*Erschienen in: BRAUN, Norman, ed.. Handbuch Modellbildung und Simulation in den Sozialwissenschaften.*
*Wiesbaden: Springer VS, 2015, pp. 1049-1072. ISBN 978-3-658-01163-5*
*https://doi.org/10.1007/978-3-658-01164-2_37*

# 37 Gewalt und Krieg*

Nils B. Weidmann

Universität Konstanz

**Zusammenfassung.** Die Anwendung von Modellen und Simulation in der Konfliktforschung geht auf die Arbeiten Lewis Fry Richardsons am Anfang des 20. Jahrhunderts zurück. Ausgehend von seinen frühen Beiträgen gibt dieses Kapitel eine Übersicht über diese Verfahren in der wissenschaftlichen Analyse politischer Gewalt. Die beschriebenen Ansätze reichen von statistischen Modellen, die Beziehungen zwischen Variablen nachweisen können, zu akteurszentrierten formalen- und Simulationsansätzen. Das Kapitel beginnt mit einer Definition von Gewaltkonflikten und diskutiert, wie sie operationalisiert werden können. Es gibt einen kurzen Überblick über statistische Techniken, die zur Analyse dieser Daten eingesetzt werden. Neben diesen variablenzentrierten Modellierungsansätzen beschreibt das Kapitel akteurszentrierte Modelle, welche soziale Akteure, ihre Entscheidungen und Handlungen explizit repräsentieren. Diese Gruppe von Modellen beinhaltet sowohl spieltheoretische Modelle als auch agentenbasierte Simulationen.

## 1 Einführung

Warum eskalieren gesellschaftliche Spannungen zu kriegerischen Konflikten, die zahlreiche Menschenleben fordern? Was können wir tun, um diese Eskalation zu vermeiden? Die gesellschaftliche Relevanz dieser Fragen ist ungebrochen, auch wenn sich – über einen langen Zeitraum betrachtet – ein deutlicher Trend zu weniger Gewalt abzeichnet (Lacina, Gleditsch & Russett 2006; Pinker 2011). Verschiedene Disziplinen in den Sozialwissenschaften beschäftigen sich mit der Analyse gewaltsamer politischer Konflikte; können doch die Gründe für Gewalt auf vielerlei Ebenen – z.B. der des Individuums, einer sozialen Gruppe, des Staates, oder des internationalen Systems – zu

* Der Autor dankt Scott Gates, Patrick Kuhn und Susumu Shikano für zahlreiche Hinweise und Anregungen zu diesem Kapitel, und der Alexander-von-Humboldt Stiftung (Sofja-Kovalevskaja-Preis) für finanzielle Unterstützung.

*Konstanzer Online-Publikations-System (KOPS)*
*URL: http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:bsz:352-2-1grzefxswjf4i8*

finden sein. Es ist somit nicht verwunderlich, dass dies zu einer Pluralität von analytischen und methodischen Ansätzen in der Kriegsursachenforschung geführt hat. Das vorliegende Kapitel beschäftigt sich mit zwei dieser Ansätze, der Modellierung und der Simulation. Es gibt einen Überblick, wie Modelle und Simulationen in der Analyse von kriegerischer Auseinandersetzung eingesetzt werden, und wie sie uns helfen können, diese Phänomene zu erklären.

Die Anwendung dieser Techniken auf Gewaltkonflikte geht zurück auf Lewis Fry Richardson, einen britischen Mathematiker. Richardsons Arbeiten, auf die weiter unten genauer eingegangen wird, gehören in mehrerlei Hinsicht zu den Pionierarbeiten in diesem Bereich. Er war einer der ersten Forscher, der zwei Kernansätze der Naturwissenschaften auf Gewalt und Krieg anwandte. Dies ist zum einen die Beschreibung dieser Phänomene durch mathematische Modelle, zum anderen die empirische, transparente und replizierbare Messung wichtiger Variablen aus diesem Forschungsfeld. Dies war im frühen 20. Jahrhundert, als Richardson seine Arbeiten verfasste, ein weitgehend unbekannter Ansatz in den Sozialwissenschaften; so leitet Richardson seine erste Arbeit zu diesem Thema, *The Mathematical Psychology of War*, mit einer Entschuldigung für die Anwendung von Mathematik auf die Analyse von Krieg ein. Inzwischen jedoch gehören Statistik und mathematische Modellierung in diesem Bereich zu den Standardwerkzeugen, und ein Großteil der gegenwärtig führenden Forschung zu diesem Thema greift auf sie zurück.

Dieses Kapitel beginnt mit einem kurzen Überblick zum Forschungsgegenstand „Krieg und Gewalt“ und den Fragestellungen, mit denen sich diese Forschung beschäftigt. Es konzentriert sich dann auf zwei Gruppen von Modellen, zum einen statistische und formale Modelle, welche durch mathematische Ableitungen und numerische Approximationen „gelöst“ werden, und zum anderen Simulationsmodelle, welche (Computer-)Simulation verwenden, um ein Modellergebnis zu bestimmen. Ein Handbuchkapitel, wie das vorliegende, ist notwendigerweise unvollständig und kann der Komplexität eines Forschungsbereichs kaum Rechnung tragen. Bedingt durch den fachlichen Hintergrund des Autors beschränkt sich die Darstellung auf kriegerische Konflikte mit einem politischen Hintergrund. Diese Einschränkung, welche im nächsten Abschnitt näher erläutert wird, schließt viele Arten von Gewalt aus, ist aber unvermeidbar, um das Kapitel in einem überschaubaren Rahmen zu halten.

## 2 Gewaltkonflikte: Definition und Forschungsfragen

Bevor dieser Artikel auf Modellierungs- und Simulationsansätze eingeht, ist es notwendig, zuerst den Begriff der „politischen Gewalt“ abzustecken und eine kurze Übersicht zu den Forschungsfragen zu geben, mit denen sich dieser Bereich beschäftigt. Der Schwerpunkt liegt dabei auf „kriegerischen“ Konflikten, welche nur eine Teilmenge aller gewaltsamen Konflikte darstellen, die jedoch in ihren gesellschaftlichen Auswirkungen zu den weitaus verheerendsten gehören. Obwohl es innerhalb dieser kriegerischen Konflikte zu verschiedenen Formen von Gewalt kommen kann, stellen diese Konflikte die grundlegenden sozialen Phänomene dar, mit denen sich dieses Kapitel

beschäftigt. Deshalb möchte ich in diesem Abschnitt definieren, was wir unter einem kriegerischen Konflikt verstehen.

> *Kriegerische Konflikte sind mit Waffengewalt geführte politische Auseinandersetzungen, bei denen mindestens einer der beteiligten Akteure eine im Regierungsauftrag handelnde militärische Organisation ist.*

Vier Kerneigenschaften dieser Konflikte sind hier herauszuheben:

1. Der Konfliktgegenstand ist politischer Natur. Damit grenzen wir *politische* Gewalt von anderen Arten körperlicher Gewalt ab, wie z.B. krimineller oder häuslicher Gewalt. Diese Auffassung von Krieg als „Fortsetzung der Politik mit anderen Mitteln“, wie sie von Clausewitz (1832) bezeichnet, inspiriert viele formale Modellierungsansätze, wie wir weiter unten sehen werden.
2. Der Staat ist einer der Konfliktakteure. In internationalen und Bürgerkriegen ist die Regierung zumindest eines Staates an den Gewalthandlungen beteiligt, in der Regel durch eine oder mehrere von ihr beauftragte Organisationen. Dies ist meistens das staatliche Militär, manchmal jedoch aber auch eine irreguläre Gruppe (z.B. Milizen). Die Beteiligung des Staates grenzt die hier betrachteten Kriege von Gewaltkonflikten zwischen nichtstaatlichen (z.B. ethnischen) Gruppen ab, welche auch eine deutliche politische Komponente haben können.
3. Die beteiligten Akteure verfügen über einen gewissen Grad an Organisation. Dies bedeutet, dass kriegerische Auseinandersetzungen von Organisationen ausgetragen werden, die zum Zwecke der Gewaltanwendung gegründet wurden, oder die sich später diesem Zweck verschrieben haben. Somit sprechen wir nicht von einem Krieg im engeren Sinne, wenn einer der Konfliktakteure über keine Organisationsstruktur verfügt. Dies ist beispielsweise der Fall, wenn Gewalt ausschließlich von einer Seite ausgeht, wie bei gewaltsamer Vertreibung ethnischer Minoritäten durch staatliche Sicherheitsorgane.
4. Der Grad der Gewalteskalation ist so hoch, dass wir von einem „Krieg“ sprechen. Ein Krieg ist in der Regel mit tödlicher Gewalt verbunden, die in einem gewissen Ausmaß stattgefunden hat. Vereinzelte gewaltsame Interaktionen zwischen Konfliktakteuren, die nicht mit tödlicher Gewalt verbunden sind, werden deshalb normalerweise nicht als „Krieg“ bezeichnet. So ist zum Beispiel eine mit Gewalt aufgelöste Protestkundgebung für sich genommen kein „Krieg“, kann aber bei zunehmender Mobilisierung und Gewaltanwendung der Opposition zu einem solchen eskalieren.

Diese Definition lässt sich nun weiter verfeinern. Wir sprechen von *internationalen* oder *zwischenstaatlichen* Kriegen, wenn ein Krieg zwischen zwei Staaten und ihren militärischen Organisationen ausgetragen wird. Ein *Bürgerkrieg* hingegen findet innerhalb eines Staates zwischen der Regierung und einer bewaffneten Gruppierung statt. In beiden Fällen ist der Konfliktgegenstand politischer Natur (Punkt 1 der obigen Definition): In zwischenstaatlichen Konflikten geht es häufig um territoriale Fragen und Grenzverläufe (Holsti 1991). In Bürgerkriegen hingegen kämpfen die Parteien in vielen Fällen um die Regierungsmacht im Lande, oder aber um regionale Selbstbestimmung (Gleditsch et al. 2002). Sowohl in internationalen als auch in Bürgerkriegen

ist der Staat auf einer Seite an den Kampfhandlungen beteiligt (Punkt 2), und die beteiligten Gegner verfügen über einen Grad von Organisation (staatliches Militär bzw. organisierte Rebellengruppen, Punkt 3).

Punkt 4 bedarf einer etwas ausführlicheren Diskussion. Obwohl es unstrittig ist, dass ein Krieg *tödliche* Gewalt beinhalten muss, gibt es unterschiedliche Meinungen darüber, *wie viel* dieser Gewalt passiert sein muss, damit wir von einem Krieg sprechen können. In der empirischen Forschung hat sich der Ansatz durchgesetzt, mit (meist jährlich erhobenen) Schwellenwerten zu arbeiten. So spricht zum Beispiel das *Correlates of War* Projekt von einem Krieg, wenn in einem Jahr mindestens 1000 Tote zu verzeichnen sind, die unmittelbar aufgrund der Kampfhandlungen umkamen (Sarkees & Waymann 2010). Einen deutlich niedrigeren Schwellenwert (25) verwendet das *Armed Conflict Dataset*, welches gemeinsam von der Universität Uppsala und dem *Peace Research Institute Oslo* herausgegeben wird (Gleditsch et al. 2002).[2]

Die sozialwissenschaftliche Forschung zu kriegerischen Konflikten hat sich auf verschiedene Forschungsfragen im Zusammenhang mit diesem Untersuchungsgegenstand konzentriert. Ich möchte im Folgenden eine grobe Einteilung dieser Forschungsfragen verwenden, welche auch meine folgende Diskussion der Modellierungs- und Simulationsansätze strukturiert. (i) *Kriegsausbruch.* Eine der wichtigsten und am häufigsten untersuchten Forschungsfragen ist die nach den Auslösern kriegerischer Gewalt. Auf diese Frage konzentriert sich nach wie vor der Großteil der Literatur, und die meisten der unten beschriebenen Ansätze gehen auf diese Frage ein. (ii) *Kriegsdynamik.* Die Dynamik von Gewalt innerhalb laufender Kriege hat in den letzten Jahren zunehmend an Bedeutung gewonnen, nicht zuletzt durch die aufkommende Mikro-Forschung auf diesem Gebiet. Untersuchungen in dieser Kategorie beschäftigen sich beispielsweise mit verschiedenen Gewaltformen in kriegerischen Konflikten, oder mit Rolle von Zivilisten. (iii) *Kriegsbeendigung.* Die dritte Kategorie beinhaltet Fragen der Beendigung von Krieg und Gewalt. Hier geht es z.B. um Mediation, oder internationale Interventionen wie militärische Friedenssicherung.

In den folgenden drei Teilen dieses Artikels möchte ich nun existierende Arbeiten zum Forschungsbereich „politische Gewalt“ präsentieren, die sich auf Modelle und Simulationen stützen. Ich folge dabei der Unterscheidung, die dieses Handbuch macht, und beginne mit Modellierungsansätzen. Dieser Begriff ist allerdings, wie schon in den einleitenden Kapiteln dieses Handbuchs dargelegt, recht breit gefasst. Die hier besprochenen Modelle leiten ihre „Lösungen“ analytisch – im Falle formaler Modelle – oder durch mathematische Optimierung – wie bei den meisten statistischen Modellen – her. Der dritte Teil diskutiert diejenigen Ansätze, die dies durch Computersimulation erreichen.

## 3 Statistische Modellierungsansätze

Modellierungsansätze im Bereich der Konfliktforschung, so wie sie in diesem Beitrag diskutiert werden, können in zwei grobe Kategorien eingeteilt werden. In diesem Ab-

[2] Zu möglichen Problemen bei der Verwendung von Opferstatistiken siehe Sambanis (2004), Gohdes & Price (2013) sowie Lacina & Gleditsch (2013).

schnitt diskutiere ich *variablenzentrierte* Modelle aus der Statistik (siehe auch den Beitrag von Rohwer in diesem Handbuch) und Ökonometrie, welche mit empirisch erhobenen Variablen operieren. Der Schwerpunkt dieser Modelle liegt darauf, statistische Zusammenhänge zwischen diesen Variablen zu identifizieren, die unter bestimmten Voraussetzungen kausal interpretiert werden können. Im nächsten Abschnitt betrachte ich *akteurszentrierte* Modelle, welche ihren Schwerpunkt auf soziale Akteure und nicht auf messbare Variablen legen. Diese Modelle versuchen zu erklären, wie soziale Interaktionen und strategische Abhängigkeiten zwischen diesen Akteuren zu Krieg oder Frieden führen.

### *3.1 Stochastische Prozesse und Statistische Modelle*

Die in diesem Abschnitt diskutierten Techniken fallen unter den Begriff der „variablenzentrierten“ Modelle, da sie darauf abzielen, Beziehungen zwischen empirisch erhobenen Variablen zu isolieren und nachzuweisen. Im Gegensatz zu vielen der weiter unten diskutierten formalen- und Simulationsmodellen, welche soziale Akteure und Prozesse explizit abbilden, sind hier die Korrelations- und Kausalbeziehungen zwischen Variablen von primärem Interesse, und nicht die sozialen Dynamiken, welche diese Beziehungen verursachen. Aus diesem Grund kommen variablenzentrierte Modelle häufig in Kombination mit akteurszentrierten Modellen zum Einsatz: Letztere werden zur Ableitung von empirisch beobachtbaren Zusammenhängen verwendet, welche dann mit ersteren überprüft werden können.

#### *Die Anfänge der statistischen Kriegsursachenforschung*

Wie schon oben erwähnt begründet sich die empirisch-quantitative Konfliktforschung auf die Arbeiten Lewis Fry Richardsons (Rapoport 1957). Richardson trug in mehrerlei Hinsicht zu diesem Forschungsfeld bei; eine seiner Innovationen war die Anwendung von Statistik auf die Analyse von Krieg und Frieden.[3] Richardson interessierte sich für eine Vielzahl von Fragen aus diesem Forschungsfeld. Eine seiner wichtigsten statistischen Arbeiten beschäftigt sich mit der Größe von Gewaltkonflikten (Richardson 1960). Die Größe eines Konfliktes wird dabei anhand der Opferzahl gemessen, die dieser Konflikt generiert, wobei der Bereich der betrachteten Konflikte sehr breit ist (von Mordfällen mit einer Opferzahl von 1 bis zu Weltkriegen). Richardson weist nach, dass die statische Verteilung dieser Opferzahlen einem Potenzgesetz folgt, also in einem doppelt-logarithmischen Schaubild eine gerade Linie ergibt. Die Besonderheit daran ist, dass die Häufigkeit sehr großer Ereignisse (Weltkriege) sehr viel höher ist als erwartet (*fat tail* der Verteilung).[4] Richardsons Interessen gingen weit über diese Fragestellung hinaus, er beschrieb auch andere empirische Eigenschaften von Kriegen statistisch, wie z.B. die Anzahl der Staaten in Kriegsallianzen, oder die Verteilung

[3] Richardsons andere Innovation war der Einsatz von theoretischen Modellen, die er mathematisch ausdrückte. Diese werden weiter unten diskutiert.

[4] Dieses Ergebnis wurde vielfach in der Literatur aufgegriffen und repliziert, siehe z.B. Cederman 2003.

von Kriegen über die Zeit. All diese Arbeiten sind die ersten, welche Gewaltkonflikte zu messen und statistisch zu beschreiben versuchen. Die quantitative Analyse von Konflikten mit statistischen Modellen wurde wenig später weiterentwickelt von Quincy Wright (1942). Wright interessierte sich in erster Linie für Faktoren, die die Wahrscheinlichkeit von innerstaatlichen Kriegen beeinflussen. So untersuchte er z.B. mit einfachen Korrelationskoeffizienten, wie die Intensität von Nationalismus in einem Staat einhergeht mit der Tendenz, an kriegerischen Konflikten beteiligt zu sein.

Bald darauf gewann die quantitative Kriegsursachenforschung weiter an Bedeutung. Die Forschung ging dabei über die recht einfachen Datensammlungen von Richardson und Wright hinaus, welche häufig von den Autoren alleine in mühsamer Arbeit erstellt wurden. Das *Correlates of War* (COW) Projekt versuchte, eine umfassende Anzahl von Faktoren empirisch zu messen, welche mit kriegerischer Gewalt in Verbindung stehen (Singer & Small 1972). Dazu wurden zuerst alle inter- und intrastaatlichen Konflikte erfasst, welche in der post-napoleonischen Zeit stattfanden. Entsprechend dem Standard der Transparenz und Replizierbarkeit mussten dazu auch zusätzliche Definitionen festgelegt werden, z.B. was genau ein Staat im internationalen System ist. Diese COW Definition wird bis heute noch vielfach in der empirischen Forschung verwendet, auch wenn sie gewisse Kritik erfuhr (Gleditsch & Ward 1999). Die Daten des COW Projektes wurden dann eingesetzt, um zu testen, wie verschiedene erklärende Faktoren mit Konflikt korrelieren. Dies geschah häufig in bivariaten Korrelationstests (siehe z.B. Singer & Small 1966).

Ein empirisches Projekt, welches sich speziell mit den Determinanten ethnischer Konflikte beschäftigte, war das von Ted Robert Gurr ins Leben gerufene „Minorities at Risk“ (MAR) Projekt (Gurr 1970). MAR verfolgte einen ähnlichen Ansatz wie COW, zielte allerdings auf speziell ethnisch motivierte Konflikte. Zu diesem Zweck wurden globale Daten zu ethnischen Gruppen erhoben, welche unter dem Risiko politischer Diskriminierung und Verfolgung standen.[5] Gurr verwendete diese Datensammlung um zu zeigen, dass relative Deprivation, also die systematische politische und ökonomische Benachteiligung ethnischer Gruppen, zu gewaltsamem Konflikt führt (Gurr 1968). Er setzte dazu auch lineare Regressionsmodelle ein, welche Konfliktintensität in Abhängigkeit von verschiedenen Faktoren modellieren. Diese Art multivariater Regression wird heutzutage mehrheitlich in der Konfliktforschung eingesetzt und wird im nächsten Abschnitt näher diskutiert.

*Multivariate Regressionsanalyse*

Multivariate Regressionsanalyse ist der vorherrschende statistische Ansatz in der heutigen quantitativen Konfliktforschung. Ein Regressionsmodell schätzt den individuellen Einfluss mehrerer unabhängiger Variablen auf eine abhängige Variable. Durch das statistische Kontrollieren möglicher Störvariablen lassen es diese Modelle eher zu, die gefundenen Korrelationen als Kausalbeziehungen zu interpretieren, als die oben erwähnten bivariaten Vergleiche in der frühen quantitativen Konfliktforschung. Die

[5] Diese Art von Fallauswahl ist offensichtlich problematisch, da sie mit der abhängigen Variable korreliert ist. Zur Problematik des *selection bias* in MAR siehe Hug 2012.

einfachste Form ist das lineare Modell, wo eine (kontinuierliche) abhängige Variable als gewichtete Summe der unabhängigen Variablen ausgedrückt wird.

Häufiger werden in der Kriegsursachenforschung jedoch nichtlineare Modelle eingesetzt, welche den Effekt der unabhängigen Variablen auf eine nichtkontinuierlich skalierte abhängige Variable schätzen. Dererlei unabhängige Variablen treten in der Konfliktforschung häufig auf. Beispielsweise werden dichotome (zweiwertige) Variablen verwendet, um die zwei Zustände „Krieg“ (Wert „1“) und Frieden (Wert „0“ ) zu repräsentieren. Für diese Art von Variable kommen typischerweise logistische (*logit*) oder *probit*-Regressionsmodelle zum Einsatz. Was ist die Untersuchungseinheit in solchen Modellen? In der quantitativen Analyse zwischenstaatlicher Konflikte sind dies meist Dyaden (Paare) von Staaten. Die empirische Datenbasis für ein solches Regressionsmodell enthält dann alle möglichen dieser Dyaden im internationalen System, häufig mit jährlichen Beobachtungen, wovon diejenigen Dyaden-Jahre in der abhängigen Variable mit „1“ codiert sind, in denen die beiden Staaten in einen zwischenstaatlichen Konflikt verwickelt waren, und „0“, falls das nicht der Fall war. Quantitative Analysen zum demokratischen Frieden verwenden häufig diesen dyadischen Ansatz zusammen mit einem logit- oder probit-Modell. Die grundlegende Frage in diesen Arbeiten ist, wie sich das politische System eines Staates auf die Wahrscheinlichkeit auswirkt, dass ein Staat in einen internationalen Krieg verwickelt ist (Cederman 2001b).

In der Analyse von Bürgerkriegen wird die abhängige Variable „Konflikt“ meist nicht dyadisch, sondern für einzelne Staaten erfasst. Hier ist das Ziel zu erklären, welche Faktoren einen Staat anfällig für interne Konflikte machen. Auch hier werden jährliche Beobachtungen verwendet, die sich häufig auf die Zeit nach dem 2. Weltkrieg beschränken. Bekannte Analysen dieser Art sind Fearon & Laitin (2003) oder Collier & Hoeffler (2004), welche postulieren, dass Bürgerkriege nicht durch politische oder ökonomische Ungleichheiten (*grievances*) entstehen, sondern nur durch die strukturellen Merkmale einer Umgebung, die die Anwendung von politischer Gewalt überhaupt erst erlaubt. Letzteres kann z.B. ein schwacher Staat sein, der nicht über ausreichende Ressourcen verfügt, um mögliche Rebellionen zu verhindern. Dieses Ergebnis beruht allerdings auf hochaggregierten Indikatoren auf der Länderebene, welche keinen direkten Test der Kausalmechanismen erlauben. Statt Daten auf Länderebene verwenden Cederman, Wimmer & Min (2010) und Cederman, Weidmann & Gleditsch (2011) deshalb gruppenbasierte Indikatoren, welche dieses Ergebnis widerlegen und den Einfluss von politischer Diskriminierung und wirtschaftlicher Ungleichheit klar zeigen. Wie alle oben diskutierten Analysen stützen sich auch diese Arbeiten auf Regressionsanalysen mit binären abhängigen Variablen. Da die Werte dieser abhängigen Variablen für ein Land über die Zeit häufig hoch korreliert sind – was eine der Grundannahmen von Standard-Regressionsmodellen verletzt, muss die zeitliche Abhängigkeit explizit modelliert werden (Beck, Katz & Tucker 1998; Carter 2010).

Neben den oben genannten gibt es eine Reihe von anderen Regressionsmodellen, die in der Konfliktforschung zum Einsatz kommen. Ein Beispiel aus der Forschung zu *Kriegsdynamik* ist die Frage nach der Intensität eines Bürgerkriegs, d.h. der Opferzahl. Letztere ist dabei eine natürliche Zahl, was die Anwendung geeigneter Regressionsmodelle notwendig macht, wie z.B. Poisson- oder Negative Binomialmodelle (siehe auch den Beitrag von Benner & Poppe in diesem Handbuch). Studien zu Konflikt*dauer* und

*-beendigung* wiederum verwenden Methoden der Ereignisdatenanalyse aus der klinischen Forschung. Diese Modelle wurden ursprünglich dazu entwickelt, den Einfluss verschiedener Determinanten auf Überlebenswahrscheinlichkeit kranker Patienten zu testen und können mit rechtszensierten Daten umgehen (Bock-Steffensmeier & Jones 2004). In der Konfliktforschung werden sie eingesetzt, um den Einfluss verschiedener Faktoren auf das „Überleben", also das Andauern eines Konfliktes bzw. seine Beendigung zu untersuchen. Beispiele dafür sind Fearon (2004) und Cunningham (2006).

*Alternative statistische Ansätze*

Bei den oben beschriebenen Verfahren handelt es sich um die Standard-Methodologie in der quantitativen Kriegsursachenforschung. Neben diesen Ansätzen gibt es jedoch eine Vielzahl von alternativen Techniken, die Einzug in diesen Forschungsbereich gehalten haben. Eine davon ist die räumliche Regressionsanalyse. Sie kommt ursprünglich aus der Geographie und wurde für Anwendungen empfohlen, bei denen räumlich benachbarte Beobachtungen häufig hoch korreliert sind. Diese räumliche Abhängigkeit ist problematisch für normale Regressionsmodelle, welche auf der Annahme beruhen, dass Beobachtungen unabhängig sind (unkorrelierte Fehlerterme, siehe Ward & Gleditsch 2008). Räumliche Regressionsmodelle hingegen können mit dieser Abhängigkeit umgehen und sie explizit modellieren. In der Konfliktforschung kommen sie häufig in Mikro-level Studien über die geographische Dynamik von Konflikten zum Einsatz (Weidmann & Ward 2010). Es gibt jedoch auch Anwendungen, wo räumliche Regressionsmodelle zur Modellierung nichtgeographischer Abhängigkeiten eingesetzt werden, sowohl in der Forschung zu internationalen Konflikten (Beck, Gleditsch & Beardsley 2006) als auch Bürgerkriegen (Metternich & Wucherpfennig 2012).

Eine Reihe von erweiterten Verfahren wird eingesetzt, um die kausale Interpretierbarkeit eines statistischen Modells zu verbessern. Obwohl experimentelle und quasi-experimentelle Methoden auch in der Konfliktforschung Einzug halten (Lyall 2010), beruht die Mehrheit der Forschung auf Beobachtungsstudien. Die Standardannahme in der multivariaten Statistik ist, dass durch die Kontrolle anderer möglicher Einflussvariablen der Effekt der unabhängigen Variable isoliert werden kann. In der Konfliktforschung ist dies allerdings in vielen Fällen schwierig, da beispielsweise die Richtung der Kausalität nicht klar erkennbar ist, oder mögliche Störvariablen nicht oder nicht ausreichend gemessen werden können. Aus diesem Grund bedient man sich quasi-experimenteller Methoden wie z.B. Instrumentvariablen (IV). Eine solche exogene IV korreliert mit der unabhängigen Variable, nicht aber mit der abhängigen Variable und kann so eingesetzt werden, um den Einfluss der exogen induzierten Varianz in der unabhängigen auf die abhängige Variable zu schätzen. Dazu wird normalerweise ein *two-stage least squares* Regressionsmodell eingesetzt. Ein Beispiel für eine solche Studie ist Miguel, Satyanath & Sergenti (2004), die Niederschlag als IV für Wirtschaftswachstum verwendet, um den Effekt von letzterem auf Bürgerkrieg zu untersuchen. Es gibt weitere quasi-experimentelle Ansätze wie z.B. Regressions-Diskontinuitäts-Designs oder *matching*, welche aber primär auf das Forschungsdesign und die Fallauswahl abzielen und in sich keinen neuen Modellierungsansatz darstellen (Morgan & Winship 2007).

Auch Ansätze aus dem statistischen maschinellen Lernen haben ihre Anwendung in der Konfliktforschung gefunden. Obwohl diese Werkzeuge auch zu den variablenzentrierten Ansätzen gehören, unterscheidet sich ihr Einsatz von den oben beschriebenen Regressionsmodellen. Während letztere primär zum Test theoretisch abgeleiteter empirischer Beziehungen dienen, sind Methoden des maschinellen Lernens in der Lage, Beziehungen zwischen Variablen induktiv, also aus den Daten heraus, zu entdecken. Schrodt (2000) verwendet *Hidden Markov Models* (siehe auch den Beitrag von Benner & Poppe in diesem Handbuch), um Eskalationsmuster internationaler Krisen vorauszusagen. Diese Modelle wurden vor allem zur Sequenzanalyse von Genomen in der Biologie eingesetzt. Schrodt versucht, auf der Basis der beobachteten Interaktion von zwei Staaten zu prognostizieren, ob und wann eine weitere gewaltsame Eskalation zwischen diesen Staaten stattfindet. Beck, King & Zheng (2000) verwenden neuronale Netze (siehe auch den Beitrag von Ch. Klüver in diesem Handbuch) zur Schätzung eines hochinteraktiven Modells zur Erklärung des Auftretens von internationalen Kriegen in einem dyadischen Datensatz. Sie zeigen, dass dieses Modell eine deutlich bessere Vorhersagerate erzielen kann als ein herkömmliches logistisches Modell. Der Sammelband von Trappl (2006) illustriert die Anwendung verschiedener Techniken aus dem maschinellen Lernen auf Fragen der Konfliktforschung anhand mehrerer Fallstudien.

### *3.2 Stärken und Schwächen statistischer Ansätze*

Statistische Modelle werden in der Konfliktforschung zur Erfassung genereller Muster eingesetzt. Die Stärke dieses Ansatzes ist, generelle Zusammenhänge zwischen konfliktverursachenden Faktoren und ihren Effekten über eine große Anzahl von Fällen hinweg aufzeigen zu können. Der Fokus auf oft recht hoch aggregierte Variablen lässt allerdings einen direkten Test der Mechanismen, welche eine statistische Beziehung hervorbringen, manchmal nicht zu. Auch ist die kausale Interpretation von gefundenen Korrelationen in Standard-Regressionsmodellen häufig fraglich, so dass alternative Techniken eingesetzt werden sollten. Eine weitere Kritik ist, dass sich wissenschaftliche Schlussfolgerungen, die auf Regressionsanalysen beruhen, sich häufig und ausschließlich auf statistische Signifikanz der einzelnen Koeffizienten stützen. Ward, Greenhill & Bakke (2010) weisen auf dieses Problem hin und zeigen, dass diese Modelle – trotz statistischer Signifikanz – oft nicht oder nur in geringem Maße in der Lage sind, Kriegsereignisse vorherzusagen. Das Plädoyer der Autoren ist, die Qualität der Vorhersage und nicht die statistische Signifikanz als Gütekriterium für ein Modell heranzuziehen.

## 4 Formale Modelle

Dieser Abschnitt wendet sich nun einer anderen Art von Modellierung zu, der formalen Modellierung anhand mathematischer Gleichungen. Während die oben diskutierten statistischen Modelle auf empirisch belegbare Beziehungen zwischen Variablen abzielen, dienen die Modelle in diesem Abschnitt der Formulierung und Präzisierung

theoretischer Argumente. Die in der Konfliktforschung verwendeten Modelle sind dabei überwiegend akteurszentriert, d.h. sie repräsentieren soziale Akteure als individuell handelnde Einheiten im Modell. Aus diesem Grund ähneln akteurszentrierte Modelle den Systemen, die sie abbilden, während das bei den oben beschriebenen statistischen Regressionsansätzen offensichtlich nicht der Fall ist.

Richardsons Pionierarbeit in der statistischen Konfliktforschung wurde bereits oben erwähnt. Gleichzeitig jedoch trug er auch zur Einführung der formalen Modellierung in diesem Forschungsbereich bei. Seine Arbeiten zu Rüstungswettläufen (Richardson 1935) sind ein Bespiel für akteurszentrierte Modellierung. Er beschreibt mit Differentialgleichungen (siehe auch den Beitrag von Müller-Benedict in diesem Handbuch), wie gegnerische Staaten (oder Allianzen von Staaten) auf militärische Aufrüstung auf der anderen Seite reagieren. Obwohl er seine Ableitungen nicht auf rationales Handeln von Akteuren zurückführt, wie dies die heutzutage vielfach verwendeten formalen Modelle tun, zeigen sie doch die Interdependenz der Akteure, die auch diese Modelle häufig aufweisen: die Entscheidungen eines Staates in Richardsons Modell haben direkte Auswirkungen auf andere Staaten und beeinflussen deren Handeln.

Modelle des rationalen Handelns (siehe auch den Beitrag von Saam & Gautschi in diesem Handbuch) stellen die große Mehrheit der formalen Ansätze in der Konfliktforschung dar. Wie bereits in früheren Kapiteln dieses Handbuchs diskutiert, kann man unterscheiden zwischen nutzentheoretischen und spieltheoretischen Modellen (siehe auch den Beitrag von Tutić in diesem Handbuch), wobei letztere die Interdependenz ausweisen, von der im letzten Abschnitt schon die Rede war: Die Handlungen eines Akteurs haben einen Einfluss auf andere Akteure, werden von diesen antizipiert und beeinflussen so deren Entscheidungen. Spieltheoretische Modelle sind entweder *kooperativ*, wo kooperatives Verhalten der beteiligen Akteure angenommen werden kann oder diese dazu gezwungen werden können, oder *nicht-kooperativ*, wo die Entscheidung zu kooperieren individuell von den Akteuren getroffen wird. Kooperative Spieltheorie spielt eine sehr geringe Rolle in der Kriegsursachenforschung, weshalb ich an dieser Stelle ausschließlich auf nicht-kooperative Spiele eingehe. Bei diesen Spielen unterscheide ich drei Arten, die zu den wichtigsten im Themenbereich dieses Kapitels gehören: Verhandlungsmodelle (siehe auch den Beitrag von Rieck in diesem Handbuch), Modelle des kollektiven Handelns, und Prinzipal-Agenten-Modelle (siehe auch die Beiträge von Gautschi, sowie Abraham & Jungbauer-Gans in diesem Handbuch).

Wie schon oben erwähnt, sehen Verhandlungsmodelle das Auftreten von Krieg im Clausewitzschen Sinne als Fortsetzung eines politischen Prozesses mit anderen Mitteln. Verhandlungsmodelle beschreiben Situationen, in denen zwei Akteure über die Aufteilung von Ressourcen streiten (Reiter 2003). Dies können beispielsweise materielle Ressourcen sein wie Land, oder aber immaterielle Größen wie Handelszölle. Diese Situationen sind dadurch charakterisiert, dass ein Vorteil für einen Akteur einen Nachteil für den anderen bedeutet – beispielsweise bedeutet mehr Land für einen Staat, dass dieses Land nicht von einem anderen Staat kontrolliert werden kann. Diese Art von Konflikten kann nun politisch verhandelt werden – beide Staaten können sich auf diplomatischem Wege auf eine neue Aufteilung des Landes einigen – oder aber, wenn diese Verhandlungen scheitern, durch gewaltsame Auseinandersetzungen. Der Grund

für Krieg – und das ist der zentrale Mechanismus in Verhandlungsmodellen in diesem Forschungsfeld – ist also das Scheitern des friedlichen Verhandlungsprozesses.

Aus dieser Sichtweise leitet sich auch das zentrale Rätsel rationalistischer Modelle für Konflikt ab. Da Krieg für alle involvierten Akteure hohe Kosten verursacht und somit ex post ineffizient ist, weshalb können die beteiligten Akteure sich nicht am Verhandlungstisch einigen? Aus der Sichtweise der *rational-choice* Theorie könnte also die Einigung, die durch Krieg herbeigeführt wird, auch vorher am Verhandlungstisch erzielt werden. Da dies die hohen Kosten von Krieg vermeiden würde, sollte diese Lösung von allen Beteiligten bevorzugt werden. Warum gibt es dennoch Kriege? Fearon (1995) diskutiert drei Erklärungen dafür. Erstens kann es *asymmetrische Informationen* zwischen den Akteuren geben. Wenn z.B. ein Staat seine eigene militärische Macht gegenüber einem anderen Staat als deutlich überlegen einschätzt, obwohl das in Wirklichkeit nicht so ist, wird er nicht willens sein, große Konzessionen am Verhandlungstisch zu machen, was letztendlich die Verhandlungen scheitern lassen wird. Zweitens kann es Glaubwürdigkeitsprobleme (*commitment problems*) zwischen den Akteuren geben. Ein Glaubwürdigkeitsproblem beschreibt die Schwierigkeit, dass eine am Verhandlungstisch getroffene Abmachung später von einer Seite nicht eingehalten wird. Die Antizipation dieses Problems kann wiederum zum Scheitern der Verhandlungen führen. Drittens führt Fearon das Problem der Unteilbarkeit von Ressourcen an. Eine Verhandlungslösung setzt meistens voraus, dass der Konfliktgegenstand aufteilbar ist, und auf die Konfliktparteien gemäß ihrer Stärke aufgeteilt werden kann. Nun ist dies aber häufig nicht möglich. Wenn z.B. ein gewisses Territorium einen hohen intrinsischen Wert für beide Parteien aufweist (wie z.B. die Stadt Jerusalem im Konflikt zwischen Israel und Palästina), ist eine Aufteilung unmöglich und die Verhandlungen scheitern.

Verhandlungsmodelle verdanken ihre Beliebtheit ihrer breiten Anwendbarkeit auf internationale und Bürgerkriege als auch der Tatsache, dass sie verschiedene Fragen wie Konfliktbeginn, -dynamik und -ende erklären können. Beispiele aus der Literatur zu internationalen Konflikten sind Bueno de Mesquita (1980), welcher eine Theorie des Erwartungsnutzens für Krieg entwickelt, die u.a. auf Informationsasymmetrien beruht. Morrow (1989) argumentiert, dass aufgrund der Unsicherheit, mit der Informationen über Ressourcen oder die Entschlossenheit eines Staates behaftet sind, vorhergehende Entscheidungen dieses Staates herangezogen werden können, um diese Informationen zu inferieren. Die Konfliktgeschichte kann also dazu beitragen, das Problem der Informationsasymmetrie teilweise zu umgehen. Diese Argumentation liegt auch Slantchevs (2003) Verhandlungsmodell zur Beendigung von kriegerischen Konflikten zugrunde. Er zeigt, dass unter gewissen Umständen nicht nur ein militärischer Sieg ausreichen kann, um einen Krieg zu beenden, sondern schon die Verminderung der Fähigkeit eines Staates, dem Gegner Schaden zufügen zu können. Auch in der Bürgerkriegsforschung werden Verhandlungsmodelle häufig verwendet. Fearon (2004) präsentiert ein Modell, dass Bürgerkrieg auf ein *commitment problem* zurückführt. In dem Modell macht die regierende Gruppe einer Minorität Versprechungen, die sie in der Zukunft aber möglicherweise nicht hält. Aus diesem Grund versucht die Minorität, ihre Ziele gewaltsam durchzusetzen, bevor die regierende Gruppe später ihre Macht konsolidiert und ein militärischer Sieg unwahrscheinlich wird. Cunningham (2006) untersucht die

Dauer von Bürgerkriegen und argumentiert, dass die Anzahl von Veto-Spielern den Verhandlungsprozess zur Beendigung eines Konflikts verzögert: Wenn mehr Akteure beteiligt sind, die ein Friedensabkommen ablehnen, wird eine Verhandlungslösung unwahrscheinlicher, und der Konflikt dauert an.

Die zweite große Gruppe von spieltheoretischen Modellen in der Konfliktforschung sind die Modelle des kollektiven Handelns, welche untersuchen, warum Individuen sich an einer potentiell gefährlichen Aktivität wie Bürgerkrieg oder politischem Protest beteiligen, und sind daher primär auf Bürgerkriege anzuwenden. Nach Olson (1965) ähneln diese Formen politischer Aktivität einem Gefangenendilemma (siehe auch den Beitrag von Raub et al. in diesem Handbuch), in dem jeder Akteur es individuell bevorzugen würde, sich nicht zu beteiligen. Weshalb sehen wir dennoch Bürgerkriege und Proteste? Schelling (1960) nimmt in seinen *tipping point* Modellen an, dass Individuen Erwartungen über andere Individuen bilden, die nicht der strategisch besten Entscheidung im Gleichgewicht entsprechen. Wenn also z.B. ein Akteur annimmt, dass die meisten seiner Bekannten an einem Protest teilnehmen (obwohl dies nicht die nach rationalen Gesichtspunkten beste Entscheidung ist), mag das dazu führen, dass auch er sich zur Teilnahme entscheidet. Dieser Prozess kann – je nach Verteilung dieser Annahmen in der Population – zur raschen kollektiven Mobilisierung führen. Die Modelle von Granovetter (1978) und später Kuran (1989) basieren auf dem selben Mechanismus oder einer Generalisierung davon (Medina 2007). Chwe (1999) überträgt dieses Modell auf ein soziales Netzwerk (siehe auch den Beitrag von Buskens et al. in diesem Handbuch), wo die Teilnahme eines Akteurs von den Entscheidungen seiner „Nachbarn“ im Netzwerk und somit der Struktur des Netzwerks abhängt. Muller & Opp (1986) erweitern den ursprünglichen Ansatz eines kollektiven Handlungsproblems um öffentliche Vorteile (neben rein privaten), die durch das Handeln erreicht werden sollen. Lichbach (1995) gibt eine umfassende Übersicht über mögliche Wege, wie das Problem des kollektiven Handelns in Bürgerkriegen gelöst werden kann. Alternativ wurden auch sog. *global games* auf diese Problem angewandt. Dieser Ansatz geht davon aus, dass kollektives Handeln nicht notwendigerweise als Gefangenendilemma aufgefasst werden muss (wo Nicht-Teilnahme die beste Strategie ist), sondern in manchen Situationen auch als Koordinationsspiel, in dem Teilnahme (also gegenseitige Kooperation) eine mögliche Strategie im Gleichgewicht ist (Morris & Shin 2001).

Der dritte und letzte Ansatz, den ich unter den spieltheoretischen Modellen diskutieren möchte, sind Prinzipal-Agenten-Modelle. Diese beschäftigen sich mit Situationen, in denen ein ein ausführender Agent von einem Auftraggeber (dem Prinzipal) für eine Tätigkeit angestellt wird und mit den Schwierigkeiten, die bei dieser Delegation auftreten können (Miller 2005). Gates (2002) formuliert die Rekrutierung von Rebellen als Prinzipal-Agenten-Modell. Im Unterschied zu den oben diskutierten Problemen des kollektiven Handels sieht er Rebellion nicht als freiwilligen Zusammenschluss von gleichberechtigten Individuen, sondern als hierarchischen Rekrutierungsprozess, wo Rebellenführer ihre Rekruten mit dem Ausführen von Gewalt beauftragen. Shapiro & Siegel (2007) wenden diesen Ansatz auf Terrororganisationen an, wo mächtige Geldgeber, wie bestimmte Staaten, häufig Mittelsmänner beauftragen, mit diesen Organisationen zu verhandeln, was den gesamten Prozess ineffizient macht. Salehyan (2010) schlägt eine Prinzipal-Agenten-Perspektive vor, um die Finanzierung von Re-

bellengruppen durch andere Staaten zu erklären. Er argumentiert, dass diese Form von Unterstützung den politischen Zielen des fremden Staates dient, eine direkte militärische Intervention aber häufig unmöglich ist.

Neben den drei Modellierungsansätzen, die oben kurz beschrieben wurden, gibt es viele weitere, die in der Konfliktforschung relevant sind, auf die aus Platzgründen aber nicht weiter eingegangen werden kann. Dazu gehören beispielsweise die *contest*-Modelle, welche die Allokation von Ressourcen verschiedener Parteien zu einem Konflikt und die daraus resultierenden Erfolgschancen modellieren (Konrad 2009; Skaperdas 1996; Hirshleifer 2001). Boulding (1962) beschreibt in seinen *loss-of-strength* Funktionen, wie sich die Stärke eines Staates mit zunehmender Entfernung von seinen Grenzen verringert. Dieses Konzept wurde in der Zwischenzeit auch auf Bürgerkriege übertragen (Buhaug, Cederman & Rød 2008). Weiterhin werden Modelle aus der Organisationstheorie auch auf die Produktion von Gewalt angewandt (Bueno de Mesquita 2010).

### *4.1 Stärken und Schwächen formaler Modelle*

Formale Modelle stellen eine Art der Theoriebildung in der Konfliktforschung dar, die sich durch mathematische Präzision und standardisierte Annahmen auszeichnet, welche die Ableitung von Hypothesen aus einem einheitlichen Theoriegebäude möglich macht. Diese Annahmen werden akteurszentriert abgeleitet, d.h. die elementaren Einheiten sozialen Handelns sind die sozialen Akteure, ihre strategischen Überlegungen und Entscheidungen. Die Grundannahmen der Theorien des rationalen Handelns haben durchaus einige Kritik erfahren, welche sich aber nicht ausschließlich auf die Konfliktforschung beschränkt und auf die deshalb nicht im Detail eingegangen wird (siehe beispielsweise Shapiro 2007). Einige Kritikpunkte gibt es jedoch, die sich speziell auf formale Modelle in der Konfliktforschung beziehen. Beispielsweise wird häufig auf die Schwierigkeit hingewiesen, Verhandlungsmodelle und ihre Anwendung auf kriegerische Konflikte empirisch nachzuweisen (Walt 1999: 31). Ein Problem ist, dass diese Modelle häufig mit recht abstrakten Konzepten arbeiten, die kein messbares empirisches Korrelat haben und deshalb angenommen werden müssen. Verhandlungsmodelle basieren z.B. häufig auf *Erwartungen* oder *Wahrnehmungen* der militärischen Stärke eines Gegners, welche dann in die eigene Kalkulation eines Akteurs eingehen. Diese Konstrukte sind in den seltensten Fällen empirisch messbar.[6] Ein anderer Kritikpunkt ist die Annahme einheitlich entscheidender und handelnder Akteure *(unitary actors)* in Modellen rationalen Handelns. Im Falle von Staaten beispielsweise zollt dies den vielfachen innenpolitischen Einflüssen auf internationale Politik keinen Tribut. Dies allerdings ist eine Vereinfachung, die auch komplexere Simulationsansätze teilweise machen. Wo sich formale Theorie und Simulation aber unterscheiden ist die Bedingung der mathematischen Lösbarkeit. Erstere verlangen eine analytische Lösung, was in der Regel der Komplexität dieser Modelle (z.B. Anzahl handelnder Akteure, Handlungsoptionen und -regeln) enge Grenzen setzt. Simulationsansätze, die im nächsten

[6] Siehe auch Signorino & Yilmaz (2003) für eine Diskussion des Problems, dass sich strategische Interaktionen nicht mit den weit verbreiteten linearen Modellen testen lassen.

Abschnitt vorgestellt werden, versuchen diese Schwierigkeiten zumindest teilweise zu umgehen.

## 5 Simulationsansätze

Die Anwendung von Simulationsmodellen in den Sozialwissenschaften ist eine deutlich jüngere Entwicklung verglichen mit den oben diskutierten statistischen und formalen Modellen. Da Simulationen in diesem Forschungsbereich fast ausschließlich auf Computer angewiesen sind, kamen die ersten Arbeiten mit dieser Methodik zu einer Zeit auf, als der Einzug des Computers in die Sozialwissenschaften begann, also in den 70er Jahren des letzten Jahrhunderts. Der vorherrschende Einsatz von Computermodellen war damals die Makrosimulation globaler Prozesse, welche z.B. in den Arbeiten des Club of Rome verwendet wurde (Meadows et al. 1972). Diese variablenbasierten Simulationen zielten darauf ab, komplexe Modelle auf der Makroebene, wie z.B. die globale Bevölkerungs- oder Ressourcenentwicklung, lösbar zu machen. Diese Modelle waren bis dato durch Systeme von Differentialgleichungen beschrieben worden, welche aber rasch die Grenzen analytischer Lösbarkeit erreichten. Simulationswerkzeuge dieser Art werden bis heute vielfach eingesetzt, haben aber in der Konfliktforschung nur eine geringe Bedeutung. Aus diesem Grund diskutiere ich in diesem Abschnitt ausschließlich die neueren akteursbasierten (oder agentenbasierten) Modelle, welche heute die am weitesten verbreitete Art der Computermodellierung in der Politikwissenschaft darstellen.

Was verspricht man sich von der Anwendung dieser Modelle in der Konfliktforschung? Es gibt mehrere Gründe. Im Vergleich zu den oben diskutierten variablenzentrierten statistischen oder formalen Modellen legen die Ansätze in diesem Abschnitt den Schwerpunkt auf eine explizite Repräsentation der sozialen Akteure. Man bewegt sich also, wie Macy & Miller (2002: 143) es bezeichnen, „from factors to actors“. Dies allerdings machen auch spieltheoretische Ansätze; was erstere jedoch von letzteren unterscheidet ist die Abbildung sozialer Mechanismen (Hedström & Swedberg 1998). Wo in einem spieltheoretischen Modell ein statisches Gleichgewicht abgeleitet wird, kann ein agentenbasiertes Modell die Sequenz sozialer Aktionen erfassen, die ein Ergebnis hervorbringen. Zusätzlich können Computermodelle heterogene Agenten beinhalten, oder auch komplexere Organisationen von Akteuren, was über die Annahme einheitlicher Akteure in formalen Modellen hinausgeht. Mit diesen Modellen lassen sich dann Simulations-„Experimente“ durchführen, in denen – ähnlich wie in der komparativen Statik spieltheoretischer Modelle – der Einfluss von Modellparametern auf die Ergebnisse untersucht werden kann. Dieser Teil des Handbuchkapitels gibt eine kurze Übersicht über die Anwendung von Agentenmodellen in der Forschung zu Gewaltkonflikten. Ich beginne mit den weit verbreiteten Multi-Agenten-Modellen und gehe dann auf zwei speziellere Formen dieser Modelle ein. Dies sind zum einen Netzwerkmodelle, zum anderen räumliche Modelle mit einer expliziten Repräsentation des geographischen Raumes.

### *5.1 Multi-Agenten-Modelle*

Multi-Agenten-Modelle (siehe auch den Beitrag von Flache & Mäs in diesem Handbuch) gehen zurück auf Schellings (1978) Segregationsmodell (siehe auch die Beiträge von Opp, Flache & Mäs sowie J. Schmidt in diesem Handbuch). Ein solches Modell besteht aus einer Population von individuell handelnden Akteuren – den Agenten – die ihre Umwelt wahrnehmen und deren Handlungen sich gegenseitig beeinflussen (Cederman 2001a). Im Modell wird jeder dieser Agenten typischerweise als ein einzelnes Objekt (im programmiertechnischen Sinne) abgebildet. Die frühesten Beispiele für diese Modelle in der Konfliktforschung finden sich in der Forschung zu internationalen Konflikten. Bremer & Mihalka (1977) präsentieren ein Modell, welches Kriege und Allianzen zwischen Staaten im internationalen System modelliert. Staaten sind als sechseckige Zellen in einem künstlichen zweidimensionalen Raum abgebildet. Diese Staaten können sich nun zu internationalen Allianzen zusammenschließen, um benachbarte Staaten anzugreifen und zu erobern. Diese Abbildung eines realpolitischen Systems wurde dazu verwendet, um u.a. die Evolution des Machtgleichgewichts unter verschiedenen Bedingungen zu simulieren. Cusack & Stoll (1990) entwickeln ein ähnliches Modell eines internationalen Systems, welches, wie sie argumentieren, die Ableitung von Vorhersagen aus realpolitischen Annahmen besser erlaubt als die gemeinhin verbalen Spezifikationen.

Cederman (1997) stellt ein Modell vor, welches sich auf realpolitische Annahmen stützt, aber eine neue räumliche Repräsentation des internationalen Staatssystems einführt. In seinem *Geosim* Modell bestehen Staaten aus einer zusammenhängenden Menge elementarer räumlicher Einheiten, der „Provinzen“. Eine der Provinzen eines Staates ist die Hauptstadt, welche die dem Staat zur Verfügung stehenden Ressourcen auf die Frontlinien zu den Nachbarstaaten aufteilen kann. Unter bestimmten Bedingungen kann ein Staat einen Nachbarstaat angreifen, wobei die der Front zugeteilten Ressourcen auf beiden Seiten über den Konfliktausgang entscheiden. Mit diesem Modell untersucht Cederman (1997) verschiedene Fragen, wie die Entstehung eines multipolaren Staatssystems, oder den Einfluss von Nationalismus. Weitere Arbeiten wenden *Geosim* an, um Richardsons (1960) Potenzgesetz der Kriegsgröße (s.o.) zu modellieren (Cederman 2003), oder den Einfluss von Ethno-Nationalismus auf die Entstehung von Bürgerkriegen zu untersuchen (Cederman 2008). Weidmann & Cederman (2008) präsentieren eine Version von Geosim, die es erlaubt, eigene Strategien für Staaten zu entwickeln und diese in einem Wettkampf gegeneinander antreten zu lassen (vgl. Axelrod 1984).

Weitere Arbeiten aus der Bürgerkriegsforschung nutzen die Flexibilität des agentenbasierten Simulationsansatzes, um den hohen Grad an Dynamik und Interaktivität abzubilden, welcher diesen Typ von Konflikt charakterisiert. Lustick, Miodownik und Eidelson (2004) untersuchen die Frage, wie politische Institutionen – insbesondere solche, die ethnische Gruppen an der Regierungsmacht beteiligen – das Risiko von Sezessionskonflikten beeinflussen. Dazu entwickeln sie einen künstlichen Staat, in den mehrere ethnische Identitäten beheimatet sind, welche dann im Kontext verschiedener politischer Institutionen untersucht werden können. Ein anderes Modell von Bhavnani & Miodownik (2009) untersucht auch die Entstehung ethnischer Gewaltkonflikte,

konzentriert sich aber auf den Einfluss ethnischer Polarisierung, also der Anwesenheit von zwei ähnlich großen Gruppen in einem Land. Ein umfassendes Simulationsframework für Bürgerkriege, *REsCape*, kann eine Vielzahl von Einflüssen wirtschaftlicher, politischer und demographischer Art auf das Auftreten von Bürgerkrieg simulieren (Bhavnani, Miodownik & Nart 2008).

Die interne Dynamik von ethnischen Konflikten steht im Mittelpunkt einer anderen Gruppe von Modellen. Bhavnani (2006) untersucht, wie die Ausbreitung von Normen die Mittäterschaft im rwandischen Genozid von 1994 beeinflusst. Er geht der Frage nach, wie moderate Hutus durch sozialen Einfluss ihrer Peers dazu gebracht wurden, bei der Gewalt an der Gruppe der Tutsis mitzuwirken. Normen sind schwer empirisch zu beobachten, und so kann hier die Computersimulation ihre Stärken ausspielen. Ähnlich ist dies bei Gerüchten, auf welche sich die Arbeit von Bhavnani, Findley & Kuklinski (2009) konzentriert. Hier wird ein agentenbasiertes Modell zur Analyse von Gerüchten und ihrem Einfluss auf ethnische Konflikte verwendet. Nome & Weidmann (2013) betrachten die Diffusion von ethnischen Konflikten auf der transnationalen Ebene, und identifizieren, wie Normen interethnischen Verhaltens sich von einem in ein anderes Land ausbreiten können.

### *5.2 Netzwerkmodelle*

Multiagentenmodelle existieren in zahlreichen Varianten und eine der wichtigen davon sind die Netzwerkmodelle (siehe auch den Beitrag von Stauffer in diesem Handbuch). In einem regulären Agentenmodell sind die Akteure meist in einem Raum angeordnet, der aus regelmäßigen Zellen besteht (ein Grid). Dieses Grid definiert den sozialen Raum, in dem ein Akteur existiert, also seine persönlichen Nachbarn und Freunde. Netzwerkmodelle gestalten diese sozialen Beziehungen nun flexibler. Ein Netzwerk besteht aus einer Menge von Verbindungen zwischen Agenten, die im Gegensatz zu dem statisch gehaltenen sozialen Raum in einem Grid individuell gesetzt werden können. Damit erlaubt es das Modell, sowohl verschiedene nichtreguläre Netzwerkstrukturen im Modell abzubilden, als auch das Netzwerk dynamisch während der Simulation zu verändern und wachsen zu lassen. Daraus ergeben sich zwei verschiedene Kategorien von Modellen. Einerseits sind dies Modelle, wo die Struktur des Netzwerks ein Parameter ist. Hier wird das Netzwerk extern definiert und der Effekt auf ein bestimmtes Modellergebnis untersucht. Andererseits sind dies Modelle, wo das Netzwerk ein *Ergebnis* des Modellierungsprojektes ist.

Die meisten Netzwerkmodelle in der Konfliktforschung gehören zur ersten Kategorie. Siegel (2009) greift das klassische Problem des kollektiven Handelns auf, über das oben schon ausführlich berichtet wurde und überträgt es auf ein Netzwerk. Er argumentiert, dass die Entscheidung zur Teilnahme einerseits von einer intrinsischen Motivation abhängt, die für jeden Akteur individuell verschieden ist. Andererseits gibt es eine extrinsische Komponente, wo die Teilnahme von Freunden und Bekannten einen Akteur selbst zur Teilnahme bewegen kann. Letztere sind dabei definiert als Nachbarn im sozialen Netzwerk. Mit Hilfe von Simulation kann Siegel nun untersuchen, welche Netzwerkstrukturen nun besonders förderlich für kollektives Handeln sind. Ein erstaunliches Ergebnis ist, dass mehr Konnektivität im Netzwerk (also mehr

Verbindungen zwischen Akteuren) nicht notwendigerweise zu höheren Teilnehmerzahlen führen muss. Eine Fortführung dieser Arbeit beschäftigt sich mit Repression durch den Staat und zeigt, wie sich diese in verschiedenen Netzwerkstrukturen auswirken kann (Siegel 2011).

### *5.3 Geographische Modelle*

Eine andere Weiterentwicklung von Multiagentenmodellen ist die explizite Repräsentation von geographischem Raum. Die computertechnische Erfassung und Verarbeitung von räumlichen Daten ist ein breites Forschungsfeld, welches unter dem Begriff Geographische Informationssysteme (GIS) zusammengefasst wird. GIS kann verschiedene Arten von räumlicher Information elektronisch erfassen und nutzbar machen – Anwendungen wie *Google Maps* oder *Google Earth* machen diese Art von Daten einem breiten Publikum zugänglich. Die Verwendung von GIS-Daten in Computermodellen erlaubt es, eine explizite Darstellung des Raumes zu erreichen, in dem sich der modellierte soziale Prozess abspielt. Während die meisten Modelle ein abstraktes Verständnis von Raum haben (wie z.B. Schelling 1978), kann auf diese Weise ein höherer Grad an Übereinstimmung zwischen Modell und Realität erreicht werden.

In der Bürgerkriegsforschung gab es in den vergangenen Jahren einen starken Trend zur Arbeit mit räumlichen Daten (Cederman & Gleditsch 2009). Zahlreiche konfliktrelevante Variablen wurden mit GIS-Technologie erhoben und sind als solche Datensätze frei verfügbar (Gleditsch & Weidmann 2012). Dies begünstigt natürlich die Verwendung dieser Daten in Computermodellen zu Bürgerkriegen, und erste Modelle sind dazu schon vorhanden. Weidmann & Salehyan (2013) untersuchen die Interdependenz von Segregation und ethnischer Gewalt in Baghdad, 2006-2009. Sie präsentieren ein Computermodell, welches auf einer GIS-Karte der Stadtteile von Baghdad beruht. Das Modell verfügt über Akteure, die den zwei wichtigsten Gruppen in Baghdad, den Sunniten und Shiiten, angehören. Vor der Simulation werden diese Agenten den Stadtteilen entsprechend der empirisch gemessenen Anteile zugeteilt. Gewaltbereite Akteure der beiden Gruppen verüben dann Anschläge auf die Mitglieder der anderen Gruppe, was zur selektiven Migration dieser Gruppe und somit zu einer Veränderung der ethnischen Komposition der Stadtteile führt. Ein anderes Beispiel für ein derartiges geo-referenziertes Konfliktmodell ist Geller, Rizi & Łatek (2011), welches sich mit Drogenhandel und Gewalt in Afghanistan beschäftigt.

### *5.4 Stärken und Schwächen von Simulationsansätzen*

Die Entwicklung von Multiagentenmodellen hat in den letzten Jahren große Fortschritte gemacht, nicht zuletzt durch Werkzeuge wie NetLogo (Wilensky 1999) oder RePast (North & Macal 2007), welche das Design und die Evaluation dieser Modelle unterstützen. Komplexere Modelle, die beispielsweise Netzwerke oder sogar GIS-Daten verwenden, können mit diesen Werkzeugen replizierbar und ohne großen Programmieraufwand erstellt werden. Dennoch bleiben elementare Kenntnisse in Programmierung eine Voraussetzung zum Arbeiten mit dieser Methode, was eine nicht

unbeträchtliche Hürde darstellt, da diese Kenntnisse nicht Teil einer normalen Ausbildung in den Sozialwissenschaften sind.

Neben der technischen Komplexität, die diese Modelle potentiell anfällig für Fehler und für Laien nicht replizierbar macht, gibt es jedoch auch konzeptionelle Kritik an dieser Methode. Modelle in der Konfliktforschung basieren z.B. nicht auf einheitlichen theoretischen Annahmen, und sind deshalb nur sehr schwer zueinander in Beziehung zu setzen. Vielfach werden die Annahmen dieser Modelle als ad-hoc kritisiert. So wie die Methode der Computermodellierung keine Grundannahmen vorgibt, setzt sie auch wenig Grenzen, was die Komplexität des Modells angeht: Im Computerprogramm ist (fast) alles möglich. Dies führt dazu, dass viele Modelle einen Komplexitätsgrad erreichen, der es unmöglich macht, das Modell umfassend zu untersuchen und zu verstehen (siehe auch den Beitrag von Saam in diesem Handbuch). Dies wiederum, so argumentieren manche, stellt dann den Zweck der Modellierung infrage (Lustick 2009; De Marchi 2005). Eine weitere Herausforderung bleibt die systematische empirische Validierung von Modellen. Gerade die Integration von GIS-Daten sollte es allerdings in Zukunft einfacher machen, dem Anwender einen Anhaltspunkt zu geben, wie gut ein Modell empirisch beobachtete Vorgänge abbilden kann.

## 6 Zusammenfassung

Dieses Kapitel hat versucht, eine Übersicht zu den in der Konfliktforschung verwendeten Modellierungsansätzen zu geben. Die beschriebenen Ansätze reichen von statistischen Modellen, die Beziehungen zwischen Variablen nachweisen können, zu akteurszentrierten formalen- und Simulationsansätzen. Während letztere „operationale Theorien“ darstellen, die die Ableitung von Hypothesen aus komplexen Annahmen erlauben, dienen erstere häufig zum Test dieser Hypothesen. Der wissenschaftliche Nutzen dieser Modelle gerade in einem Forschungsfeld wie der Konfliktforschung ist hoch, da die Methodik der Sozialwissenschaften durch mangelnde Verfügbarkeit empirischer Daten oder die Schwierigkeit experimenteller Intervention deutlich eingeschränkt ist. Dennoch muss die Anwendung dieser Modelle mit Umsicht geschehen. Die Tatsache, dass ein Modell in mathematischen Symbolen oder einer Programmiersprache formuliert ist, lässt es zwar „präzis“ aussehen, allerdings muss diese Präzision nicht notwendigerweise gegeben sein (Etzioni 1962). Dennoch verlangen diese Ansätze, dass Annahmen explizit gemacht und Ableitungen reproduzierbar durchgeführt werden, so dass ein wissenschaftlicher Austausch über genau diese Fragen überhaupt erst möglich wird.

## Literaturverzeichnis

Axelrod, R. (1984) *The Evolution of Cooperation.* New York: Basic Books.

Beck, N., K. Gleditsch und K. Beardsley (2006) „Space Is More than Geography: Using Spatial Econometrics in the Study of Political Economy.“ *International Studies Quarterly* 50: 27–44.

Beck, N., J. Katz und R. Tucker (1998) „Taking Time Seriously: Time-Series-Cross-Section Analysis with a Binary Dependent Variable.“ *American Journal of Political Science* 42: 1260–1288.

Beck, N., G. King und L. Zeng (2000) „Improving Quantitative Studies of International Conflict: A Conjecture.“ *American Political Science Review* 94: 21–35.

Bhavnani, R. (2006) „Ethnic Norms and Interethnic Violence: Accounting for Mass Participation in the Rwandan Genocide.“ *Journal of Peace Research* 43: 651–669.

Bhavnani, R., M. Findley und J. H. Kuklinski (2009) „Rumor Dynamics in Ethnic Violence.“ *The Journal of Politics* 71: 876–892.

Bhavnani, R. und D. Miodownik (2009) „Ethnic Polarization, Ethnic Salience, and Civil War.“ *Journal of Conflict Resolution* 53: 30–49.

Bhavnani, R., D. Miodownik und J. Nart (2008) „REsCape: an Agent-based Framework for Modeling Resources, Ethnicity, and Conflict.“ *The Journal of Artificial Societies and Social Simulation* 11: 2.

Boulding, K. E. (1962) *Conflict and Defense. A General Theory.* New York: Harper and Row.

Box-Steffensmeier, J. M. und B. S. Jones (2004) *Event History Modeling: A Guide for Social Scientists.* New York: Cambridge University Press.

Bremer, S. A. und M. Mihalka (1977) „Machiavelli in Machina: Or Politics Among Hexagons.“ S. 303–337 in: K. Deutsch (Hg.) *Problems of World Modeling.* Boston: Ballinger.

Bueno Mesquita, B. (1980) „An Expected Utility Theory of International Conflict.“ *American Political Science Review* 74: 917–931.

Bueno Mesquita, E. (2010) „Regime Change and Revolutionary Entrepreneurs.“ *American Political Science Review* 104: 446–466.

Buhaug, H., L.-E. Cederman und J. K. Rød (2008) „Disaggregating Ethnic Conflict: A Dyadic Model of Exclusion Theory.“ *International Organization* 62: 531–551.

Carter, D. B. und C. S. Signorino (2010) „Back to the Future: Modeling Time Dependence in Binary Data.“ *Political Analysis* 18: 271–292.

Cederman, L.-E. (1997) *Emergent Actors in World Politics: How States and Nations Develop and Dissolve.* Princeton: Princeton University Press.

Cederman, L.-E. (2001a) „Agent-Based Modeling in Political Science.“ *The Political Methodologist* 10: 16–22.

Cederman, L.-E. (2001b) „Back to Kant: Reinterpreting the Democratic Peace as a Macrohistorical Learning Process.“ *American Political Science Review* 95: 15–31.

Cederman, L.-E. (2003) „Modeling the Size of Wars: From Billiard Balls to Sandpiles.“ *American Political Science Review* 97: 135–150.

Cederman, L.-E. (2008) „Articulating the Geo-Cultural Logic of Nationalist Insurgency.“ in: S. Kalyvas, I. Shapiro und T. Masoud (Hg.) *Order, Conflict, and Violence.* Cambridge: Cambridge University Press.

Cederman, L.-E. und K. S. Gleditsch (2009) „Introduction to Special Issue on ‚Disaggregating Civil War‘ .“ *Journal of Conflict Resolution* 53: 487–495.

Cederman, L.-E., N. B. Weidmann und K. S. Gleditsch (2011) „Horizontal Inequalities and Ethno-nationalist Civil War: A Global Comparison.“ *American Political Science Review* 105: 478–495.

Cederman, L.-E., A. Wimmer und B. Min (2010) „Why Do Ethnic Groups Rebel? New Data and Analysis.“ *World Politics* 62: 87–119.

Chwe, M. (1999) „Structure and Strategy in Collective Action.“ *American Journal of Sociology* 105: 128–156.

Clausewitz, C. S. Y. (1832) *Vom Kriege.* Berlin: Dümmlers Verlag.

Collier, P. und A. Hoeffler (2004) „Greed and Grievance in Civil War.“ *Oxford Economic Papers* 56: 563–595.

Cunningham, D. (2006) „Veto Players and Civil War Duration.“ *American Journal of Political Science* 50: 875–892.

Cusack, T. R. und R. J. Stoll (1990) *Exploring Realpolitik: Probing International Relations Theory with Computer Simulation.* London: Lynne Rienner Publishers.

De Marchi, S. (2005) *Computational and Mathematical Modeling in the Social Sciences.* Cambridge: Cambridge University Press.

Etzioni, A. (1962) „Review of Arms and Insecurity, Statistics of Deadly Quarrels.“ *American Journal of Sociology* 67: 464–466.

Fearon, J. D. (1995) „Rationalist Explanations for War.“ *International Organization* 49: 379–414.

Fearon, J. D. (2004) „Why Do Some Civil Wars Last So Much Longer Than Others?“ *Journal of Peace Research* 41: 275–301.

Fearon, J. D. und D. D. Laitin (2003) „Ethnicity, Insurgency and Civil War.“ *American Political Science Review* 97: 75–90.

Gates, S. (2002) „Recruitment and Allegiance: The Microfoundations of Rebellion.“ *Journal of Conflict Resolution* 46: 111–130.

Geller, A., S. M. M. Rizi und M. Latek (2011) „How Corruption Blunts Counternarcotic Policies in Afghanistan: A Multiagent Investigation.“ S. 121–128 in: L. Salerno, S. Yang, D. Nau und S.-K. Chai (Hg.) *Social Computing, Behavioral-Cultural Modeling and Prediction, 2011 Conference. Lecture Notes in Computer Science 6489.* Berlin: Springer.

Gleditsch, K. S. und M. D. Ward (1999) „Interstate System Membership: A Revised List of the Independent States since 1816.“ *International Interactions* 25: 393–413.

Gleditsch, K. S. und N. B. Weidmann (2012) „Richardson in the Information Age: Geographic Information Systems and Spatial Data in International Studies.“ *Annual Review of Political Science* 15: 461–481.

Gleditsch, N. P., P. Wallensteen, M. Eriksson, M. Sollenberg und H. Strand (2002) „Armed Conflict 1946-2001: A New Dataset.“ *Journal of Peace Research* 39: 615–637.

Gohdes, A. und M. Price (2013) „First Things First: Assessing Data Quality before Model Quality.“ *Journal of Conflict Resolution* 57: 1090–1108.

Granovetter, M. (1978) „Threshold Models of Collective Behavior.“ *American Journal of Sociology* 83: 1420–1443.

Gurr, T. R. (1968) „A Causal Model of Civil Strife: A Comparative Analysis Using New Indices.“ *American Political Science Review* 62: 1104–1124.

Gurr, T. R. (1970) *Why Men Rebel.* Princeton: Princeton University Press.

Hedström, P. und R. Swedberg (1998) „Social Mechanisms: An Introductory Essay.“ S. 1–31 in: P. Hedström und R. Swedberg (Hg.) *Social Mechanisms: An Analytical Approach to Social Theory.* Cambridge: Cambridge University Press.

Hirshleifer, J. (2001) *The Dark Side of the Force: Economic Foundations of Conflict Theory.* New York: Cambridge University Press.

Holsti, K. J. (1991) *Peace and War: Armed Conflicts and International Order, 1648–1989.* Cambridge: Cambridge University Press.

Hug, S. (2012) *Use and Misuse of MAR.* Geneva: University of Geneva, Working paper.

Konrad, K. A. (2009) *Strategy and Dynamics in Contests.* Oxford: Oxford University Press.

Kuran, T. (1989) „Sparks and Prairie Fires: A Theory of Unanticipated Political Revolution.“ *Public Choice* 61: 41–74.

Lacina, B. und N. P. Gleditsch (2013) „The Waning of War is Real: A Response to Gohdes and Price.“ *Journal of Conflict Resolution.*

Lacina, B., N. P. Gleditsch und B. Russett (2006) „The Declining Risk of Death in Battle.“ *International Studies Quarterly* 50: 673–680.

Lichbach, M. I. (1995) *The Rebel‘s Dilemma.* Ann Arbor: University of Michigan Press.

Lustick, I. S., D. Miodownik (2004) „Abstractions, Ensembles, and Virtualizations: Simplicity and Complexity in Agent-Based Modeling.“ *Comparative Politics* 41: 223–244.

Lustick, I. S., D. Miodownik und R. J. Eidelson (2004) „Secessionism in Multicultural States: Does Sharing Power Prevent or Encourage it?“ *American Political Science Review* 98: 209–229.

Lyall, J. (2010) „Are Coethnics More Effective Counterinsurgents? Evidence from the Second Chechen War.“ *American Political Science Review* 104: 1–20.

Macy, M. W. und R. Willer (2002) „From Factors to Actors: Computational Sociology and Agent-Based Modeling.“ *Annual Review of Sociology* 28: 143–166.

Meadows, D. H., D. L. Meadows, J. Randers und W. W. Behrens (1972) *Limits to Growth.* New York: Universe Books.

Medina, L. F. (2007) *A Unified Theory of Collective Action and Social Change.* Ann Arbor: University of Michigan Press.

Metternich, N. W. und J. Wucherpfennig (2012) „Rebel Group Interdependence and the Duration of Civil War.“ *Paper presented at the Annual Meeting of the Southern Political Science Association* January 12-14, New Orleans.

Miguel, E., S. Satyanath und E. Sergenti (2004) „Economic Shocks and Civil Conflict: An Instrumental Variables Approach.“ *Journal of Political Economy* 112: 725–753.

Miller, G. J. (2005) „The Political Evolution of Principal-Agent Models.“ *Annual Review of Political Science* 8: 203–225.

Morgan, S. L. und C. Winship (2007) *Counterfactuals and Causal Inference: Methods and Principles for Social Research.* New York: Cambridge University Press.

Morris, S. und H. S. Shin (2001) „Global Games: Theory and Applications.“ *Cowles Foundation Working Paper* no. 1275R.

Morrow, J. D. (1989) „Capabilities, Uncertainty, and Resolve: A Limited Information Model of Crisis Bargaining.“ *American Journal of Political Science* 33: 941–972.

Muller, E. N. und K.-D. Opp (1986) „Rational Choice and Rebellious Collective Action.“ *American Political Science Review* 80: 471–488.

Nome, M. und N. B. Weidmann (2013) „Diffusion Mechanisms of Armed Civil Conflict: The Case of Social Identities.“ S. 173–203 in: J. Checkel (Hg.) *Transnational Dynamics of Civil War.* New York: Cambridge University Press.

North, M. J. und C. M. Macal (2007) *Managing Business Complexity: Discovering Strategic Solutions with Agent-based Modeling and Simulation.* New York: Oxford University Press.

Olson, M. (1965) *The Logic of Collective Action.* Cambridge: Harvard University Press.

Pinker, S. (2011) *The Better Angels of our Nature. Why Violence Has Declined.* New York: Viking.

Rapoport, A. (1957) „Lewis F. Richardson‘s Mathematical Theory of War.“ *Conflict Resolution* 1: 249–299.

Reiter, D. (2003) „Exploring the Bargaining Model of War.“ *Perspectives on Politics* 1: 27–43.

Richardson, L. F. (1935) „Mathematical Psychology of War.“ *Nature* 135: 830–831.

Richardson, L. F. (1960) *Statistics of Deadly Quarrels.* Pittsburgh: Boxwood.

Salehyan, I. (2010) „The Delegation of War to Rebel Organizations.“ *Journal of Conflict Resolution* 54: 493–515.

Sambanis, N. (2004) „What is Civil War? Conceptual and Empirical Complexities of an Operational Definition.“ *Journal of Conflict Resolution* 48: 814–858.

Sarkees, M. R. und F. W. Wayman (2010) *Resort to War: A Data Guide to Inter-State, Extra-State, Intra-State, and Non-State Wars, 1816–2007.* Washingto, DC: CQ Press.

Schelling, T. C. (1960) *The Strategy of Conflict.* Cambridge: Harvard University Press.

Schelling, T. C. (1978) *Micromotives and Macrobehavior.* New York: Norton.

Schrodt, P. A. (2000) „Pattern Recognition of International Crises Using Hidden Markov Models.“ S. 296–328 in: D. Richards (Hg.) *Political Complexity: Nonlinear Models of Politics.* Ann Arbor: University of Michigan Press.

Shapiro, I. (2007) *The Flight from Reality in the Human Sciences.* Princeton: Princeton University Press.

Shapiro, J. N. und D. A. Siegel (2007) „Underfunding in Terrorist Organizations.“ *International Studies Quarterly* 51: 405–429.

Siegel, D. A. (2009) „Social Networks and Collective Action.“ *American Journal of Political Science* 53: 122–138.

Siegel, D. A. (2011) „When Does Repression Work? Collective Action and Social Networks.“ *Journal of Politics* 73: 993–1001.

Signorino, C. S. und K. Yilmaz (2003) „Strategic Misspecification in Regression Models.“ *American Journal of Political Science* 47: 551-566.

Singer, J. D. und M. Small (1966) „National Alliance Commitments and War Involvement, 1815–1945.“ *Peace Research Society (International) Papers* 5.

Singer, J. D. und M. Small (1972) *The Wages of War, 1816–1965: A Statistical Handbook.* New York: Wiley.

Skaperdas, S. (1996) „Contest Success Functions.“ *Economic Theory* 7: 283-290.

Slantchev, B. L. (2003) „The Principle of Convergence in Wartime Negotiations.“ *American Political Science Review* 97: 621–632.

Trappl, R. (Hg.) (2006) *Programming for Peace: Computer-Aided Methods for International Conflict Resolution and Prevention.* Dordrecht: Springer.

Walt, S. M. (1999) „Rigor or Rigor Mortis? Rational Choice and Security Studies.“ *International Security* 23: 5–48.

Ward, M. D. und K. S. Gleditsch (2008) *Spatial Regression Models.* New York: Sage.

Ward, M. D., B. D. Greenhill und K. Bakke (2010) „The Perils of Policy by P-Value: Predicting Civil Conflicts.“ *Journal of Peace Research* 47: 363–375.

Weidmann, N. B. und L.-E. Cederman (2008) „GeoContest: Modeling Strategic Competition in Geopolitical Systems.“ *Social Science Computer Review* 26: 510–518.

Weidmann, N. B. und I. Salehyan (2013) „Violence and Ethnic Segregation: A Computational Model Applied to Baghdad.“ *International Studies Quarterly* 57. Forthcoming. Available at `http://nils.weidmann.ws/publications/weidmann12baghdad.`

Weidmann, N. B. und M. D. Ward (2010) „Predicting Conflict in Space and Time.“ *Journal of Conflict Resolution* 54: 883–901.

Wilensky, U. (1999) „NetLogo.“*Agent-based modeling software.* Center for Connected Learning and Computer-Based Modeling, Northwestern University. Evanston, IL. Available at `http://ccl.northwestern.edu/netlogo/`.

Wright, Q. (1942) *A Study of War.* Chicago: University of Chicago Press.