform.²¹ Tabelle 6 zeigt diese Zahlen getrennt nach Bundesland und Abbildung 6 zusätzlich dazu die Verteilung bezüglich des Bildungsabschlusses der Eltern. Ein interessantes Was-wäre-wenn-Szenario, das Einblicke in die Wirkungsmechanismen von Bildungsreformen liefern könnte, ist z.B. die Frage wie sich eine hypothetische Reform hin zu einem liberalerem Bildungssystem am Vorbild Hessens in Bayern auswirken würde. Insbesondere könnte hierbei beleuchtet werden, ob sich die Übergangsquoten von Schülerinnen und Schülern aus niedrigen sozialen Schichten nach einer solchen Reform signifikant ändern oder ob es eine Persistenz von altbewährtem Verhalten gibt. Für eine solche Problemstellung ist es erforderlich, ein Simulationsmodell zu konstruieren, das für einen beobachteten Zeitraum Bildungsverläufe (ab der Grundschule) in Hessen und Bayern synthetisiert und dann eine hypothetische Reform postuliert, indem es wesentliche Rahmenbedingungen wie die Verbindlichkeit der Lehreremp-

¹⁹ Vergleiche <https://www.uni-bamberg.de/biks/> (aufgerufen am 31.01.2019).

²⁰ Die erste Befragung erfolgte im Frühjahr 2006, siehe Homuth et al. (2014).

²¹ Für 71 Kinder ist die Schulform in Welle 4 unbekannt. Die Anzahl der Kinder, die die vierte Klasse wiederholen, kann den BiKS-Daten nicht entnommen werden.

fehlung in Bayern relaxiert. Tabelle 2 in Kapitel 2 zeigt den Zustandsraum für diese Simulationsanwendung.

Die zugehörige, synthetische Ausgangskohorte von 9-jährigen Kindern, die die dritte Jahrgangsstufe in einer Grundschule in Bayern oder Hessen besuchen, leite ich aus (gewichteten) Verteilungen der BiKS-Daten und Informationen aus den amtlichen Schuldaten²² für das Schuljahr 2005/06 (wie in Kapitel 2 beschrieben) ab.

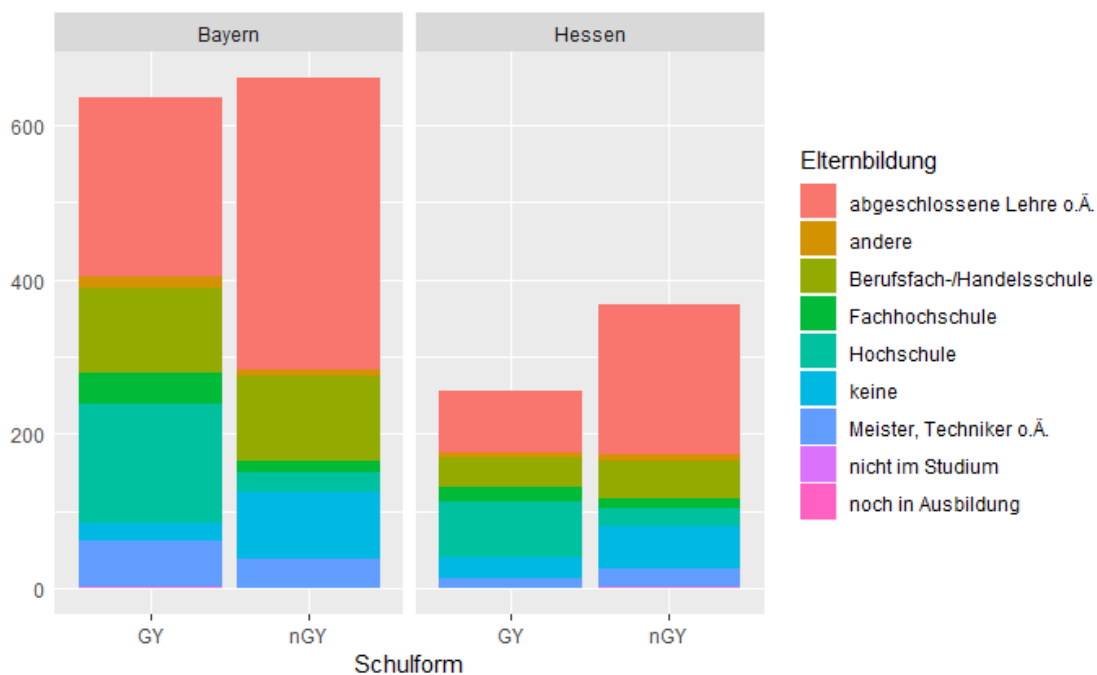


Abbildung 6. Fallzahlen der Gymnasialübertritte nach Klasse 4 dargestellt nach Bundesland und Bildungsabschluss der Eltern²³ (GY: Übertritt auf das Gymnasium, nGY: Übertritt auf eine andere Schulform als das Gymnasium).

Quelle: Eigene Berechnungen und Darstellung.

²² Entsprechende Populationsdaten können der Fachserie 11 des Statistischen Bundesamts entnommen werden, siehe <https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/BildungForschungKultur/Schulen/BroschuereSchulenBlick.html> (aufgerufen am 31. Januar 2019). Die Fachserie 11 für das Jahr 2005/06 ist auf Anfrage beim Statistischen Bundesamt erhältlich.

²³ In 91% der Fälle wird hier der Bildungsabschluss der Mutter gezeigt, da diese zumeist die Auskunftsperson war. Daten über das andere Elternteil sind auch verfügbar. Sie werden hier nur der Einfachheit wegen nicht dargestellt. Eine genauere Auswertung diesbezüglich erfolgt an anderer Stelle nach Fertigstellung dieses Anwendungsbeispiels.

Tabelle 7: Kind-, Eltern- und Lehrermerkmale, die in das Modell einfließen.

Kontext / Zielperson	Variable / Merkmal	Modell-komponente
Eltern	Idealistische und realistische Aspiration bzgl. Schulabschluss des Kindes	Entscheidungsmodell: Einstellung zu Gymnasialübertritt
	Bildungsrenditen: ermöglicht hohes Einkommen und angesehenen Beruf, schützt vor Arbeitslosigkeit	Entscheidungsmodell: Einstellung zu Gymnasialübertritt
	Belastung: eingeschätztes Ausmaß zeitlicher und finanzieller Belastung bis Abitur	Entscheidungsmodell: Einstellung zu Gymnasialübertritt
	Personen aus dem elterlichen Bekannten- und Freundeskreis, die ein Abitur haben	Entscheidungsmodell: subjektive Norm (nicht Teil dieses Modells, da keine Daten)
	Schulform, die Geschwister besuchen	Entscheidungsmodell: subjektive Norm
	Migrationshintergrund	Empirisches Mikrosimulationsmodell
	Höchster Bildungsabschluss	Empirisches Mikrosimulationsmodell
	Getrennt lebend	Empirisches Mikrosimulationsmodell
Lehrer	Motivation und Interesse, z.B. selbständiges Arbeiten, Kind geht gerne in die Schule, erledigt Aufgaben mit großer Sorgfalt, Interesse am Unterricht	Empirisches Mikrosimulationsmodell
	Empfehlung für Schulform nach 4. Klasse	Entscheidungsmodell: Wahrgenommene Verhaltenskontrolle
	Kontakt und Informationsaustausch mit Eltern	Entscheidungsmodell: Wahrgenommene Verhaltenskontrolle
Kind	Schulform (Grundschule, Gymnasium, nicht Gymnasium)	Empirisches Mikrosimulationsmodell sowie Kalibrierung & Validierung des Entscheidungsmodells
	Anteil Kinder in Klasse, die auf Gymnasium gehen	Entscheidungsmodell: subjektive Norm
	Kompetenzen in Lesen und Mathematik	Empirisches Mikrosimulationsmodell
	Intelligenz	Empirisches Mikrosimulationsmodell
	Noten in Deutsch und Mathematik	Empirisches Mikrosimulationsmodell
	Bundesland (Bayern oder Hessen)	Empirisches Mikrosimulationsmodell
	Klassenstufe	Empirisches Mikrosimulationsmodell
	Bildungsetappe	Empirisches Mikrosimulationsmodell
	Geschlecht	Empirisches Mikrosimulationsmodell
	Umzug	Nicht Teil dieses Modells, da keine Daten

Die empirischen Übergangswahrscheinlichkeiten für alle in Tabelle 2 beschriebenen Ereignisse²⁴ (d.h. z.B. Wechsel zwischen den Jahrgangsstufen, Klassenwiederholungen, Veränderungen im Kompetenzniveau, usw.) ebenso wie die Größen, die zur Spezifikation der formalen Modellkomponente für die Übertrittsentscheidung benötigt werden²⁵, schätze ich aus den BiKS-Daten. Die zur Kalibrierung notwendigen Informationen (d.h. den Anteil an Schülerinnen und Schülern mit niedriger sozialer Herkunft an allen Übertritten auf das Gymnasium im Jahr 2007/08) entnehme ich ebenfalls den BiKS-Daten. Gleiches gilt für den Validierungsschritt „Abgleich des Simulationsoutputs mit einem realen, beobachteten Äquivalent“. Bei diesem Schritt stelle ich den Anteil an Übertritten auf das Gymnasium im liberalen Bildungssystem von Hessen dem konservativen von Bayern im Schuljahr 2007/08 gegenüber. Die Umsetzung einer hypothetischen Reform hin zu einem liberaleren Bildungssystem in Bayern operationalisiere ich dadurch, dass ich das Ausgangsmodell derart adaptiere, dass die Komponente der „tatsächlichen Kontrolle über den Übertritt aufs Gymnasium“ (d.h. Eignungstests oder Probeunterricht nach einer negativen Lehrerempfehlung) im Schuljahr 2007/08 in Bayern ebenso wie in Hessen entfällt. Alle anderen Modellkomponenten und -spezifikationen bleiben unverändert.

Die eigentliche Ausarbeitung dieser Anwendung übersteigt den Rahmen dieses Beitrags. Allerdings dürfte bereits die skizzenhafte Darstellung der Anwendung das Potential aufzeigen, das in dem hier neu vorgestellten Simulationsmodell für Bildungsentscheidungen liegt.

6. Zusammenfassung und Ausblick

Dieser Beitrag präsentiert eine neue Art Simulationsmodell für die Untersuchung von Was-wäre-wenn-Szenarien im Kontext von Bildungsentscheidungen. Konkret wird der Übertritt von der Grundschule auf eine weiterführende Schule in den Fokus genommen. Hierzu wird ein zeitdiskretes Mikrosimulationsmodell definiert, das die jährliche Fortentwicklung einer Kohorte von Grundschulern über den Primar- und den Sekundar-Bereich hinweg beschreibt. Der Übertritt auf eine weiterführende Schule, im Speziellen auf das Gymnasium, wird anhand eines aus der Theorie des geplanten Verhaltens abgeleiteten, formalisierten Modells spezifiziert und in das Mikrosimulationsmodell eingebunden. Auf diese Weise ist es möglich, den latenten Entscheidungsprozess, der der Schulwahlentscheidung nach der Grundschule zugrunde liegt, dezidiert zu modellieren. Alle weiteren Übergänge, die das Simulationsmodell umfasst (wie z.B. Jahrgangsstufenübertritte oder die kindliche Kompetenzentwicklung), werden anhand empirisch ermittelter Übergangswahrscheinlichkeiten aus passenden Daten geschätzt (z.B. aus den BiKS8-14 Daten). Die sinnvolle Nutzung des neuen Simulationsmodells für die Untersuchung von Was-wäre-wenn-Szenarien erfordert die Durchführung von Sensitivitätsanalysen hinsichtlich der Wirkung von freien (d.h. nicht schätzbaren oder setzbaren) Parametern, eine adäquate Kalibrierung sowie eine sorgfältige Validierung. Erst nachdem all diese Schritte mit positivem Ausgang ausgeführt wurden, können Was-wäre-wenn-Szenarien sinnvoll angegangen werden. Dieser Beitrag benennt skizzenhaft eine mögliche Anwendung: die Auswirkungen der Einführung einer hypothetischen Reform hin zu einem liberalen Bildungssystem in Bayern auf den Anteil an Gymnasialübertritten aus niedrigen sozialen Schichten. Eine vollumfängliche Auswertung dieser Anwendung ist nicht Teil dieses

²⁴ Außer Umzug.

²⁵ Informationen zum Anteil an Personen aus dem elterlichen Bekannten- und Freundeskreis, die ein Abitur haben, können den BiKS-Daten leider nicht entnommen werden und werden somit aus dem Modell ausgeschlossen.

Beitrags. Allerdings zeigt bereits die Anwendungsskizze, welche Analysepotentiale in der neuartigen Methode liegen.

Das beschriebene Simulationsmodell kann und soll in vielerlei Hinsicht erweitert werden. In einem ersten Schritt gilt es die betrachteten Kinder mit ihren Familien im geographischen Raum zu verorten. Eine solche Erweiterung ermöglicht die exakte Einbeziehung von räumlichen Wirkungsmechanismen, die bei der Schulwahlentscheidung eine Rolle spielen, z.B. die Entfernungen und Wege zu potentiellen Schulen, die Wohnnachbarschaft, etc. Die geographische Verortung von Kindern, Familien sowie Schulen erfordert entweder eine Adresse für jede dieser Entitäten oder ein repräsentatives, geo-referenziertes Abbild der Bevölkerung in Deutschland. An Letzterem arbeitet derzeit eine Forschergruppe im Projekt „MikroSim“ an der Universität Trier. Sobald entsprechende Daten verfügbar sind, sollen sie mit dem hier vorgestellten Simulationsmodell für Bildungsverläufe verknüpft werden. Auf diese Weise können die Anwendungsmöglichkeiten des Simulationsmodells noch um ein Vielfaches gesteigert werden.

Zudem sollen soziale Beziehungen in das Modell einfließen. Zwischenmenschliche Beziehungen spielen bekanntermaßen eine essentielle Rolle bei vielen menschlichen Verhaltensprozessen und so auch bei der Schulwahlentscheidung. Zum Beispiel kann der Anteil von Personen mit Hochschulabschluss im Bekanntenkreis und in der Wohnnachbarschaft einen signifikanten Einfluss auf persönliche Bildungsentscheidungen haben (siehe u.a. Kotitschke und Becker 2015). Die Modellierung zwischenmenschlicher Beziehungen kann durch die Definition eines sozialen Raumes erreicht werden. In einem solchen Raum haben alle Simulationsentitäten ein Feld auf einem drei-dimensionalen Körper inne (z.B. auf einem Torus). Felder von Entitäten sind verbunden, wenn sie Beziehungen zueinander unterhalten. Verbindungen können neu geschaffen und aufgelöst werden. Zudem ist es sinnvoll unterschiedliche Arten von Beziehungen zu definieren, z.B. zwischen Schulkameraden und Eltern von Mitschülerinnen und Mitschülern. Eine im Leibniz-Institut für Bildungsverläufe geplante, für Deutschland repräsentative Studie des Nationalen Bildungspanels (NEPS) von Schülerinnen und Schülern ab der 5. Jahrgangsstufe kann bezüglich solcher Beziehungen zukünftig neue Anhaltspunkte bieten.

Das Simulationsmodell für Bildungsentscheidungen kann und soll auf ein intergenerationales Populationsmodell erweitert werden. Zurzeit betrachtet das Modell die Bildungsentscheidungen nur einer Kohorte. Eine entsprechende Erweiterung erfordert die Modellierung von Fertilität, Nuptialität, Mortalität sowie Migration, stellt allerdings für den beschriebenen Modellrahmen konzeptionell kein Problem dar. Zur adäquaten Verknüpfung von Paaren in Lebens- bzw. Ehegemeinschaften kann z.B. der Ansatz von Zinn (2017) genutzt werden. Jedoch stellt allein die Ableitung sinnvoller Übergangswahrscheinlichkeiten für diese vier demographischen Dimensionen in Abhängigkeit der jeweiligen Bildungsphase, des Bildungsabschlusses sowie der Arbeitsmarkthistorie eine enorme Anforderung an die verwendende Datenbasis dar. Braun und Stuhler (2017) untersuchen bereits die intergenerationale Weitergabe von Bildungsungleichheiten indem sie Daten der Deutschen Lebensverlaufsstudie, die Berliner Altersstudie und Daten des Nationalen Bildungspanels kombinieren. Zur Auswertung nutzen sie verschiedene statistische Methoden, wie z.B. iterative Regressionsverfahren und latente Faktormodelle. Ihre fundierte und gewichtige Studie spiegelt naturgemäß einen beobachteten Zustand in der Vergangenheit wieder. Da eine reine Fortschreibung der Ergebnisse der statistischen Modellierung wenig sinnvoll erscheint im Anbetracht sich verän-

dernder Bevölkerungsstrukturen und Rahmenbedingungen, die z.B. durch Bildungsreformen hervorgerufen werden (können), kann ihre Modellierung nicht zur Untersuchung von aussagekräftigen Was-wäre-wenn Szenarien hinsichtlich der Bildungsverteilung in Deutschland herangezogen werden. Dies kann allerdings das neue Simulationsmodell leisten.²⁶ Zusammengefasst bietet mein Simulationsmodell die Möglichkeit, das Zustandekommen und die Dauerhaftigkeit von Bildungsungleichheiten in Deutschland über Generationen hinweg zu untersuchen. Außerdem können Auswirkungen von Veränderungen in der Populationsstruktur (z.B. durch eine gestiegene Fertilität bei höheren Paritäten) auf die Verteilung von Bildungsabschlüssen beleuchtet werden.

²⁶ In jedem Fall sollte die Spezifizierung des Simulationsmodells jedoch die Ergebnisse Brauns und Stuhlers (ibid.) aufgreifen, um intergenerationale Vererbungsmechanismen in Bezug auf Bildungserfolge und -abschlüsse zu modellieren.

Literaturverzeichnis

- Ajzen, I. (1991). The theory of planned behavior. *Organizational Behavior and Human Decision*, 50(2), 179-211.
- Anders, Y., McElvany, N., & Baumert, J. (2010). Die Einschätzung lernrelevanter Schülermerkmale zum Zeitpunkt des Übergangs von der Grundschule auf die weiterführende Schule: Wie differenziert urteilen Lehrkräfte? In K. Maaz, J. Baumert, & N. McElvany, *Der Übergang von der Grundschule in die weiterführende Schule* (S. 313-330). Berlin: Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF).
- Artelt, C., Blossfeld, H., Faust, G., & Roßbach, H. W. (2013). Bildungsprozesse, Kompetenzentwicklung und Selektionsentscheidungen im Vorschul- und Schulalter (BiKS-8-14). *Datensatz*. Version 2: IQB - Institut für Qualitätsentwicklung im Bildungswesen. http://doi.org/10.5159/IQB_BIKS_8_14_v2.
- Baumert, J., Maaz, K., Gresch, C., McElvany, N., Anders, Y., Jonkmann, K., . . . Watermann, R. (2010). Der Übergang von der Grundschule in die weiterführende Schule – Leistungsgerechtigkeit und regionale, soziale und ethnisch-kulturelle Disparitäten: Zusammenfassung der zentralen Befunde. In K. Maaz, J. Baumert, C. Gresch, & N. McElvany, *Der Übergang von der Grundschule in die weiterführende Schule* (S. 5-21). Berlin: Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF).
- Becker, R. (2000). Klassenlage und Bildungsentscheidungen. Eine empirische Anwendung der Wert-Erwartungstheorie. *Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie*, 52, 450-474.
- Blossfeld, H. P. (2009). Educational assortative marriage in comparative perspective. *Annual review of sociology*, 35, 513-530.
- Blossfeld, H.-P., & Shavit, Y. (1993). "Dauerhafte Ungleichheiten. Zur Veränderung des Einflusses der sozialen Herkunft auf die Bildungschancen in dreizehn industrialisierten Ländern. *Zeitschrift für Pädagogik*(39.1), 25-52.
- Boudon, R. (1974). *Education, Opportunity, and Social Inequality*. New York: Wiley.
- Braun, S., & Stuhler, J. (2017). The transmission of inequality across multiple generations: testing recent theories with evidence from Germany. *The Economic Journal*, 128(609), 576-611.
- Destatis. (2018). *Schulen auf einen Blick*. Wiesbaden: Statistisches Bundesamt (Destatis).

- Ditton, H. (2007). Sozialer Kontext und Region. In H. Ditton (Hrsg.), *Kompetenzaufbau und Laufbahnen im Schulsystem: Ergebnisse einer Längsschnittuntersuchung an Grundschulen* (S. 53-87). Münster: Waxmann.
- Ditton, H., & Maaz, K. (2015). Sozioökonomischer Status und soziale Ungleichheit. In H. Reinders, H. Ditton, C. Gräsel, & B. Gniewosz (Hrsg.), *Empirische Bildungsforschung* (2. Ausg., S. 229-244). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Ditton, H., Krüsken, J., & Schauenberg, M. (2005). Bildungsungleichheit - Der Beitrag von Familie und Schule. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 285-304.
- Drewek, P. (2013). Das dreigliedrige Schulsystem im Kontext der politischen Umbrüche und des demographischen Wandels im 20. Jahrhundert. *Zeitschrift für Pädagogik*, 59(4), 508-525.
- Drope, T., & Jurczok, A. (2013). Weder gleichwertig noch gleichartig. Besonderheiten und Problemlagen Integrierter Sekundarschulen in einem sozio-ökonomisch schwachen Stadtteil Berlins. *Zeitschrift für Pädagogik*, 59(4), 496-507.
- Edelstein, B., & Nikolai, R. (2013). Strukturwandel im Sekundarbereich. Determinanten schulpolitischer Reformprozesse in Sachsen und Hamburg. *Zeitschrift für Pädagogik*, 59(4), 482-495.
- Erikson, R., & Jonsson, J. O. (1996). Explaining class inequality in education: The Swedish test case. In R. Erikson, & J. O. Jonsson (Hrsg.), *Can education be equalized? The Swedish case in comparative perspective* (S. 1-63). Boulder, CO: Westview Press.
- Esser, H. (2002). *Soziologie. Spezielle Grundlagen. Band 1 Situationslogik und Handeln*. Frankfurt am Main: Campus.
- Fishbein, M., & Ajzen, I. (2010). *Predicting and Changing Behaviour. The Reasoned Action Approach*. New York: Psychology Press.
- Galler, H. P. (1997). *Discrete-time and continuous-time approaches to dynamic microsimulation reconsidered*. University Canberra: National Centre for Social and Economic Modelling.
- Gresch, C., & Becker, M. (2010). Sozial- und leistungsbedingte Disparitäten im Übergangsverhalten bei türkischstämmigen Kindern und Kindern aus (Spät-)Aussiedlerfamilien. In K. Maaz, J. Baumert, C. Gresch, & N. McElvany, *Der Übergang von der Grundschule in die weiterführende Schule* (S. 181-199). Berlin : Bundesministerium für Forschung und Bildung.

- Gresch, C., Baumert, J., & Maaz, K. (2010). Empfehlungsstatus, Übergangsempfehlung und der Wechsel in die Sekundarstufe I: Bildungsentscheidungen und soziale Ungleichheit. In K. Maaz, J. Baumert, C. Gresch, & N. McElvany (Hrsg.), *Der Übergang von der Grundschule in die weiterführende Schule* (S. 201-227). Berlin: Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF).
- Hannappel, M., & Troitzsch, K. G. (2015). Mikrosimulationsmodelle. In N. Braun, & N. Saam, *Handbuch Modellbildung und Simulation in den Sozialwissenschaften* (S. 455-489). Wiesbaden: Springer VS.
- Helbig, M., & Nicolai, R. (2015). *Die Unvergleichbaren. Der Wandel der Schulsysteme in den deutschen Bundesländern seit 1949*. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Hoem, J. (1972). Inhomogeneous semi-Markov processes, select actuarial tables, and duration-dependence in demography. *Population Dynamics*, 251-296.
- Hormuth, C., Mann, D., Schmitt, M., & Mudiappa, M. (2014). Eine Forschergruppe, zwei Studien: BiKS-3-10 und BiKS-8-14. In M. Mudiappa, & C. Artelt (Hrsg.), *BiKS - Ergebnisse aus den Längsschnittstudien* (S. 15-28). Bamberg: University of Bamberg Press.
- Hougaard, P. (1999). Multi-state models: a review. *Lifetime data analysis*, 5(3), 239-264.
- Hurrelmann, K. (2013). Das Schulsystem in Deutschland: Das „Zwei-Wege-Modell“ setzt sich durch. *Zeitschrift für Pädagogik*, 4, 455-468.
- Jonkmann, K., Maaz, K., MyElvany, N., & Baumert, J. (2010). Die Elternentscheidung beim Übergang in die Sekundarstufe I – Eine theoretische Adaption und empirische Überprüfung des Erwartungs-Wert-Modells. In K. Maaz, J. Baumert, C. Gresch, & N. McElvany, *Der Übergang von der Grundschule in die weiterführende Schule* (S. 253-282). Berlin: Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF).
- Jonkmann, K., Maaz, K., Neumann, M., & Gresch, C. (2010). Übergangsquoten und Zusammenhänge zu familiärem Hintergrund und schulischen Leistungen: Deskriptive Befunde. In K. Maaz, J. Baumert, C. Gresch, & N. McElvany (Hrsg.), *Der Übergang von der Grundschule in die weiterführende Schule* (S. 123-149). Berlin: Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF).
- Kempka, N., & Schumann, A. (2012). *Ein Algorithmus für die Erzeugung Facebook-ähnlicher Netzwerkstrukturen basierend auf dem Barabási-Albert-Modell*. Dritte Studentenkonzferenz Informatik Leipzig.

- Kennedy, M. C., & O'Hagan, A. (2001). Bayesian calibration of computer models. *Journal of the Royal Statistical Society: Series B (Statistical Methodology)*, 63(3), 425-464.
- Kijima, M. (1997). *Markov Processes for Stochastic Modeling*. New York: Springer US.
- Klabunde, A., Zinn, S., Willekens, F., & Leuchter, M. (2017). Multistate modelling extended by behavioural rules: An application to migration. *Population studies*, 71(sup1), 51-67.
- Kleine, L. (2014). *Der Übergang in die Sekundarstufe I. Die Bedeutung sozialer Beziehungen für den Schulerfolg und die Formation elterlicher Bildungsentscheidungen*. Bamberg: University of Bamberg Press.
- Kotitschke, E., & Becker, R. (2015). Familie und Bildung. In P. Hill, & J. Kopp (Hrsg.), *Handbuch Familiensoziologie* (S. 737-774). Wiesbaden: Springer.
- Kurz, K., & Paulus, W. (2008). Übergänge im Grundschulalter: die Formation elterlicher Bildungsaspirationen. In K. Rehberg, *Die Natur der Gesellschaft: Verhandlungen des 33. Kongresses der Deutschen Gesellschaft für Soziologie in Kassel 2006. Teilbd. 1 u. 2*. Frankfurt am Main: Campus Verlag.
- Maaz, K., & Nagy, G. (2010). Der Übergang von der Grundschule in die weiterführenden Schulen des Sekundarschulsystems: Definition, Spezifikation und Quantifizierung primärer und sekundärer Herkunftseffekte. In J. Baumert, K. Maaz, & U. Trautwein (Hrsg.), *Bildungsentscheidungen* (S. 153-182). Berlin: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Maaz, K., Baumert, J., Gresch, C., & McElvany, N. (Hrsg.). (2010). *Der Übergang von der Grundschule in die weiterführende Schule: Leistungsgerechtigkeit und regionale, soziale und ethnisch-kulturelle Disparitäten*. Berlin: Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF).
- Maaz, K., Baumert, J., Neumann, M., Becker, M., & Dumont, H. (Hrsg.). (2013). *Die Berliner Schulstrukturreform: Bewertung durch die beteiligten Akteure und Konsequenzen des neuen Übergangsverfahrens von der Grundschule in die weiterführenden Schulen*. Berlin: Waxmann Verlag.
- Maaz, K., Gresch, C., McElvany, N., Jonkmann, K., & Baumert, J. (2010). Theoretische Konzepte für die Analyse von Bildungsübergängen: Adaptation ausgewählter Ansätze für den Übergang von der Grundschule in die weiterführenden Schulen des Sekundarschulsystems. In K. Maaz, J. Baumert, C. Gresch, & N. McElvany, *Der Übergang von der Grundschule in die weiterführende Schule* (S. 65-85). Berlin : Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF).

- Martin, T. (1995). Women's education and fertility: results from 26 Demographic and Health Surveys. *Studies in family planning*, 187-202.
- Müller, W., & Mayer, K. U. (1976). *Chancengleichheit durch Bildung? Untersuchungen über den Zusammenhang von Ausbildungsabschlüssen und Berufsstatus* (1. Ausg.). Stuttgart: Klett.
- Naylor, T. H., & Finger, J. M. (1967). Verification of computer simulation models. *Management Science*, 14(2), B-92.
- Neumann, M., Milek, A., Maaz, K., & Gresch, C. (2010). Zum Einfluss der Klassenzusammensetzung auf den Übergang von der Grundschule in die weiterführenden Schulen. In K. Maaz, J. Baumert, C. Gresch, & N. McElvany, *Der Übergang von der Grundschule in die weiterführende Schule* (S. 229-251). Berlin: Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF).
- Oakley, J., & O'Hagan, A. (2002). Bayesian inference for the uncertainty distribution of computer model outputs. *Biometrika*, 89(4), 769-784.
- Paulus, W., & Blossfeld, H. (2007). Schichtspezifische Präferenzen oder sozioökonomisches Entscheidungskalkül? Zur Rolle elterlicher Bildungsaspirationen im Entscheidungsprozess beim Übergang von der Grundschule in die Sekundarstufe. *Zeitschrift für Pädagogik*, 491-508.
- Pötzsch, O. (2018). *Aktueller Geburtenanstieg und seine Potenziale*. Wiesbaden: DESTATIS. Abgerufen am 31. Januar 2019 von https://www.destatis.de/DE/Publikationen/WirtschaftStatistik/2018/03/AktuellerGeburtenanstieg_032018.pdf?__blob=publicationFile
- Preckel, F., Goetz, T., Pekrun, R., & Kleine, M. (2008). Gender differences in gifted and average-ability students: Comparing girls' and boys' achievement, self-concept, interest, and motivation in mathematics. *Gifted Child Quarterly*, 52(2), 146-159.
- Relikowski, I., Schneider, T., & Blossfeld, H. (2010). Primäre und sekundäre Herkunftseffekte beim Übergang in das gegliederte Schulsystem: Welche Rolle spielen soziale Klasse und Bildungsstatus in Familien mit Migrationshintergrund? In T. Beckers, K. Birkelmann, J. Hagenah, & U. Rosar (Hrsg.), *Komparative empirische Sozialforschung* (S. 143-167). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Rodríguez-Pose, A., & Vilalta-Bufí, M. (2005). Education, migration, and job satisfaction: the regional returns of human capital in the EU. *Journal of Economic Geography*, 5(5), 545-566.

- Scheyhing, D. (2016). *Die Stärkung von schulischem Wohlbefinden bei Schülern durch die Förderung von Eigenaktivität am Beispiel einer bayerischen Haupt- bzw. Mittelschule*. Universität Passau: Doctoral dissertation.
- Schimpl-Neimanns, B. (2000). Soziale Herkunft und Bildungsbeteiligung. *KZfSS Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie*, 52(4), 636-669.
- Schutter, S., & Schweda-Möller, A. (2017). Wo Risiken zusammentreffen: Bildungsbenachteiligung in Einelternfamilien. In M. Baader, & T. Freytag (Hrsg.), *Bildung und Ungleichheit in Deutschland* (S. 139-154). Wiesbaden: Springer.
- Shavit, Y., & Müller, W. (1998). *From School to Work. A Comparative Study of Educational Qualifications and Occupational Destinations*. New York: Clarendon Press.
- Sixt, M. (2010). *Regionale Strukturen als herkunftsspezifische Determinanten von Bildungsentscheidungen*. Universität Kassel: Dissertation.
- Sixt, M. (2018). Wahl der Schulart und Schulinfrastruktur. In M. Sixt, M. Bayer, & D. Müller (Hrsg.), *Bildungsentscheidungen und lokales Angebot* (S. 87-114). Münster: Waxmann.
- Solga, H., & Dombrowski, R. (2009). Soziale Ungleichheiten in schulischer und außerschulischer Bildung: Stand der Forschung und Forschungsbedarf. *Arbeitspapier, Bildung und Qualifizierung*(No. 171).
- Statistisches Bundesamt. (2008). *Bildungsstand der Bevölkerung 2008*. Wiesbaden: Bertelsmann Verlag.
- Stocké, V. (2009). Adaptivität oder Konformität? Die Bedeutung der Bezugsgruppe und der Leistungsrealität der Kinder für die Entwicklung elterlicher Bildungsaspirationen am Ende der Grundschulzeit. (J. Baumert, K. Maaz, & U. Trautwein, Hrsg.) *Zeitschrift für Erziehungswissenschaften, Sonderheft 12/2009*, 257-281.
- Stocké, V. (2014a). *Idealistische Bildungsaspiration (Zusammenstellung sozialwissenschaftlicher Items und Skalen (ZIS))*. Köln & Mannheim: gesis, Leibniz-Insitut für Sozialwissenschaften.
doi:10.6102/zis197
- Stocké, V. (2014b). *Realistische Bildungsaspiration (Zusammenstellung sozialwissenschaftlicher Items und Skalen (ZIS))*. Mannheim & Köln: gesis, Leibniz-Insitut für Sozialwissenschaften.
doi:10.6102/zis197

- Tiedemann, J., & Günter, F. (1995). Mädchen im Mathematikunterricht: Selbstkonzept und Kausalattributionen im Grundschulalter. *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie*, XXVII(1), 61-71.
- Von dem Knesebeck, O., Verde, P., & Dragano, N. (2006). Education and health in 22 European countries. *Social science & medicine*, 1344-1351.
- Wohlkinger, F., & Ditton, H. (2012). Entscheiden die Schüler mit? Der Einfluss von Eltern, Lehrern und Kindern auf den Übergang nach der Grundschule. In R. Becker, & H. Solga (Hrsg.), *Soziologische Bildungsforschung* (S. 44-63). Wiesbaden: Springer VS.
- Zielonka, M. (2017). *Revision und Stabilisierung von Schulwahlentscheidungen in der Sekundarstufe 1*. Berlin: Logos.
- Zinn, S. (2011). *A Continuous-Time Microsimulation and First Steps Towards a Multi-Level Approach in Demography (Doktorarbeit)*. University of Rostock. Abgerufen am 31. Januar 2019 von http://rosdok.uni-rostock.de/file/rosdok_derivate_0000004766/Dissertation_Zinn_2011.pdf
- Zinn, S. (2017). Simulating synthetic life courses of individuals and couples, and mate matching. In J. Van Bavel, & A. Grow (Hrsg.), *Agent-Based Modelling in Population Studies* (S. 113-157). Schweiz: Springer.
- Zinn, S. (2019 (in Kürze erscheinend)). Modellierung und Simulation von Entscheidungsprozesse im Rahmen Szenario-basierter Vorhersagen. In N. Saam, M. Resch, & A. Kaminski (Hrsg.), *Sozialwissenschaftlichen Simulationen und der Soziologie der Simulation* (Bd. 1). Springer.