

---

**Empirische  
Sozial- und Wirtschaftsforschung  
Daten, Modelle und Methoden**

G. Rohwer

Version 1

Oktober 2005

---

## Vorwort

Bei dem vorliegenden Text handelt es sich um den Anfang einer Einführung in die empirische Sozialforschung. Dass im Titel von Sozial- und Wirtschaftsforschung gesprochen wird, soll anzeigen, dass der thematische Bereich der Sozialforschung weit gefasst wird. In dieser weiten Fassung kann sich Sozialforschung auf alle Aspekte gesellschaftlicher Verhältnisse beziehen, in denen Menschen direkt und indirekt von anderen Menschen sowie von Bedingungen und Gestaltungen ihrer natürlichen Umwelt abhängig sind; dies schließt auch ökonomische Fragen ein, die die Produktion, Verteilung und Konsumtion von Gütern und Dienstleistungen betreffen. Im Hinblick auf dieses breite Themenfeld beschäftigt sich der vorliegende Text in seinen substantiellen Bezügen zunächst nur mit einem kleinen Ausschnitt, nämlich mit einigen Aspekten demographischer Prozesse.

Das Reden von *empirischer* Sozialforschung ist eigentlich überflüssig, aber üblich geworden, um zu betonen, dass man sich in der Sozialforschung bemüht, von systematischen Beobachtungen von Aspekten gesellschaftlicher Verhältnisse auszugehen. Insbesondere werden oft statistische Methoden der Datenerhebung und -auswertung verwendet, und sie stehen auch im Mittelpunkt des vorliegenden Textes; insofern hätte der Titel auch lauten können: Sozialforschung mit statistischen Daten. Natürlich gibt es noch andere Formen systematischer Informationsgewinnung.

Wenn von empirischer Sozialforschung gesprochen wird, sollte darin auch kein Gegensatz zu theoretischen Überlegungen gesehen werden; denn empirische Datengewinnung und theoretische Spekulation sind wechselseitig aufeinander angewiesen, um zu wissenschaftlichen Erkenntnissen zu gelangen; insofern ist Theoriebildung ein integraler Bestandteil empirischer Sozialforschung.

Der Untertitel – Daten, Modelle und Methoden – soll darauf hinweisen, dass sich der Text weder ausschließlich noch hauptsächlich mit Methoden der empirischen Sozialforschung beschäftigt. Zwar werden zahlreiche Methoden besprochen und durch exemplarische Anwendungen illustriert; das Ziel besteht jedoch darin, zu einer Beschäftigung mit substantiellen Fragen der Sozialforschung zu gelangen. Dabei treten vor allem zwei Schwierigkeiten auf. Die erste Schwierigkeit betrifft den regionalen Bezug. Sowohl grundsätzliche Erwägungen als auch die zunehmende Bedeutung von Globalisierungsprozessen legen es nahe, von der Idee einer – durchaus heterogenen – Weltgesellschaft auszugehen. Der Versuch, eine Einführung in die empirische Sozialforschung an dieser Idee zu orientieren, würde jedoch unsere gegenwärtigen Möglichkeiten überfordern. Wir beschränken uns deshalb auf die gesellschaftlichen Verhältnisse eines Landes (Deutschland) und thematisieren nur gelegentlich internationale Zusammenhänge oder Vergleiche.

Die zweite Schwierigkeit betrifft die Gliederung des Stoffes; denn als Leitfaden sollen substantielle Fragestellungen dienen, aber außerdem müssen Fragen besprochen werden, die theoretische Begriffsbildungen und statistische Methoden betreffen. Da sich eine fortlaufende Verzahnung der jeweils unterschiedlichen Bezugsprobleme als sehr schwierig erwiesen hat, wurde der Text in zwei Teile gegliedert. In Teil I (Daten, Modelle und Analysen) erfolgt eine Orientierung an substantiellen Fragen, Teil II beschäftigt sich mit einigen Begriffsbildungen und Methoden, die von allgemeinerer Bedeutung sind.

Der Text wendet sich an Personen, die sich, während ihres Studiums oder danach, mit Fragestellungen, theoretischen Ansätzen, Methoden und Modellen der empirischen Sozialforschung beschäftigen möchten. Von wenigen Abschnitten abgesehen sind zum Verständnis keine besonderen mathematischen Vorkenntnisse erforderlich; es genügen elementare Kenntnisse der Mengenlehre sowie die Bereitschaft zum Nachvollzug symbolischer Notationen. Alle verwendeten statistischen Begriffe und Methoden werden innerhalb des Textes erklärt.

Teile des Textes wurden während eines Gastaufenthalts am Max Planck Institut für Bildungsforschung in Berlin im Frühjahr-Sommer 2005 geschrieben; für die Einladung danke ich Karl Ulrich Mayer. Für hilfreiche Diskussionen, Anmerkungen und Unterstützung danke ich Thilo Ernst, Dirk von Holt, Bogdan Mach, Ulrich Pötter und Esther Sebald.

Bochum, September 2005

G. Rohwer

# Inhalt

Einleitung . . . . .	9
Teil I Daten, Modelle und Analysen	
1 Demographische Prozesse . . . . .	19
1.1 Einige Begriffe der Demographie . . . . .	19
1.2 Daten zur Bevölkerungsentwicklung . . . . .	29
2 Lebensdauern und Sterbetafeln . . . . .	46
2.1 Verweildauern und Übergangsraten . . . . .	46
2.2 Kohorten- und Perioden-Sterbetafeln . . . . .	53
2.3 Veränderungen der Lebensdauern . . . . .	57
3 Statistik der Geburten . . . . .	69
3.1 Entwicklung der Geburtenziffern . . . . .	69
3.2 Geburtenziffern im Kohortenvergleich . . . . .	76
3.3 Grenzen der amtlichen Geburtenstatistik . . . . .	82
3.4 Daten aus retrospektiven Surveys . . . . .	83
4 Demographische Projektionen . . . . .	94
4.1 Ein Makro-Modell ohne Migration . . . . .	94
4.2 Mathematische Eigenschaften des Modells . . . . .	104
4.3 Berücksichtigung von Zu- und Abwanderungen . . . . .	108
5 Haushalte . . . . .	114
5.1 Haushalte, Familien und Netzwerke . . . . .	115
5.2 Erfassung von Haushaltsstrukturen . . . . .	117
5.3 Haushalte und persönliche Netzwerke . . . . .	121
Teil II Begriffsbildungen und Methoden	
1 Der räumliche Kontext . . . . .	129
1.1 Zum Reden von Räumen . . . . .	129
1.2 Materielle Kultur und Natur . . . . .	139
2 Institutionen . . . . .	144
2.1 Ein modaler Institutionenbegriff . . . . .	145
2.2 Institutionen und Organisationen . . . . .	152
2.3 Institutionen als Handlungsbedingungen . . . . .	155
2.4 Funktionalistische Betrachtungsweisen . . . . .	160
3 Statistische Begriffsbildungen . . . . .	161
3.1 Statistische Variablen und Verteilungen . . . . .	162
3.2 Raumbezogene Sozialstatistik . . . . .	170
3.3 Statistische Strukturbegriffe . . . . .	173

4	Relationale Begriffsbildungen . . . . .	182
4.1	Unterschiedliche Systembegriffe . . . . .	183
4.2	Relationen und Graphen . . . . .	187
4.3	Relationale Strukturbegriffe . . . . .	196
4.4	Varianten personeller Netzwerke . . . . .	205
5	Prozesse und Ablaufschemas . . . . .	214
5.1	Historische Prozesse und Ablaufschemas . . . . .	214
5.2	Zeitreihen und statistische Prozesse . . . . .	221
5.3	Handlungsprozesse . . . . .	228
6	Regeln und dynamische Modelle . . . . .	229
6.1	Verwendungen des Regelbegriffs . . . . .	230
6.2	Nomologische und poetische Modelle . . . . .	237
6.3	Modelle für einfache Zeitreihen . . . . .	242
6.4	Modelle für statistische Prozesse . . . . .	247
7	Statistische Bedingungsanalysen . . . . .	250
7.1	Bedingte Verteilungen . . . . .	250
7.2	Statistische Regressionsmodelle . . . . .	257
7.3	Statistische Strukturen als Bedingungen? . . . . .	260
	Literatur . . . . .	264
	Namenverzeichnis . . . . .	273
	Stichwortverzeichnis . . . . .	276

## Hinweise zum Text

- Wie im Inhaltsverzeichnis angegeben wird, gliedert sich der Text in Kapitel, die meisten von ihnen auch in Abschnitte. Eine weitere Untergliederung in Paragraphen wird zu Beginn jedes Kapitels angegeben.
- Verweise erfolgen durch Angabe von Kapitel- bzw. Abschnittsnummern, ggf. zusätzlich durch eine Angabe von Paragraphen. Wird auf Kapitel oder Abschnitte in Teil II oder, innerhalb von Teil II, in Teil I verwiesen, wird zusätzlich eine II oder I vorangestellt.
- Einfache Anführungszeichen werden zur Kennzeichnung sprachlicher Ausdrücke verwendet, doppelte Anführungszeichen werden verwendet, um Zitate kenntlich zu machen oder um anzudeuten, dass ein Ausdruck unklar ist und/oder metaphorisch verwendet wird. Innerhalb von Zitaten wird versucht, die im Original verwendeten Anführungszeichen zu reproduzieren. Wenn nicht anders angegeben, folgen Hervorhebungen in Zitaten stets dem Original; eigene Zusätze, Änderungen und Auslassungen werden durch eckige Klammern kenntlich gemacht.
- Wir unterscheiden die Zeichen '=' und ':='. Ein Gleichheitszeichen mit vorangestelltem Doppelpunkt wird verwendet, um anzudeuten, dass eine definitorische Gleichsetzung vorgenommen wird, d.h. der Ausdruck auf der linken Seite wird durch den Ausdruck auf der rechten Seite definiert. Dagegen dient ein einfaches Gleichheitszeichen zur Formulierung von Gleichheitsbehauptungen und setzt deshalb voraus, dass beide Seiten schon definiert sind.
- Als Dezimalpunkt wird ein Punkt und nicht, wie im Deutschen üblich, ein Komma verwendet.
- Bei den Notationen aus der Mengenlehre und zum Funktionsbegriff folgen wir den Ausführungen bei Rohwer und Pötter (2001, S. 21ff.).

## Hinweise auf Datenquellen

Für empirische Belege und Analysen werden Daten aus zahlreichen unterschiedlichen Quellen verwendet. Von wenigen Ausnahmen abgesehen werden die Quellen nicht im Literaturverzeichnis, sondern jeweils bei der Verwendung von Daten angegeben. Auf die hauptsächlich verwendeten Datenquellen wird hier kurz hingewiesen.

*Daten der amtlichen Statistik* werden in den meisten Fällen aus Statistischen Jahrbüchern, den Fachserien des Statistischen Bundesamtes und dem auch als CD-Sammlung erhältlichen STATIS-Datenarchiv (Statistische Zeitreihen 1950 – 2003) übernommen.

*Daten der Lebensverlaufsstudien*, die am Max-Planck-Institut für Bildungsforschung (MPIB) in Berlin unter der Leitung von Karl Ulrich Mayer durchgeführt wurden. Es handelt sich um eine Serie retrospektiver Surveys, in denen Mitglieder ausgewählter Geburtskohorten über zentrale Ereignisse und Bedingungen ihrer bisherigen Lebensverläufe befragt wurden. Die Daten, die für Forschungszwecke beim Zentralarchiv für empirische Sozialforschung in Köln erhältlich sind, werden in folgenden Abschnitten verwendet:

- In Abschnitt 3.4 für Kohortenstudien zur Geburtenentwicklung.

*ALLBUS (Allgemeine Bevölkerungsumfrage der Sozialwissenschaften)*.

Daten aus diesen Umfragen, die seit 1980 alle zwei Jahre durchgeführt werden,<sup>1</sup> werden in den folgenden Abschnitten verwendet:

- In Abschnitt 5.2, um den Zusammenhang zwischen Lebensalter und Haushaltsgröße zu untersuchen.

*Familiensurvey des Deutschen Jugendinstituts*, erhältlich beim Zentralarchiv für empirische Sozialforschung in Köln. Wir verwenden Daten aus dem 1988 durchgeführten ersten Familiensurvey in folgenden Abschnitten:

- In Abschnitt 5.3, um persönliche Netzwerke zu untersuchen und mit Haushaltskontexten zu vergleichen.

---

<sup>1</sup><http://www.gesis.org/Datenservice/ALLBUS/index.htm>

## Einleitung

1. Empirische Sozialforschung.
2. Verwendung statistischer Methoden.
3. Ein einfacher Gesellschaftsbegriff.
4. Abgrenzung von Gesellschaften.
5. Konstruktionen gesellschaftlicher Verhältnisse.
6. Modelle und modale Fragestellungen.

*1. Empirische Sozialforschung.* Wie bereits im Vorwort gesagt wurde, gehen wir in diesem Text von einem weiten Verständnis des Begriffs ‘empirische Sozialforschung’ aus, so dass zu ihrem Gegenstand grundsätzlich alle, insbesondere auch wirtschaftliche Aspekte des gesellschaftlichen Lebens von Menschen gehören.

Die Hauptaufgabe der empirischen Sozialforschung sehen wir darin, Aspekte gesellschaftlicher Verhältnisse empirisch zu erfassen und darzustellen, wie sie sich verändert haben, um dadurch zu einer „Selbstbeobachtung der Gesellschaft“ beizutragen.

Zahlreiche theoretische Fragestellungen lassen sich anschließen; von grundsätzlicher Bedeutung sind die folgenden: Wie können gesellschaftliche Verhältnisse begrifflich gefasst und empirisch dargestellt werden? Wobei davon auszugehen ist, dass es unterschiedliche Möglichkeiten zur Konzeptualisierung gesellschaftlicher Verhältnisse gibt – u.a. durch statistische Strukturen oder durch Verweise auf Institutionen –, so dass eine wichtige theoretische Aufgabe auch darin besteht, begriffliche Zusammenhänge zwischen den unterschiedlichen Konzeptualisierungen aufzuklären. Seit ihren Anfängen interessiert sich Sozialforschung auch für die Frage, welche Zusammenhänge es zwischen der Beschaffenheit gesellschaftlicher Verhältnisse und Formen sozialer Ungleichheit gibt. Dies führt auch sogleich zu der zentralen Frage, *wie* (in welchen Formen und durch welche „Mechanismen“) Menschen – in dem, was sie sind, was sie tun können und was mit ihnen geschieht – von den gesellschaftlichen Verhältnissen, in denen sie aufgewachsen sind und leben, abhängig sind. Und schließlich geht es um die Frage, wie mögliche Ursachen sozialen Wandels theoretisch gefasst werden können. Kann man sich dabei an der Vorstellung orientieren, dass gesellschaftliche Verhältnisse „durch Menschen gemacht“ werden? Welche Rolle spielen private und staatliche Organisationen, und können auch sie als Akteure sozialen Wandels aufgefasst werden?

*2. Verwendung statistischer Methoden.* In der empirischen Sozialforschung werden vornehmlich statistische Methoden verwendet. Der wichtigste Grund dafür ist, dass die zu erforschenden gesellschaftlichen Verhältnis-

se nicht unmittelbar empirisch zugänglich sind.<sup>1</sup> Wohl kann man sich empirisch, also in beobachtender und kommunikativer Anteilnahme, mit den Lebensverhältnissen jeweils einzelner Menschen oder kleiner Gruppen beschäftigen, aber eine Vergegenwärtigung von Aspekten der gesellschaftlichen Verhältnisse der gesamten Bevölkerung eines größeren Gebietes kann bestenfalls aus Einzelbeobachtungen konstruiert werden. Statistische Methoden werden verwendet, um solche Konstruktionen in methodisch kontrollierter Weise durchführen zu können.<sup>2</sup>

Somit dienen statistische Methoden in der Sozialforschung zunächst dem Zweck, Aspekte gesellschaftlicher Verhältnisse *darzustellen*. Dafür gibt es zahlreiche unterschiedliche Möglichkeiten, insbesondere dann, wenn man versuchen möchte, auch Aspekte sozialen Wandels, der Veränderung gesellschaftlicher Verhältnisse, zu erfassen. In späteren Kapiteln dieses Textes werden wir uns damit ausführlich beschäftigen.

Schwieriger ist die Frage, ob bzw. wie mit statistischen Methoden ermittelt werden kann, wie Menschen von ihren gesellschaftlichen Verhältnissen abhängig sind. Insbesondere mit Methoden der Regressionsrechnung können zwar Zusammenhänge zwischen Merkmalen, die den jeweiligen Untersuchungseinheiten (Individuen, Haushalte, Unternehmen) zurechenbar sind, ermittelt und dargestellt werden; zum Beispiel zwischen Bildungsniveau und Einkommenshöhe bei abhängig Beschäftigten oder zwischen dem Alter arbeitsloser Personen und der Dauer ihrer Arbeitslosigkeit. Bei solchen Zusammenhängen handelt es sich aber offensichtlich nicht um „Naturgesetze“, sondern sie sind wiederum als Aspekte gesellschaftlicher Verhältnisse aufzufassen. Somit kann man nicht nur untersuchen, wie sie sich historisch verändern; es stellt sich vor allem auch die theoretische Frage, durch welche Prozesse die statistisch ermittelbaren Zusammenhänge zustande kommen und sich verändern.

*3. Ein einfacher Gesellschaftsbegriff.* Im Unterschied zu dem problematischen und nicht ohne weiteres klaren Ausdruck ‘gesellschaftliche Verhältnisse’ verwenden wir in diesem Text den Gesellschaftsbegriff in einer bestimmten Bedeutung: zum Verweis auf (irgendwie räumlich und zeitlich abgegrenzte) Gesamtheiten von Menschen.<sup>3</sup> Zur Rechtfertigung dieses Gesellschaftsbegriffs, der im wesentlichen mit dem einer Bevölkerung identisch ist,<sup>4</sup> sei kurz auf einige Schwierigkeiten hingewiesen, die auftreten,

<sup>1</sup>Nicht einmal „kleine Gemeinden“ sind, wie noch René König (1958a, S. 43) unterstellt hat, unmittelbar überschaubar.

<sup>2</sup>Der theoretische Ansatz statistischer Begriffsbildungen wird im Abschnitt II-3.1 besprochen.

<sup>3</sup>Dies entspricht nach Theodor Geiger (1931, S. 202) einer wörtlichen Bedeutung: „Gesellschaft bedeutet wörtlich den Inbegriff räumlich vereint lebender oder vorübergehend auf einem Raum vereinter Personen.“

<sup>4</sup>Zum Beispiel versteht Jürgen Friedrichs (1977, S. 51) unter einer „Bevölkerung [...] die Gesamtheit aller auf einem abgrenzbaren Gebiet vorhandenen oder lebenden Indi-

wenn man sogleich mit „sozialen Beziehungen“ *beginnen* möchte. Zum Beispiel findet sich in einer Arbeit von Heinrich Popitz über „Die normative Konstruktion von Gesellschaft“ (1980, S. 1) folgende Bemerkung:

„‘Gesellschaft’ – was wir mit diesem Begriff alles meinen und meinen könnten, ist uferlos. Mindestens aber unterstellen wir, daß mehrere Menschen aufeinander bezogen sind, indem sie ihr Verhalten aneinander orientieren.“

Dem ersten Satz kann man sofort zustimmen;<sup>5</sup> verschafft aber die dann folgende Überlegung einen geeigneten Ausgangspunkt? Dass Menschen ihr Verhalten in vielen Situationen aneinander orientieren, ist sicherlich von grundlegender Bedeutung. Aber sobald man bei dem Wort ‘Gesellschaft’ an eine größere Anzahl von Menschen denkt, zum Beispiel an die Gesamtheit der Menschen, die gegenwärtig in Deutschland leben, merkt man, dass eine solche Gesamtheit nicht dadurch definiert werden kann, dass ihre Mitglieder ihr Verhalten aneinander orientieren. Denn die meisten von ihnen sind sich noch nie begegnet und werden sich auch in Zukunft nicht begegnen, und sie können deshalb – selbst wenn sie wollten – ihr Verhalten nicht aneinander orientieren.<sup>6</sup> Offenbar genügt es nicht, bei der allgemeinen Idee eines gesellschaftlichen Zusammenlebens von Menschen nur an unmittelbare Interaktionsprozesse zu denken, sondern es muss berücksichtigt werden, dass Menschen auch auf indirekte und nicht unmittelbar durchschaubare Weise voneinander abhängig sein können.

Deshalb eignet sich auch ein etwas abstrakter ansetzender Gedanke von Georg Simmel (1908, S. 4) nicht: „Ich gehe [...] von der weitesten, den Streit um Definition möglichst vermeidenden Vorstellung der Gesellschaft aus: daß sie da existiert, wo mehrere Individuen in Wechselwirkung treten.“ Denn die meisten Mitglieder einer Gesellschaft treten überhaupt nicht „in

---

viduen.“

<sup>5</sup>Unterschiedliche Ausführungen zum Gesellschaftsbegriff findet man etwa bei T. Geiger (1931), B. Nikles und J. Weiß (1975), H. Esser (1993, S. 323ff.), H. P. Bahrdt (1994, S. 181ff.) und J. Ritsert (2000).

<sup>6</sup>Hier muss eine Ambivalenz beachtet werden, die sich anhand folgender Bemerkung von Claude Lévi-Strauss (1953, S. 536) erläutern lässt: „A society consists of individuals and groups which communicate with one another.“ Man kann dabei an eine Menge von Menschen denken, in der jedes Mitglied entweder mit jedem anderen oder mit mindestens einem anderen Mitglied kommuniziert. In beiden Fällen gelangt man offenbar nicht zu Abgrenzungen zwischen Gesellschaften. Im ersten Fall gelangt man zu einer großen Anzahl sich überschneidender „Cliques“ (im Sinne der Netzwerkanalyse), und im zweiten Fall gelangt man zur Gesamtheit aller jeweils lebenden Menschen. – Auf letzteres wurde bereits von A. R. Radcliffe-Brown (1940, S. 193) hingewiesen: „It is rarely that we find a community that is absolutely isolated, having no outside contact. At the present moment of history, the network of social relations spreads over the whole world, without any absolute solution of continuity anywhere. This gives rise to a difficulty which I do not think that sociologists have really faced, the difficulty of defining what is meant by the term ‘a society’.“ Diese Schwierigkeit tritt allerdings nur auf, wenn man versucht, zur Definition einer Gesellschaft gedanklich auf soziale Beziehungen zwischen ihren Mitgliedern zurückzugreifen.

Wechselwirkung“ miteinander. Einen sinnvollen Anknüpfungspunkt findet man jedoch etwas später (S. 8), wo Simmel die Idee einer „Wechselwirkung“ zunächst zurückstellt und stattdessen ausführt:

„Der Begriff der Gesellschaft deckt zwei, für die wissenschaftliche Behandlung streng auseinander zu haltende Bedeutungen. Sie ist einmal der Komplex vergesellschafteter Individuen, das gesellschaftliche geformte Menschenmaterial, wie es die ganze historische Wirklichkeit ausmacht. Dann aber ist ‘Gesellschaft’ auch die Summe jener Beziehungsformen, vermöge deren aus den Individuen eben die Gesellschaft im ersten Sinne wird.“

Man erkennt nämlich, dass sich nur die erste dieser beiden Bedeutungen eignet, *um zu beginnen*. Denn um von Beziehungen (oder noch abstrakter von Beziehungsformen) sprechen zu können, benötigt man zunächst Vorstellungen über eine Mehrzahl von Menschen, die sich irgendwie in Beziehungen befinden (können). Das gilt im übrigen nicht nur für Gesellschaften, die aus einer großen Anzahl von Menschen bestehen, sondern auch für kleine Gruppen. Um zum Beispiel die Beziehungen in einer Familie darzustellen, muss man zunächst die Familie als eine Gesamtheit von Personen bestimmen.<sup>7</sup>

Jedenfalls für die empirische Sozialforschung erscheint es deshalb sinnvoll, nicht mit Beziehungen zu beginnen – weder konkret mit „Wechselwirkungen“ oder „Sich-aneinander-Orientieren“, noch abstrakt mit „Beziehungsformen“ –, sondern mit Gesamtheiten von Menschen. Diese Überlegung führt zu einem einfachen Gesellschaftsbegriff: Eine (menschliche) Gesellschaft ist eine Menge von Menschen. Der Zusatz ‘menschlich’ ist gegebenenfalls erforderlich, weil man in dieser allgemeinen Bedeutung auch bei anderen Lebewesen von Gesellschaften sprechen kann. Wenn im Folgenden ohne Zusatz von Gesellschaften gesprochen wird, sind jedoch stets menschliche Gesellschaften gemeint.

Ich nenne dies den *statistischen Gesellschaftsbegriff*, da sich die Definition auf die Vorstellung einer statistischen Gesamtheit, also einer *Menge* von Menschen beschränkt (das wird im Abschnitt II-3.1 näher ausgeführt). Das ist eine abstrakte Vorstellung, insbesondere in folgenden Hinsichten:

- Es wird von Beziehungen zwischen den Mitgliedern der Gesellschaft abstrahiert.<sup>8</sup> Natürlich wird durch die Begriffsbildung nicht ausgeschlos-

<sup>7</sup>Diese Reihenfolge, nämlich zunächst von Menschen auszugehen, bevor man in einem zweiten Schritt über mögliche Beziehungen nachdenkt, erlaubt es auch, einen bei Simmel naheliegenden Fehler zu vermeiden, der darin besteht, Beziehungsformen als Bedingungen für das Verhalten der jeweils Beteiligten aufzufassen. Simmels oben zitierte Rede von Beziehungsformen, „vermöge deren aus den Individuen eben die Gesellschaft im ersten Sinne wird“, ist offenbar zweideutig. – Allerdings war sich Simmel des Problems durchaus bewusst, denn an anderer Stelle bemerkt er: „Es gehört zu den häufigsten Ausartungen des menschlichen Kausaltriebes, formale Bedingungen, ohne die bestimmte Ereignisse nicht stattfinden können, für positive, produktive Ursachen derselben zu halten.“ (Simmel 1903/1983, S. 221)

<sup>8</sup>Und zwar: vollständig; wir verwenden also den Ausdruck ‘Gesellschaft’ auch nicht als

sen, solche Beziehungen zu ermitteln und in ihrer Relevanz für das Verhalten der Gesellschaftsmitglieder zu untersuchen.

- Es wird von der räumlichen Umwelt abstrahiert, in der sich das Leben der Menschen abspielt, also insbesondere von der gesamten materiellen Kultur, wie etwa Straßen und Häuser, die sich Menschen als ihren Lebensraum geschaffen haben. Aber das ist eigentlich keine Abstraktion, sondern eine Unterscheidung. Es wird ja nicht bestritten, dass man sich auf einen räumlichen Kontext beziehen muss, sobald man in empirisch bestimmter Weise von einer Gesellschaft sprechen möchte.<sup>9</sup>
- Es wird unterschieden zwischen einer Gesellschaft im Sinne einer Gesamtheit von Menschen und den „gesellschaftlichen Verhältnissen“, in denen diese Menschen leben. Das ist indessen schon deshalb sinnvoll, weil sich ein bestimmter Begriff gesellschaftlicher Verhältnisse nicht ohne weiteres definieren lässt.

Schließlich ist bemerkenswert, dass der statistische Gesellschaftsbegriff eine klare Antwort auf die Frage erlaubt, *worüber* man spricht, wenn man über eine Gesellschaft spricht: nämlich über die Menschen, die der Gesellschaft als Mitglieder angehören. Wie bereits gesagt wurde, impliziert die Begriffsbildung nicht, dass man sich auf statistische Aussagen über eine Gesellschaft beschränkt.

Es sei auch betont, dass mit diesem Definitionsvorschlag nicht nahegelegt werden soll, dass es in der empirischen Sozialforschung ausschließlich oder auch nur hauptsächlich um Aussagen über Gesamtheiten von Menschen geht oder – in einer an Lebensverläufen orientierten Sozialforschung – um Aussagen über Aspekte individueller Lebensverläufe. Thema der empirischen Sozialforschung sind allgemein gesellschaftliche Verhältnisse, die auf viele unterschiedliche Weisen konzeptualisiert, beschrieben und modelliert werden können, insbesondere durch eine Betrachtung von Institutionen und Organisationen.

*4. Abgrenzung von Gesellschaften.* Wenn man von „der menschlichen Gesellschaft“ spricht, ist nach dem hier vertretenen begrifflichen Ansatz die Gesamtheit aller Menschen gemeint, die gegenwärtig leben oder in einem bestimmten Zeitraum gelebt haben. Gleichwohl kann es oft zweckmäßig oder aus Gründen der Verfügbarkeit von Daten unvermeidlich sein, kleinere Teilgesamtheiten als spezifische Gesellschaften zu fixieren. Offenbar erlaubt die im vorangegangenen Paragraphen gegebene Definition, bei der Bildung solcher Teilgesamtheiten beliebig vorzugehen; insbesondere wird für den Gesellschaftsbegriff nicht gefordert, dass man in irgendeinem Sinne von einer „realen Einheit“ der zu einer Gesellschaft zusammengefassten

„terminus technicus für [irgend-]eine bestimmte Integrationsebene des Universums“, wie einmal von Norbert Elias (1996, S. 79) vorgeschlagen wurde.

<sup>9</sup>Mit Begriffen, die sich auf den räumlichen Kontext gesellschaftlicher Verhältnisse beziehen, beschäftigen wir uns in Teil II im Kapitel II-1.

Menschen sprechen kann.<sup>10</sup>

Unbeschadet dieser grundsätzlichen Freiheit bei der Bildung von Teilgesellschaften kann es oft sinnvoll sein, sich an vorgegebenen Abgrenzungen und Unterscheidungen zu orientieren. Dafür kommen in erster Linie politische und verwaltungstechnische Abgrenzungen in Betracht, die durch staatliche Institutionen vorgenommen werden.<sup>11</sup> So kann man etwa staatlich organisierte Gesellschaften unterscheiden und z.B. von Deutschland, Dänemark, Polen usw. sprechen. Es ist jedoch wichtig, gleichwohl an der begrifflichen Unterscheidung zwischen Gesellschaften und den staatlichen Institutionen, die zur Abgrenzung verwendet werden, festzuhalten. Wenn man etwa die gegenwärtig in Deutschland lebenden Menschen gedanklich zu einer Gesellschaft zusammenfasst, entsteht begrifflich eine *Menge* von Menschen, aber kein Staat, der vielmehr als eine Gesamtheit von Institutionen definiert werden müsste.<sup>12</sup>

Auch wird, um dies noch einmal zu wiederholen, durch eine solche Abgrenzung einer Gesamtheit keine in irgendeiner Weise „substantielle Einheit“ ihrer Mitglieder postuliert; und zwar unabhängig davon, ob und ggf.

<sup>10</sup>Die Vorstellung, dass Gesellschaften in irgendeinem Sinn „reale Einheiten“ sind, durchzieht die Geschichte der Soziologie; z.B. heißt es bei Emile Durkheim (1888, S. 41), „daß die Gesellschaft nicht eine einfache Ansammlung von Individuen ist, sondern ein Sein, das seine Besonderheit, sein Leben, sein Bewußtsein, seine Interessen und seine Geschichte hat.“ Dagegen impliziert der Mengenbegriff, den wir zur Definition von Gesellschaften verwenden, nur eine gedankliche Einheit (ohne jedoch weiterhin zu implizieren, dass Gesellschaften „einfache Ansammlungen von Individuen“ sind).

<sup>11</sup>Von Soziologen ist eine solche Orientierung oft als „äußerlich“ kritisiert und gefordert worden, stattdessen von der psychischen Verfassung der jeweils beteiligten Menschen auszugehen. Als Beispiel sei hier auf René Königs Überlegungen zur Soziologie der Gemeinde (1958a) hingewiesen, in denen er „die grundsätzliche Verwechslung zwischen der Gemeinde als Verwaltungseinheit und der Gemeinde als sozialer Wirklichkeit“ (S. 7) kritisiert. Begrifflicher Ausgangspunkt ist für König die Idee einer „globalen Gesellschaft“: „eine mehr oder weniger große lokale und gesellschaftliche Einheit, in der Menschen zusammenwirken, um ihr wirtschaftliches, soziales und kulturelles Leben gemeinsam zu fristen.“ (S. 26) Gemeinden werden dann als besondere Erscheinungsformen „globaler Gesellschaften“ bestimmt (ebda.), und weiterhin „als ein <soziales System>, d.h. als ein Zusammenhang, der sich unter anderem dadurch auszeichnet, daß alle Menschen, die in ihn einbeschlossen sind, ein Bewußtsein dieses Zusammenhangs sowie seiner Grenzen und seiner Verschiedenheit von anderen ähnlichen Zusammenhängen haben.“ (S. 29) Wie bereits von Hans Linde (1972, S. 19ff.) kritisiert wurde, ist es offenbar fragwürdig, Gemeindegrenzen durch Zusammengehörigkeitsgefühle zu bestimmen; ganz abgesehen davon, ob und in welchen Erscheinungsformen es solche Gefühle überhaupt gibt (im Unterschied zu einer Kenntnis von formalen Zugehörigkeiten zu Gemeinden, die deren vorgängige, typischerweise verwaltungstechnische Definition voraussetzt). Aber auch Königs Begriff „globaler Gesellschaften“ eignet sich nicht, um Teilgesellschaften abzugrenzen. Denn einerseits bleibt vollständig unklar, was in diesem Zusammenhang „gemeinsames Zusammenwirken“ bedeuten könnte; denkt man andererseits an staatlich oder verwaltungstechnisch abgegrenzte Teilgesellschaften, gibt es wohl immer auch Beziehungen, die über die jeweiligen Grenzen hinausgehen.

<sup>12</sup>Im Übrigen sprechen nicht nur begriffliche, sondern auch politische Gründe für eine Unterscheidung von Gesellschaften und Staaten, wie z.B. von E.-W. Böckenförde (1972) ausgeführt wurde.

wie Menschen *ihre* Zugehörigkeit zu einer Gesellschaft jeweils selbst auffassen. Der unterschiedliche Ansatz wird in folgender Bemerkung von H. Popitz (1995, S. 126f.) deutlich:

„Gesellschaften im hier [von Popitz] gemeinten Sinne sind *soziale Einheiten*. [...] Soziale Einheiten sind leicht zu erkennen, weil sie Wert darauf legen, sich erkennbar zu machen. Sie ziehen Grenzen zwischen Innen und Außen, Drinsein und Draußensein. Wer als Zugehöriger anerkannt wird, muß über bestimmte Qualitäten verfügen, angeborene wie Geschlecht und Herkunft, oder erworbene wie bestimmte Leistungen oder Bewährungen. Vergesellschaftung bedeutet, daß Menschen in Strukturen von Zugehörigkeiten leben. Also in Ein- und Ausgrenzungen. Das zellenbildende Prinzip der Vergesellschaftung ist ein Prinzip der Grenzziehung. Soziale Einheiten sind das Produkt solcher Alternativen.“

Diese Überlegung führt jedoch in eine Sackgasse; zunächst schon rein formal durch ihre Grammatik, die „Gesellschaften“ bzw. „soziale Einheiten“ zu Subjekten ihrer eigenen Abgrenzung macht. Wollte man aber versuchen, sie empirisch zu wenden, würde man schließlich nur irgendwelche partikularen Ideologien finden, die zwar von Sozialwissenschaftlern ideologiekritisch thematisiert, nicht aber mit ihren eigenen Begriffsbildungen vermengt werden sollten.

*5. Konstruktionen gesellschaftlicher Verhältnisse.* Wir werden nicht versuchen, auch einen bestimmten Begriff gesellschaftlicher Verhältnisse zu definieren, denn gesellschaftliche Verhältnisse können auf unterschiedliche Weisen konzeptualisiert werden. In erster Näherung lassen sich drei solche Möglichkeiten zur Konstruktion von *Aspekten* gesellschaftlicher Verhältnisse unterscheiden:

- Man kann statistische Strukturen verwenden, um Aspekte gesellschaftlicher Verhältnisse zu definieren;
- man kann (stattdessen oder ergänzend) von Beziehungen ausgehen und soziale Netzwerke konstruieren;
- man kann sich auf Institutionen und Organisationen beziehen und sie als Bedingungen des Lebens von Menschen in einer Gesellschaft thematisieren.

Wir werden später diese drei Möglichkeiten genauer besprechen und auch versuchen, einige Zusammenhänge herzustellen.

*6. Modelle und modale Fragestellungen.* Schließlich soll noch erläutert werden, wie in diesem Text von Modellen gesprochen wird. Denn in der Literatur findet man oft die Auffassung, dass Modelle als „vereinfachende Beschreibungen“ von Ausschnitten der menschlichen Erfahrungswelt verstanden werden können; hier sind zwei typische Formulierungen:

„A *scientific model* is an abstract and simplified description of a given phenomena.“ (Olkin, Gleser und Derman 1980, S. 2) „A model of any set of phenomena is a formal representation thereof in which certain features are abstracted while



others are ignored with the intent of providing a simpler description of the salient aspects of the chosen phenomena.“ (Hendry und Richard 1982, S. 4)

Sehr ähnlich sind Formulierungen, in denen von „Abbildungen“ gesprochen wird, zum Beispiel:

„Modelle können wir uns in erster Näherung denken als begriffliche Konstrukte zur ‘Abbildung’ realer Systeme oder zum Umgang mit solchen.“ (Balzer 1997, S. 16) „Ein Modell ist wohl immer aufzufassen als eine Abbildung. Die Frage ist nur, was abgebildet wird, und wie die Abbildungsfunktion aussieht.“ (Frey 1961, S. 89) „Ein Modell ist eine Abbildung von für die jeweilige Fragestellung bedeutsamen Teilaspekten der Wirklichkeit zu einem vereinfachten System.“ (Wirth 1979, S. 130f.) „Ein Modell ist immer eine vereinfachte Abbildung eines interessierenden Realitätsausschnitts.“ (Bossel 1992, S. 27)

In vielen, vermutlich sogar den meisten Fällen haben jedoch Modelle, wie sie in der sozialwissenschaftlichen Literatur konstruiert und diskutiert werden, nicht die Aufgabe, Ausschnitte unserer Erfahrungswelt zu beschreiben oder „abzubilden“. Beispielsweise kann man an demographische Modelle denken, die dem Zweck dienen, *mögliche* Bevölkerungsentwicklungen vorstellbar zu machen, die aus hypothetischen Annahmen über Geburten, Todesfälle und Migrationen ableitbar sind. Offenbar kann man nicht sagen, dass durch Modelle dieser Art reale historische Prozesse beschrieben werden.<sup>13</sup> Dieses Beispiel liefert auch einen allgemeinen Gesichtspunkt: In vielen Fällen dienen Modelle dem Nachdenken über Möglichkeiten; oder in einer kurzen Formulierung: *Modelle sind Hilfsmittel zur Reflexion modaler Fragestellungen*, wobei sich diese Fragestellungen sowohl auf zukünftige Möglichkeiten als auch auf die Beschaffenheit bereits realisierter Sachverhalte, über die nur unzureichende Informationen verfügbar sind, beziehen können. Die als Leitfaden dienenden modalen Fragestellungen können natürlich sehr unterschiedlich sein und müssen bei der Konstruktion von Modellen erläutert werden.

---

<sup>13</sup>Hierbei setze ich ein bestimmtes Verständnis des Worts ‘*beschreiben*’ voraus, insbesondere: dass nur Sachverhalte beschrieben werden können, die es in der menschlichen Erfahrungswelt tatsächlich gibt oder gegeben hat, so dass empirische Feststellungen möglich sind. Allerdings wird das Wort oft in einer weiteren Bedeutung verwendet, so dass auch Darstellungen fiktiver Sachverhalte als Beschreibungen bezeichnet werden können; dann sollte ggf. zwischen empirischen und fiktiven Beschreibungen unterschieden werden.

## Teil I

# Daten, Modelle und Analysen

# Kapitel 1

## Demographische Prozesse

### 1.1 Einige Begriffe der Demographie

1. Der begriffliche Rahmen.
2. Definition demographischer Prozesse.
3. Definitionen der Bevölkerungszahl.
4. Buchführungsgleichungen.
5. Überlegungen anhand eines Lexis-Diagramms.
6. Gliederungen nach Geschlecht und Alter.
7. Altersspezifische Buchführungsgleichungen.
8. Charakterisierungen demographischer Prozesse.

### 1.2 Daten zur Bevölkerungsentwicklung

1. Datenquellen der amtlichen Statistik.
2. Die Entwicklung der Bevölkerungszahl.
3. Geburten- und Sterbefälle.
4. Buchführungsgleichungen und Migrationsvorgänge.
5. Gliederungen nach Geschlecht und Alter.
6. Veränderungen in der Altersstruktur.

Zu den elementaren Aufgaben der empirischen Sozialforschung gehören Untersuchungen demographischer Prozesse, zunächst zur zeitlichen Entwicklung der Anzahl der Menschen, aus denen Gesellschaften bestehen, und ihrer Gliederungen nach dem Alter und dem Geschlecht. In diesem Kapitel besprechen wir im ersten Abschnitt einige Definitionen zur Konzeption und Charakterisierung demographischer Prozesse, dann werden Daten zur Bevölkerungsentwicklung in Deutschland dargestellt. Weitere Überlegungen folgen in späteren Kapiteln.

### 1.1 Einige Begriffe der Demographie

1. *Der begriffliche Rahmen.* Um demographische Prozesse explizit definieren zu können, ist ein zeitlicher und räumlicher Kontext erforderlich. Als zeitlichen Kontext setzen wir in diesem Kapitel eine diskrete Zeitachse  $\mathcal{T}^*$  voraus, deren Elemente auf Zeitstellen (z.B. Tage, Monate oder Jahre) verweisen; und als räumlichen Kontext verwenden wir einen topographischen Raum  $\mathcal{R}$ , der aus Raumstellen besteht, in denen Menschen leben können.<sup>1</sup> Wie bei den Zeitstellen ist auch bei diesen Raumstellen zunächst keine

---

<sup>1</sup>Ausführliche Erläuterungen zu den Begriffsbildungen und Notationen für Zeitachsen und Zeitreihen findet man im Abschnitt II-5.2; zum Begriff eines topographischen Raums vgl. man Abschnitt II-3.2.

genaue Definition erforderlich. Natürlich ist es zur Betrachtung von Migrationsvorgängen erforderlich, dass es mindestens zwei Raumstellen gibt, zwischen denen Wanderungsbewegungen stattfinden können; solange von solchen Wanderungen abgesehen wird, genügt aber bereits die Vorstellung, dass  $\mathcal{R}$  nur eine Raumstelle enthält.

Schließlich soll  $\Omega_t$  die Gesamtheit der Menschen bezeichnen, die während der Zeitstelle  $t$  innerhalb des Raums  $\mathcal{R}$  leben. Elemente von  $\Omega_t$  sind also Namen, die auf jeweils bestimmte Menschen verweisen. Der Zeitindex  $t$  ist erforderlich, weil sich nicht nur der Umfang, sondern auch die Zusammensetzung dieser Bevölkerungsmengen im Zeitablauf verändern kann. Dabei gehen wir von folgenden Konventionen aus: Wenn ein Kind in einer Zeitstelle  $t$  geboren wird, ist es Mitglied von  $\Omega_t$ , aber nicht von irgendeiner früheren Bevölkerungsmenge; und wenn ein Mensch in einer Zeitstelle  $t$  stirbt, ist er Mitglied von  $\Omega_t$ , aber nicht von irgendeiner späteren Bevölkerungsmenge.  $\Omega_t$  umfasst also alle Menschen, deren Lebenslinien sich mit der Zeitstelle  $t$  ganz oder partiell überschneiden, d.h. die vor dem Ende von  $t$  geboren wurden, aber nicht bereits vor dem Beginn von  $t$  gestorben sind.

Eine analoge Definition wird verwendet, wenn sich  $\Omega_t$  nur auf einen Teilraum  $\mathcal{R}^* \subset \mathcal{R}$  bezieht, so dass Zu- und Abwanderungen möglich sind.  $\Omega_t$  umfasst dann alle Menschen, die während einer Zeitspanne, die sich mit der Zeitstelle  $t$  überschneidet, innerhalb des Teilraums  $\mathcal{R}^*$  leben.<sup>2</sup>

Zur Veranschaulichung der Begriffsbildungen kann man sich eine kleine Insel vorstellen, die nur von wenigen Menschen bewohnt wird. Gelegentlich wird ein Kind geboren oder ein Mensch stirbt, und gelegentlich verlässt ein Bewohner die Insel oder jemand kommt als ein neuer Bewohner auf die Insel. Man kann sich vorstellen, dass ein Chronist über diese Vorgänge Buch führt. Wir nehmen an, dass nur jährliche Angaben erfolgen (so dass es sich bei den Zeitstellen der vorausgesetzten Zeitachse um Jahre handelt) und dass die Chronik im Jahr 1960 beginnt und bis zum Jahr 1985 fortgesetzt wird. Im ersten Jahr macht der Chronist eine Bestandsaufnahme und stellt fest, dass die Insel von 10 Personen bewohnt wird. Die folgende Tabelle zeigt ihre Namen, ihr Alter (in vollendeten Lebensjahren) und ihr Geschlecht (0 = männlich, 1 = weiblich):

Name	$\omega_1$	$\omega_2$	$\omega_3$	$\omega_4$	$\omega_5$	$\omega_6$	$\omega_7$	$\omega_8$	$\omega_9$	$\omega_{10}$
Alter	40	38	4	16	63	70	25	8	63	11
Geschlecht	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0

Diese Tabelle bildet den Anfang der Chronik. In den folgenden Jahren nimmt der Chronist immer dann neue Einträge vor, wenn ein demographisch relevantes Ereignis (eine Geburt, ein Todesfall oder eine Zu- oder

<sup>2</sup>Für empirische Bevölkerungszählungen kann es natürlich sinnvoll sein, weitere Präzisierungen und Einschränkungen vorzunehmen und sich z.B. nur auf die „Wohnbevölkerung“ zu beziehen.

**Tabelle 1.1-1** Chronik der fiktiven Insel 1960 – 1985.

Jahr	Name	Alter	Geschlecht	Art des Ereignisses
1961	$\omega_4$	17	0	verlässt die Insel
1963	$\omega_6$	73	0	stirbt
1964	$\omega_{11}$	30	0	wird neuer Bewohner
1966	$\omega_{12}$	0	1	wird geboren
1970	$\omega_{13}$	0	0	wird geboren
1971	$\omega_9$	74	1	stirbt
1975	$\omega_8$	23	0	verlässt die Insel
1975	$\omega_{14}$	26	1	wird neuer Bewohner
1980	$\omega_{15}$	0	0	wird geboren
1982	$\omega_{16}$	0	1	wird geboren
1985	$\omega_5$	88	1	stirbt

Abwanderung) stattfindet. Tabelle 1.1-1 zeigt die Einträge bis zum Ende der Chronik im Jahr 1985.

*2. Definitionen demographischer Prozesse.* Der in § 1 eingeführte begriffliche Rahmen erlaubt einfache Definitionen demographischer Prozesse, indem man sich auf zeitliche Folgen der Bevölkerungsmengen  $\Omega_t$  bezieht, wobei der Zeitindex  $t$  Werte in einer Zeitachse  $\mathcal{T}^*$  annehmen kann. Wir unterscheiden zwei Varianten:

- Eine zeitliche Folge von Bevölkerungsmengen  $\Omega_t$  wird ein *demographischer Prozess ohne externe Migration* genannt, wenn  $\Omega_t$  stets alle Menschen umfasst, die innerhalb eines als Kontext vorausgesetzten topographischen Raums  $\mathcal{R}$  leben.
- Eine zeitliche Folge von Bevölkerungsmengen  $\Omega_t$  wird ein *demographischer Prozess mit externer Migration* genannt, wenn sich  $\Omega_t$  auf einen Teilraum  $\mathcal{R}^* \subset \mathcal{R}$  bezieht, so dass auch Migrationsvorgänge zwischen diesem Teilraum und seiner räumlichen Umgebung  $\mathcal{R} \setminus \mathcal{R}^*$  stattfinden können.<sup>3</sup>

Es sei angemerkt, dass demographische Prozesse nicht unmittelbar auch statistische Prozesse sind, worunter wir zeitliche Folgen statistischer Variablen verstehen (vgl. Abschnitt II-5.2). Statistische Prozesse entstehen jedoch, sobald man die Bevölkerungsmengen  $\Omega_t$  als Referenzmengen statistischer Variablen verwendet.

*3. Definitionen der Bevölkerungszahl.* Der Begriff einer Bevölkerungszahl bezieht sich auf die Anzahl der Menschen, die während einer Zeitstelle

<sup>3</sup>Mit der Schreibweise  $\mathcal{R} \setminus \mathcal{R}^*$  ist die Menge aller Elemente von  $\mathcal{R}$  gemeint, die nicht zur Menge  $\mathcal{R}^*$  gehören.

in einem bestimmten Gebiet leben. Dabei gibt es hauptsächlich zwei Unschärfen. Die erste betrifft die Formulierung „in einem bestimmten Gebiet leben“. Offenbar sind Unterscheidungen möglich. In der Bevölkerungsstatistik wird insbesondere zwischen der ortsanwesenden und der Wohnbevölkerung unterschieden.

Problematischer ist die Bezugnahme auf Zeitstellen, denn Zeitstellen haben stets eine mehr oder weniger große zeitliche Ausdehnung, so dass sich die Bevölkerungszahl während einer Zeitstelle verändern kann. Für dieses Problem gibt es keine einfache Lösung. Wir verwenden je nach Anwendungskontext eine von drei unterschiedlichen Definitionen.

- a) Die erste Definition geht von den in §1 eingeführten Bevölkerungsmengen aus:  $n_t := |\Omega_t|$ .<sup>4</sup> Bei dieser Definition ist  $n_t$  die Anzahl aller Menschen, die während der Zeitstelle  $t$  in dem Gebiet, auf das Bezug genommen wird, gelebt haben. Dabei kann es sich auch um eine kurze Zeitspanne innerhalb der Zeitstelle  $t$  handeln, so dass durch  $n_t$  auch Menschen erfasst werden, die während  $t$  geboren werden, sterben, oder zu- oder abwandern.
- b) Bei Zeitstellen, die eine größere zeitliche Ausdehnung aufweisen (beispielsweise Jahre), kann es sinnvoll sein, sich auf die Bevölkerungszahl zum Beginn oder zum Ende der Zeitstelle zu beziehen. Wir verwenden dann die Notationen:

$n_t^+$  := Anzahl der Menschen zu Beginn der Zeitstelle  $t$

$n_t^-$  := Anzahl der Menschen zum Ende der Zeitstelle  $t$

und legen die definitorische Gleichsetzung  $n_t^- = n_{t+1}^+$  zugrunde. Werden Zeitstellen als Jahre aufgefasst, kann man sich unter  $n_t^+$  und  $n_t^-$  die Bevölkerungszahlen am 1. Januar bzw. am 31. Dezember vorstellen.

- c) Schließlich kann man versuchen, die durchschnittliche Bevölkerungszahl während einer Zeitstelle zu definieren. Wir verwenden dafür die Notation  $\bar{n}_t$ , ohne damit irgendeine bestimmte Definition zu implizieren. Den wichtigsten Anwendungsfall bilden die jahresdurchschnittlichen Bevölkerungszahlen der amtlichen Statistik, bei deren Berechnung von unterschiedlichen Definitionen ausgegangen wird.<sup>5</sup>

<sup>4</sup>In diesem Text werden die Zeichen ‘=’ und ‘:=’ unterschieden. Ein Gleichheitszeichen mit vorangestelltem Doppelpunkt wird verwendet, um anzudeuten, dass eine definitorische Gleichsetzung vorgenommen wird, d.h. der Ausdruck auf der linken Seite wird durch den Ausdruck auf der rechten Seite definiert. Dagegen setzt ein einfaches Gleichheitszeichen voraus, dass beide Seiten schon definiert sind.

<sup>5</sup>Im definitorischen Apparat der STATIS-Datenbank findet man folgende Hinweise: „Der Bevölkerungsstand gibt die Zahl der Personen an, die zur Bevölkerung gehören, nachgewiesen zu verschiedenen Zeitpunkten. Der Bevölkerungsstand im Jahresdurchschnitt insgesamt ist das arithmetische Mittel aus zwölf Monatswerten, die wiederum Durchschnitte aus dem Bevölkerungsstand am Anfang und Ende jeden Monats sind.“

4. *Buchführungsgleichungen.* Weiterhin verwenden wir folgende Bezeichnungen für Geburten und Sterbefälle:

$b_t$  := Anzahl der Kinder, die in der Zeitstelle  $t$  geboren werden

$d_t$  := Anzahl der Menschen, die in der Zeitstelle  $t$  sterben

Somit kann für einen demographischen Prozess ohne externe Migration zunächst folgende *Buchführungsgleichung* formuliert werden:

$$n_{t+1} = n_t + b_{t+1} - d_t \quad (1.1)$$

Für einen demographischen Prozess mit externer Migration werden außerdem die Bezeichnungen

$m_t^i$  := Anzahl der Menschen, die in  $t$  nach  $\mathcal{R}^*$  einwandern

$m_t^o$  := Anzahl der Menschen, die in  $t$  aus  $\mathcal{R}^*$  auswandern

verwendet, so dass die Buchführungsgleichung folgende Form annimmt:

$$n_{t+1} = n_t + b_{t+1} - d_t + m_{t+1}^i - m_t^o \quad (1.2)$$

Zuwanderungen werden wie Geburten und Abwanderungen werden wie Sterbefälle verbucht. Dementsprechend werden Personen, die in der gleichen Zeitstelle  $t$  zuwandern und wieder auswandern (oder sterben), als Mitglieder der Bevölkerungsmenge  $\Omega_t$  betrachtet.<sup>6</sup>

Anstatt sich mit  $n_t$  auf die Bevölkerungsmengen  $\Omega_t$  zu beziehen, kann man auch die Bevölkerungszahlen zum Beginn und Ende der Zeitstellen verwenden. Die Buchführungsgleichung bekommt dann die Form

$$n_{t+1}^+ = n_t^- = n_t^+ + b_t - d_t + m_t^i - m_t^o \quad (1.3)$$

Zur Berechnung des durchschnittlichen Bevölkerungsstandes nach Altersjahren und Geschlecht wird ein vereinfachtes Verfahren angewendet: Es werden lediglich die arithmetischen Durchschnittswerte aus dem Bevölkerungsstand jeder Gruppe zum Jahresanfang und -ende gebildet und mit einem Korrekturfaktor multipliziert. Dieser Korrekturfaktor ist der Quotient aus dem durchschnittlichen Bevölkerungsstand insgesamt und der Summe aller vereinfacht berechneten Durchschnittswerte des Bevölkerungsstandes in den einzelnen Altersjahren.“

Die Definitionen und Berechnungsmethoden haben sich im Laufe der Zeit verändert: „In den Jahren 1961, 1970 und 1987 wurden keine Durchschnittswerte gebildet, sondern die Ergebnisse der jeweiligen Volks- und Berufszählungen nachgewiesen.“ „Bis 1953 und von 1956 bis 1960 wurde zur Berechnung des Bevölkerungsstandes im Durchschnitt insgesamt das arithmetische Mittel aus jeweils vier Vierteljahreswerten gebildet; dagegen wurde der Bevölkerungsstand von 1953 bis 1955, von 1962 bis 1969 und wird seit 1971 – wie oben beschrieben – als Durchschnitt aus Monatswerten berechnet.“

Für die ehemalige DDR wird mitgeteilt: „Als Bevölkerungsdurchschnittszahl für ein Kalenderjahr galt bis einschließlich Berichtsjahr 1988 jeweils die zum 30.6. fortgeschriebene Einwohnerzahl.“ (Fachserie 1, Reihe 1, 1999, S. 15)

<sup>6</sup>Personen, die innerhalb der gleichen Zeitstelle mehrfach zuwandern, sollten natürlich nur einmal gezählt werden.

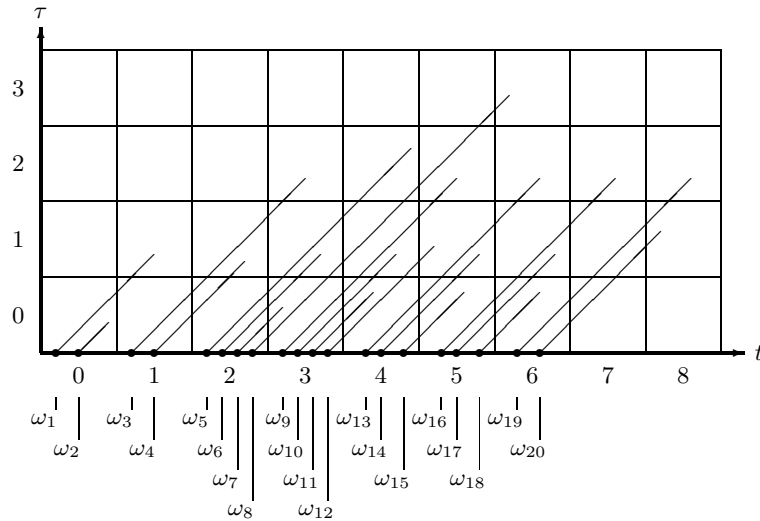


Abb. 1.1-1 Ein Lexis-Diagramm mit 20 Lebenslinien.

Es ist bemerkenswert, dass Buchführungsgleichungen nicht ohne weiteres auch mit durchschnittlichen Bevölkerungszahlen formuliert werden können.

5. *Überlegungen anhand eines Lexis-Diagramms.* Zur Verdeutlichung der bisherigen Begriffsbildungen eignet sich ein *Lexis-Diagramm*.<sup>7</sup> Abbildung 1.1-1 illustriert die Konstruktion. Die horizontale Achse repräsentiert die historische Zeit ( $t$ ), die vertikale Achse das Lebensalter ( $\tau$ ). Beide werden als kontinuierliche Zeitachsen konzipiert, so dass Zeitstellen als Zeitintervalle aufgefasst werden können. Wir nehmen an, dass es sich um links geschlossene und rechts offene Zeitintervalle handelt, also:

Zeitintervall  $0 \equiv [0, 1[$ , Zeitintervall  $1 \equiv [1, 2[$ , usw.

Als eine allgemeine Formulierung verwenden wir

Zeitstelle  $t \equiv [t^+, t^-[$

wobei  $t^+$  den Anfangs- und  $t^-$  den Endzeitpunkt der Zeitstelle  $t$  bezeichnen soll. (Dabei muss es sich nicht um ganzzahlige Werte handeln.)

Für jede Person  $\omega$  wird nun angenommen, dass es einen genauen Geburtszeitpunkt  $x(\omega)$  und einen genauen Sterbezeitpunkt  $y(\omega)$  gibt.<sup>8</sup> Für

<sup>7</sup>Benannt nach dem Demographen Wilhelm Lexis (1837–1914).

<sup>8</sup>Es handelt sich offenbar um eine fiktive Idealisierung, da alle realen Ereignisse eine zeitliche Ausdehnung aufweisen; nicht einmal Anfangs- und Endzeitpunkte können auf einer kontinuierlichen Zeitachse genau fixiert werden.

jede Person kann somit eine Lebenslinie in das Lexis-Diagramm eingetragen werden: eine diagonale Linie, die bei  $x(\omega)$  beginnt und bei  $y(\omega)$  endet. Abbildung 1.1-1 zeigt solche Lebenslinien für 20 Personen.

Anhand dieses Lexis-Diagramms können zunächst unsere bisherigen Buchführungskonventionen noch einmal verdeutlicht werden. Offenbar gibt es folgende Bevölkerungsmengen:

$$\Omega_0 = \{\omega_1, \omega_2\}, \quad \Omega_1 = \{\omega_1, \omega_3, \omega_4\}, \quad \text{usw.}$$

Das entspricht der in § 1 eingeführten allgemeinen Definition, die jetzt auch in der Form

$$\Omega_t = \{\omega \mid x(\omega) < t^+, y(\omega) \geq t^+\}$$

angegeben werden kann. Anhand des Lexis-Diagramms in Abbildung 1.1-1 kann man auch die Buchführungsgleichung  $n_{t+1} = n_t + b_{t+1} - d_t$  nachvollziehen, wie die folgende Tabelle zeigt:

$t$	$n_t$	$d_t$	$b_t$
0	2	1	2
1	3	1	2
2	6	1	4
3	9	3	4
4	9	3	3
5	9	4	3
6	7	4	2
7	3	1	0
8	2	2	0

Es sei angemerkt, dass sich auch Lebenslinien von Zuwanderern in ein Lexis-Diagramm eintragen lassen. Grundsätzlich beginnen auch sie auf der Ordinate im Alter 0; für die Buchführung sind jedoch nur diejenigen Abschnitte dieser Lebenslinien zu berücksichtigen, während der sich eine Person in dem Gebiet aufhält, für das die Buchführungsgleichung aufgestellt werden soll.

6. *Gliederungen nach Geschlecht und Alter.* Für demographische Überlegungen sind in erster Linie Unterscheidungen nach dem Geschlecht und dem Alter von Bedeutung. Für Unterscheidungen nach dem Geschlecht verwenden wir die Indizes  $m$  (männlich) und  $f$  (weiblich). So sind z.B.  $\Omega_t^m$  die männlichen und  $\Omega_t^f$  die weiblichen Personen, die in der Zeitstelle  $t$  leben, und  $n_t^m$  bzw.  $n_t^f$  sind die entsprechenden Anzahlen.

Um Personen nach ihrem Alter zu unterscheiden, verwenden wir je nach Anwendungskontext unterschiedliche Altersbegriffe:

– Der Begriff eines *exakten Alters* geht davon aus, dass man sich sowohl

für die Geburt einer Person als auch für ihre Altersbestimmung auf genaue Zeitpunkte beziehen kann. Das exakte Alter ist dann als Differenz zwischen dem Erfassungs- und dem Geburtszeitpunkt definiert.

- Das *gewöhnliche Alter* ist das in vollendeten Zeitstellen erfasste exakte Alter. Geht man von Jahren aus, ist das gewöhnliche Alter einer Person bis zum 1. Geburtstag 0 Jahre, vom 1. bis zum 2. Geburtstag 1 Jahr usw. Anstelle von Jahren kann man offenbar beliebige Zeitstellen verwenden. Wir setzen im Folgenden voraus, dass zur Erfassung des gewöhnlichen Alters die Zeitstellen der zugrundeliegenden Zeitachse, durch die der demographische Prozess definiert wird, verwendet werden.
- Das *demographische Alter* einer Person in einer Zeitstelle  $t$  ist  $t - t'$ , wobei  $t'$  die Zeitstelle ist, in der die Person geboren wurde.

Im Unterschied zum exakten und zum gewöhnlichen Alter einer Person verändert sich das demographische Alter während einer Zeitstelle (z.B. während eines Jahres) nicht. In jeder Zeitstelle gibt es für jede Person genau ein demographisches Alter. Zur Erfassung des exakten oder gewöhnlichen Alters einer Person muss man sich jedoch auf bestimmte Zeitpunkte (innerhalb von Zeitstellen) beziehen.

Gliederungen einer Gesellschaft nach dem Alter können bei allen drei Bevölkerungsbegriffen ansetzen, die in § 3 unterschieden wurden. Allerdings gibt es dabei unterschiedliche Möglichkeiten und Restriktionen.

- a) Setzt man bei den Bevölkerungsmengen  $\Omega_t$  an, wobei sich  $t$  auf Zeitstellen einer Zeitachse  $\mathcal{T}^*$  bezieht, möchte man sich auf Teilmengen beziehen, die Menschen gleichen Alters zusammenfassen. Wir definieren:  $\Omega_{t,\tau}$  umfasst alle Personen, die in der Zeitstelle  $t - \tau$  geboren wurden; insbesondere besteht  $\Omega_{t,0}$  aus den in der Zeitstelle  $t$  geborenen Kindern. Offenbar kann man auch sagen, dass  $\Omega_{t,\tau}$  alle Personen umfasst, die in der Zeitstelle  $t$  das demographische Alter  $\tau$  haben.<sup>9</sup> Ihre Anzahl wird durch  $n_{t,\tau} := |\Omega_{t,\tau}|$  bezeichnet.
- b) Jeweils zum Ende einer Zeitstelle stimmen das gewöhnliche und das demographische Alter überein. Unmittelbar deutlich ist das bei der Verwendung von Jahren: Menschen, die zum Ende eines Jahres  $t$  im gewöhnlichen Alter  $\tau$  sind, wurden im Jahr  $t - \tau$  geboren. Somit lässt sich eine Gliederung nach dem Alter besonders leicht vornehmen, wenn sich die Bevölkerungszahlen auf das Ende (oder den Anfang) von Zeitstellen beziehen. Wir verwenden  $n_{t,\tau}^+$  bzw.  $n_{t,\tau}^-$  für die Anzahl der Menschen, die am Anfang bzw. zum Ende der Zeitstelle  $t$  im Alter  $\tau$  sind.
- c) Schließlich kann eine Gliederung nach dem Alter auch bei durchschnitt-

<sup>9</sup>Geht man dagegen vom gewöhnlichen Altersbegriff aus, ist zu beachten, dass die meisten Personen in  $\Omega_{t,\tau}$  nicht während der gesamten Zeitstelle  $t$  im Alter  $\tau$  sind, sondern erst zum Ende dieser Zeitstelle. Dies gilt natürlich nur für Personen, die bis zum Ende der Zeitstelle überleben. In Abbildung 1.1-1 ist zum Beispiel  $\omega_7 \in \Omega_{3,1}$ ,  $\omega_7$  stirbt jedoch vor dem Erreichen des Alters 1.

lichen Bevölkerungszahlen ansetzen. Wir verwenden dann die Bezeichnung  $\bar{n}_{t,\tau}$  für die Anzahl der Menschen, die im Durchschnitt der Zeitstelle  $t$  im Alter  $\tau$  sind.<sup>10</sup>

Gliederungen nach dem Alter sind auch bei Sterbefällen und bei Zu- und Abwanderungen sinnvoll. Dabei muss wiederum zwischen dem gewöhnlichen und dem demographischen Alter unterschieden werden. Wir verwenden folgende Notationen:

$d_{t,\tau}$  Anzahl Menschen, die in der Zeitstelle  $t$  im demographischen Alter  $\tau$  sterben.

$m_{t,\tau}^i$  Anzahl Menschen, die in der Zeitstelle  $t$  im demographischen Alter  $\tau$  nach  $\mathcal{R}^*$  einwandern.

$m_{t,\tau}^o$  Anzahl Menschen, die in der Zeitstelle  $t$  im demographischen Alter  $\tau$  aus  $\mathcal{R}^*$  auswandern.

Bei diesen Definitionen ist stets das demographische Alter gemeint, das sich auf das Geburtsjahr  $t - \tau$  bezieht. Wenn dagegen das gewöhnliche Alter gemeint ist, verwenden wir zur zusätzlichen Kennzeichnung einen Querstrich. So ist zum Beispiel  $\bar{d}_{t,\tau}$  die Anzahl der Menschen, die in der Zeitstelle  $t$  im gewöhnlichen Alter  $\tau$  sterben.<sup>11</sup>

*7. Altersspezifische Buchführungsgleichungen.* Die im vorangegangenen Paragraphen eingeführte Definition altersspezifischer Bevölkerungsmengen liefert nicht nur konsistente Partitionierungen der Bevölkerungsmengen  $\Omega_t$  bzgl. des Alters, sie erlaubt auch einfache Formen altersspezifischer Buchführungsgleichungen. Für einen demographischen Prozess ohne externe Migration gilt  $n_{t+1,0} = b_{t+1}$  und allgemein:

$$n_{t+1,\tau+1} = n_{t,\tau} - d_{t,\tau} \quad (1.4)$$

Und für einen demographischen Prozess mit externer Migration findet man  $n_{t+1,0} = b_{t+1} + m_{t+1,0}^i$  und allgemein:

$$n_{t+1,\tau+1} = n_{t,\tau} - d_{t,\tau} + m_{t+1,\tau+1}^i - m_{t,\tau}^o \quad (1.5)$$

Entsprechende Gleichungen können formuliert werden, wenn man sich auf die Bevölkerungszahl zum Anfang bzw. Ende von Zeitstellen bezieht, für einen demographischen Prozess mit externer Migration:

$$n_{t+1,\tau+1}^+ = n_{t,\tau+1}^- = n_{t,\tau}^+ - d_{t,\tau+1} + m_{t,\tau+1}^i - m_{t,\tau+1}^o \quad (1.6)$$

<sup>10</sup>Diese Definition ist offenbar unklar. Zum Verständnis der Vorgehensweise des Statistischen Bundesamts, das jahresdurchschnittliche Bevölkerungszahlen nach dem Alter gliedert, vgl. man die Anmerkung 5.

<sup>11</sup>Bezieht man sich auf das Lexis-Diagramm in Abbildung 1.1-1, findet man zum Beispiel  $d_{3,1} = 2$  und  $\bar{d}_{3,1} = 1$ .

Es ist bemerkenswert, dass man für die Sterbefälle und die Zu- und Abwanderungen auch in diesem Fall das demographische Alter verwenden muss.<sup>12</sup>

8. *Charakterisierungen demographischer Prozesse.* In der Literatur sind sehr viele Konzepte und Maßzahlen zur Charakterisierung demographischer Prozesse vorgeschlagen worden.<sup>13</sup> Hier genügen einige elementare Definitionen:

- Man kann *Anzahlen* verwenden, und zwar sowohl zur Charakterisierung von Bevölkerungsmengen als auch zum Zählen demographischer Ereignisse. Dem entsprechen die in den vorangegangenen Paragraphen eingeführten Bezeichnungen.
- Ausgehend von Anzahlen können *Veränderungsraten* berechnet werden.<sup>14</sup> Wir verwenden die Notation  $\rho_t := (x_{t+1} - x_t)/x_t$ , wobei  $x$  irgendeine für die Zeitstellen definierte Größe ist.<sup>15</sup>
- Zur Erfassung der Häufigkeit von Sterbefällen kann zunächst eine *allgemeine Sterbeziffer* verwendet werden, die als Quotient  $d_t/n_t$  oder  $\bar{d}_t/\bar{n}_t$  definiert ist und meistens *pro 1000* angegeben wird.<sup>16</sup> Für analytische Zwecke sind altersspezifische, außerdem nach dem Geschlecht differenzierte Sterbeziffern besser geeignet, deren Definition wir in Abschnitt 2.2 besprechen werden.
- Analog zu einer allgemeinen Sterbeziffer kann auch eine *allgemeine Geburtenziffer* durch  $b_t/n_t$  oder  $\bar{b}_t/\bar{n}_t$  definiert werden; auch sie wird meistens *pro 1000* angegeben. Wiederum sind für analytische Zwecke altersspezifische Geburtenziffern, mit denen wir uns in Kapitel 3 beschäftigen werden, besser geeignet.

Es sei angemerkt, dass anstelle von Geburten- und Sterbeziffern auch von Geburten- bzw. Sterberaten gesprochen wird.

<sup>12</sup>Das Statistische Bundesamt, dessen Bevölkerungsfortschreibungen sich auf den Bevölkerungsstand zum Jahresende beziehen, geht z.B. bei der Altersgliederung der Zu- und Abwanderungen so vor: „Die Bestimmung des Alters der wandernden Personen geschieht mittels Auszählung nach Geburtsjahren. Dabei werden die Personen eines bestimmten Geburtsjahrganges jeweils dem Altersjahr zugeordnet, dem sie am Jahresende angehören (Beispiel für 1999 Geburtsjahr: 1999 = Altersjahr 0 bis unter 1; Geburtsjahr 1998 = Altersjahr 1 bis unter 2 usw.).“ (Fachserie 1, Reihe 1, 1999, S. 14)

<sup>13</sup>Man vgl. z.B. die Übersichten bei U. Mueller (1993 und 2000).

<sup>14</sup>Da sie auch negative Werte annehmen können, ist der Ausdruck ‘Veränderungsrate’ besser als der ebenfalls oft verwendete Ausdruck ‘Wachstumsrate’.

<sup>15</sup>Für Entwicklungen, die mehrere Perioden umfassen, werden auch *durchschnittliche Veränderungsrate* berechnet. Betrachtet man zum Beispiel die Entwicklung von  $x_t$  zu  $x_{t'}$ , wobei  $t' > t$  ist, ist die hier durch  $\bar{\rho}$  bezeichnete durchschnittliche Veränderungsrate durch  $x_{t'} = x_t (1 + \bar{\rho})^{t'-t}$  definiert.

<sup>16</sup>Das Statistische Bundesamt verwendet die zweite Variante. Im Jahr 1999 hatten diese Sterbeziffern den Wert 9.8 für Männer und 10.8 für Frauen (Fachserie 1, Reihe 1, 1999, S. 55).

## 1.2 Daten zur Bevölkerungsentwicklung

In diesem Abschnitt besprechen wir einige Daten der amtlichen Statistik zur Bevölkerungsentwicklung in Deutschland.

1. *Datenquellen der amtlichen Statistik.* Wir beginnen mit einigen Bemerkungen zu den Datenquellen.<sup>17</sup> Die meisten elementaren demographischen Daten stammen von der amtlichen Statistik, in der BRD vom *Statistischen Bundesamt* ([www.destatis.de](http://www.destatis.de)). Deren hauptsächliche Datenquellen sind einerseits Volkszählungen, die die Anzahl (und einige Merkmale) der Menschen an einem Stichtag erfassen,<sup>18</sup> und andererseits Bevölkerungsregister, durch die Geburten, Todesfälle und Zu- und Abwanderungen erfasst werden:

- Bevölkerungsregister für Geburten, Todesfälle und Heiraten bzw. Ehelösungen werden von den Standesämtern geführt.<sup>19</sup>
- Bevölkerungsregister zum Wohnort werden von den Einwohnermeldeämtern geführt. Außerdem gibt es ein Ausländerzentralregister für Personen ohne deutsche Staatsangehörigkeit. Daten aus diesen Registern werden vom Statistischen Bundesamt für die Statistiken zur internen und externen Migration verwendet.<sup>20</sup>

Über die Geschichte der Volkszählungen in Deutschland heißt es in einer Publikation des Statistischen Bundesamts:

„Nach der territorialen Neuordnung der Nachfolgestaaten des Heiligen Römischen Reichs Deutscher Nation auf dem Wiener Kongreß wurde 1816 erstmals in Preußen innerhalb der neuen Grenzen eine Volkszählung durchgeführt. Die anderen Länder des Deutschen Bundes führten in der Folgezeit Volkszählungen durch, deren Ergebnisse jedoch wegen der unterschiedlichen Erhebungszeitpunkte und der unterschiedlichen Abgrenzung der Merkmale kaum untereinander vergleichbar sind. Erst mit der Schaffung des Norddeutschen Zollvereins 1834 wurde im größten Teil des späteren Deutschen Reichs eine größere Einheitlichkeit des Vorgehens erreicht. Von da an fand bis 1867 alle drei Jahre Anfang Dezember eine Volkszählung in den Mitgliedsländern des Zollvereins statt. Die übrigen deutschen Länder schlossen sich diesem Verfahren erst 1867 an, so daß am 3. Dezember dieses Jahres erstmals in allen deutschen Ländern zum gleichen Zeitpunkt

<sup>17</sup>Eine umfassende Einführung in die Datenquellen und ihre institutionellen Grundlagen gibt H. Rinne (1996). Ausführliche Informationen zu demographischen Daten findet man bei C. Schmid (2000).

<sup>18</sup>Informationen über den Fragebogen, der bei der letzten Volkszählung in der BRD im Jahr 1987 verwendet wurde, findet man bei Würzberger, Störtzbach and Stürmer (1986). Eine Übersicht über die in Deutschland durchgeführten Volks-, Berufs- und Betriebszählungen gibt H. Rinne (1996, S. 60).

<sup>19</sup>Diese Register wurden im Jahr 1875 eingeführt. Informationen zur Geschichte findet man bei Schütz (1977). Darstellungen der für die Registratur verwendeten Formblätter wurden vom Statistischen Bundesamt in der Fachserie 1, Reihe 1, 1990, S. 312–323, veröffentlicht.

<sup>20</sup>Vgl. Fachserie 1, Reihe 1, 1999, S. 13–14.

gezählt wurde. Die nächste Volkszählung erfolgte dann nach der Reichsgründung, am 1. Dezember 1871. Vom 1. Dezember 1875 an wurden Volkszählungen im Fünf-Jahres-Turnus durchgeführt. Die letzte Zählung vor dem Ersten Weltkrieg war am 1. Dezember 1910. Danach vergingen fast 15 Jahre, bis am 16. Juni 1925 wieder eine das gesamte damalige Reichsgebiet umfassende Volkszählung stattfinden konnte. Eine vorher – im Oktober 1919 – durchgeführte Zählung hatte, da die Verhältnisse noch nicht wieder konsolidiert waren, nur behelfsmäßigen Charakter. Der mit der Zählung 1925 wieder angestrebte Fünf-Jahres-Rhythmus konnte infolge der Weltwirtschaftskrise nicht eingehalten werden. So fand die nächste Zählung erst acht Jahre später am 16. Juni 1933 statt, der im Abstand von sechs Jahren am 19. Mai 1939 die letzte Zählung vor dem Ausbruch des Zweiten Weltkrieges folgte. Die nächste Volkszählung, die am 29. Oktober 1946 auf Anordnung der Besatzungsmächte durchgeführt wurde, konnte aus den gleichen Gründen wie die von 1919 die normalerweise geforderten Ansprüche nicht erfüllen, war aber für die Bewältigung der damaligen Notsituation von großer Bedeutung. Es war die letzte Zählung, die mit einem einheitlichen Erhebungsprogramm in den vier Besatzungszonen gleichzeitig stattfand. Ihr folgte am 13. September 1950 die erste Volkszählung im Bundesgebiet. Weitere Volkszählungen im Abstand von etwa zehn Jahren fanden am 6. Juni 1961 und am 27. Mai 1970 statt.“ (Statistisches Bundesamt 1972, S. 89)

Eine weitere, die bisher letzte Volkszählung fand in der BRD am 25. Mai 1987 statt. In der ehemaligen DDR wurden Volkszählungen in den Jahren 1950 (31.8.), 1964 (31.12.) und 1981 (31.12.) durchgeführt.

Zu den jeweils verwendeten Bevölkerungsbegriffen findet man in derselben Quelle folgende Erläuterungen:

„Die Zählungen vor dem 3. Dezember 1867 hatten nicht immer einen einheitlichen Bevölkerungsbegriff. In den durch Zollverträge miteinander verbundenen Ländern wurde zwischen 1834 und 1867 die sog. *Zollabrechnungsbevölkerung* festgestellt. Es handelt sich hierbei im wesentlichen um die dauerhaft wohnhafte Bevölkerung. Dieser Bevölkerungsbegriff wurde 1863 dahingehend präzisiert, daß Personen, die länger als ein Jahr abwesend waren, nicht zur Zollabrechnungsbevölkerung gezählt wurden. Bei der Zählung 1867 wurde daneben erstmals auch die *ortsanwesende Bevölkerung* festgestellt, d.h. alle Personen, die sich zum Stichtag der Zählung im Zählungsgebiet aufhielten. Dieser Bevölkerungsbegriff stand in der Folgezeit im Vordergrund. Im Kaiserreich wurde die ortsanwesende Bevölkerung allein als maßgeblich nachgewiesen. Bei der Zählung 1925 wurde erstmals der Begriff der *Wohnbevölkerung* verwendet, der in etwa an den Bevölkerungsbegriff zwischen 1834 und 1867 anschließt. Zur Wohnbevölkerung zählten alle Personen, die am Zählungstichtag im Zählungsgebiet ihren ständigen Wohnsitz hatten, einschl. der vorübergehend Abwesenden sowie ausschließlich der vorübergehend Anwesenden. Personen mit mehreren Wohnsitzen wurden an dem Ort zur Bevölkerung gezählt, an dem sie sich am Stichtag der Zählung befanden. Davon abweichend wurden Untermieter (einschl. Hausangestellte, Schüler und Studierende mit zweitem Wohnsitz) stets an ihrem Arbeits- bzw. Studienort zur Wohnbevölkerung gerechnet. Dieser Bevölkerungsbegriff liegt, mit nur unwesentlichen Abweichungen, allen seitherigen Volkszählungen sowie der Bevölkerungsentwicklung zugrunde [...]“ (Statistisches Bundesamt 1972, S. 89)

Einige Veränderungen in den Definitionen wurden nach der Einführung eines neuen Meldegesetzes im Jahr 1983 vorgenommen.<sup>21</sup>

2. *Die Entwicklung der Bevölkerungszahl.* Daten der amtlichen Statistik beginnen mit der ersten Volkszählung in Preußen im Jahr 1816. Eine Schwierigkeit liegt offenbar darin, dass sich die Grenzen Deutschlands seither häufig verändert haben. Beschränkt man sich auf die Entwicklung nach dem 2. Weltkrieg, genügt es jedoch, zwischen dem Gebiet der früheren BRD (einschließlich West-Berlin),<sup>22</sup> und dem Gebiet der früheren DDR (einschließlich Ost-Berlin) zu unterscheiden.

Um einen Eindruck von der Entwicklung seit der ersten Volkszählung in Preußen zu gewinnen, können die Daten der Tabelle 1.2-1 verwendet werden, die sich auf das Gebiet der früheren BRD beziehen.<sup>23</sup> Aus der graphischen Darstellung in Abbildung 1.2-1 erkennt man, dass das langfri-

<sup>21</sup>Dazu heißt es im Statistischen Jahrbuch 2001 (S. 41): „Die Einwohnerzahlen basierten bis zum Frühjahr 1983 auf dem Wohnbevölkerungsbegriff. Danach gehörten Personen mit nur einer Wohnung zur Wohnbevölkerung der Gemeinde, in der sich diese Wohnung befand. Personen mit mehr als einer Wohnung oder Unterkunft im früheren Bundesgebiet wurden der Wohnbevölkerung derjenigen Gemeinde zugeordnet, von der aus sie zur Arbeit oder Ausbildung gingen. Bei Personen, die weder berufstätig waren, noch sich in der Ausbildung befanden, war die Wohnung oder Unterkunft maßgebend, in der sie sich überwiegend aufhielten.“

Mit der Einführung neuer Meldegesetze in allen Bundesländern haben die statistischen Ämter die Fortschreibung der Einwohnerzahlen auf den neuen Begriff der Bevölkerung am Ort der alleinigen bzw. Hauptwohnung umgestellt.“ (Es folgen Erläuterungen zum Begriff der Hauptwohnung.)

<sup>22</sup>Das Saarland wurde erst 1957 ein Teil dieses Gebiets; in vielen Zeitreihen der amtlichen Statistik wird es jedoch bereits für den Zeitraum 1950–56 einbezogen.

<sup>23</sup>Im Statistischen Jahrbuch 2001 (S. 44), dem die Daten entnommen wurden, findet man folgende Hinweise zu den Quellen:

a) Die Angaben für 1961, 1970, und 1987 beruhen auf Volkszählungen und beziehen sich auf die deren Stichtage (6. Juni 1961, 27. Mai 1970 und 25. Mai 1987). Bei den restlichen Angaben für den Zeitraum seit 1946 handelt es sich um Schätzwerte der jahresdurchschnittlichen Bevölkerungszahl. Dazu heißt es (S. 41): „Bei den [...] für die Jahre 1950 bis 1970 nachgewiesenen Fortschreibungszahlen handelt es sich um rückgerechnete Einwohnerzahlen aufgrund der Ergebnisse der Wohnungsstatistik vom 25.9.1956 (1950 bis 1955), der Volkszählung vom 6.6.1961 (1957 bis 1960) und der Volkszählung vom 27.5.1970 (1962 bis 1969). Die für die Jahre ab 1970 bis einschl. 1986 nachgewiesenen Bevölkerungszahlen sind Fortschreibungsdaten, die von den Ergebnissen der Volkszählung 1970 ausgehen. Die ab 30.6.1987 nachgewiesenen Bevölkerungszahlen beruhen auf den Ergebnissen der Volkszählung 1987.“

b) Die Quellen der Angaben für frühere Perioden werden nicht explizit dokumentiert. Man kann annehmen, dass seit 1871 zunächst Daten der Volkszählungen verwendet wurden, die in den Jahren 1871, 1880, 1890, 1900, 1910, 1925, 1933, und 1939 stattfanden, und dass es sich für die Jahre zwischen den Volkszählungen um Schätzwerte handelt.

c) Schließlich kann angenommen werden, dass auch die Angaben für den Zeitraum vor 1871 aus den Daten von Volkszählungen abgeleitet worden sind, die in 3-Jahres-Intervallen in Preußen seit 1816 und später auch in anderen Ländern des damaligen Zollvereins durchgeführt wurden. Es ist jedoch unklar, wie die Umrechnung auf das Gebiet der früheren BRD erfolgte.

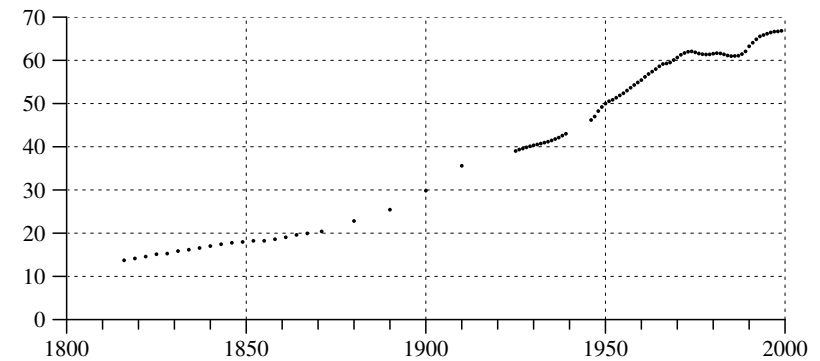


**Tabelle 1.2-1** Bevölkerungszahlen (in 1000) im Gebiet der früheren BRD.  
Quelle: Statistisches Jahrbuch 2001, S. 44.

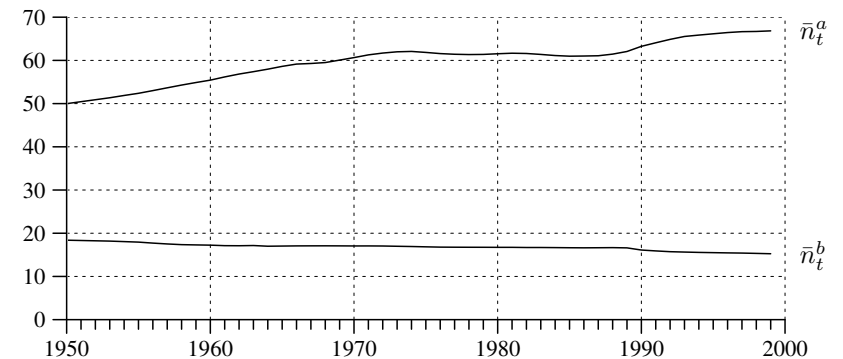
$t$	$\bar{n}_t$	$t$	$\bar{n}_t$	$t$	$\bar{n}_t$	$t$	$\bar{n}_t$
1816	13720	1925	39017	1954	51180	1977	61419
1819	14150	1926	39351	1955	52382	1978	61350
1822	14580	1927	39592	1956	53008	1979	61382
1825	15130	1928	39861	1957	53656	1980	61538
1828	15270	1929	40107	1958	54292	1981	61663
1831	15860	1930	40334	1959	54876	1982	61596
1834	16170	1931	40527	1960	55433	1983	61383
1837	16570	1932	40737	1961	56175	1984	61126
1840	17010	1933	40956	1962	56837	1985	60975
1843	17440	1934	41168	1963	57389	1986	61010
1846	17780	1935	41457	1964	57971	1987	61077
1849	17970	1936	41781	1965	58619	1988	61450
1852	18230	1937	42118	1966	59148	1989	62063
1855	18230	1938	42576	1967	59286	1990	63254
1858	18600	1939	43008	1968	59500	1991	64074
1861	19050	1946	46190	1969	60067	1992	64865
1864	19600	1947	46992	1970	60651	1993	65534
1867	19950	1948	48251	1971	61280	1994	65858
1871	20410	1949	49198	1972	61697	1995	66156
1880	22820	1950	49989	1973	61987	1996	66444
1890	25433	1951	50528	1974	62071	1997	66647
1900	29838	1952	50859	1975	61847	1998	66697
1910	35590	1953	51350	1976	61574	1999	66834

**Tabelle 1.2-2** Bevölkerungszahlen (in 1000) im Gebiet der früheren BRD ( $n_t^a$ ) und der früheren DDR ( $n_t^b$ ). Quelle: Statistisches Jahrbuch 2001, S. 44.

$t$	$\bar{n}_t^a$	$\bar{n}_t^b$	$t$	$\bar{n}_t^a$	$\bar{n}_t^b$	$t$	$\bar{n}_t^a$	$\bar{n}_t^b$
1950	49989	18388	1967	59286	17082	1984	61126	16671
1951	50528		1968	59500	17084	1985	60975	16644
1952	50859		1969	60067	17076	1986	61010	16624
1953	51350	18178	1970	60651	17058	1987	61077	16641
1954	51180	18059	1971	61280	17061	1988	61450	16666
1955	52382	17944	1972	61697	17043	1989	62063	16614
1956	53008	17716	1973	61987	16980	1990	63254	16111
1957	53656	17517	1974	62071	16925	1991	64074	15910
1958	54292	17355	1975	61847	16850	1992	64865	15730
1959	54876	17298	1976	61574	16786	1993	65534	15645
1960	55433	17241	1977	61419	16765	1994	65858	15564
1961	56175	17125	1978	61350	16756	1995	66156	15505
1962	56837	17102	1979	61382	16745	1996	66444	15451
1963	57389	17155	1980	61538	16737	1997	66647	15405
1964	57971	16992	1981	61663	16736	1998	66697	15332
1965	58619	17028	1982	61596	16697	1999	66834	15253
1966	59148	17066	1983	61383	16699			



**Abb. 1.2-1** Graphische Darstellung der Daten aus Tabelle 1.2-1. Ordinate: Anzahl in Millionen.



**Abb. 1.2-2** Graphische Darstellung der Daten aus Tabelle 1.2-2. Ordinate: Anzahl in Millionen.

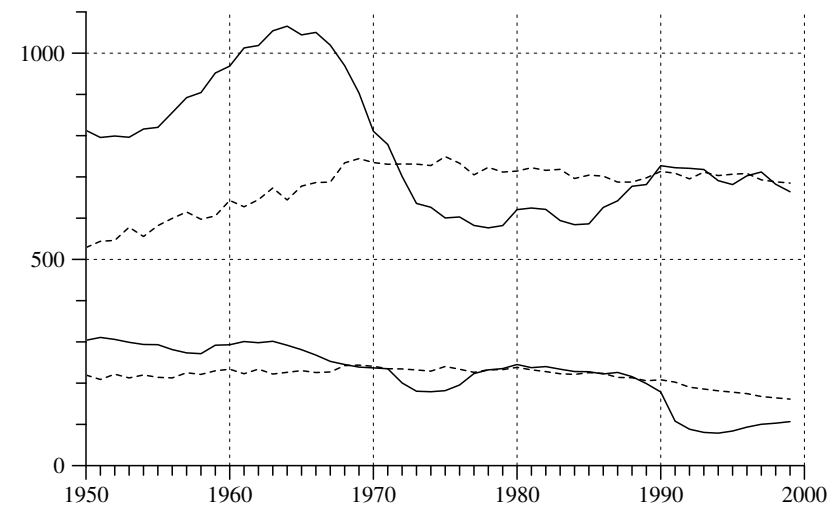
stige Bevölkerungswachstum erst Anfang der 1970er Jahre aufgehört hat; erst durch die Migrationsprozesse nach der Wiedervereinigung kam es dann erneut zu einer Bevölkerungszunahme. Dagegen gab es im Gebiet der ehemaligen DDR in der gesamten Nachkriegszeit eine geringfügige Bevölkerungsabnahme, wie der in Abbildung 1.2-2 dargestellte Vergleich zeigt.

**3. Geburten- und Sterbefälle.** Die Bevölkerungszahl verändert sich durch Geburten, Sterbefälle und Zu- und Abwanderungen. Wir betrachten zunächst nur Geburten und Sterbefälle. Tabelle 1.2-3 zeigt die Entwicklung in den Gebieten der früheren BRD und DDR seit 1950. (Die symbolischen Notationen entsprechen den in Abschnitt 1.1 (§ 3) erläuterten Definitionen, die zusätzlichen Indizes  $a$  und  $b$  dienen zur Unterscheidung der Gebiete.) Abbildung 1.2-3 veranschaulicht die Entwicklung.

Ein Vergleich der Abbildungen 1.2-2 und 1.2-3 zeigt, dass es eine Korrespondenz zwischen Perioden unterschiedlicher Bevölkerungsentwicklungen und Perioden, in denen die Anzahl der Geburten größer oder kleiner als

**Tabelle 1.2-3** Anzahlen (in 1000) der Geburten ( $b_t$ ) und Todesfälle ( $d_t$ ) im Gebiet der früheren BRD (linke Hälfte) und der früheren DDR (rechte Hälfte).  
Quelle: Fachserie 1. Reihe 1, 1999, S. 43–44.

$t$	$b_t^a$	$d_t^a$	$b_t^a - d_t^a$	$t$	$b_t^b$	$d_t^b$	$b_t^b - d_t^b$
1950	812.8	528.7	284.1	1950	303.9	219.6	84.3
1951	795.6	543.9	251.7	1951	310.8	208.8	102.0
1952	799.1	546.0	253.1	1952	306.0	221.7	84.3
1953	796.1	578.0	218.1	1953	298.9	212.6	86.3
1954	816.0	555.5	260.6	1954	293.7	219.8	73.9
1955	820.1	581.9	238.3	1955	293.3	214.1	79.2
1956	855.9	599.4	256.5	1956	281.3	212.7	68.6
1957	892.2	615.0	277.2	1957	273.3	225.2	48.1
1958	904.5	597.3	307.2	1958	271.4	221.1	50.3
1959	951.9	605.5	346.4	1959	292.0	229.9	62.1
1960	968.6	643.0	325.7	1960	293.0	233.8	59.2
1961	1012.7	627.6	385.1	1961	300.8	222.7	78.1
1962	1018.6	644.8	373.7	1962	298.0	234.0	64.0
1963	1054.1	673.1	381.1	1963	301.5	222.0	79.5
1964	1065.4	644.1	421.3	1964	291.9	226.2	65.7
1965	1044.3	677.6	366.7	1965	281.1	230.3	50.8
1966	1050.3	686.3	364.0	1966	268.0	225.7	42.3
1967	1019.5	687.3	332.1	1967	252.8	227.1	25.7
1968	969.8	734.0	235.8	1968	245.1	242.5	2.7
1969	903.5	744.4	159.1	1969	238.9	243.7	-4.8
1970	810.8	734.8	76.0	1970	236.9	240.8	-3.9
1971	778.5	730.7	47.9	1971	234.9	235.0	-0.1
1972	701.2	731.3	-30.0	1972	200.4	234.4	-34.0
1973	635.6	731.0	-95.4	1973	180.3	232.0	-51.6
1974	626.4	727.5	-101.1	1974	179.1	229.1	-49.9
1975	600.5	749.3	-148.7	1975	181.8	240.4	-58.6
1976	602.9	733.1	-130.3	1976	195.5	233.7	-38.2
1977	582.3	704.9	-122.6	1977	223.2	226.2	-3.1
1978	576.5	723.2	-146.8	1978	232.2	232.3	-0.2
1979	582.0	711.7	-129.7	1979	235.2	232.7	2.5
1980	620.7	714.1	-93.5	1980	245.1	238.3	6.9
1981	624.6	722.2	-97.6	1981	237.5	232.2	5.3
1982	621.2	715.9	-94.7	1982	240.1	228.0	12.1
1983	594.2	718.3	-124.2	1983	233.8	222.7	11.1
1984	584.2	696.1	-112.0	1984	228.1	221.2	7.0
1985	586.2	704.3	-118.1	1985	227.6	225.4	2.3
1986	626.0	701.9	-75.9	1986	222.3	223.5	-1.3
1987	642.0	687.4	-45.4	1987	226.0	213.9	12.1
1988	677.3	687.5	-10.3	1988	215.7	213.1	2.6
1989	681.5	697.7	-16.2	1989	198.9	205.7	-6.8
1990	727.2	713.3	13.9	1990	178.5	208.1	-29.6
1991	722.2	708.8	13.4	1991	107.8	202.4	-94.7
1992	720.8	695.3	25.5	1992	88.3	190.2	-101.9
1993	717.9	711.6	6.3	1993	80.5	185.6	-105.1
1994	690.9	703.3	-12.4	1994	78.7	181.4	-102.7
1995	681.4	706.5	-25.1	1995	83.8	178.1	-94.2
1996	702.7	708.3	-5.6	1996	93.3	174.5	-81.2
1997	711.9	692.8	19.1	1997	100.3	167.5	-67.3
1998	682.2	688.1	-5.9	1998	102.9	164.3	-61.4
1999	664.0	685.0	-21.0	1999	106.7	161.3	-54.6



**Abb. 1.2-3** Anzahlen (in 1000) der Geburten (durchgezogene Linien) und Todesfälle (gestrichelte Linien) im Gebiet der früheren BRD (obere Hälfte) und früheren DDR (untere Hälfte). Die Daten entsprechen den Angaben in Tabelle 1.2-3.

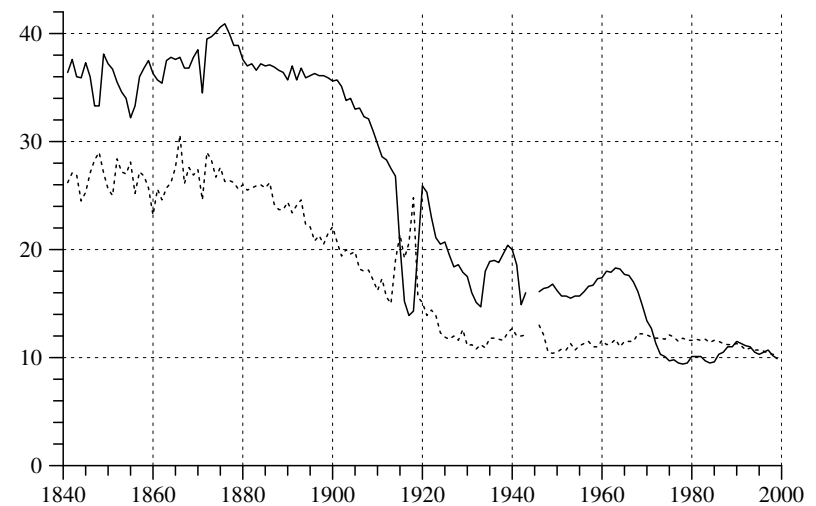
die Anzahl der Todesfälle ist, gibt. Besonders bemerkenswert ist die erhebliche Variation in der Anzahl der Geburten. Im Gebiet der früheren BRD folgte auf einen „Baby-Boom“ in den 1960er Jahren ein deutlicher Rückgang. Im Gebiet der früheren DDR fand nach der Wiedervereinigung ein außerordentlich großer Geburtenrückgang statt.

Diese Entwicklungen sollten jedoch in einem längerfristigen historischen Kontext betrachtet werden. Informativ sind bereits die allgemeinen Geburten- und Sterbeziffern, die vom Statistischen Bundesamt für die meisten Jahre seit 1841 publiziert wurden. Wir verwenden die in Abschnitt 1.1 (§ 8) erläuterten Definitionen, also  $b_t/\bar{n}_t$  für die allgemeine Geburtenziffer und  $\bar{d}_t/\bar{n}_t$  für die allgemeine Sterbeziffer (jeweils multipliziert mit 1000). Tabelle 1.2-4 zeigt die Daten.<sup>24</sup> Die graphische Veranschaulichung in Abbildung 1.2-4 zeigt eindrucksvoll den langfristigen Rückgang sowohl der Sterbeziffer als auch der Geburtenziffer. Man erkennt auch, dass bis etwa 1970 die Geburtenziffern größer als die Sterbeziffern waren; eine Ausnahme bildeten nur die Jahre nach dem ersten Weltkrieg.

<sup>24</sup>Für den Zeitraum 1841–1943 wird in der Quelle der Ausdruck ‘Reichsgebiet’ verwendet, für die Jahre 1938 bis 1943 mit dem zusätzlichen Hinweis „Gebietsstand 31.12.1937“ (Statistisches Bundesamt 1972, S. 103). Für die Jahre 1871–1918 (und vermutlich auch für frühere Jahre, vgl. Statistisches Jahrbuch für das Deutsche Reich 1919, S. 2), beziehen sich die Daten auf das Gebiet des Deutschen Reichs. In anderen Quellen findet man für den Zeitraum vor 1871 auch andere Angaben, die sich auf das Gebiet des Deutschen Zollvereins beziehen.

**Tabelle 1.2-4** Allgemeine Geburtenziffer (CBR) und allgemeine Sterbeziffer (CDR) in Deutschland. Angaben für den Zeitraum 1841–1943 beziehen sich auf das Gebiet des Deutschen Reichs in wechselnden Grenzen (s. Fußnote 24); für den Zeitraum 1946–1999 beziehen sie sich auf das Gebiet der früheren BRD. Quellen: Stat. Bundesamt, Bevölkerung und Wirtschaft 1872–1972, S. 101–103, und Fachserie 1, Reihe 1, 1999, S. 50.

t	CBR	CDR	t	CBR	CDR	t	CBR	CDR	t	CBR	CDR
1841	36.4	26.2	1881	37.0	25.5	1921	25.3	13.9	1961	18.0	11.2
1842	37.6	27.1	1882	37.2	25.7	1922	23.0	14.4	1962	17.9	11.3
1843	36.0	26.9	1883	36.6	25.9	1923	21.1	13.9	1963	18.3	11.7
1844	35.9	24.5	1884	37.2	26.0	1924	20.5	12.3	1964	18.2	11.0
1845	37.3	25.3	1885	37.0	25.7	1925	20.7	11.9	1965	17.7	11.5
1846	36.0	27.1	1886	37.1	26.2	1926	19.5	11.7	1966	17.6	11.5
1847	33.3	28.3	1887	36.9	24.2	1927	18.4	12.0	1967	17.0	11.5
1848	33.3	29.0	1888	36.6	23.7	1928	18.6	11.6	1968	16.1	12.2
1849	38.1	27.1	1889	36.4	23.7	1929	17.9	12.6	1969	14.8	12.2
1850	37.2	25.6	1890	35.7	24.4	1930	17.5	11.1	1970	13.4	12.1
1851	36.7	25.0	1891	37.0	23.4	1931	16.0	11.2	1971	12.7	11.9
1852	35.5	28.4	1892	35.7	24.1	1932	15.1	10.8	1972	11.3	11.8
1853	34.6	27.2	1893	36.8	24.6	1933	14.7	11.2	1973	10.3	11.8
1854	34.0	27.0	1894	35.9	22.3	1934	18.0	10.9	1974	10.1	11.7
1855	32.2	28.1	1895	36.1	22.1	1935	18.9	11.8	1975	9.7	12.1
1856	33.3	25.2	1896	36.3	20.8	1936	19.0	11.8	1976	9.8	11.9
1857	36.0	27.2	1897	36.1	21.3	1937	18.8	11.7	1977	9.5	11.5
1858	36.8	26.8	1898	36.1	20.5	1938	19.6	11.6	1978	9.4	11.8
1859	37.5	25.7	1899	35.9	21.5	1939	20.4	12.3	1979	9.5	11.6
1860	36.3	23.2	1900	35.6	22.1	1940	20.0	12.7	1980	10.1	11.6
1861	35.7	25.6	1901	35.7	20.7	1941	18.6	12.0	1981	10.1	11.7
1862	35.4	24.6	1902	35.1	19.4	1942	14.9	12.0	1982	10.1	11.6
1863	37.5	25.7	1903	33.8	20.0	1943	16.0	12.1	1983	9.7	11.7
1864	37.8	26.2	1904	34.0	19.6	1944			1984	9.5	11.4
1865	37.6	27.6	1905	33.0	19.8	1945			1985	9.6	11.6
1866	37.8	30.6	1906	33.1	18.2	1946	16.1	13.0	1986	10.3	11.5
1867	36.8	26.1	1907	32.3	18.0	1947	16.4	12.1	1987	10.5	11.3
1868	36.8	27.6	1908	32.1	18.1	1948	16.5	10.5	1988	11.0	11.2
1869	37.8	26.9	1909	31.0	17.2	1949	16.8	10.4	1989	11.0	11.2
1870	38.5	27.4	1910	29.8	16.2	1950	16.2	10.5	1990	11.5	11.3
1871	34.5	24.6	1911	28.6	17.3	1951	15.7	10.8	1991	11.3	11.1
1872	39.5	29.0	1912	28.3	15.6	1952	15.7	10.7	1992	11.1	10.7
1873	39.7	28.3	1913	27.5	15.0	1953	15.5	11.3	1993	11.0	10.9
1874	40.1	26.7	1914	26.8	19.0	1954	15.7	10.7	1994	10.5	10.7
1875	40.6	27.6	1915	20.4	21.4	1955	15.7	11.1	1995	10.3	10.7
1876	40.9	26.3	1916	15.2	19.2	1956	16.1	11.3	1996	10.5	10.6
1877	40.0	26.4	1917	13.9	20.6	1957	16.6	11.5	1997	10.7	10.4
1878	38.9	26.2	1918	14.3	24.8	1958	16.7	11.0	1998	10.2	10.3
1879	38.9	25.6	1919	20.0	15.6	1959	17.3	11.0	1999	9.9	10.3
1880	37.6	26.0	1920	25.9	15.1	1960	17.4	11.6			



**Abb. 1.2-4** Allgemeine Geburtenziffer (durchgezogene Linie) und Sterbeziffer (gestrichelte Linie) für den Zeitraum 1841–1999 in Deutschland entsprechend den Daten der Tabelle 1.2-4.

4. *Buchführungsgleichungen und Migrationsvorgänge.* Um zu verstehen, wie die Bevölkerungsentwicklung nicht nur von Geburten und Todesfällen, sondern auch von Migrationsvorgängen abhängt, eignen sich die in Abschnitt 1.1 (§ 3) besprochenen Buchführungsgleichungen. Da das Statistische Bundesamt auch Bevölkerungszahlen publiziert, die sich auf das Ende eines Kalenderjahrs beziehen, verwenden wir die Variante

$$n_{t+1}^+ = n_t^+ = n_t^- + b_t - d_t + m_t^i - m_t^o$$

Hierbei bezieht sich  $n_t^+$  auf die Bevölkerungszahl zu Beginn und  $n_t^-$  auf die Bevölkerungszahl am Ende des Kalenderjahrs  $t$ . Die übrigen Größen wurden bereits definiert: Geburten ( $b_t$ ), Todesfälle ( $d_t$ ), Zuwanderung ( $m_t^i$ ) und Abwanderung ( $m_t^o$ ), jeweils Stromgrößen für das Kalenderjahr  $t$ .

Werte für  $n_t^+$  findet man in den Tabellen 1.2-5 und 1.2-6, die sich auf die Gebiete der früheren BRD bzw. der früheren DDR beziehen. Außerdem findet man in den Tabellen die Anzahl der Geburten ( $b_t$ ) und der Todesfälle ( $d_t$ ), die mit den Angaben in der Tabelle 1.2-3 übereinstimmen. Daraus können mit der aus der Buchführungsgleichung (1.3) ableitbaren Gleichung

$$(m_t^i - m_t^o) = (n_t^+ - n_t^-) - (b_t - d_t)$$

die Migrationssalden berechnet werden, deren Werte ebenfalls in den Tabellen 1.2-5 und 1.2-6 angegeben werden.

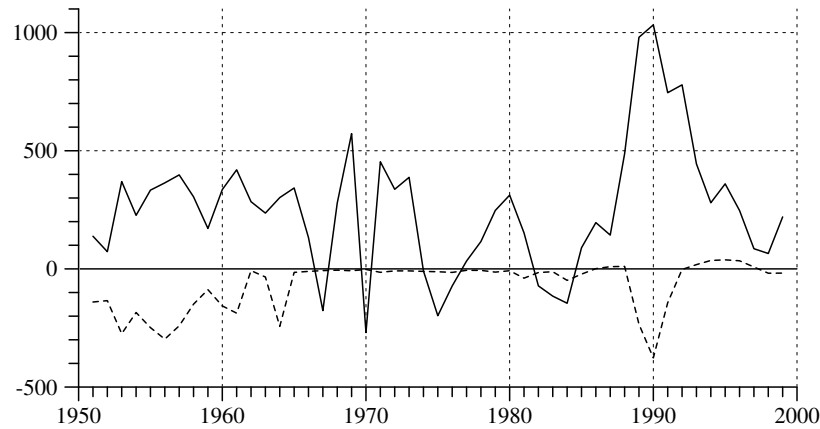
Abbildung 1.2-5 zeigt, wie sich diese Migrationssalden entwickelt haben. Im Gebiet der früheren BRD war in den meisten Jahren die Zuwanderung größer als die Abwanderung. Bis zum Jahr 1961, in dem die DDR

**Tabelle 1.2-5** Komponenten der Bevölkerungsveränderung (in 1000) im Gebiet der früheren BRD. Quelle: Fachserie 1, Reihe 1, 1999, S. 30 und 43.

$t$	$n_t^+$	$b_t$	$d_t$	$b_t - d_t$	$m_t^i - m_t^o$
1951	50336.1	795.6	543.9	251.7	138.2
1952	50726.0	799.1	546.0	253.1	72.8
1953	51051.9	796.1	578.0	218.1	369.6
1954	51639.6	816.0	555.5	260.6	226.6
1955	52126.8	820.1	581.9	238.3	333.2
1956	52698.3	855.9	599.4	256.5	364.0
1957	53318.8	892.2	615.0	277.2	397.8
1958	53993.8	904.5	597.3	307.2	305.0
1959	54606.0	951.9	605.5	346.4	171.0
1960	55123.4	968.6	643.0	325.7	335.7
1961	55784.8	1012.7	627.6	385.1	419.2
1962	56589.1	1018.6	644.8	373.7	284.4
1963	57247.2	1054.1	673.1	381.1	236.2
1964	57864.5	1065.4	644.1	421.3	301.7
1965	58587.5	1044.3	677.6	366.7	342.4
1966	59296.6	1050.3	686.3	364.0	132.3
1967	59792.9	1019.5	687.3	332.1	-176.5
1968	59948.5	969.8	734.0	235.8	278.7
1969	60463.0	903.5	744.4	159.1	572.5
1970	61194.6	810.8	734.8	76.0	-269.4
1971	61001.2	778.5	730.7	47.9	453.4
1972	61502.5	701.2	731.3	-30.0	336.9
1973	61809.4	635.6	731.0	-95.4	387.4
1974	62101.4	626.4	727.5	-101.1	-8.8
1975	61991.5	600.5	749.3	-148.7	-198.2
1976	61644.6	602.9	733.1	-130.3	-72.3
1977	61442.0	582.3	704.9	-122.6	33.3
1978	61352.7	576.5	723.2	-146.8	115.8
1979	61321.7	582.0	711.7	-129.7	247.3
1980	61439.3	620.7	714.1	-93.5	312.1
1981	61657.9	624.6	722.2	-97.6	152.4
1982	61712.7	621.2	715.9	-94.7	-71.9
1983	61546.1	594.2	718.3	-124.2	-115.2
1984	61306.7	584.2	696.1	-112.0	-145.4
1985	61049.3	586.2	704.3	-118.1	89.3
1986	61020.5	626.0	701.9	-75.9	195.9
1987	61140.5	642.0	687.4	-45.4	143.0
1988	61238.1	677.3	687.5	-10.3	487.3
1989	61715.1	681.5	697.7	-16.2	980.1
1990	62679.0	727.2	713.3	13.9	1032.8
1991	63725.7	722.2	708.8	13.4	745.7
1992	64484.8	720.8	695.3	25.5	778.9
1993	65289.2	717.9	711.6	6.3	444.2
1994	65739.7	690.9	703.3	-12.4	279.9
1995	66007.2	681.4	706.5	-25.1	359.9
1996	66342.0	702.7	708.3	-5.6	247.0
1997	66583.4	711.9	692.8	19.1	85.5
1998	66688.0	682.2	688.1	-5.9	65.2
1999	66747.3	664.0	685.0	-21.0	219.9

**Tabelle 1.2-6** Komponenten der Bevölkerungsveränderung (in 1000) im Gebiet der früheren DDR. Quelle: Fachserie 1, Reihe 1, 1999, S. 30 und 44.

$t$	$n_t^+$	$b_t$	$d_t$	$b_t - d_t$	$m_t^i - m_t^o$
1951	18388.2	310.8	208.8	102.0	-140.1
1952	18350.1	306.0	221.7	84.3	-134.3
1953	18300.1	298.9	212.6	86.3	-274.3
1954	18112.1	293.7	219.8	73.9	-184.5
1955	18001.5	293.3	214.1	79.2	-248.5
1956	17832.2	281.3	212.7	68.6	-297.2
1957	17603.6	273.3	225.2	48.1	-241.0
1958	17410.7	271.4	221.1	50.3	-149.3
1959	17311.7	292.0	229.9	62.1	-87.9
1960	17285.9	293.0	233.8	59.2	-156.6
1961	17188.5	300.8	222.7	78.1	-187.3
1962	17079.3	298.0	234.0	64.0	-7.4
1963	17135.9	301.5	222.0	79.5	-34.3
1964	17181.1	291.9	226.2	65.7	-243.2
1965	17003.6	281.1	230.3	50.8	-14.7
1966	17039.7	268.0	225.7	42.3	-10.6
1967	17071.4	252.8	227.1	25.7	-7.2
1968	17089.9	245.1	242.5	2.7	-5.4
1969	17087.2	238.9	243.7	-4.8	-7.9
1970	17074.5	236.9	240.8	-3.9	-2.3
1971	17068.3	234.9	235.0	-0.1	-14.5
1972	17053.7	200.4	234.4	-34.0	-8.4
1973	17011.3	180.3	232.0	-51.6	-8.4
1974	16951.3	179.1	229.1	-49.9	-10.6
1975	16890.8	181.8	240.4	-58.6	-12.0
1976	16820.2	195.5	233.7	-38.2	-14.9
1977	16767.0	223.2	226.2	-3.1	-6.0
1978	16757.9	232.2	232.3	-0.2	-6.3
1979	16751.4	235.2	232.7	2.5	-13.6
1980	16740.3	245.1	238.3	6.9	-7.7
1981	16739.5	237.5	232.2	5.3	-39.2
1982	16705.6	240.1	228.0	12.1	-15.4
1983	16702.3	233.8	222.7	11.1	-11.9
1984	16701.5	228.1	221.2	7.0	-48.5
1985	16660.0	227.6	225.4	2.3	-22.2
1986	16640.1	222.3	223.5	-1.3	1.1
1987	16639.9	226.0	213.9	12.1	9.4
1988	16661.4	215.7	213.1	2.6	10.6
1989	16674.6	198.9	205.7	-6.8	-234.0
1990	16433.8	178.5	208.1	-29.6	-376.6
1991	16027.6	107.8	202.4	-94.7	-143.1
1992	15789.8	88.3	190.2	-101.9	-2.5
1993	15685.4	80.5	185.6	-105.1	18.1
1994	15598.4	78.7	181.4	-102.7	35.7
1995	15531.4	83.8	178.1	-94.2	38.3
1996	15475.5	93.3	174.5	-81.2	34.4
1997	15428.7	100.3	167.5	-67.3	8.0
1998	15369.4	102.9	164.3	-61.4	-18.3
1999	15289.7	106.7	161.3	-54.6	-17.8



**Abb. 1.2-5** Saldo der Migration (Zuwanderung minus Abwanderung) im Gebiet der früheren BRD (durchgezogene Linie) und der früheren DDR (gestrichelte Linie). Ordinate in 1000. Die Daten entsprechen den Angaben in den Tabellen 1.2-5 und 1.2-6.

ihre Grenzen schloss, kam die Zuwanderung größtenteils aus deren Gebiet. Eine weitere Wanderungsbewegung von Ost- nach Westdeutschland fand in den Jahren unmittelbar nach der Wiedervereinigung statt. (Man beachte, dass die Wanderungen zwischen Ost- und Westdeutschland auch noch nach der Wiedervereinigung in den Migrationssalden enthalten sind.)

5. *Gliederungen nach Geschlecht und Alter.* Demographische Charakterisierungen von Gesellschaften gehen fast immer von Gliederungen der Bevölkerung nach dem Geschlecht und dem Alter aus. Der begriffliche Ansatz beruht auf der Konzeption statistischer Variablen

$$(S_t, A_t) : \Omega_t \longrightarrow \tilde{\mathcal{S}} \times \tilde{\mathcal{A}}$$

Die Referenzmenge  $\Omega_t$  repräsentiert die Bevölkerung im Jahr (allgemein: in der Zeitstelle)  $t$ .  $S_t$  mit dem Merkmalsraum  $\tilde{\mathcal{S}} := \{0, 1\}$  erfasst das Geschlecht;<sup>25</sup> und  $A_t$  mit dem Merkmalsraum  $\tilde{\mathcal{A}} := \{0, 1, 2, 3, \dots\}$  erfasst das Alter. Ist also zum Beispiel  $(S_t, A_t)(\omega) = (1, 40)$ , bedeutet dies, dass  $\omega$  der Name einer 40jährigen Frau ist.

Hier muss natürlich darauf geachtet werden, wie das Alter definiert ist. Verwendet man das demographische Alter (Abschnitt 1.1, §6), gibt es einfache Zusammenhänge mit den bisherigen Notationen, beispielsweise  $n_t = |\Omega_t|$  und  $n_{t,\tau} = |\{\omega \in \Omega_t \mid A_t(\omega) = \tau\}|$ . Das demographische Alter stimmt jedoch nur dann mit dem gewöhnlichen Alter (in vollendeten Jahren) überein, wenn man sich auf das Jahresende bezieht. Werden jahresdurchschnittliche Bevölkerungszahlen nach dem Alter gliedert, wie in

<sup>25</sup>Als Konvention verwenden wir in diesem Text: 0 = männlich, 1 = weiblich.

**Tabelle 1.2-7** Anzahl Männer ( $n_\tau^m$ ) und Frauen ( $n_\tau^f$ ) im Alter  $\tau$  im Jahresdurchschnitt 1999 in Deutschland; 95\* umfasst alle Altersjahre  $\tau \geq 95$ . Quelle: Segment 685 der STATIS Datenbank des Statistischen Bundesamts.

$\tau$	$\bar{n}_\tau^m$	$\bar{n}_\tau^f$	$\tau$	$\bar{n}_\tau^m$	$\bar{n}_\tau^f$	$\tau$	$\bar{n}_\tau^m$	$\bar{n}_\tau^f$
0	399633	378251	32	732651	686810	64	472336	511058
1	410782	389437	33	748125	697478	65	409837	445060
2	413836	391872	34	758218	705906	66	361225	399667
3	403107	381972	35	761731	711736	67	359314	405178
4	398813	377741	36	746559	700436	68	365748	423645
5	409761	387869	37	727433	687469	69	362427	431229
6	422128	400905	38	711239	675052	70	347956	425406
7	435168	413392	39	690941	656171	71	319299	416670
8	466447	442107	40	663561	630073	72	283797	410392
9	485976	461036	41	641087	608883	73	258704	416006
10	490076	464833	42	627205	597762	74	228253	407353
11	492537	465361	43	610005	584657	75	202335	390714
12	482637	456705	44	594357	575662	76	196282	387353
13	469636	445784	45	578806	566937	77	193182	395011
14	461216	437317	46	570259	561714	78	180053	390951
15	463159	438441	47	566062	558353	79	144258	328396
16	472798	446710	48	563942	556038	80	96563	221190
17	479914	453245	49	558611	548502	81	68960	161774
18	481413	457174	50	529900	517217	82	65068	156443
19	473334	451301	51	494176	482985	83	70399	177521
20	462189	441633	52	450618	442241	84	79463	213228
21	460967	441747	53	397251	392979	85	78125	219593
22	460272	441953	54	434885	432973	86	67852	197433
23	456346	436715	55	502194	498201	87	55469	168730
24	458828	438622	56	500889	496426	88	44330	141995
25	469223	449325	57	545671	544075	89	35770	120032
26	500605	477112	58	612495	615985	90	27775	97204
27	557051	528212	59	621650	630333	91	20817	75582
28	603444	568797	60	593275	606556	92	15772	58386
29	644108	604417	61	551237	569910	93	11724	42726
30	686013	642576	62	522738	546881	94	8658	30973
31	712393	668147	63	502833	534670	95*	21807	69931

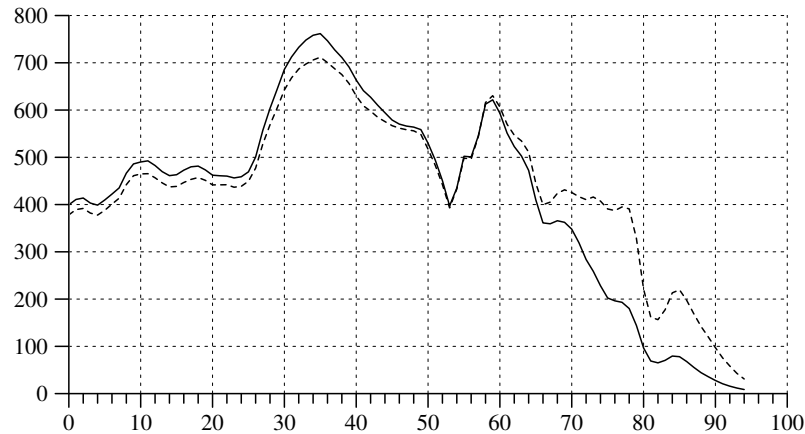
Tabelle 1.2-7 für das Jahr 1999, handelt es sich nicht um das demographische Alter.<sup>26</sup> Sie können aber als Näherungswerte auch für eine Gliederung nach dem demographischen Alter verwendet werden.<sup>27</sup>

Bildet man in Tabelle 1.2-7 die Summen der Einträge für Männer bzw. Frauen, findet man

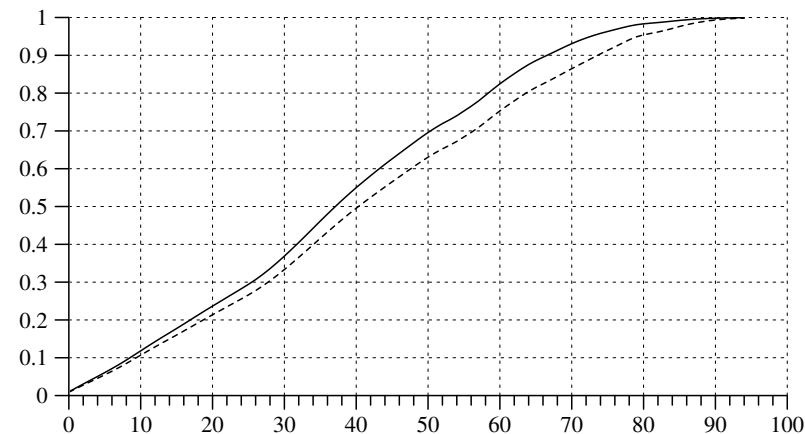
$$\bar{n}_{1999}^m = 40047972 \quad \text{und} \quad \bar{n}_{1999}^f = 42038610$$

<sup>26</sup>Vgl. zur Berechnung die Ausführungen in Anmerkung 5.

<sup>27</sup>Hinter den scheinbar exakten Angaben in der Tabelle verbirgt sich natürlich nur eine rechnerische, keine empirische Genauigkeit.



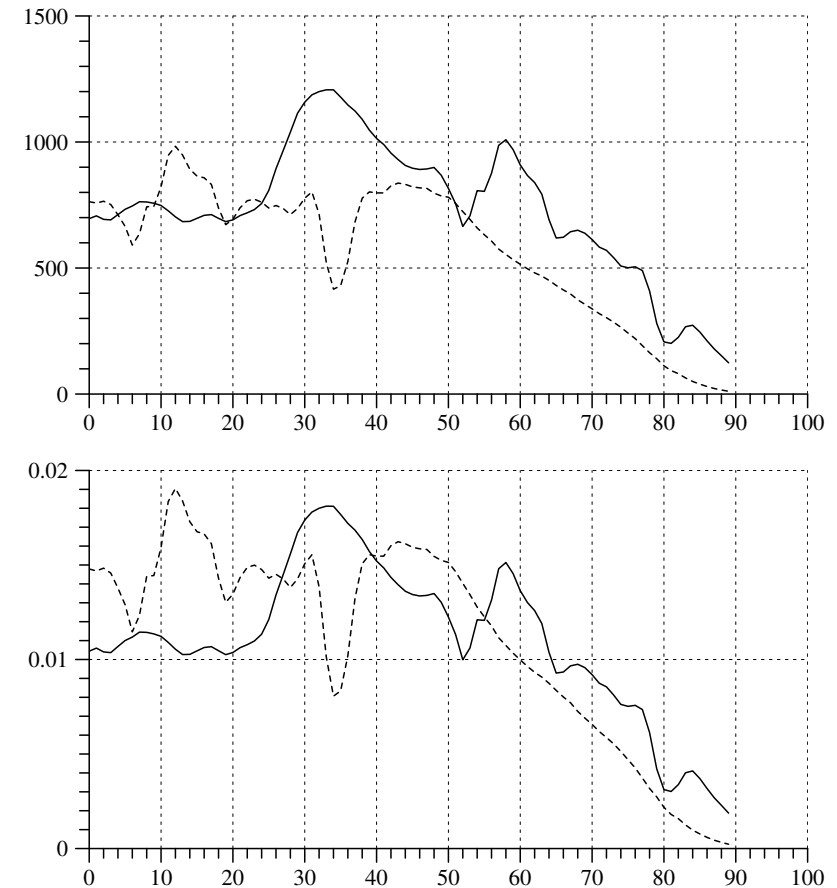
**Abb. 1.2-6** Graphische Darstellung der absoluten Häufigkeiten (in 1000) aus Tabelle 1.2-7 bis zum Alter von 94 Jahren für Männer (durchgezogene Linie) und Frauen (gestrichelte Linie).



**Abb. 1.2-7** Darstellung der Altersverteilungen für Männer (durchgezogen) und Frauen (gestrichelt) im Jahr 1999 durch Verteilungsfunktionen. Daten aus Tabelle 1.2-7.

so dass sich auch sogleich relative Häufigkeiten ausrechnen lassen. Mit der Einschränkung, dass die Altersjahre ab 95 in einer nach oben offenen Altersklasse zusammengefasst sind, liefert die Tabelle 1.2-7 eine vollständige Darstellung der Verteilung der Variablen  $(S_t, A_t)$  für  $t = 1999$ .

Allerdings erkennt man auch, dass diese tabellarische Darstellung zwar als Ausgangspunkt für weitere Rechnungen verwendet werden kann, aber nicht ohne weiteres eine reflektierbare Anschauung der Verteilungen erlaubt. Diesem Zweck dienen graphische Darstellungen. Zur Illustration zeigt Abb. 1.2-6 eine graphische Darstellung der absoluten Häufigkeiten aus der Tabelle. Offenbar erlaubt diese Darstellung anschauliche Vergleiche

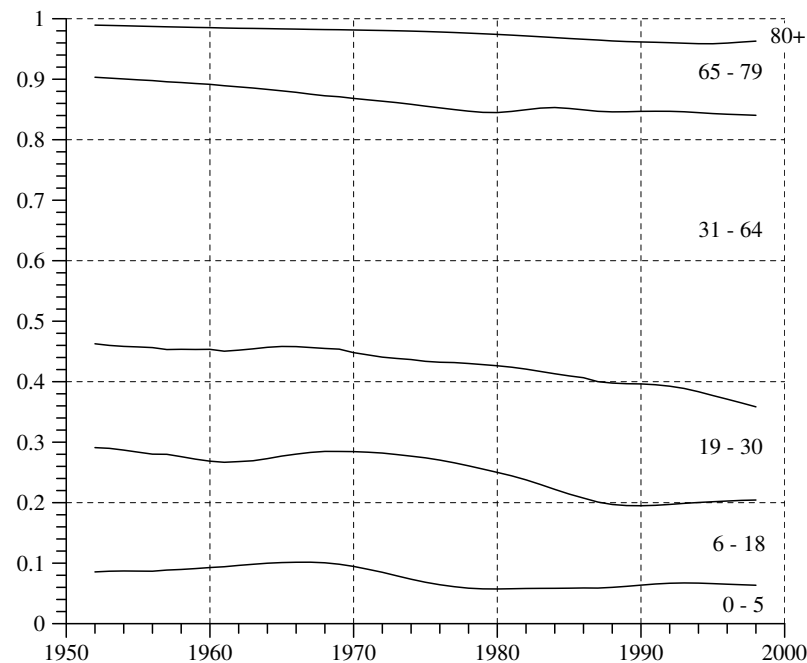


**Abb. 1.2-8** Altersverteilungen im Gebiet der früheren BRD im Jahr 1998 (durchgezogene Linie) und im Jahr 1952 (gestrichelte Linie); oben in absoluten Häufigkeiten (in 1000), unten in relativen Häufigkeiten.

der Altersverteilungen von Männern und Frauen. Außerdem sind jeweils deutliche Unregelmäßigkeiten erkennbar (z.B. der Einschnitt im Altersbereich von 50 bis 55 Jahren), die sich mit Annahmen über einen historischen Prozess verknüpfen lassen, durch den die Verteilungen entstanden sind.

Informativ ist auch eine Darstellung der Altersverteilungen durch Verteilungsfunktionen. Abbildung 1.2-7 zeigt dies für die Daten aus Tabelle 1.2-7. Offenbar kann man unmittelbar für jedes Alter ablesen, wie groß die Anteile der jeweils jüngeren bzw. älteren Bevölkerung sind.

*6. Veränderungen in der Altersstruktur.* Um Einsichten in die Veränderung der Altersstruktur zu gewinnen, verwenden wir einen Datensatz des Statistischen Bundesamts, der sich auf das Gebiet der früheren BRD für



**Abb. 1.2-9** Entwicklung der Altersverteilung im Gebiet der früheren BRD. Die Abbildung zeigt relative Häufigkeiten für sechs Altersklassen, deren Abgrenzung auf der rechten Seite angegeben wird.

den Zeitraum 1952 bis 1998 bezieht.<sup>28</sup> Fasst man die Daten für Männer und Frauen zusammen, sieht der Datensatz folgendermaßen aus:

$\tau$	1952	...	1998
0	$\bar{n}_{1952,0}$	...	$\bar{n}_{1998,0}$
1	$\bar{n}_{1952,1}$	...	$\bar{n}_{1998,1}$
2	$\bar{n}_{1952,2}$	...	$\bar{n}_{1998,2}$
$\vdots$	$\vdots$		$\vdots$
90*	$n_{1952,90^*}$	...	$n_{1998,90^*}$

Für jedes Jahr kann also eine Altersverteilung bis zu einer nach oben offenen Altersklasse 90\* ermittelt werden.

In Abbildung 1.2-8 werden die Altersverteilungen der Jahre 1952 und 1998 verglichen. Sowohl die absoluten als auch die relativen Häufigkeitsverteilungen zeigen, dass eine erhebliche Umschichtung von jüngeren zu älteren Personen stattgefunden hat. Bemerkenswert sind auch die irregulären

<sup>28</sup>Segment 36 der STATIS-Datenbank nach einem Update im Juni 2000. Wie in Tabelle 1.2-7 handelt es sich um nach dem Alter und Geschlecht gegliederte jahresdurchschnittliche Bevölkerungszahlen.

Verteilungsformen, die als Folge der demographischen Entwicklung seit dem 1. Weltkrieg entstanden sind.

Zu überlegen bleibt, wie sich der Veränderungsprozess seit 1952 charakterisieren lässt. Eine einfache Möglichkeit besteht darin, das Durchschnittsalter zu berechnen. Man findet, dass es sich kontinuierlich von 38 Jahren in 1952 auf 44 Jahre in 1998 erhöht hat.<sup>29</sup> Um auch einen Einblick in Veränderungen der Altersverteilung zu gewinnen, können relative Häufigkeiten für Altersklassen betrachtet werden. Wie Abbildung 1.2-9 zeigt, können Veränderungen solcher Häufigkeiten auch graphisch dargestellt werden.

<sup>29</sup>Für diese Berechnung haben wir für die nach oben offene Altersklasse 90\* ein Alter von 90 Jahren angenommen; natürlich sind auch andere Annahmen möglich, die dann zu einem höheren Durchschnittsalter führen würden.

## Kapitel 2

# Lebensdauern und Sterbetafeln

### 2.1 Verweildauern und Übergangsraten

1. Summarische und sequentielle Prozessdarstellungen.
2. Episoden und Verweildauervariablen.
3. Lebensdauern gestorbener Personen.
4. Survivor- und Ratenfunktionen.
5. Übergangsraten bei mehreren Folgezuständen.

### 2.2 Kohorten- und Perioden-Sterbetafeln

1. Notationen für Geburtskohorten.
2. Altersspezifische Sterbeziffern.
3. Kohorten- und Perioden-Sterbetafeln.
4. Eine Perioden-Sterbetafel für die BRD 1999.
5. Berechnung von Lebenserwartungen.

### 2.3 Veränderungen der Lebensdauern

1. Sterbetafeln der amtlichen Statistik.
2. Allgemeine Sterbetafeln 1871–1988.
3. Darstellung der Survivorfunktionen.
4. Veränderungen der Lebenserwartung.
5. Implikationen für die Altersverteilung.

Demographische Prozesse werden in erster Linie durch Geburten und Todesfälle, bei räumlicher Eingrenzung außerdem durch Migrationsvorgänge bestimmt. In diesem Kapitel beschäftigen wir uns mit Unterschieden und historischen Veränderungen in den Lebensdauern. Wir beginnen mit einem Abschnitt, der sich in etwas allgemeinerer Weise mit Verweildauervariablen und Übergangsraten beschäftigt. Im zweiten Abschnitt werden Kohorten- und Perioden-Sterbetafeln erklärt, und es wird eine Perioden-Sterbetafel für die BRD 1999 konstruiert. Schließlich werden im dritten Abschnitt anhand von Sterbetafeln der amtlichen Statistik langfristige Veränderungen der Lebensdauerverteilungen in Deutschland seit Ende des 19. Jahrhunderts besprochen.

## 2.1 Verweildauern und Übergangsraten

In diesem Abschnitt werden Verweildauervariablen und einige an diesen Begriff anschließende Definitionen besprochen. Dabei orientieren wir uns an den Ausführungen bei Rohwer und Pötter (2001, Teil III), wo ebenfalls von einer diskreten Zeitachse ausgegangen wird.<sup>1</sup> Methoden zur Schätzung

<sup>1</sup>Entsprechende Begriffsbildungen und Modellansätze für eine stetige Zeitachse werden bei Blossfeld und Rohwer (2002) behandelt.

von Verweildauerverteilungen mit unvollständigen Daten werden erst in späteren Kapiteln besprochen, wenn sie benötigt werden (in Abschnitt 3.4). Die folgenden Begriffsbildungen knüpfen an die Ausführungen in den Abschnitten II-3.1 und II-5.2 an.

1. *Summarische und sequentielle Prozessdarstellungen.* Prozesse können auf unterschiedliche Weisen dargestellt werden. Teilweise folgt dies bereits aus der Konzeptualisierung der Prozesse, etwa als Handlungsprozesse, bei denen oft eine narrative Darstellung sinnvoll ist, oder als statistische Prozesse, zu deren Darstellung statistische Begriffe verwendet werden. Weitgehend unabhängig von unterschiedlichen Prozesskonzeptionen kann man summarische und sequentielle Prozessdarstellungen unterscheiden:

- Wir sprechen von einer *summarischen* Prozessdarstellung, wenn sich Aussagen unmittelbar auf den gesamten Prozess beziehen. Bei Lebensverläufen handelt es sich z.B. um Aussagen über die Lebensdauer oder den erreichten Schulabschluß oder die Anzahl von Eheschließungen.
- Dagegen sprechen wir von einer *sequentiellem* Prozessdarstellung, wenn der Prozess als eine zeitliche Abfolge von Teilprozessen oder Ereignissen dargestellt wird. Typische Beispiele liefern narrative Darstellungen von Handlungsprozessen; bestimmte Varianten sequentieller Darstellungen sind jedoch auch bei statistischen Prozessen möglich.

2. *Episoden und Verweildauervariablen.* Die einfachste summarische Darstellung bezieht sich auf die Prozessdauer. Von besonderem Interesse ist dies beim Vergleich mehrerer Realisationen eines wiederholbaren Prozesses. Bezieht man sich auf schematische Lebensverläufe, werden Zeitdauern von *Episoden* verglichen, die als Zeitspannen zwischen zwei Ereignissen im Sinne von Zustandswechseln definiert sind; zum Beispiel Ehe-Episoden, die mit einer Eheschließung beginnen und mit dem Tod eines Ehepartners oder einer Scheidung enden. Zur Definition kann man auch von dem Prozessschema  $X_t : \Omega \rightarrow \tilde{\mathcal{X}}$  ausgehen.<sup>2</sup> Für jedes Objekt  $\omega \in \Omega$  gibt es dann einen bestimmten individuellen Prozess, der aus einer zeitlichen Folge von Zuständen  $X_t(\omega)$  besteht und der sich somit auch als eine Folge von Episoden auffassen lässt, während der sich der Zustand nicht verändert. (Zur Illustration kann das Biographieschema in Abb. II-5.2-2 verwendet werden.)

Zur vollständigen Charakterisierung einer Episode innerhalb eines Prozesses sind im allgemeinen vier Angaben erforderlich: Eine Angabe des Zustands, der während der Episode eingenommen wird (auch Anfangs- oder Ausgangszustand der Episode genannt); eine Angabe der Zeitstelle, in der dieser Zustand zum ersten Mal eingenommen wird; eine Angabe der Zeitstelle, in der zum ersten Mal ein neuer Zustand eingenommen wird; und eine Angabe dieses neuen Zustands, durch den die Episode beendet

<sup>2</sup>Man vgl. Abschnitt II-5.2 (§ 5), wo dieses Schema eingeführt wird.



wird. Wenn man sich nicht für die genaue zeitliche Lagerung von Episoden innerhalb eines sie umfassenden Prozesses interessiert, sondern nur für ihre zeitliche Dauer und die Art ihrer Beendigung, können *Verweildauer-variablen* verwendet werden, die sich allgemein durch folgendes Schema definieren lassen:

$$(T, D) : \Omega \longrightarrow \mathcal{T}_0 \times \tilde{\mathcal{D}} \quad (2.1)$$

In dieser zweidimensionalen statistischen Variablen bezieht sich die Komponente  $T$  auf die Episodendauer, zu deren Erfassung eine Prozesszeitachse  $\mathcal{T}_0 := \{0, 1, 2, 3, \dots\}$  verwendet wird, deren Elemente sich auf Zeiteinheiten beziehen (z.B. Tage, Monate oder Jahre).<sup>3</sup> Die zweite Komponente  $D$  erfasst den Folgezustand (bzw. das Ereignis), durch dessen Eintreten die Episode beendet wird. Die möglichen Folgezustände werden durch den Zustandsraum  $\tilde{\mathcal{D}}$  erfasst.

Als Beispiel kann man sich vorstellen, dass es sich bei  $\Omega$  um eine Menge verheirateter Personen handelt und für jede Person  $\omega \in \Omega$  durch  $T(\omega)$  die Dauer der Ehe und durch  $D(\omega)$  erfasst wird, ob die Ehe durch den Tod des Ehepartners oder eine Scheidung beendet wird.

*3. Lebensdauern gestorbener Personen.* Es ist offensichtlich, dass Verweildauervariablen zunächst nur summarische Darstellungen liefern: man erhält Informationen nicht über den Ablauf, sondern nur über die Dauer von Episoden und über die Art des Ereignisses, durch das sie beendet worden sind. Natürlich kann man sich auch auf eine Erfassung der Episodendauer beschränken, ohne Arten von Ereignissen, durch die Episoden beendet werden können, zu unterscheiden. Zur Definition von Verweildauervariablen genügt dann das einfache Schema  $T : \Omega \longrightarrow \mathcal{T}_0$ . Jedem Objekt  $\omega \in \Omega$  wird dann nur ein Wert  $T(\omega)$  zugeordnet, der angibt, wie lange bei diesem Objekt die Episode gedauert hat.

Als Beispiel beziehen wir uns auf Lebensdauern von Menschen in Deutschland.  $\Omega$  ist in diesem Fall eine Gesamtheit von Menschen, und die Verweildauervariable  $T$  ordnet jeder Person  $\omega$  ihre Lebensdauer  $T(\omega)$  zu. Allerdings ist es in diesem Fall schwierig, von einem Kohortenansatz auszugehen, etwa von einer Gesamtheit von Menschen, die in einem bestimmten Jahr in Deutschland geboren wurden.<sup>4</sup> Denn bezieht man sich auf Geburtsjahre innerhalb der letzten 100 Jahre, würde es bei vielen oder sogar den meisten Mitgliedern solcher Geburtskohorten noch keine bestimmten Werte für ihre Lebensdauer geben. Außerdem bezieht sich die amtliche Statistik nicht auf Geburtskohorten, sondern auf die jeweils während eines Jahres gestorbenen Personen. Wir folgen deshalb zunächst diesem Ansatz und definieren  $\Omega$ , um uns auf ein konkretes Beispiel beziehen zu können,

<sup>3</sup>Jede zeitliche Dauer wird also durch eine Anzahl *vollendeter* Zeitstellen erfasst; insofern kann die Verweildauervariable auch den Wert 0 annehmen.

<sup>4</sup>Man vgl. hierzu die Ausführungen in Abschnitt II-5.2, § 6.

**Tabelle 2.1-1** Anzahl Männer ( $\bar{d}_\tau^m$ ) und Frauen ( $\bar{d}_\tau^f$ ), die 1999 in Deutschland im Alter von  $\tau$  Jahren gestorben sind; 95\* umfasst alle Altersjahre  $\tau \geq 95$ . Quelle: Segmente 1124–26 der STATIS Datenbank des Statistischen Bundesamts. Auch berechenbar aus den Angaben der Fachserie 1, Reihe 1, 1999, S. 234ff.

$\tau$	$\bar{d}_\tau^m$	$\bar{d}_\tau^f$	$\tau$	$\bar{d}_\tau^m$	$\bar{d}_\tau^f$	$\tau$	$\bar{d}_\tau^m$	$\bar{d}_\tau^f$
0	1979	1517	32	666	308	64	8835	4451
1	173	137	33	740	345	65	8207	4173
2	126	83	34	809	365	66	7990	4074
3	90	63	35	872	431	67	8984	4766
4	79	54	36	1066	433	68	10288	5572
5	52	41	37	1076	539	69	11122	6279
6	70	43	38	1126	559	70	11690	6858
7	66	52	39	1300	629	71	11439	7489
8	76	44	40	1334	667	72	10934	8366
9	56	54	41	1418	717	73	11017	9404
10	67	42	42	1572	786	74	10847	10147
11	71	42	43	1719	858	75	10404	11172
12	76	54	44	1788	892	76	11027	12516
13	79	50	45	1983	980	77	12292	14616
14	114	65	46	2055	1097	78	12610	16287
15	145	84	47	2223	1136	79	12452	17041
16	194	108	48	2422	1222	80	7484	10678
17	314	148	49	2555	1320	81	6478	9951
18	487	159	50	2745	1354	82	6763	11125
19	454	168	51	2691	1414	83	7840	13397
20	435	137	52	2873	1421	84	10704	20226
21	468	156	53	2432	1287	85	11001	22124
22	412	125	54	3182	1618	86	10565	22470
23	401	118	55	4012	2023	87	9517	21892
24	441	135	56	4244	2010	88	8191	20816
25	377	155	57	5189	2493	89	7471	19758
26	443	143	58	5906	2831	90	6466	18053
27	473	169	59	6970	3345	91	5174	15700
28	533	200	60	7303	3514	92	4072	13384
29	528	214	61	7359	3497	93	3170	10696
30	614	235	62	7819	3692	94	2446	8332
31	627	263	63	8422	3985	95*	4871	20949

als die Menge der Personen, die 1999 in Deutschland gestorben sind. Dann gibt es für jede Person  $\omega \in \Omega$  eine Lebensdauer  $T(\omega)$ .

Tabelle 2.1-1 zeigt die vom Statistischen Bundesamt über diese Lebensdauern verfügbaren Daten in Form einer nach dem Geschlecht differenzierten Häufigkeitsverteilung. Es handelt sich um absolute Häufigkeiten; z.B. erkennt man, dass 1999 im Alter von 70 Jahren 11690 Männer und 6858 Frauen gestorben sind. Das Alter ist in vollendeten Lebensjahren zum Zeitpunkt des Todes angegeben; die Angabe 95\* umfasst alle Lebensjahre, die größer oder gleich 95 sind.<sup>5</sup>

<sup>5</sup>Das Statistische Bundesamt publiziert auch Tabellen, in denen zusätzlich das Geburtsjahr angegeben wird; für 1999 in der Fachserie 1, Reihe 1, 1999, S. 232ff. Daraus



**Abb. 2.1-1** Darstellung der Verteilung der Lebensdauern der 1999 in Deutschland gestorbenen Männer (durchgezogene Linie) und Frauen (gestrichelte Linie) durch Häufigkeitsfunktionen. Berechnet aus den Daten in Tabelle 2.1-1.

Allerdings gewinnt man aus der Tabelle nicht ohne weiteres ein anschauliches Bild der Verteilung der Lebensdauern. Dafür eignen sich Schaubilder, in denen z.B. Häufigkeitsverteilungen dargestellt werden können. Unter Verwendung der im Abschnitt II-3.1 eingeführten Bezeichnungen handelt es sich bei der *Häufigkeitsfunktion* einer Verweildauervariablen  $T$  um eine Funktion  $P_{[T]}$ ,<sup>6</sup> die jedem möglichen Wert dieser Variablen, also in unserem Beispiel jedem Alter  $t$ , eine relative Häufigkeit

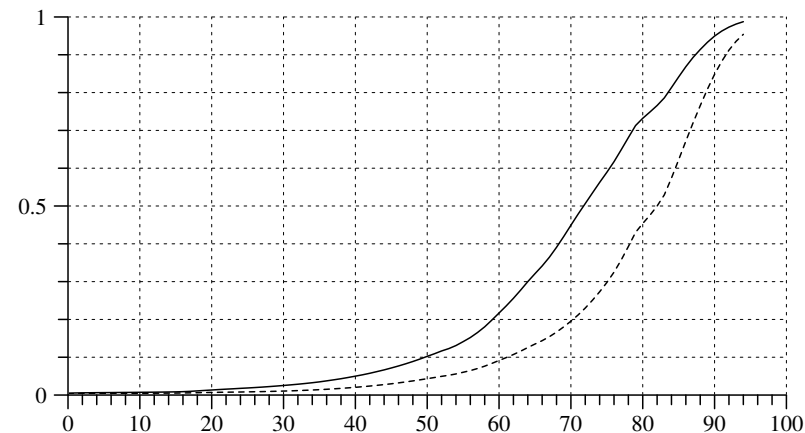
$$P_{[T]}(t) = \frac{1}{|\Omega|} |\{\omega \in \Omega \mid T(\omega) = t\}|$$

zuordnet.<sup>7</sup> Da nach den Angaben von Tabelle 2.1-1 insgesamt 390742 Männer und 455588 Frauen gestorben sind, findet man z.B. für  $t = 70$  die relativen Häufigkeiten 0.03 bei Männern und 0.015 bei Frauen. Abbildung 2.1-1 zeigt die Häufigkeitsverteilungen für Männer und Frauen. Offenbar handelt es sich um Altersverteilungen, die in Form einer summarischen Darstellung zeigen, wie alt die 1999 in Deutschland gestorbenen Männer bzw. Frauen geworden sind.

kann man z.B. ersehen, dass von den 11690 Männern, die 1999 im Alter von 70 Jahren gestorben sind, 5810 in 1929 und 5880 in 1928 geboren wurden.

<sup>6</sup>Es sei noch einmal daran erinnert, dass bei dieser Notation  $[T]$  einen Teil des Funktionsnamens bezeichnet, nicht jedoch ein Argument der Funktion, das vielmehr bei Bedarf in runden Klammern angehängt werden muss. Der Zusatz  $[T]$  kann natürlich entfallen, wenn aus dem Kontext ersichtlich ist, auf welche Variable sich die Funktion bezieht.

<sup>7</sup>In diesem Text wird zum Verweis auf Altersangaben wahlweise das Symbol  $t$  oder das Symbol  $\tau$  verwendet.



**Abb. 2.1-2** Darstellung der Verteilung der Lebensdauern der 1999 in Deutschland gestorbenen Männer (durchgezogene Linie) und Frauen (gestrichelte Linie) durch Verteilungsfunktionen. Berechnet aus den Daten in Tabelle 2.1-1.

Weiterhin können für graphische Darstellungen auch Verteilungsfunktionen verwendet werden. Die *Verteilungsfunktion* einer Verweildauervariablen  $T$  ist eine Funktion  $F_{[T]}$ , die jedem möglichen Wert von  $t$  eine kumulierte Häufigkeit

$$F_{[T]}(t) := \frac{1}{|\Omega|} |\{\omega \in \Omega \mid T(\omega) \leq t\}| = \sum_{\tau \leq t} P_{[T]}(\tau)$$

zuordnet. In unserem Anwendungsfall ist also  $F_{[T]}(t)$  der Anteil der bis zu einem Alter von  $t$  Jahren gestorbenen Männer bzw. Frauen. Aus der Darstellung in Abbildung 2.1-2 erkennt man z.B., dass etwa 50% der Männer älter als 72, etwa 50% der Frauen älter als 82 Jahre geworden sind.

*4. Survivor- und Ratenfunktionen.* Offenbar erhält man in unserem Beispiel eine summarische Darstellung von Lebensdauern, d.h. eines Aspekts der Lebensverläufe der 1999 in Deutschland gestorbenen Männer bzw. Frauen. Allerdings ist die Definition der in diesem Beispiel verwendeten Gesamtheit problematisch, da sie Personen umfasst, die in ganz unterschiedlichen historischen Perioden gelebt haben. Infolgedessen vermischen sich in den Lebensdauerverteilungen, die im vorangegangenen Paragraphen betrachtet wurden, altersspezifische Mortalitätsbedingungen mit historischen Veränderungen in den Geburtenhäufigkeiten. So sind z.B. die niedrigen Häufigkeitswerte im Altersbereich von 80 bis 83 Jahren eine Folge der niedrigen Geburtenraten infolge des 1. Weltkriegs. Wir besprechen deshalb im nächsten Abschnitt zwei Möglichkeiten, um zu besseren Darstellungen von Mortalitätsbedingungen zu gelangen.

Zuvor definieren wir zwei Begriffe, die zur Darstellung und Analyse von

Verweildauervariablen oft nützlich sind. Dafür beziehen wir uns auf eine beliebige Verweildauervariable  $T$ . Als *Survivorfunktion* (dieser Verweildauervariablen) wird eine Funktion  $G_{[T]}$  bezeichnet, die jedem möglichen Wert  $t$  der Variablen eine Häufigkeit

$$G_{[T]}(t) := \frac{1}{|\Omega|} |\{\omega \in \Omega \mid T(\omega) \geq t\}| = \sum_{\tau \geq t} P_{[T]}(\tau)$$

zuordnet, also den Anteil derjenigen Personen oder Objekte, bei denen die Verweildauer mindestens den Wert  $t$  annimmt. Bezieht sich  $T$  zum Beispiel auf die Lebensdauer, wäre  $G_{[T]}(t)$  der Anteil derjenigen Personen, die mindestens  $t$  Jahre alt geworden sind. (Dieser demographische Anwendungskontext motiviert auch den Ausdruck ‘Survivorfunktion’.) Offenbar kann man die Survivorfunktion als eine Art Komplement zur Verteilungsfunktion auffassen, denn es gilt:  $G_{[T]} = 1 - F_{[T]} + P_{[T]}$ .<sup>8</sup>

Weiterhin wird als *Ratenfunktion* einer Verweildauervariablen  $T$  eine Funktion  $r_{[T]}$  bezeichnet, die jedem möglichen Wert  $t$  der Variablen eine bedingte Häufigkeit

$$r_{[T]}(t) := \frac{P_{[T]}(t)}{G_{[T]}(t)} = \frac{|\{\omega \in \Omega \mid T(\omega) = t\}|}{|\{\omega \in \Omega \mid T(\omega) \geq t\}|}$$

zuordnet.<sup>9</sup> Es handelt sich um eine bedingte Häufigkeit, die auch in der Form  $r_{[T]}(t) = P_{[T|T \geq t]}(t)$  geschrieben werden kann. Erfasst zum Beispiel  $T$  die Lebensdauer in Jahren, wäre  $r_{[T]}(80)$  die Häufigkeit einer Lebensdauer von 80 Jahren bei denjenigen Personen, die mindestens 80 Jahre alt geworden sind.

Wichtig ist, dass Charakterisierungen der Verteilung einer Verweildauervariablen durch Häufigkeits-, Verteilungs-, Survivor- und Ratenfunktionen äquivalent sind, d.h. aus jeweils einer dieser vier Funktionen können alle anderen formal abgeleitet werden. Insbesondere kann mit folgender Formel die Survivorfunktion aus einer Ratenfunktion abgeleitet werden:

$$G_{[T]}(t) = \prod_{j=0}^{t-1} (1 - r_{[T]}(j)) \quad (2.2)$$

Sie bildet eine Grundlage zahlreicher statistischer Methoden und wird insbesondere zur Konstruktion von Sterbetafeln verwendet.

5. *Übergangsraten bei mehreren Folgezuständen.* Ratenfunktionen können auch für allgemeine Verweildauervariablen  $(T, D)$  definiert werden, bei denen nicht nur eine Verweildauer  $T$ , sondern außerdem ein Folgezustand

<sup>8</sup>Es sei erwähnt, dass man in der Literatur auch Definitionen der Survivorfunktion durch  $1 - F_{[T]}$  findet; bei diskreten Zeitachsen ist jedoch die oben angegebene Definition vorteilhafter.

<sup>9</sup>Erläuterungen zum Begriff einer bedingten Verteilung findet man im Abschnitt II-7.1.

$D$  erfasst wird (vgl. § 2). Dann gibt es für jeden möglichen Folgezustand  $d \in \bar{D}$  eine *zustandsspezifische Ratenfunktion*

$$r_{[T, D=d]}(t) := \frac{|\{\omega \in \Omega \mid T(\omega) = t, D(\omega) = d\}|}{|\{\omega \in \Omega \mid T(\omega) \geq t\}|}$$

$r_{[T, D=d]}(t)$  wird auch als *Übergangsrate in den Folgezustand  $d$*  (in der Zeitstelle  $t$ ) bezeichnet. Im Zähler steht die Anzahl der Objekte, bei denen in der Zeitstelle  $t$  ein Übergang in den Folgezustand  $d$  stattfindet; und im Nenner steht die Anzahl der Objekte, die sich in der Zeitstelle  $t$  noch im Ausgangszustand befinden und bei denen infolgedessen in dieser Zeitstelle ein Übergang in den Folgezustand  $d$  erfolgen könnte. Offenbar sind diese Funktionen additiv:

$$r_{[T]}(t) = \sum_{d \in \bar{D}} r_{[T, D=d]}(t)$$

so dass man aus der Addition der zustandsspezifischen Übergangsraten die Rate für das Verlassen des Ausgangszustands erhält.

## 2.2 Kohorten- und Perioden-Sterbetafeln

1. *Notationen für Geburtskohorten.* Wir beziehen uns auf den in Abschnitt II-5.2 besprochenen Kohortenansatz und verwenden zur Notation:

$\mathcal{C}_t$  bezeichnet eine Menge von Menschen, die im Kalenderjahr  $t$  geboren wurden; dabei wird irgendeine bestimmte räumliche Abgrenzung vorausgesetzt. Solche Mengen werden auch *Geburtskohorten* genannt (wenn in diesem Text ohne Zusatz von *Kohorten* gesprochen wird, sind stets Geburtskohorten gemeint).

Weiterhin werden Indizes  $m$  und  $f$  verwendet, um nach dem Geschlecht zu unterscheiden. So ist zum Beispiel  $\mathcal{C}_t^f$  eine Menge von Frauen, die im Jahr  $t$  geboren wurden.

2. *Altersspezifische Sterbeziffern.* Zur Berechnung von Sterbetafeln werden altersspezifische Sterbeziffern (Mortalitätsraten) verwendet. Da sich die Sterblichkeit von Männern und Frauen, besonders in höheren Lebensjahren, erheblich unterscheidet, wird bei der Definition auch nach dem Geschlecht differenziert. Wir verwenden meistens die Definitionen:

$$\bar{d}_{t,\tau}^m := \bar{d}_{t,\tau}^m / \bar{n}_{t,\tau}^m \text{ für Männer und } \bar{d}_{t,\tau}^f := \bar{d}_{t,\tau}^f / \bar{n}_{t,\tau}^f \text{ für Frauen}$$

Im Zähler steht die Anzahl der in der Zeitstelle  $t$  im Alter  $\tau$  gestorbenen Männer bzw. Frauen, im Nenner steht die durchschnittliche Anzahl der Männer bzw. Frauen des Alters  $\tau$  in der Zeitstelle  $t$ . Offenbar können mit den in Abschnitt 1.1 besprochenen Begriffsbildungen auch noch andere Definitionen vorgenommen werden. In der hier angegebenen Definition

können altersspezifische Sterbeziffern jedoch besonders leicht aus publizierten Datenquellen, für das Jahr 1999 aus den Tabellen 2.1-1 und 1.2-7, berechnet werden. Zum Beispiel findet man:

$$\bar{\delta}_{1999,70}^m = \frac{11690}{347956} = 0.0336 \quad \text{und} \quad \bar{\delta}_{1999,70}^f = \frac{6858}{425406} = 0.0161$$

In diesem Alter ist also die Sterblichkeit der Frauen nur etwa halb so groß wie die der Männer.

*3. Kohorten- und Perioden-Sterbetafeln.* Man unterscheidet Kohorten- und Perioden-Sterbetafel.<sup>10</sup> Eine *Kohorten-Sterbetafel* bezieht sich auf die Lebensdauererzeugung einer Kohorte. Ausgangspunkt ist eine für eine Kohorte definierte Variable  $T_t : \mathcal{C}_t \rightarrow \mathcal{T}_0 = \{0, 1, 2, 3, \dots\}$ , die die Lebensdauern der Mitglieder von  $\mathcal{C}_t$  erfasst. (Wir nehmen an, dass diese Lebensdauern in vollendeten Lebensjahren erfasst werden.) Eine Kohorten-Sterbetafel besteht dann in einer Darstellung der Survivorfunktion (und ggf. auch der Ratenfunktion) der Variablen  $T_t$ .

Offenbar ist eine Kohorten-Sterbetafel erst dann empirisch bestimmt, wenn alle Mitglieder der Kohorte gestorben sind. Vollständige Kohorten-Sterbetafel können also nur für Kohorten berechnet werden, deren Mitglieder vor mindestens 100 Jahren geboren wurden.<sup>11</sup> Meistens, insbesondere von der amtlichen Statistik, werden deshalb keine Kohorten-, sondern Perioden-Sterbetafel berechnet, die von den Sterbeziffern eines Kalenderjahrs oder einer kurzen Kalenderzeitperiode ausgehen. Zur Erläuterung beziehen wir uns auf ein Kalenderjahr  $t$ , für das die altersspezifischen Sterbeziffern (Mortalitätsraten)  $\delta_{t,\tau}$  ermittelt worden sind (dabei wird auf Männer oder Frauen Bezug genommen). Dann kann in formaler Analogie zur Formel (2.2) durch

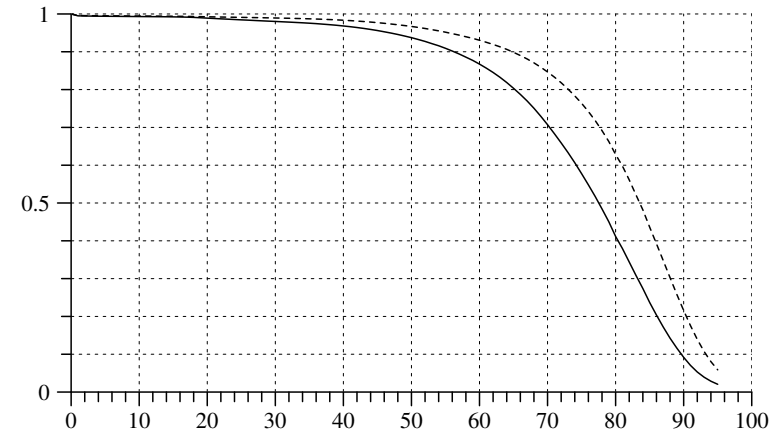
$$G_t(\tau) := \prod_{j=0}^{\tau-1} (1 - \delta_{t,j}) \quad (2.3)$$

eine Funktion  $G_t$  definiert werden, die sich als Survivorfunktion der Lebensdauererzeugung einer fiktiven Gesamtheit interpretieren lässt, deren Absterbeprozess den Mortalitätsraten  $\delta_{t,0}, \delta_{t,1}, \delta_{t,2}, \delta_{t,3}, \dots$  folgt. Eine Tabellierung dieser Funktion (und ggf. der Mortalitätsraten, aus denen sie berechnet worden ist) wird als *Perioden-Sterbetafel* (für die Periode  $t$ ) bezeichnet.<sup>12</sup> Sie bezieht sich nicht auf den realen Absterbeprozess irgend-

<sup>10</sup>Wenn ohne Zusatz von *Sterbetafel* gesprochen wird, sind meistens (auch in diesem Text) Perioden-Sterbetafel gemeint.

<sup>11</sup>Da auch meistens die erforderlichen Daten nicht oder nur unvollständig vorhanden sind, sind in der Literatur verschiedene Möglichkeiten diskutiert worden, um Kohorten-Sterbetafel wenigstens näherungsweise zu schätzen. Man vgl. R. H. Dinkel (1984, 1992).

<sup>12</sup>Dabei ist es üblich, von einer fiktiven Gesamtheit von 100000 Personen auszugehen, so dass Rundungsprobleme vernachlässigt werden können und es ausreicht, ganze Zahlen zu tabellieren.



**Abb. 2.2-1** Darstellung der Survivorfunktionen  $G_{1999}^m$  (durchgezogene Linie) und  $G_{1999}^f$  (gestrichelte Linie), die aus den altersspezifischen Sterbeziffern des Jahres 1999 in der BRD berechnet worden sind.

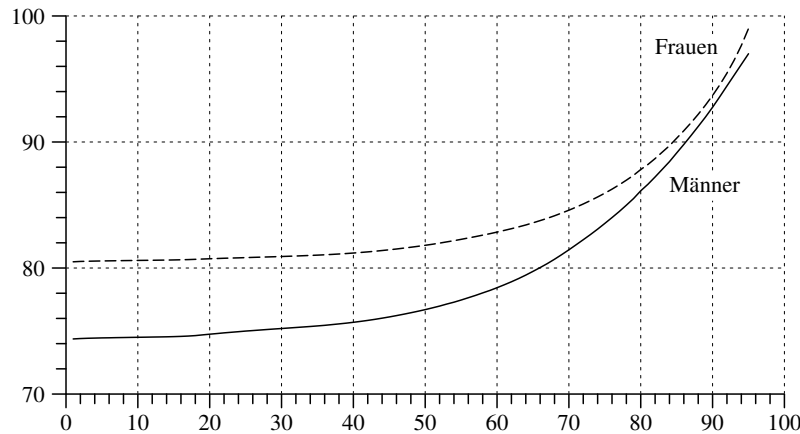
einer Geburtskohorte, sondern erfasst die Mortalitätsbedingungen derjenigen Periode, auf die sich die für ihre Konstruktion verwendeten Mortalitätsraten beziehen.

*4. Eine Perioden-Sterbetafel für die BRD 1999.* Zur Illustration verwenden wir die altersspezifischen Sterbeziffern für 1999 in Deutschland, die aus den Daten in den Tabellen 1.2-7 und 2.1-1 berechnet werden können. Mithilfe der Formel (2.3) können daraus Perioden-Sterbetafel (Survivorfunktionen) für das Jahr 1999 berechnet werden:  $G_{1999}^m$  für Männer und  $G_{1999}^f$  für Frauen. Abbildung 2.2-1 zeigt den Verlauf dieser Survivorfunktionen.

Offenbar unterscheiden sich diese Survivorfunktionen von den in Abbildung 2.1-2 dargestellten Verteilungsfunktionen (bzw. ihnen korrespondierenden Survivorfunktionen), die sich auf die Lebensdauern der 1999 gestorbenen Männer und Frauen beziehen. Die Unterschiede werden zum Beispiel durch einen Vergleich der Medianwerte der Lebensdauern deutlich. Aus den Survivorfunktionen der Perioden-Sterbetafel für 1999 findet man etwa 77,5 Jahre für Männer und 83,5 Jahre für Frauen. Für die 1999 gestorbenen Männer und Frauen sind die Medianwerte jedoch deutlich niedriger, nämlich etwa 72 bzw. 82 Jahre.

*5. Berechnung von Lebenserwartungen.* Sowohl Kohorten- als auch Perioden-Sterbetafel können zur Berechnung von sogenannten Lebenserwartungen verwendet werden.<sup>13</sup> Zur Definition kann auf eine beliebige Ver-

<sup>13</sup>Wie man sehen wird, wird bei der Definition auf realisierte Daten Bezug genommen, so dass das Reden von „Erwartungen“ eigentlich falsch ist.



**Abb. 2.2-2** Lebenserwartungen 1999 in Deutschland, berechnet aus den Survivorfunktionen  $G_{1999}^m$  und  $G_{1999}^f$ .

weildauervariable  $T$  Bezug genommen werden. Zunächst kann durch

$$M(T) := \sum_{j=0}^{\infty} j P_{[T]}(j)$$

der *Mittelwert* von  $T$  definiert werden.<sup>14</sup> Bezieht sich  $T$  auf Lebensdauern, kann  $M(T)$  als durchschnittliche Lebensdauer interpretiert werden. Sie erfasst die Lebenserwartung bei der Geburt. Man kann aber auch fragen, wie lange diejenigen Personen noch leben werden, die bereits ein bestimmtes Alter erreicht haben. Dann ist ein *bedingter Mittelwert* zu berechnen, der allgemein folgendermaßen definiert ist:

$$M(T|T \geq t) = \frac{\sum_{j=t}^{\infty} j P_{[T]}(j)}{\sum_{j=t}^{\infty} P_{[T]}(j)}$$

Es handelt sich um den Mittelwert der Variablen  $T$  unter der Bedingung  $T \geq t$ , d.h. um den Mittelwert in der Teilgesamtheit  $\{\omega \in \Omega | T(\omega) \geq t\}$ . Bezieht sich  $T$  auf Lebensdauern, wird  $M(T|T \geq t)$  die *Lebenserwartung im Alter  $t$*  genannt; gemeint ist also die durchschnittliche Lebensdauer derjenigen Personen, die mindestens  $t$  Jahre alt geworden sind. Dementsprechend erhält man durch  $M(T|T \geq t) - t$  die *fernere Lebenserwartung im Alter  $t$* , d.h. die durchschnittliche restliche Lebensdauer derjenigen Personen, die mindestens  $t$  Jahre alt geworden sind.

Abbildung 2.2-2 zeigt Lebenserwartungen, die ausgehend von den in § 4 besprochenen Perioden-Sterbetafeln für die BRD 1999 berechnet worden sind. Dabei wurde für die nach oben offene Altersklasse 95\* angenommen,

<sup>14</sup>Wenn ohne Zusatz vom Mittelwert einer Variablen gesprochen wird, ist stets dieser arithmetische Mittelwert gemeint.

dass Männer durchschnittlich 97 und Frauen durchschnittlich 99 Jahre alt werden.

## 2.3 Veränderungen der Lebensdauern

In diesem Abschnitt wird dargestellt, wie sich die Lebensdauern bzw. Mortalitätsbedingungen in Deutschland verändert haben. Da wir dafür Perioden-Sterbetafeln der amtlichen Statistik verwenden, beginnen wir mit einigen Bemerkungen zu deren Konstruktion.

*1. Sterbetafeln der amtlichen Statistik.* Im vorangegangenen Abschnitt wurden altersspezifische Sterbeziffern für ein einzelnes Jahr (1999) zur Konstruktion einer Perioden-Sterbetafel verwendet. Diese sehr einfache Methode wird oft modifiziert. Das Statistische Bundesamt berechnet mit etwas unterschiedlichen Methoden zwei Arten von Perioden-Sterbetafeln:

– *Allgemeine Sterbetafeln* beziehen sich auf (dreijährliche) Perioden, in deren Mitte eine Volkszählung stattgefunden hat. Die jüngste allgemeine Sterbetafel bezieht sich auf die Volkszählung 1987 und umfasst die Periode 1986–88. Die Methoden zur Berechnung allgemeiner Sterbetafeln haben sich im Laufe der Geschichte der amtlichen Statistik oft verändert.<sup>15</sup> Für die letzten beiden allgemeinen Sterbetafeln (1970–72 und 1986–88) beginnen die Berechnungen mit altersspezifischen Sterbeziffern, die in unserer Notation durch  $\bar{d}_{t,\tau} = \bar{d}_{t,\tau} / \bar{n}_{t,\tau}$  definiert sind, wobei sich  $\tau$  auf das Alter in vollendeten Lebensjahren und  $t$  auf das Kalenderjahr bezieht. Diese Raten werden dann in folgender Weise modifiziert:

$$q_{t,\tau} := \frac{\bar{d}_{t,\tau}}{\bar{n}_{t,\tau} + \frac{\bar{d}_{t,\tau}}{2}}$$

Die Überlegung besteht darin, dass etwa die Hälfte der Personen, die im Alter  $\tau$  sterben, durch  $\bar{n}_{t,\tau}$  nicht erfasst wird und dass es deshalb sinnvoll ist, den Umfang der Risikomenge im Nenner um  $\bar{d}_{t,\tau}/2$  zu erhöhen.<sup>16</sup> Die derart modifizierten Mortalitätsraten werden dann auf folgende Weise für einen Dreijahreszeitraum zusammengefasst:

$$q^{(t),\tau} := \frac{\bar{d}_{t-1,\tau} + \bar{d}_{t,\tau} + \bar{d}_{t+1,\tau}}{\bar{n}_{t-1,\tau} + \bar{n}_{t,\tau} + \bar{n}_{t+1,\tau} + \frac{\bar{d}_{t-1,\tau} + \bar{d}_{t,\tau} + \bar{d}_{t+1,\tau}}{2}}$$

Dabei bezieht sich  $t$  auf das mittlere Jahr, also z.B.  $t = 1987$  bei der Sterbetafel für die Periode 1986–88.

<sup>15</sup>Detaillierte Erklärungen findet man in der Fachserie 1, Reihe 1-S.2, Allgemeine Sterbetafel für die Bundesrepublik Deutschland 1986/88.

<sup>16</sup>Dieses Verfahren wird auch als „Sterbeziffernmethode nach Farr“ bezeichnet. Es sei auch erwähnt, dass für das Lebensalter 0 ein anderes Verfahren verwendet wird.

– *Abgekürzte Sterbetafeln* werden ebenfalls für Dreijahresperioden berechnet.<sup>17</sup> Der wichtigste Unterschied besteht darin, dass die oben definierten Mortalitätsraten  $q_{(t),\tau}$  bei den abgekürzten Sterbetafeln unmittelbar verwendet werden, bei den allgemeinen Sterbetafeln jedoch zunächst mit einem aufwendigen Rechenverfahren geglättet werden (vgl. Fachserie 1, Reihe 1-S.2, S. 13).

2. *Allgemeine Sterbetafeln 1871 – 1988.* Allgemeine Sterbetafeln wurden in Deutschland für folgende Perioden veröffentlicht:

Periode	Publikation
1871 – 1880	Statistik des Deutschen Reichs, Bd. 246, S. 14*–17*.
1881 – 1890	Statistik des Deutschen Reichs, Bd. 246, S. 14*–17*.
1891 – 1900	Statistik des Deutschen Reichs, Bd. 246, S. 14*–17*.
1901 – 1910	Statistik des Deutschen Reichs, Bd. 246, S. 14*–17*.
1910 – 1911	Statistik des Deutschen Reichs, Bd. 275. Statistisches Jahrbuch für das Deutsche Reich 1919, S. 50–51.
1924 – 1926	Statistik des Deutschen Reichs, Bd. 360 and 401. Statistisches Jahrbuch für das Deutsche Reich 1928, S. 38–39.
1932 – 1934	Statistik des Deutschen Reichs, Bd. 495, S. 86–87. Statistisches Jahrbuch für das Deutsche Reich 1936, S. 45–46.
1949 – 1951	Statistik der Bundesrepublik Deutschland, Bd. 75 und 173. Statistisches Jahrbuch für die Bundesrepublik Deutschland 1954, S. 62–63.
1960 – 1962	Statistisches Jahrbuch für die Bundesrepublik Deutschland 1965, S. 67–68. Weitere Informationen bei Schwarz (1964).
1970 – 1972	Fachserie 1, Reihe 2, Sonderheft 1. Allgemeine Sterbetafel für die Bundesrepublik Deutschland 1970/72. Weitere Informationen bei Meyer and Rückert (1974).
1986 – 1988	Fachserie 1, Reihe 1, Sonderheft 2. Allgemeine Sterbetafel für die Bundesrepublik Deutschland 1986/88. Weitere Informationen bei Meyer and Paul (1991).

In allen Fällen handelt es sich um Perioden-Sterbetafeln. Bis 1932–34 beziehen sie sich auf das Gebiet des früheren Deutschen Reichs; alle anderen Sterbetafeln beziehen sich auf das Gebiet der früheren BRD. Die Tabellen 2.3-1 und 2.3-2 stellen die Daten der Sterbetafeln in Gestalt von Survivorfunktionen ( $\times 100000$ ) dar. Jeweils beginnend mit  $l_0^m = l_0^f = 100000$ , zeigen  $l_\tau^m$  und  $l_\tau^f$  wieviele Männer bzw. Frauen im Alter  $\tau$  noch leben.<sup>18</sup>

<sup>17</sup>Sie werden vom Statistischen Bundesamt jährlich seit 1957 berechnet und in der Fachserie 1 (Reihe 1) publiziert.

<sup>18</sup>Das Symbol  $l$  wird also als Abkürzung für das 100000fache der Survivorfunktion

**Tabelle 2.3-1** Survivorfunktionen der Männer in den allgemeinen Sterbetafeln für Deutschland. Quellen: s. Text.

	1871/ 1881	1881/ 1890	1891/ 1900	1901/ 1910	1910/ 1911	1924/ 1926	1932/ 1934	1949/ 1951	1960/ 1962	1970/ 1972	1986/ 1988
$\tau$	$l_\tau^m$	$l_\tau^m$	$l_\tau^m$	$l_\tau^m$	$l_\tau^m$	$l_\tau^m$	$l_\tau^m$	$l_\tau^m$	$l_\tau^m$	$l_\tau^m$	$l_\tau^m$
0	100000	100000	100000	100000	100000	100000	100000	100000	100000	100000	100000
1	74727	75831	76614	79766	81855	88462	91465	93823	96467	97400	99075
2	69876	70998	72631	76585	79211	87030	90618	93433	96244	97249	99005
3	67557	68729	70999	75442	78255	86477	90211	93203	96109	97152	98956
4	65997	67212	69945	74727	77662	86127	89901	93022	96013	97067	98921
5	64871	66127	69194	74211	77213	85855	89654	92880	95929	96989	98891
6	64028	65330	68641	73820	76873	85647	89446	92768	95852	96918	98862
7	63369	64711	68214	73506	76596	85477	89255	92673	95782	96854	98835
8	62849	64221	67874	73244	76361	85330	89081	92586	95721	96795	98809
9	62431	63836	67599	73023	76161	85197	88927	92513	95667	96741	98786
10	62089	63526	67369	72827	75984	85070	88793	92444	95620	96692	98764
11	61800	63265	67167	72650	75818	84950	88675	92379	95577	96647	98744
12	61547	63036	66983	72487	75662	84837	88567	92315	95536	96604	98724
13	61320	62830	66811	72334	75517	84726	88464	92250	95493	96561	98704
14	61108	62636	66641	72179	75365	84607	88360	92178	95445	96515	98681
15	60892	62441	66462	72007	75189	84469	88244	92097	95388	96459	98652
16	60657	62226	66259	71808	74986	84306	88105	92001	95316	96383	98612
17	60383	61972	66017	71573	74746	84110	87939	91892	95225	96273	98557
18	60063	61675	65731	71300	74470	83874	87746	91767	95112	96118	98483
19	59696	61340	65405	70989	74165	83592	87531	91625	94973	95927	98389
20	59287	60970	65049	70647	73832	83268	87298	91466	94812	95732	98284
21	58843	60572	64674	70291	73488	82912	87051	91294	94637	95541	98175
22	58369	60156	64292	69935	73143	82539	86795	91113	94457	95357	98068
23	57871	59734	63912	69582	72800	82162	86539	90924	94280	95182	97964
24	57378	59315	63539	69232	72466	81792	86285	90730	94110	95016	97862
25	56892	58897	63168	68881	72130	81429	86032	90531	93948	94858	97763
26	56410	58474	62796	68528	71789	81072	85777	90329	93789	94705	97664
27	55927	58047	62420	68173	71446	80721	85516	90125	93633	94555	97567
28	55442	57613	62043	67817	71105	80380	85251	89922	93478	94405	97468
29	54951	57169	61663	67458	70768	80049	84984	89720	93323	94253	97367
30	54454	56713	61274	67092	70425	79726	84715	89518	93166	94097	97262
31	53949	56243	60873	66719	70070	79404	84440	89314	93008	93937	97153
32	53434	55755	60459	66338	69705	79080	84157	89104	92846	93773	97039
33	52908	55245	60030	65946	69332	78758	83863	88887	92679	93604	96920
34	52369	54715	59581	65536	68948	78436	83555	88662	92505	93429	96794
35	51815	54168	59111	65104	68545	78111	83234	88428	92322	93245	96661
36	51244	53599	58618	64650	68125	77779	82905	88184	92129	93049	96519
37	50656	53009	58099	64175	67693	77433	82571	87930	91924	92838	96367
38	50049	52406	57557	63676	67233	77073	82224	87666	91705	92610	96203
39	49422	51788	56992	63149	66741	76701	81860	87391	91470	92361	96026
40	48775	51148	56402	62598	66227	76313	81481	87102	91218	92089	95834
41	48110	50486	55785	62021	65682	75905	81088	86795	90949	91794	95624
42	47428	49806	55142	61413	65113	75473	80676	86468	90662	91475	95394
43	46729	49112	54470	60773	64518	75016	80240	86120	90354	91131	95141
44	46010	48402	53768	60105	63894	74536	79776	85746	90021	90761	94863
45	45272	47668	53037	59405	63238	74032	79285	85342	89659	90363	94555
46	44511	46910	52282	58666	62542	73496	78763	84902	89262	89934	94216
47	43728	46135	51507	57892	61810	72927	78207	84417	88825	89468	93841
48	42919	45347	50708	57084	61036	72326	77617	83883	88344	88958	93428
49	42086	44534	49875	56233	60215	71688	76990	83294	87814	88398	92973
50	41228	43684	49002	55340	59349	71006	76322	82648	87230	87781	92471



**Tabelle 2.3-2** (Forts.) Survivorfunktionen der Frauen in den allgemeinen Sterbetafeln für Deutschland. Quellen: s. Text.

$\tau$	1871/ 1881	1881/ 1890	1891/ 1900	1901/ 1910	1910/ 1911	1924/ 1926	1932/ 1934	1949/ 1951	1960/ 1962	1970/ 1972	1986/ 1988
	$l_\tau^f$	$l_\tau^f$	$l_\tau^f$	$l_\tau^f$	$l_\tau^f$	$l_\tau^f$	$l_\tau^f$	$l_\tau^f$	$l_\tau^f$	$l_\tau^f$	$l_\tau^f$
51	44521	47418	53078	59138	62547	73289	78990	86516	91035	92260	95559
52	43767	46692	52354	58418	61827	72592	78322	86003	90597	91806	95252
53	42981	45934	51594	57648	61048	71854	77613	85451	90125	91323	94918
54	42162	45136	50791	56837	60219	71071	76855	84860	89615	90813	94553
55	41308	44293	49938	55984	59350	70236	76038	84225	89063	90272	94156
56	40414	43396	49032	55077	58441	69342	75162	83540	88464	89696	93723
57	39472	42448	48072	54106	57468	68383	74225	82796	87814	89078	93252
58	38476	41462	47054	53067	56398	67357	73221	81989	87105	88411	92738
59	37418	40415	45971	51959	55245	66257	72142	81115	86331	87689	92179
60	36293	39287	44814	50780	54016	65076	70984	80166	85484	86903	91569
61	35101	38087	43582	49524	52713	63809	69745	79131	84556	86044	90903
62	33843	36823	42272	48176	51320	62448	68409	77994	83538	85101	90178
63	32521	35497	40880	46725	49816	60973	66960	76744	82420	84062	89387
64	31140	34102	39398	45178	48199	59377	65396	75374	81191	82915	88526
65	29703	32628	37828	43540	46484	57671	63712	73875	79839	81647	87587
66	28217	31088	36179	41816	44693	55852	61895	72232	78352	80250	86565
67	26686	29506	34460	40007	42782	53901	59933	70428	76720	78713	85451
68	25118	27897	32675	38111	40773	51813	57822	68455	74932	77027	84236
69	23521	26252	30826	36129	38663	49597	55568	66312	72976	75179	82909
70	21901	24546	28917	34078	36448	47255	53184	63994	70840	73157	81459
71	20265	22786	26956	31963	34191	44799	50652	61491	68513	70948	79869
72	18617	21000	24957	29777	31830	42248	47951	58794	65981	68539	78124
73	16960	19204	22938	27535	29379	39609	45118	55905	63235	65920	76206
74	15307	17416	20914	25273	26933	36869	42182	52837	60267	63084	74096
75	13677	15645	18900	23006	24517	34024	39132	49605	57076	60033	71775
76	12090	13892	16919	20745	22106	31126	35989	46226	53674	56774	69230
77	10569	12219	15000	18526	19673	28217	32820	42721	50082	53323	66447
78	9131	10661	13163	16372	17336	25335	29670	39118	46331	49702	63419
79	7795	9192	11417	14299	15112	22487	26559	35457	42458	45934	60148
80	6570	7815	9773	12348	12981	19711	23500	31787	38507	42046	56640
81	5464	6550	8252	10539	11016	17075	20527	28163	34529	38076	52912
82	4479	5408	6869	8864	9184	14624	17691	24642	30579	34071	48992
83	3614	4394	5626	7329	7499	12353	15026	21282	26717	30091	44916
84	2867	3511	4524	5955	6030	10262	12561	18132	23004	26204	40734
85	2232	2756	3568	4752	4794	8372	10323	15225	19500	22478	36501
86	1705	2124	2764	3719	3746	6712	8324	12582	16258	18974	32282
87	1276	1605	2104	2850	2856	5290	6567	10213	13319	15744	28146
88	935	1189	1571	2138	2140	4101	5075	8132	10705	12826	24160
89	671	862	1149	1571	1574	3128	3857	6335	8147	10245	20393
90	471	612	821	1131	1126	2356	2868	4815	6480	8016	16903
91	323	424	573	797	786	1736	2083	3567	4872	6139	13738
92	217	288	390	549	534	1256	1476	2571	3580	4597	10935
93	142	191	260	370	354	891	1019	1814	2571	3362	8511
94	90	123	169	244	228	620	683	1253	1805	2409	6468
95	56	78	107	157	142	423	445	846	1240	1671	4792
96	34	48	66	99	87	283	281	559	834	1134	3457
97	20	29	40	61	51	185	172	361	550	750	2425
98	11	17	24	38	29	119	101	227	356	483	1651
99	6	10	14	22	16	74	58	140	227	303	1090
100	3	6	8	13	9	45	31	84	142	185	697

3. *Darstellung der Survivorfunktionen.* Mithilfe der in den Tabellen angeführten Daten können die Veränderungen in den Mortalitätsbedingungen bzw. Lebensdauern untersucht werden.<sup>19</sup> Einen ersten Eindruck erhält man durch das Schaubild 2.3-1, in dem die Survivorfunktionen der Männer und Frauen dargestellt werden. Jeweils von unten nach oben folgen die Funktionen der zeitlichen Ordnung, so dass das Ausmaß der Veränderungen gut sichtbar wird. Zum Beispiel starben in der Periode 1871–81 ungefähr 41 % der Männer und 38 % der Frauen vor ihrem 20sten Lebensjahr; diese Anteile sanken dann kontinuierlich bis auf ungefähr 1–2 % in der Periode 1986–88.

Besonders groß war der Rückgang der Sterblichkeit bei den neugeborenen Kindern. Die folgende Tabelle zeigt die Anteile (in %) der Neugeborenen die während ihres ersten Lebensjahrs starben:

Periode	männlich	weiblich
1871 – 1881	25.3	21.7
1881 – 1890	24.2	20.7
1891 – 1900	23.4	19.9
1901 – 1910	20.2	17.0
1910 – 1911	18.1	15.3
1924 – 1926	11.5	9.4
1932 – 1934	8.5	6.8
1949 – 1951	6.2	4.9
1960 – 1962	3.5	2.8
1970 – 1972	2.6	2.0
1986 – 1988	0.9	0.7

4. *Veränderungen der Lebenserwartung.* Zur Darstellung der Veränderungen können auch die in Abschnitt 2.2 (§ 5) definierten Lebenserwartungen verwendet werden. Die Berechnung erfolgt (jeweils separat für Männer und Frauen) mit der Formel

$$M(T|T \geq \tau) := \frac{\sum_{j=\tau}^{100} j d_j}{\sum_{j=\tau}^{100} d_j}$$

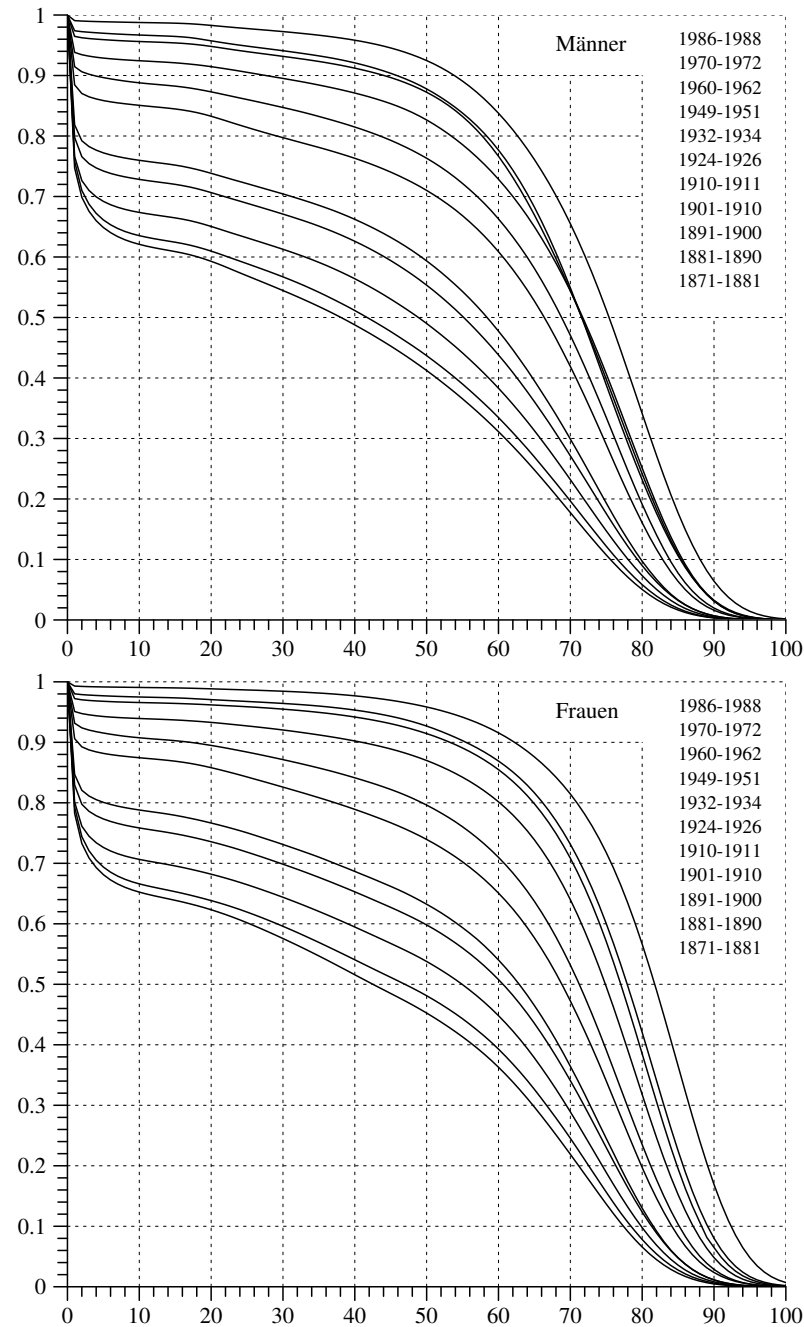
wobei  $d_j := l_j - l_{j+1}$  die Anzahl der im Alter  $j$  gestorbenen Personen bezeichnet.<sup>20</sup> Abb. 2.3-2 zeigt, wie sich die Funktionen  $\tau \rightarrow M(T|T \geq \tau)$  bei Männern und Frauen seit 1871–81 verändert haben; die Kurven beginnen

verwendet. Außerdem wird zur Vereinfachung der Notation der Bezug auf die jeweilige Periode nicht explizit angeführt.

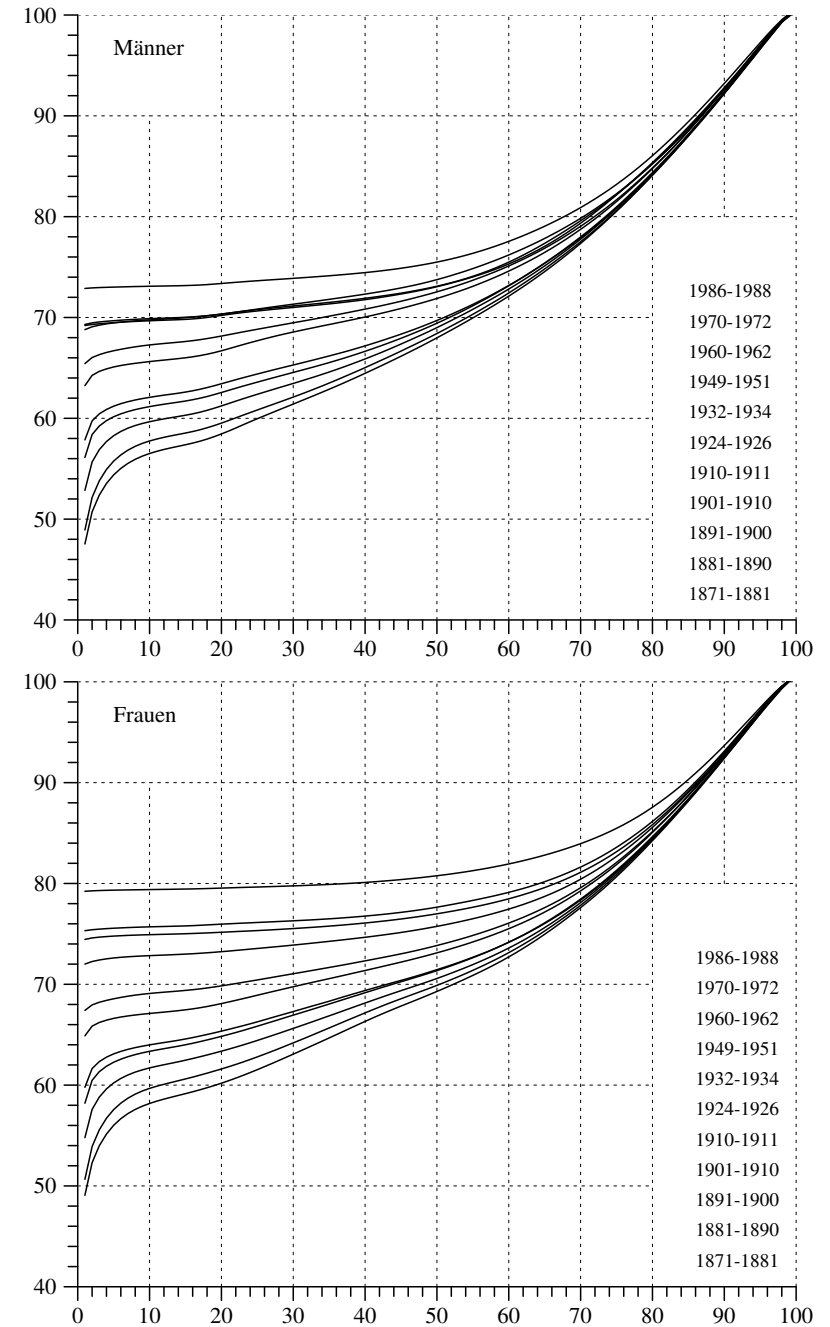
<sup>19</sup>Eine ausführliche Analyse dieser Daten (mit Ausnahme der letzten Sterbetafel für 1986–88) findet man bei H. Proebsting (1984).

<sup>20</sup>Man könnte ein halbes Jahr hinzufügen, um zu berücksichtigen, dass das Alter in vollendeten Lebensjahren erfasst wird.

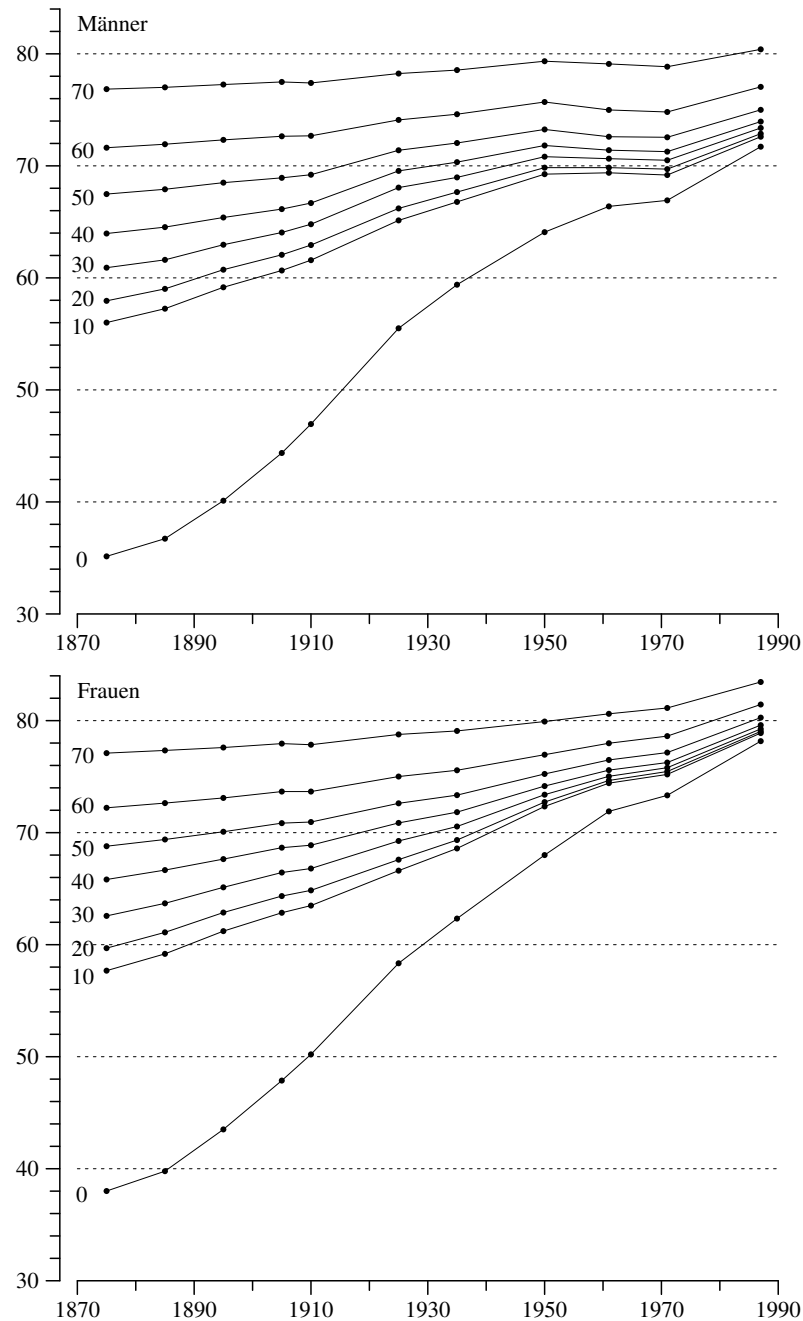




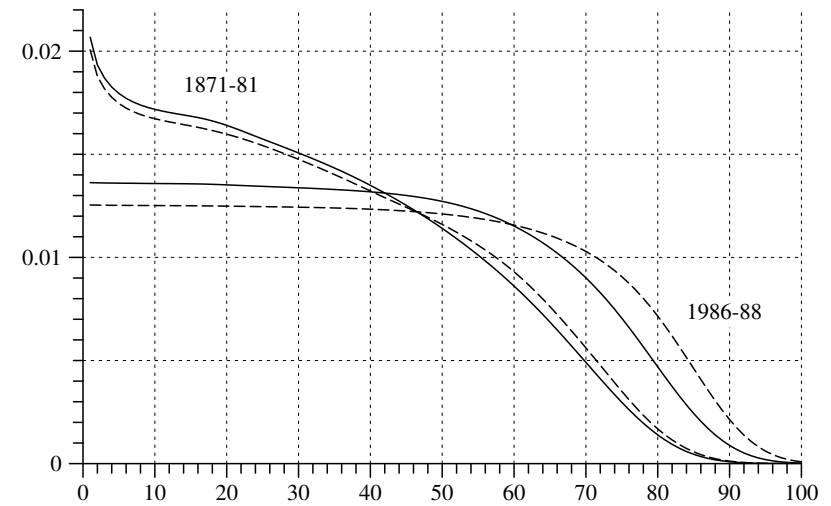
**Abb. 2.3-1** Survivorfunktionen der Männer und Frauen in Deutschland, 1871 – 1988. Chronologische Ordnung im Alter von 10 Jahren.



**Abb. 2.3-2** Veränderungen der Lebenserwartungen ( $M(T|T \geq \tau)$  als Funktion des Alters  $\tau$  auf der Abszisse) in Deutschland 1871 – 1988.



**Abb. 2.3-3** Veränderungen der Lebenserwartungen  $M(T|T \geq \tau)$ , berechnet für  $\tau = 0, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70$ , in Deutschland 1871–1988.



**Abb. 2.3-4** Aus den Sterbetafeln 1871–81 und 1986–88 abgeleitete hypothetische Altersverteilungen der Männer (durchgezogene Linien) und Frauen (gestrichelte Linien).

im Alter  $\tau = 1$  und verlaufen wieder in chronologischer Ordnung von unten nach oben. Eine ergänzende Berechnung der Lebenserwartungen Neugeborener ( $\tau = 0$ ) zeigt, dass sie sich im Vergleich der Perioden 1871–81 und 1986–88 bei den Männern von 36 auf 72 und bei den Frauen von 38 auf 79 Jahre erhöht haben.

Abbildung 2.3-3 stellt die Veränderungen der Lebenserwartung auf einer historischen Zeitachse dar. Für einige ausgewählte Altersjahre ( $\tau = 0, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70$ ) wird sichtbar gemacht, wie sich  $M(T|T \geq \tau)$  im Laufe der durch die Sterbetafeln erfassten Perioden erhöht hat. Offensichtlich ist die Zunahme der Lebenserwartung bei den Neugeborenen am größten und nimmt mit dem Alter ab.

*5. Implikationen für die Altersverteilung.* Im Allgemeinen hängt die Altersverteilung einer Bevölkerung nicht nur von den Mortalitätsraten ab, sondern auch von der Entwicklung der Geburten und von Migrationsvorgängen. Es ist deshalb nicht ohne weiteres möglich, den Einfluss von Veränderungen der Mortalität auf die Altersverteilung zu isolieren. Man kann jedoch eine hypothetische Überlegung anstellen, indem man annimmt, dass während eines längeren Zeitraums von etwa 100 Jahren jedes Jahr die gleiche Anzahl von Kindern geboren wird und entsprechend einer gegebenen, sich nicht ändernden Sterbetafel (Survivorfunktion) überlebt bzw. stirbt; außerdem sollen während dieses Zeitraums keine Zu- oder Abwanderungen vorkommen. Dann entwickelt sich schließlich eine stabile Altersverteilung, die ausschließlich durch die in der Sterbetafel erfassten

Mortalitätsbedingungen bestimmt wird.

Zur Verdeutlichung beziehen wir uns auf eine Sterbetafel  $l_\tau$  und nehmen an, dass jedes Jahr 100000 Kinder geboren werden. Offenbar ist dann die Anzahl der Personen des Alters  $\tau$ , die in jedem Jahr leben, gerade gleich  $l_\tau$ , und ihr Anteil an allen jeweils lebenden Personen ist  $l_\tau / \sum_{j=0}^{100} l_j$ . Diese Anteile liefern die durch eine Sterbetafel implizierte Altersverteilung. Abbildung 2.3-4 zeigt sie, getrennt für Männer und Frauen, für die Sterbetafeln der Perioden 1871–81 und 1986–88. Man erkennt, wie der korrespondierende Rückgang in der Mortalität zu einer Veränderung der Altersverteilung geführt hat, nämlich zu einer relativen Abnahme jüngerer und Zunahme älterer Personen.

## Kapitel 3

# Statistik der Geburten

### 3.1 Entwicklung der Geburtenziffern

1. Die Entwicklung seit 1950.
2. Die langfristige Entwicklung.
3. Altersspezifische Geburtenziffern.
4. Berechnung von Reproduktionsraten.

### 3.2 Geburtenziffern im Kohortenvergleich

1. Geburten in einer Kohortenbetrachtung.
2. Daten zur Simulation einer Kohortenbetrachtung.
3. Kohorten- und Perioden-Geburtenziffern.
4. Kinderzahlen und Durchschnittsalter bei der Geburt.

### 3.3 Grenzen der amtlichen Geburtenstatistik

1. Bemerkungen zur amtlichen Geburtenstatistik.
2. Entwicklung der nicht-eheliche Geburten.

### 3.4 Daten aus retrospektiven Surveys

1. Daten aus den Lebensverlaufsstudien.
2. Alter bei der Geburt des ersten Kindes.
3. Schätzungen mit rechts zensierten Daten.
4. Anwendung des Kaplan-Meier-Verfahrens.
5. Veränderungen des Alters bei der ersten Geburt.
6. Kumulierte Kohorten-Geburtenziffern.
7. Verteilungen für die Anzahl der Kinder.

In diesem Kapitel beschäftigen wir uns mit der statistischen Erfassung von Geburten. Im ersten Abschnitt werden einige elementare Definitionen vorgestellt und mit Daten der amtlichen Statistik für Deutschland illustriert. Dann wird zur Untersuchung von Veränderungen des generativen Verhaltens ein Kohortenansatz besprochen. Im dritten Abschnitt wird auf einige Grenzen der amtlichen Geburtenstatistik hingewiesen, die es erforderlich machen, auch Daten aus nicht-amtlichen Surveys zu verwenden. Schließlich werden im vierten Abschnitt Daten aus den Lebensverlaufsstudien des Max-Planck-Instituts für Bildungsforschung verwendet, die sich auf die Geburtskohorten von 1920 bis 1960 beziehen.

### 3.1 Entwicklung der Geburtenziffern

*1. Die Entwicklung seit 1950.* Wir verwenden die in Abschnitt 1.1 eingeführten Definitionen und Notationen. Bezugnehmend auf irgendein Gebiet bezeichnet  $b_t$  die im Jahr  $t$  geborenen Kinder. Tabelle 3.1-1 zeigt Werte

**Tabelle 3.1-1** Anzahl Geburten (Lebendgeborene in 1000) im Gebiet der früheren BRD ( $b_t^a$ ) und der früheren DDR ( $b_t^b$ ). Quelle: Fachserie 1. Reihe 1, 1999, S. 43–44.

$t$	$b_t^a$	$b_t^b$	$t$	$b_t^a$	$b_t^b$	$t$	$b_t^a$	$b_t^b$
1950	812.8	303.9	1967	1019.5	252.8	1984	584.2	228.1
1951	795.6	310.8	1968	969.8	245.1	1985	586.2	227.6
1952	799.1	306.0	1969	903.5	238.9	1986	626.0	222.3
1953	796.1	298.9	1970	810.8	236.9	1987	642.0	226.0
1954	816.0	293.7	1971	778.5	234.9	1988	677.3	215.7
1955	820.1	293.3	1972	701.2	200.4	1989	681.5	198.9
1956	855.9	281.3	1973	635.6	180.3	1990	727.2	178.5
1957	892.2	273.3	1974	626.4	179.1	1991	722.2	107.8
1958	904.5	271.4	1975	600.5	181.8	1992	720.8	88.3
1959	951.9	292.0	1976	602.9	195.5	1993	717.9	80.5
1960	968.6	293.0	1977	582.3	223.2	1994	690.9	78.7
1961	1012.7	300.8	1978	576.5	232.2	1995	681.4	83.8
1962	1018.6	298.0	1979	582.0	235.2	1996	702.7	93.3
1963	1054.1	301.5	1980	620.7	245.1	1997	711.9	100.3
1964	1065.4	291.9	1981	624.6	237.5	1998	682.2	102.9
1965	1044.3	281.1	1982	621.2	240.1	1999	664.0	106.7
1966	1050.3	268.0	1983	594.2	233.8			

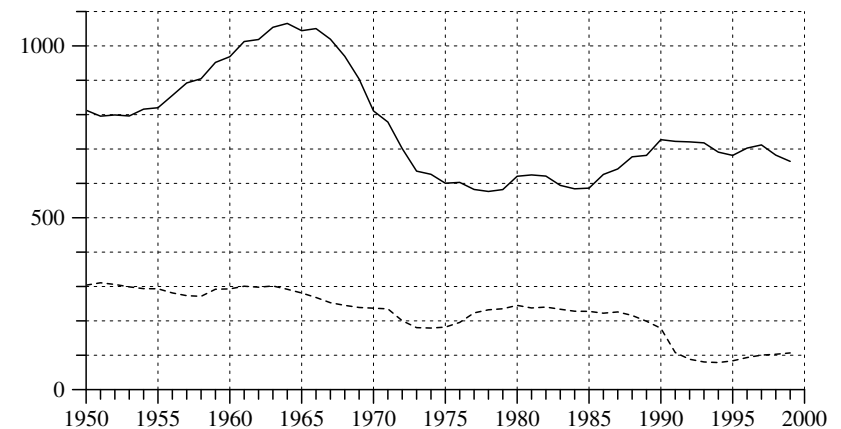
dieser Größe für die Gebiete der ehemaligen BRD ( $b_t^a$ ) und der ehemaligen DDR ( $b_t^b$ ), Abbildung 3.1-1 veranschaulicht ihre Entwicklung. Man erkennt deutlich einen „Baby-Boom“ im Zeitraum von etwa 1955–65 in der früheren BRD.

Offenbar hängt die Anzahl der Geburten auch von der Größe der Bevölkerung und insbesondere von der Anzahl der Frauen im gebärfähigen Alter ab. In der Demographie werden deshalb spezielle Geburtenziffern bzw. -raten verwendet:

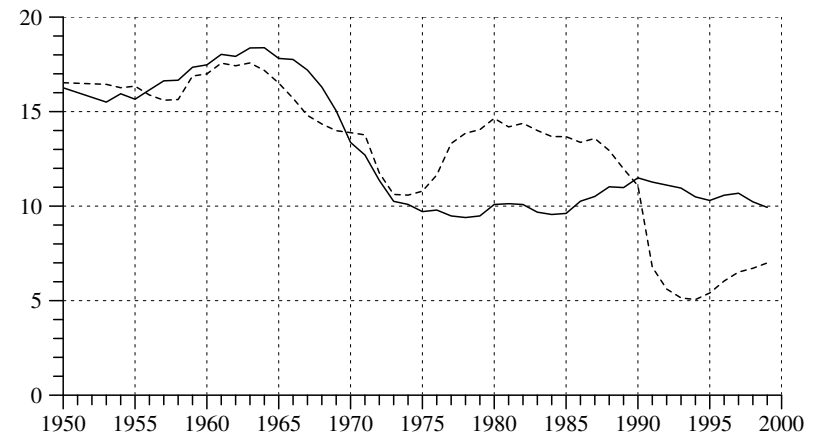
- Die *allgemeine Geburtenziffer*, bei der die Anzahl der Geburten eines Jahres auf den jahresdurchschnittlichen Bevölkerungsstand bezogen wird:  $b_t/\bar{n}_t$ .<sup>1</sup>
- Die *allgemeine Geburtenrate*, bei der die Anzahl der Geburten eines Jahres auf die jahresdurchschnittliche Anzahl der Frauen im gebärfähigen Alter bezogen wird.<sup>2</sup> Für die Abgrenzung des gebärfähigen Alters gibt es keine festen Bestimmungen. Das Statistische Bundesamt verwendet unterschiedliche Abgrenzungen, oft 15–45, 15–49 oder 15–50 Jahre.

<sup>1</sup>In der englischsprachigen Literatur wird diese allgemeine Geburtenziffer auch als „crude birth rate“ oder „crude fertility rate“ bezeichnet.

<sup>2</sup>In der älteren deutschen Literatur wird sie auch als „allgemeine Fruchtbarkeitsziffer“ bezeichnet, in der englischsprachigen Literatur meistens als „general birth rate“ oder „general fertility rate“.



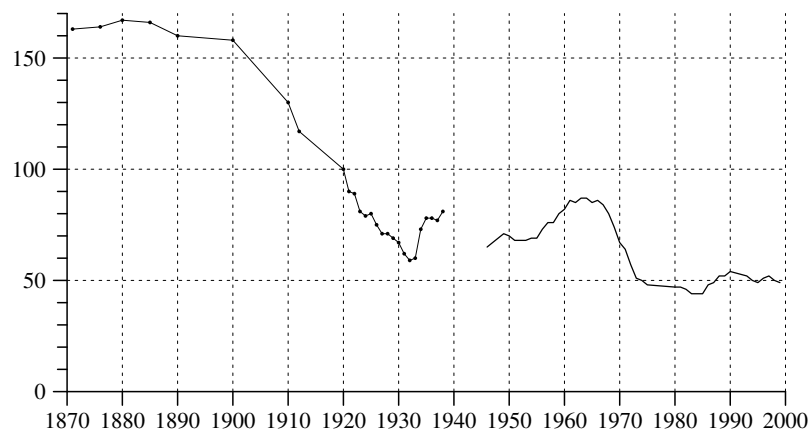
**Abb. 3.1-1** Anzahl Geburten (Lebendgeborene in 1000) im Gebiet der früheren BRD (durchgezogene Linie) und der früheren DDR (gestrichelte Linie). Werte aus Tabelle 3.1-1.



**Abb. 3.1-2** Allgemeine Geburtenziffer im Gebiet der früheren BRD (durchgezogene Linie) und der früheren DDR (gestrichelte Linie). Berechnet aus Tab. 3.1-1 und 1.2-1.

Wir verwenden in allgemeinen Definitionen und Formeln die Symbole  $\tau_a$  und  $\tau_b$  für den Beginn bzw. das Ende der reproduktiven Phase.

Beide Größen werden üblicherweise *pro 1000* angegeben. Allgemeine Geburtenziffern können unmittelbar aus den Angaben in den Tabellen 3.1-1 und 1.2-1 berechnet werden. Zum Beispiel findet man für das Jahr 1999 im Gebiet der ehemaligen BRD den Wert:  $727.2 / 63254 (\times 1000) = 11.5$ , d.h. 11.5 Geburten pro 1000 der Bevölkerung. Abbildung 3.1-2 zeigt, wie sich diese Geburtenziffern seit 1950 entwickelt haben. Offenbar hat es auch



**Abb. 3.1-3** Entwicklung der allgemeinen Geburtenrate in Deutschland seit 1871. Die bis 1938 verfügbaren Daten beziehen sich auf das Reichsgebiet und sind durch Punkte markiert. Ab 1946 jährliche Daten, die sich auf das Gebiet der früheren BRD beziehen. Quelle: Statistisches Bundesamt, Bevölkerung und Wirtschaft 1872–1972, S. 109, und Fachserie 1, Reihe 1.

in der ehemaligen DDR Ende der 1950er, Anfang der 1960er Jahren einen „Baby-Boom“ gegeben, der aus der Abbildung 3.1-1 nicht unmittelbar erkennbar ist.

*2. Die langfristige Entwicklung.* Die Entwicklung seit Ende des 2. Weltkriegs kann als Teil eines langfristigen Rückgangs der Geburten betrachtet werden. Abbildung 3.1-3 zeigt das anhand der Entwicklung der allgemeinen Geburtenrate seit 1871.

*3. Altersspezifische Geburtenziffern.* Grundlegend für differenziertere Betrachtungen sind altersspezifische Geburtenziffern. Wie bei den altersspezifischen Sterbeziffern gibt es auch in diesem Fall unterschiedliche Definitionsmöglichkeiten. Das Statistische Bundesamt verwendet folgende Definition:

$$\tilde{\beta}_{t,\tau} := \tilde{b}_{t,\tau} / \tilde{n}_{t,\tau}^f$$

Im Zähler steht die Anzahl der Kinder, die im Jahr  $t$  von Frauen des Geburtsjahrgangs  $t - \tau$ , also im demographischen Alter  $\tau$ , geboren wurden; und im Nenner steht die für das Jahr  $t$  jahresdurchschnittliche Anzahl der Frauen, die im Jahr  $t - \tau$  geboren wurden.

Tabelle 3.1-2 zeigt Daten des Statistischen Bundesamts, mit denen diese Geburtenziffern für 1999 berechnet werden können.<sup>3</sup> Die graphische

<sup>3</sup>Die für den Nenner erforderlichen Angaben stammen aus der internen Tabelle B13c-1999. Ich danke Hans-Peter Bosse (Statistisches Bundesamt), der diese Angaben zur Verfügung gestellt hat.

**Tabelle 3.1-2** Daten zur Berechnung altersspezifischer Geburtenraten für Deutschland 1999.

$\tilde{b}_{1999,\tau}$  Anzahl Kinder, die 1999 von Frauen des Geburtsjahrgangs 1999 –  $\tau$  geboren wurden (Fachserie 1, Reihe 1, 1999, S. 215).

$\tilde{n}_{1999,\tau}^f$  Jahresdurchschnittliche Anzahl von Frauen des Geburtsjahrgangs 1999 –  $\tau$  (Tab. B13c-1999 des Statistischen Bundesamts).

$\tilde{\beta}_{1999,\tau}$  aus  $\tilde{b}_{1999,\tau}$  und  $\tilde{n}_{1999,\tau}^f$  berechnete altersspezifische Geburtenziffern pro 1000.

$\tau$	$\tilde{b}_{1999,\tau}$	$\tilde{n}_{1999,\tau}^f$	$\tilde{\beta}_{1999,\tau}$	$\tau$	$\tilde{b}_{1999,\tau}$	$\tilde{n}_{1999,\tau}^f$	$\tilde{\beta}_{1999,\tau}$
$\leq 14$	80			33	50623	696136	72.72
15	341	436782	0.78	34	43428	699210	62.11
16	1234	441006	2.80	35	36185	713016	50.75
17	3085	452610	6.82	36	28680	710250	40.38
18	6332	454730	13.92	37	21055	690981	30.47
19	11158	460706	24.22	38	15398	684141	22.51
20	15558	442599	35.15	39	11165	666236	16.76
21	19693	440781	44.68	40	7540	646050	11.67
22	24009	443065	54.19	41	4627	614752	7.53
23	27326	440361	62.05	42	2963	603257	4.91
24	30436	432779	70.33	43	1619	592163	2.73
25	35493	444718	79.81	44	789	577973	1.37
26	39850	454341	87.71	45	342	573468	0.60
27	45348	500610	90.59	46	163	560591	0.29
28	52632	555333	94.78	47	58	563369	0.10
29	56566	582220	97.16	48	48	553593	0.09
30	60007	626937	95.71	49	25	558612	0.04
31	60093	657849	91.35	50	12	538511	0.02
32	56767	677296	83.81	$\geq 51$	16		

Darstellung in Abbildung 3.1-4 zeigt deutlich, wie die Geburtenziffern vom Alter abhängen.

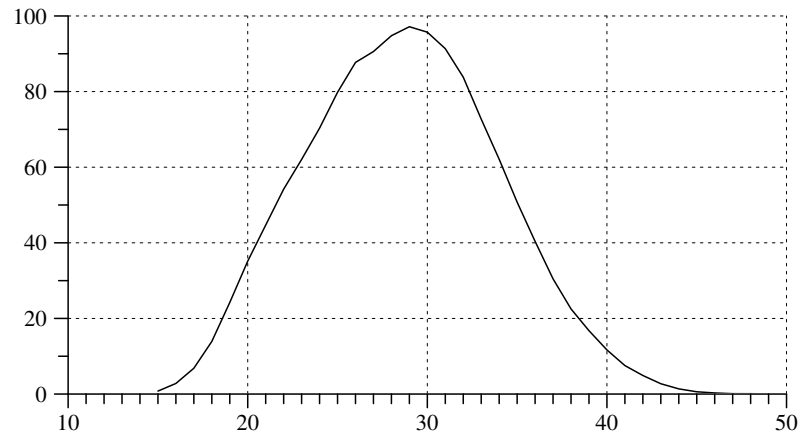
*4. Berechnung von Reproduktionsraten.* Die allgemeine Geburtenrate kann als ein gewichteter Mittelwert der altersspezifischen Geburtenziffern verstanden werden. Somit hängt die allgemeine Geburtenrate von den altersspezifischen Geburtenziffern und der Altersverteilung der Frauen ab.

Oft findet man auch Angaben zu einer *zusammengefassten Geburtenziffer*, die folgendermaßen definiert ist:

$$\text{TFR} := \sum_{\tau=\tau_a}^{\tau_b} \tilde{\beta}_{t,\tau}$$

Die Abkürzung TFR verdankt sich der englischen Bezeichnung ‘total fertility rate’. Diese zusammengefasste Geburtenziffer wird meistens *pro 1000* angegeben, für Deutschland im Jahr 1999 hat sie den Wert 1360.9.<sup>4</sup> Zur Interpretation kann man sich vorstellen, dass unter der Voraussetzung der

<sup>4</sup>Fachserie 1. Reihe 1, 1999, S. 49. Man erhält den gleichen Wert, wenn man die Einträge für  $\tilde{\beta}_{1999,\tau}$  in Tabelle 3.1-2 für den Altersbereich 15–49 addiert.



**Abb. 3.1-4** Darstellung der altersspezifischen Geburtenziffern (pro 1000) aus Tabelle 3.1-2.

zugrunde liegenden altersspezifischen Geburtenziffern eine Gesamtheit von 1000 Frauen durchschnittlich 1360.9 Kinder zur Welt bringen würde.

Diese Überlegung führt auch sogleich zum Begriff einer *Bruttoreproduktionsrate*:

$$\text{BRR}_t := \sigma_{t,f} \sum_{\tau=\tau_a}^{\tau_b} \tilde{\beta}_{t,\tau}$$

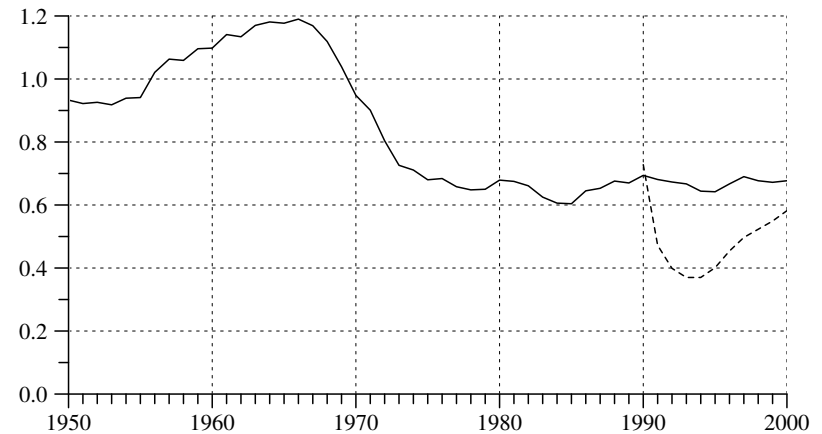
wobei  $\sigma_{t,f}$  der Anteil der Mädchen an den Geburten im Jahr  $t$  ist.<sup>5</sup> Die Bruttoreproduktionsrate gibt also die Anzahl der Mädchen an, die von einer Gesamtheit von 1000 Frauen im Durchschnitt geboren werden.

Allerdings wird bei dieser Überlegung davon abstrahiert, dass einige Frauen bereits vor dem Ende der reproduktiven Phase (im Alter  $\tau_b$ ) sterben. Die Berücksichtigung dieser Mortalität führt zur Definition einer *Nettoreproduktionsrate*. Dafür werden die Werte einer Survivorfunktion  $G_{t,\tau}^f := \prod_{j=0}^{\tau-1} (1 - \delta_{t,j}^f)$  verwendet, die den Anteil der Frauen erfasst, die im Alter  $\tau$  noch leben. Somit gibt die Größe  $\sum_{\tau=\tau_a}^{\tau_b} \tilde{\beta}_{t,\tau} G_{t,\tau}^f$  an, wieviele Kinder unter den angenommenen Mortalitätsbedingungen im Durchschnitt von einer Frau bis zum Ende der reproduktiven Phase geboren werden. Beschränkt man sich auf die Geburten von Mädchen, gelangt man zur Definition der *Nettoreproduktionsrate*:

$$\text{NRR}_t := \sigma_{t,f} \sum_{\tau=\tau_a}^{\tau_b} \tilde{\beta}_{t,\tau} G_{t,\tau}^f$$

Offenbar liegt auch dieser Definition eine Periodenbetrachtung (im Unter-

<sup>5</sup>Die Berechnung stützt sich auf die Anzahl der Geburten. Zum Beispiel wurden 1999 in Deutschland 374448 Mädchen und 396296 Jungen geboren (Fachserie 1, Reihe 1, 1999, S. 42), somit ist  $\sigma_{1999,f} = 0.486$  und  $\sigma_{1999,m} = 0.514$ .



**Abb. 3.1-5** Nettoreproduktionsraten im Gebiet der ehemaligen BRD (durchgezogene Linie) und in den neuen Bundesländern (gestrichelte Linie). Quelle: Fachserie 1, Reihe 1, Jg. 1996, 1999, 2000-2002.

schied zu einer Kohortenbetrachtung) zugrunde. Das Statistische Bundesamt verwendet bei seinen Berechnungen Werte für die Survivorfunktion  $G_{t,\tau}^f$ , die aus einer Perioden-Sterbetafel gewonnen werden. Unter Verwendung der Sterbetafel 1986–88 und einer reproduktiven Phase von 15 bis 50 Jahren wurde z.B. für Deutschland im Jahr 1999 ein Wert von 0.651 berechnet (Fachserie 1, Reihe 1, 1999, S. 53). Da die Mortalität der Frauen bis zum Ende der reproduktiven Phase in Deutschland sehr niedrig ist, ist dieser Wert kaum kleiner als derjenige der Bruttoreproduktionsrate.

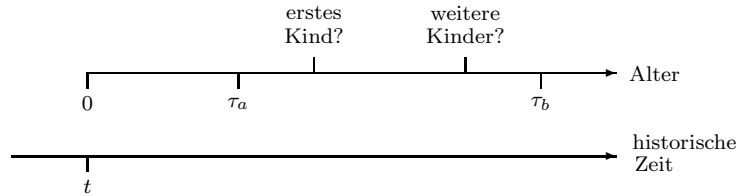
Abbildung 3.1-5 zeigt, wie sich die Nettoreproduktionsraten im Gebiet der ehemaligen BRD und ab 1990 in den neuen Bundesländern entwickelt hat. Ersichtlich lag sie ab etwa 1970 unterhalb des Wertes 1, der einer einfachen Reproduktion in einer Situation ohne Migration entsprechen würde.

### 3.2 Geburtenziffern im Kohortenvergleich

1. *Geburten in einer Kohortenbetrachtung.* Im vorangegangenen Abschnitt wurde von einer Periodenbetrachtung ausgegangen, jetzt beziehen wir uns auf Kohorten. Zur Bezeichnung verwenden wir:

$\mathcal{C}_t^f$  := Gesamtheit von Frauen, die im Jahr  $t$  geboren wurden

Wie die folgende Graphik verdeutlicht, verlaufen die Lebensläufe der Mitglieder einer solchen Geburtskohorte von Frauen auf einer historischen Zeitachse parallel:



Alle Mitglieder von  $\mathcal{C}_t^f$  beginnen ihren Lebenslauf im Jahr  $t$  im Alter  $\tau = 0$ , und sie können somit im Hinblick darauf, ob und wann sie Kinder bekommen, unmittelbar verglichen werden.

Um ihre Lebensdauern und ihre Geburten zu erfassen, kann folgende Variable verwendet werden:

$$(T_t, K_{t,\tau_a}, \dots, K_{t,\tau_b}) : \mathcal{C}_t^f \longrightarrow \mathcal{T}^* \times \mathbf{N}^{\tau_b - \tau_a + 1}$$

Hierbei erfasst  $T_t$  die Lebensdauer, so dass  $T_t(\omega)$  das Alter ist, in dem  $\omega$  stirbt; und für jedes Alter  $\tau$  während der reproduktiven Phase erfasst  $K_{t,\tau}(\omega)$  die Anzahl der Kinder, die von  $\omega$  in diesem Alter geboren werden.<sup>6</sup> Das Alter kann wahlweise als gewöhnliches oder als demographisches Alter bestimmt werden. Wir werden zunächst vom demographischen Alter ausgehen, weil sich dann einfache Parallelen zu den altersspezifischen Geburtenziffern der amtlichen Statistik herstellen lassen.

Alle weiteren Größen können von der eben definierten Variablen abgeleitet werden. Zum Beispiel erhält man durch

$$\bar{K}_{t,\tau}(\omega) := \sum_{j=\tau_a}^{\tau} K_{t,j}(\omega)$$

die Gesamtzahl der von  $\omega$  bis zum Alter  $\tau$  geborenen Kinder; und durch  $\sum_{\omega \in \mathcal{C}_t^f} \bar{K}_{t,\tau}(\omega)$  erhält man die Gesamtzahl der von Frauen der Geburtskohorte  $t$  bis zum Alter  $\tau$  geborenen Kinder.

<sup>6</sup> $\mathbf{N}$  wird in diesem Text zur Bezeichnung der natürlichen Zahlen (einschließlich Null) verwendet. Als kombinierter Merkmalsraum für die  $K_{t,\tau}$ -Variablen kann also das aus  $\tau_b - \tau_a + 1$  Komponenten bestehende kartesische Produkt  $\mathbf{N} \times \dots \times \mathbf{N}$  verwendet werden.

Weiterhin können *altersspezifische Kohorten-Geburtenziffern* definiert werden.<sup>7</sup> Wir verwenden die Definition

$$\gamma_{t,\tau} := \frac{\sum_{\omega \in \mathcal{C}_t^f} K_{t,\tau}(\omega)}{|\{\omega \in \mathcal{C}_t^f \mid T_t(\omega) \geq \tau\}|}$$

Im Nenner steht die Anzahl der Frauen, die bis zum Alter  $\tau$  überleben, im Zähler steht die Anzahl der Kinder, die von diesen Frauen im Alter  $\tau$  geboren werden. Schließlich können auch *kumulierte Kohorten-Geburtenziffern*

$$\bar{\gamma}_{t,\tau} := \sum_{j=\tau_a}^{\tau} \gamma_{t,j}$$

definiert werden. Wird bis zum Ende der reproduktiven Phase kumuliert, erhält man die *zusammengefasste Kohorten-Geburtenziffer*:  $\bar{\gamma}_{t,\tau_b}$ .

2. *Daten zur Simulation einer Kohortenbetrachtung.* Eine Kohortenbetrachtung im strengen Sinn kann mit den Daten der amtlichen Geburtenstatistik nicht vorgenommen werden, da die altersspezifischen Geburtenziffern  $\gamma_{t,\tau}$  nicht ermittelt werden können. Man kann jedoch versuchen, durch geeignet datierte Periodengrößen Näherungswerte zu finden:

$$\gamma_{t,\tau} \approx \gamma_{t,\tau}^* := \tilde{\beta}_{t+\tau,\tau}$$

Offenbar wären bei einem demographischen Prozess ohne externe Migration  $\gamma_{t,\tau}$  und  $\gamma_{t,\tau}^*$  identisch.

Tabelle 3.2-1 zeigt altersspezifische Geburtenziffern der amtlichen Statistik in der Form der Größen  $\gamma_{t,\tau}^*$  (pro 1000), so dass sie unmittelbar auf unterschiedliche Geburtskohorten bezogen werden können. Eine graphische Darstellung auf einer historischen Zeitachse erfolgt in Abbildung 3.2-1. Man erkennt, wie die Geburten der Kohorten aufeinander folgen und sich überschneiden, und es wird auch deutlich, dass bei den jüngeren Kohorten insgesamt weniger Geburten auftreten.

Um genauer sichtbar zu machen, wie sich die Verteilungen der Geburtenziffern in den aufeinanderfolgenden Kohorten verändert haben, ist es nützlich, die kumulierten Geburtenziffern der Kohorten zu betrachten, mit den hier verfügbaren Daten also die Funktionen

$$\tau \longrightarrow \bar{\gamma}_{t,\tau}^* := \sum_{j=\tau_a}^{\tau} \gamma_{t,j}^* = \sum_{j=\tau_a}^{\tau} \tilde{\beta}_{t+j,j}$$

Sie werden in Abbildung 3.2-2 dargestellt. Man erkennt nicht nur deutlicher die Unterschiede in den zusammengefassten Geburtenziffern, sondern auch Unterschiede in der zeitlichen Verteilung der Geburten während der

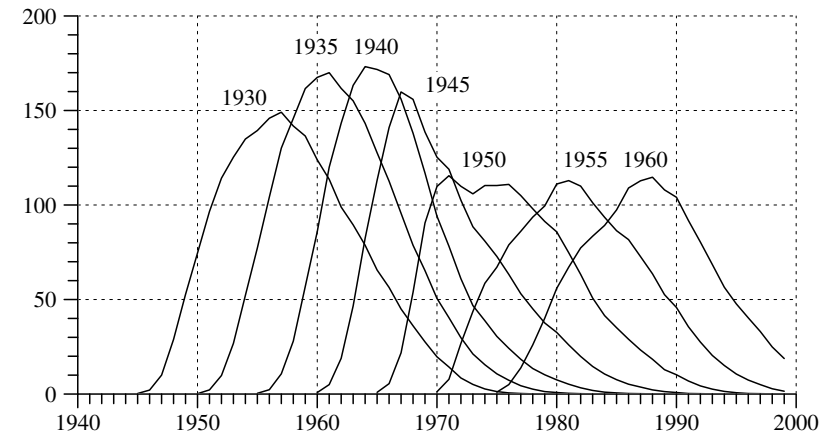
<sup>7</sup>Die Bezeichnung soll auf den Unterschied zu den in Abschnitt 3.1 (§3) definierten Geburtenziffern hinweisen, die zur Unterscheidung auch altersspezifische Perioden-Geburtenziffern genannt werden.

**Tabelle 3.2-1** Altersspezifische Geburtenziffern (pro 1000) von Frauen der Geburtskohorten 1930, ..., 1970. Quelle: Fachserie 1, Reihe 1, 1999, S. 198–200.

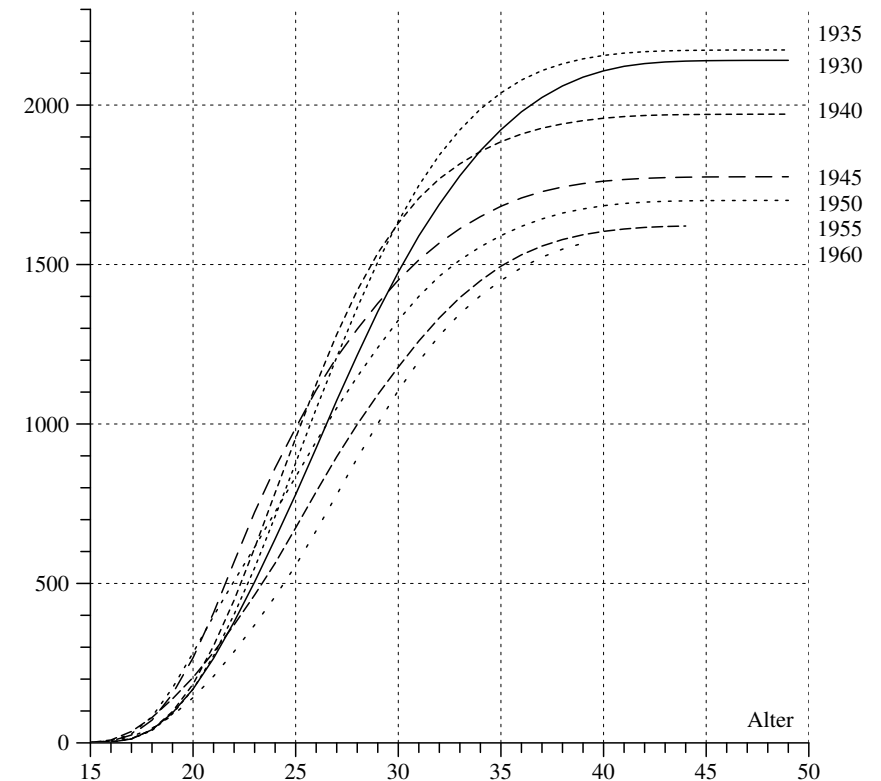
Alter	Geburtsjahr								
	1930	1935	1940	1945	1950	1955	1960	1965	1970
15	0.3	0.2	0.4	0.8	0.9	1.2	1.0	0.7	0.6
16	2.1	2.2	2.3	5.0	5.5	7.8	5.0	3.1	2.2
17	10.0	9.8	10.7	18.9	21.8	26.8	13.8	8.1	6.5
18	28.9	26.8	28.0	46.6	53.8	43.7	26.0	14.4	14.2
19	52.7	52.2	56.9	82.4	90.5	58.6	40.1	23.6	25.7
20	74.6	77.3	85.9	113.1	109.8	67.1	55.9	32.4	37.7
21	96.6	104.2	120.0	141.0	115.5	78.9	67.1	43.0	47.8
22	114.2	130.1	143.3	159.8	109.9	86.1	77.3	55.1	55.8
23	125.3	145.8	163.3	155.9	105.9	93.6	83.5	68.1	61.9
24	134.9	161.6	173.2	138.6	110.3	99.5	89.2	79.6	67.6
25	139.4	167.5	171.7	125.3	110.3	111.1	97.4	94.9	75.0
26	145.9	170.0	169.0	118.9	110.9	112.9	109.0	101.2	86.9
27	149.1	161.7	156.0	102.5	105.0	110.0	112.8	104.3	95.7
28	141.8	155.1	138.0	88.5	98.0	101.2	114.7	107.4	96.8
29	136.5	143.2	116.9	80.9	91.3	93.5	108.0	103.5	99.3
30	123.9	127.6	94.1	72.8	85.8	86.4	104.1	99.7	
31	113.6	112.6	78.2	63.3	74.8	81.7	91.8	97.1	
32	98.9	95.6	61.0	53.1	63.3	72.7	80.4	91.3	
33	89.5	78.7	46.8	45.1	50.8	63.6	68.5	78.7	
34	78.7	65.3	38.8	37.6	41.5	52.6	56.5	68.1	
35	65.6	50.6	30.5	32.6	35.1	45.8	47.7		
36	56.4	40.4	24.2	26.0	29.0	35.6	40.3		
37	45.0	29.8	18.4	19.9	23.3	27.5	33.1		
38	36.1	21.2	13.5	14.6	18.4	20.4	24.9		
39	27.6	15.5	10.2	10.6	12.9	15.1	18.8		
40	19.7	10.7	7.5	7.6	10.2	10.6			
41	14.3	7.3	5.2	5.2	6.9	7.4			
42	8.5	4.4	3.3	3.7	4.3	5.0			
43	5.1	2.6	1.9	2.2	2.6	2.8			
44	2.7	1.3	1.0	1.3	1.4	1.5			
45	1.3	0.8	0.6	0.8	0.7				
46	0.6	0.4	0.3	0.3	0.3				
47	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2				
48	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1				
49	0.1	0.0	0.1	0.0	0.1				

reproduktiven Phase. Vergleicht man zum Beispiel die Geburtskohorten 1945 und 1955, kann man eine deutliche Verschiebung der Geburten in ein höheres Alter feststellen.

3. Kohorten- und Perioden-Geburtenziffern. Abbildung 3.2-2 deutet an, dass die zusammengefassten Kohorten-Geburtenziffern etwa beginnend mit der Geburtskohorte 1935 fortgesetzt kleiner wurden. Das erkennt man

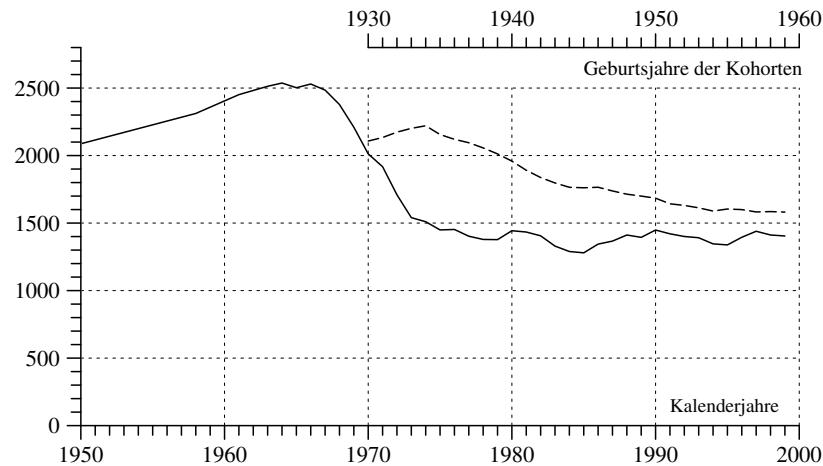


**Abb. 3.2-1** Altersspezifische Geburtenziffern (pro 1000) von Frauen der Geburtskohorten 1930, ..., 1970. Daten aus Tabelle 3.2-1.



**Abb. 3.2-2** Kumulierte altersspezifische Geburtenziffern  $\bar{\gamma}_{t,\tau}^*$  (pro 1000) der Geburtskohorten  $t = 1930, \dots, 1970$ . Daten aus Tabelle 3.2-1.





**Abb. 3.2-3** Vergleich zusammengefasster Geburtenziffern (durchgezogene Linie) und kumulierter Geburtenziffern für Kohorten 1930–1959 (gestrichelt), jeweils berechnet für eine reproduktive Phase von 15 bis 40 Jahren.

auch anhand der gestrichelten Linie in der Abbildung 3.2-3, die  $\bar{\gamma}_{t,40}^*$  für  $t = 1930, \dots, 1959$  zeigt.<sup>8</sup>

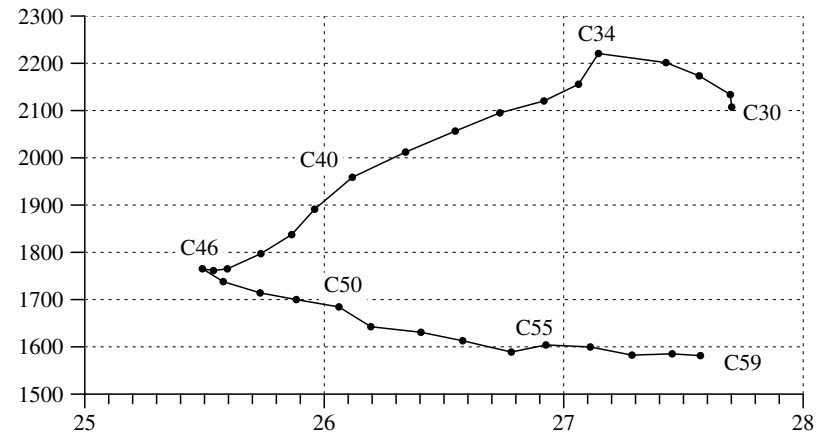
Die Abbildung zeigt auch (als durchgezogene Linie) die Entwicklung der zusammengefassten Perioden-Geburtenziffer, die für diesen Vergleich als  $\sum_{\tau=15}^{40} \hat{\beta}_{t,\tau}$  (für die Kalenderjahre  $t = 1950, \dots, 1999$ ) berechnet wurde. Zwar sind beide Versionen einer zusammengefassten Geburtenziffer nicht unmittelbar vergleichbar. Die Abbildung deutet jedoch an, dass die zusammengefassten Kohorten-Geburtenziffern weniger starke Schwankungen aufweisen als die Perioden-Geburtenziffern. Man kann vermuten, dass der hauptsächliche Grund dafür ist, dass Schwankungen der zusammengefassten Perioden-Geburtenziffern auch durch Veränderungen in der zeitlichen Lagerung von Geburten in den Lebensverläufen von Frauen entstehen können. Für die zusammengefassten Kohorten-Geburtenziffern sind dagegen solche Veränderungen folgenlos.

*4. Kinderzahlen und Durchschnittsalter bei der Geburt.* Es ist bemerkenswert, dass es keinen einfachen Zusammenhang zwischen dem durchschnittlichen Alter, in dem die Frauen einer Geburtskohorte ihre Kinder bekommen, und der Anzahl der schließlich geborenen Kinder gibt. Um das zu zeigen, verwenden wir als Näherungswert für die Anzahl der Kinder die bis zum Alter 40 kumulierte Kohorten-Geburtenziffer  $\bar{\gamma}_{t,40}^*$ ; und als Indikator für das durchschnittliche Alter, in dem die Frauen einer Geburtskohorte  $t$

<sup>8</sup>Das Alter 40 wurde gewählt, da die altersspezifischen Geburtenziffern in Tabelle 3.2-1 nur bis zum Jahr 1999 verfügbar sind.

**Tabelle 3.2-2** Durchschnittsalter bei der Geburt von Kindern ( $\bar{\tau}_t$ ) und bis zum Alter 40 kumulierte Kohorten-Geburtenziffern ( $\bar{\gamma}_{t,40}^*$ , pro 1000) für die Geburtskohorten  $t = 1930, \dots, 1959$ . Berechnet aus altersspezifischen Geburtenziffern in Fachserie 1, Reihe 1, 1999, S. 198–200.

$t$	$\bar{\tau}_t$	$\bar{\gamma}_{t,40}^*$	$t$	$\bar{\tau}_t$	$\bar{\gamma}_{t,40}^*$	$t$	$\bar{\tau}_t$	$\bar{\gamma}_{t,40}^*$
1930	27.7	2107.3	1940	26.1	1958.8	1950	26.1	1684.5
1931	27.7	2133.7	1941	26.0	1891.2	1951	26.2	1642.6
1932	27.6	2173.4	1942	25.9	1837.5	1952	26.4	1630.8
1933	27.4	2201.4	1943	25.7	1797.2	1953	26.6	1612.9
1934	27.1	2220.7	1944	25.6	1765.1	1954	26.8	1589.0
1935	27.1	2155.7	1945	25.5	1761.4	1955	26.9	1604.0
1936	26.9	2120.3	1946	25.5	1765.3	1956	27.1	1599.7
1937	26.7	2095.1	1947	25.6	1738.0	1957	27.3	1582.5
1938	26.5	2056.6	1948	25.7	1714.2	1958	27.5	1585.2
1939	26.3	2012.1	1949	25.9	1700.0	1959	27.6	1581.4



**Abb. 3.2-4** Darstellung der Daten aus Tabelle 3.2-2. Die Abszisse bezieht sich auf das Durchschnittsalter bei der Geburt von Kindern, die Ordinate erfasst die bis zum Alter 40 kumulierte Geburtenziffer (pro 1000).

ihre Kinder bekommen, verwenden wir den Mittelwert

$$\bar{\tau}_t := \frac{\sum_{\tau=15}^{40} \tau \gamma_{t,\tau}^*}{\sum_{\tau=15}^{40} \gamma_{t,\tau}^*} = \frac{\sum_{\tau=15}^{40} \tau \beta_{t+\tau,\tau}}{\sum_{\tau=15}^{40} \beta_{t+\tau,\tau}}$$

Beide Größen,  $\bar{\gamma}_{t,40}^*$  und  $\bar{\tau}_t$ , können aus den altersspezifischen Geburtenziffern der amtlichen Geburtenstatistik berechnet werden; Tabelle 3.2-2 zeigt ihre Werte für die Geburtskohorten  $t = 1930, \dots, 1959$ . Die graphische Darstellung in Abbildung 3.2-4 zeigt nicht nur, dass das durchschnittliche Alter der Frauen bei der Geburt von Kindern zunächst bis zur Kohorte

**Tabelle 3.3-1** Anteile nicht-ehelicher Geburten (pro 100 Geburten insgesamt) in Deutschland und den Gebieten der früheren BRD und DDR. Quellen: Statistisches Bundesamt, Bevölkerung und Wirtschaft 1872–1972, S. 107–108, und Fachserie 1, Reihe 1, 1999, S. 50–51.

Deutschland (Reichsgebiet)				Gebiete der früheren					
Jahr		Jahr		Jahr	BRD	DDR	Jahr	BRD	DDR
1872	8.78	1908	8.77	1946	16.38	19.25	1973	6.27	15.64
1873	9.13	1909	8.92	1947	11.85	15.11	1974	6.27	16.29
1874	8.57	1910	8.96	1948	10.23	12.69	1975	6.12	16.14
1875	8.56	1911	9.08	1949	9.31	11.89	1976	6.35	16.21
1876		1912	9.44	1950	9.73	12.79	1977	6.47	15.77
1877	8.58	1913	9.60	1951	9.64	13.15	1978	6.96	17.34
1878	8.57	1914	9.69	1952	9.03	13.00	1979	7.13	19.59
1879	8.76	1915	11.07	1953	8.67	13.03	1980	7.56	22.84
1880		1916	10.95	1954	8.42	13.25	1981	7.90	25.58
1881	8.97	1917	11.41	1955	7.86	13.00	1982	8.49	29.29
1882	9.19	1918	12.96	1956	7.47	13.19	1983	8.83	32.04
1883	9.13	1919	11.03	1957	7.19	13.18	1984	9.07	33.55
1884	9.42	1920	11.22	1958	6.85	12.37	1985	9.40	33.81
1885	9.36	1921	10.56	1959	6.69	12.01	1986	9.55	34.43
1886	9.38	1922	10.63	1960	6.33	11.60	1987	9.71	32.80
1887	9.34	1923	10.31	1961	5.95	11.13	1988	10.03	33.44
		1924	10.41	1962	5.56	10.08	1989	10.22	33.64
1893	9.05	1925	11.82	1963	5.23	9.34	1990	10.49	34.99
1894	9.27	1926	12.37	1964	4.99	9.42	1991	11.11	41.72
1895	8.98	1927	12.28	1965	4.69	9.81	1992	11.59	41.82
1896	9.27	1928	12.21	1966	4.56	9.99	1993	11.87	41.09
1897	9.13	1929	12.07	1967	4.61	10.70	1994	12.43	41.44
1898	9.03	1930	12.00	1968	4.76	11.49	1995	12.89	41.77
1899	8.88	1931	11.75	1969	5.04	12.41	1996	13.68	42.39
1900	8.63	1932	11.63	1970	5.46	13.30	1997	14.27	44.10
1901	8.48	1933	10.67	1971	5.81	15.12	1998	15.92	47.15
1902	8.39	1934	8.53	1972	6.05	16.20	1999	17.67	49.94
1903	8.24	1935	7.77						
1904	8.31	1936	7.70						
1905	8.43	1937	7.66						
1906	8.41	1938	7.60						
1907	8.60								

1946 gesunken, dann jedoch wieder angestiegen ist; sie zeigt auch, dass der Zusammenhang mit der Anzahl der Kinder jeweils unterschiedlich ist.

### 3.3 Grenzen der amtlichen Geburtenstatistik

*1. Bemerkungen zur amtlichen Geburtenstatistik.* Einige wichtige Fragen können mit den Daten der amtlichen Geburtenstatistik nicht beantwortet werden, insbesondere:

- a) Wie sieht die Verteilung des Alters bei der Geburt des ersten Kindes aus und wie hat sie sich verändert?

- b) Wie groß ist der Anteil der Frauen, die kinderlos bleiben, und wie hat sich dieser Anteil verändert?
- c) Wie verteilen sich die Kinderzahlen? Wieviel Prozent der Frauen haben ein, zwei oder mehr Kinder? Wie haben sich diese Verteilungen verändert?

Hauptsächlich liegt dies daran, dass sich die amtliche Geburtenstatistik vielfach nur auf ehelich geborene Kinder oder auf Kinder verheirateter Mütter bezieht. Zum Beispiel wird nur das durchschnittliche Alter der Mütter bei der Geburt ihrer „ehelich lebendgeborenen ersten Kinder“ erfasst (Fachserie 1, Reihe 1, 1999, S. 54).

Die Probleme beginnen bereits bei der statistischen Erfassung der Geburten in den Standesämtern.<sup>9</sup> Nur bei ehelich geborenen Kindern wird erfasst, um das „wieviele Kind dieser Ehe“ es sich handelt. Somit erfolgt eine Zählung der Parität nur bei ehelich geborenen (einschließlich später legitimierten) Kindern, und sie beginnt überdies bei mehrfachen Ehen stets bei Null.

*2. Entwicklung der nicht-eheliche Geburten.* Um deutlich zu machen, wie problematisch die Fokussierung auf eheliche Geburten ist, werfen wir einen kurzen Blick auf die Entwicklung der nicht-ehelichen Geburten. Tabelle 3.3-1 zeigt, wie sich die Anteile nicht-ehelicher Geburten seit 1872 entwickelt haben, Abbildung 3.3-1 zeigt sie in graphischer Darstellung. Man erkennt, dass bis etwa 1933 die Anteile bei etwa 10 Prozent lagen.<sup>10</sup> Ein erheblicher Anstieg nicht-ehelicher Geburten begann dann Mitte der 1960er Jahre, besonders im Gebiet der früheren DDR, wo inzwischen ein Anteil von etwa 50 % erreicht ist.<sup>11</sup> Zumindest für die statistische Erfassung und für sozialstrukturelle Analysen wird somit eine Unterscheidung zwischen ehelichen und nicht-ehelichen Geburten zunehmend obsolet.

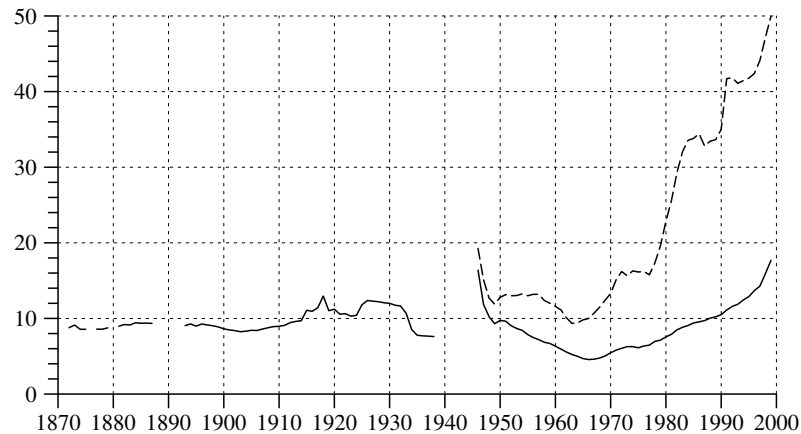
### 3.4 Daten aus retrospektiven Surveys

*1. Daten aus den Lebensverlaufsstudien.* Die Grenzen der amtlichen Geburtenstatistik machen es erforderlich, auf Daten aus nicht-amtlichen Surveys zurückzugreifen. In diesem Abschnitt verwenden wir Daten aus Lebensverlaufsstudien, die am Max-Planck-Institut für Bildungsforschung unter der Leitung von Karl Ulrich Mayer durchgeführt wurden. Es handelt

<sup>9</sup>Eine Dokumentation der Erhebungsunterlagen findet man in der Fachserie 1, Reihe 1, 1990, S. 313.

<sup>10</sup>Tatsächlich war der Anteil in früheren Zeiten teilweise noch erheblich größer. Zum Beispiel dokumentiert F. Lindner (1900, S. 217) einen Anteil von etwa 20 % nicht-ehelicher Geburten für das Königreich Bayern während des Zeitraums 1825–1868. Eine Diskussion der Veränderungen, die während des 19. Jahrhunderts stattfanden, findet man bei P. Kottmann (1987).

<sup>11</sup>Man vgl. dazu auch die Ausführungen von J. Huinink (1998).



**Abb. 3.3-1** Graphische Darstellung der Daten über die Anteile nicht-ehelicher Geburten aus Tabelle 3.3-1.

sich um eine Serie retrospektiver Surveys, in denen Mitglieder ausgewählter Geburtskohorten über zentrale Ereignisse und Bedingungen ihrer bisherigen Lebensverläufe befragt wurden. Die Daten sind gut dokumentiert und für die Forschung verfügbar.<sup>12</sup> Im Folgenden verwenden wir nur Daten aus den älteren westdeutschen Teilstudien:<sup>13</sup>

- Die Daten des ersten Surveys (LV I) wurden während der Jahre 1981–83 erhoben und beziehen sich auf 2171 Personen der Geburtskohorten 1929–31, 1939–41, und 1949–51.
- Die Daten eines zweiten Surveys (LV II) beziehen sich auf Personen der Geburtskohorten 1919–21. Zuerst wurden im Zeitraum 1985–86 407 Personen befragt (LV IIA), dann im Zeitraum 1987–88 weitere 1005 Personen (LV IIT).
- Daten eines dritten Surveys (LV III) wurden 1989 erhoben und beziehen sich auf 2008 Personen der Geburtskohorten 1954–56 und 1959–61.

Die Daten wurden im Gebiet der ehemaligen BRD erhoben und umfassen Personen mit einer deutschen Staatsangehörigkeit. Für die folgenden Berechnungen beziehen wir uns auf die in den Surveys LV I, LV IIT, und LV III (nur Geburtsjahre 1959–61) erfassten Frauen. Folgende Tabelle zeigt unsere Notation für die Geburtskohorten und die Fallzahlen:<sup>14</sup>

<sup>12</sup>Sie sind beim Zentralarchiv für empirische Sozialforschung in Köln erhältlich.

<sup>13</sup>Einen Überblick gibt M. Wagner (1996).

<sup>14</sup>Drei der 632 Frauen der Geburtskohorte C20 haben keine gültigen Geburtsjahre für ihre Kinder angegeben und werden aus den weiteren Berechnungen ausgeschlossen.

Geburtskohorte	Geburtsjahre	Männer	Frauen	Interviews
C20	1919 – 21	373	632	1987 – 88
C30	1929 – 31	349	359	1981 – 83
C40	1939 – 41	375	355	1981 – 83
C50	1949 – 51	365	368	1981 – 83
C60	1959 – 61	512	489	1989

Es soll untersucht werden, wie sich das Alter bei der Geburt des ersten Kindes und die Häufigkeitsverteilungen der Kinder in der historischen Abfolge der Kohorten verändert haben.<sup>15</sup>

2. *Alter bei der Geburt des ersten Kindes.* Wir beginnen mit Daten zum Alter bei der Geburt des ersten Kindes. Zur formalen Repräsentation dieser Daten kann für jede Geburtskohorte eine zweidimensionale statistische Variable

$$(T_c, D_c) : \Omega_c \longrightarrow \mathcal{T}_0 \times \tilde{\mathcal{D}}$$

verwendet werden.  $\Omega_c$  ist die Referenzmenge der Frauen der Geburtskohorte  $c$  (C20, ..., C60).  $D_c$  mit dem Merkmalsraum  $\tilde{\mathcal{D}} := \{0, 1\}$  erfasst, ob eine Frau mindestens ein Kind geboren hat ( $D = 1$ ) oder ob das bisher nicht der Fall gewesen ist ( $D = 0$ );<sup>16</sup> und  $T_c$  mit dem Merkmalsraum  $\mathcal{T}_0 := \{0, 1, 2, \dots\}$  erfasst das Alter bei der Geburt des ersten Kindes (wenn  $D = 1$  ist) oder das Alter zum Interviewzeitpunkt (wenn  $D = 0$  ist).

Tabelle 3.4-1 zeigt die Verteilungen dieser Variablen in Form absoluter Häufigkeiten. Man erkennt zum Beispiel, dass 68 Frauen der Geburtskohorte C20 bei der Geburt ihres ersten Kindes 24 Jahre alt waren, 41 Frauen waren 25 Jahre alt usw. Insgesamt hatten in dieser Geburtskohorte 520 Frauen mindestens ein Kind und 109 Frauen blieben bis zum Interviewzeitpunkt kinderlos.

Bei den älteren Geburtskohorten kann man annehmen, dass die reproduktive Phase zum Interviewzeitpunkt bereits abgeschlossen ist, so dass sich auch Anteile der kinderlos gebliebenen Frauen unmittelbar schätzen lassen: 17% in der Kohorte C20 und 11% in der Kohorte C30. Bei den jüngeren Kohorten muss jedoch berücksichtigt werden, dass die Daten unvollständig sind, weil die reproduktive Phase zum Interviewzeitpunkt noch nicht abgeschlossen ist.

<sup>15</sup>Es sei erwähnt, dass die Lebensverlaufdaten bereits in zahlreichen früheren Arbeiten zur Untersuchung dieser und ähnlicher Fragen verwendet worden sind; man vgl. etwa J. Huinink (1987, 1988, 1989), H.-P. Blossfeld und J. Huinink (1989), N.B. Tuma und J. Huinink (1990).

<sup>16</sup>Die Lebensverlaufdaten erlauben, zwischen eigenen, adoptierten und Stiefkindern zu unterscheiden. In den folgenden Untersuchungen beziehen wir uns nur auf eigene Kinder der Frauen.

**Tabelle 3.4-1** Daten aus den Lebensverlaufsstudien zum Alter bei der Geburt des ersten Kindes ( $d = 1$ ) bzw. zum Interviewzeitpunkt ( $d = 0$ ).

$\tau$	C20		C30		C40		C50		C60	
	$d = 1$	$d = 0$	$d = 1$	$d = 0$	$d = 1$	$d = 0$	$d = 1$	$d = 0$	$d = 1$	$d = 0$
15									1	
16	1						3		3	
17	2		1		5		4		6	
18	11		5		15		10		10	
19	21		16		21		30		16	
20	28		23		21		34		14	
21	37		23		25		36		22	
22	60		29		36		26		24	
23	60		22		40		22		17	
24	68		21		37		16		21	
25	41		32		21		13		27	
26	35		32		23		20		26	
27	28		31		13		22		35	12
28	28		16		21		14		27	85
29	22		17		6		12		8	80
30	15		16		10		13	21	1	54
31	15		7		5		3	22		
32	7		11		8		3	35		
33	10		5		3		1	8		
34	7		8							
35	5		3		2					
36	7		1		2					
37	5				2					
38	3		1							
39	1									
40	3					7				
41			1			11				
42						13				
43						8				
50				9						
51				16						
52				7						
53				6						
66		4								
67		47								
68		34								
69		24								
Insg.	520	109	321	38	316	39	282	86	258	231

3. *Schätzungen mit rechts zensierten Daten.* Unvollständige Daten dieser Art treten sehr oft auf, wenn man Episodendauern (wie z.B. Dauern von Arbeitslosigkeitsepisoden, Ehedauern oder Zeitdauern bis zur Geburt des erstens Kindes) mithilfe retrospektiver Surveys ermitteln möchte; stets dann, wenn bei einer Person ein Ereignis, durch das die Episode beendet wird, bis zum Interviewzeitpunkt noch nicht eingetreten ist, aber später noch eintreten kann. Man spricht dann von *rechts zensierten Daten*.

Zu überlegen ist, ob bzw. wie man auch mit teilweise rechts zensierten Daten zu informativen Einsichten gelangen kann. Die Antwort hängt auch von der zeitlichen Lagerung der zensierten Daten ab. Als Beispiel betrachten wir die Angaben zur Kohorte C60 in Tabelle 3.4-1. Offenbar kann man die Verteilung des Alters bei der Geburt des ersten Kindes bis zu einem Alter von 26 Jahren problemlos berechnen. Schwierig wird es erst ab dem Alter 27, denn die 12 Frauen, die zur Zeit des Interviews 27 Jahre alt und kinderlos sind, könnten später noch ihr erstes Kind bekommen.

In vielen Fällen ist es dennoch sinnvoll möglich, die Berechnungen bis zu demjenigen Alter (oder allgemein bis zu derjenigen Episodendauer) auszuweiten, für das die letzte vollständige Beobachtung vorliegt. In unserem Beispiel wäre dies das Alter 30. Darüber hinaus stehen natürlich keine Informationen mehr zur Verfügung, so dass sich auch mit den Daten der Tabelle 3.4-1 nicht schätzen lässt, welcher Anteil der Frauen aus der Kohorte C60 am Ende der reproduktiven Phase kinderlos bleibt.

Verwendet wird das sogenannte *Kaplan-Meier-Verfahren* (zur Schätzung von Verweildauerverteilungen mit teilweise rechts zensierten Daten). Dieses Verfahren gibt es in unterschiedlichen Varianten. Wir besprechen zunächst die einfachste Variante und gehen erst im nächsten Paragraphen auf einige Komplikationen ein, die bei unserem gegenwärtigen Anwendungsfall auftreten.

Bei der einfachsten Variante des Verfahrens wird angenommen, dass die Episoden, für deren Dauer man sich interessiert, für alle Mitglieder einer Gesamtheit  $\Omega$  definiert sind und einen bestimmten (obwohl möglicherweise nicht bekannten) Wert haben. Somit genügt zur theoretischen Erfassung der Episodendauern eine einfache Verweildauervariable

$$\hat{T} : \Omega \longrightarrow \mathcal{T}_0 := \{0, 1, 2, \dots\}$$

Würde man für jedes Mitglied  $\omega \in \Omega$  die Verweildauer  $\hat{T}(\omega)$  kennen, könnte man offenbar die Verteilung von  $\hat{T}$  sogleich berechnen. Jetzt nehmen wir jedoch an, dass die verfügbaren Daten teilweise rechts zensiert sind. Die Daten sind somit durch eine zweidimensionale Variable

$$(T, D) : \Omega \longrightarrow \mathcal{T}_0 \times \tilde{\mathcal{D}}$$

gegeben, wobei die Komponente  $T$  die bisherige Verweildauer erfasst und die Komponente  $D$  angibt, ob es sich um eine vollständige oder um eine rechts zensierte Beobachtung handelt. Somit ergibt sich folgender Zusammenhang zur eigentlich interessierenden Variablen  $\hat{T}$ :

- Wenn  $D(\omega) = 1$  ist, liegt eine vollständige Beobachtung vor und es ist  $T(\omega) = \hat{T}(\omega)$ .
- Wenn  $D(\omega) = 0$  ist, liegt eine rechts zensierte Beobachtung vor und es ist  $T(\omega) \leq \hat{T}(\omega)$ .<sup>17</sup>

<sup>17</sup>Geht man von einer diskreten Zeitachse mit relativ groben Zeitstellen aus, wie z.B.

Die Frage ist, was sich mit den durch  $(T, D)$  gegebenen Daten über die Verteilung von  $\hat{T}$  aussagen lässt. Das Kaplan-Meier-Verfahren geht von einem Zusammenhang zwischen der Survivorfunktion  $G_{[\hat{T}]}$  und der Ratenfunktion  $r_{[\hat{T}]}$  aus, der bereits in Abschnitt 2.1 (§ 4) besprochen wurde:

$$G_{[\hat{T}]}(t) = \prod_{j=0}^{t-1} (1 - r_{[\hat{T}]}(j)) \quad (3.1)$$

Die Idee besteht darin, Werte der Ratenfunktion  $r_{[\hat{T}]}$  mithilfe der durch  $(T, D)$  gegebenen Daten zu schätzen, wobei angenommen wird, dass folgender Zusammenhang näherungsweise zutreffend ist:

$$\begin{aligned} r_{[\hat{T}]}(t) &= \frac{|\{\omega \in \Omega \mid \hat{T}(\omega) = t\}|}{|\{\omega \in \Omega \mid \hat{T}(\omega) \geq t\}|} \\ &\approx r_{[\hat{T}]}^*(t) := \frac{|\{\omega \in \Omega \mid T(\omega) = t, D(\omega) = 1\}|}{|\{\omega \in \Omega \mid T(\omega) \geq t\}|} \end{aligned}$$

Geht man von dieser Näherung aus, erhält man durch

$$G_{[\hat{T}]}^*(t) := \prod_{j=0}^{t-1} (1 - r_{[\hat{T}]}^*(j))$$

eine Schätzung für die Survivorfunktion  $G_{[\hat{T}]}$  und somit auch für alle anderen Charakterisierungen der Verteilung von  $\hat{T}$ .

*4. Anwendung des Kaplan-Meier-Verfahrens.* Bei dem einfachen Kaplan-Meier-Verfahren, das im vorangegangenen Paragraphen besprochen wurde, wird angenommen, dass es für alle Mitglieder einer Referenzgesamtheit  $\Omega$  eine bestimmte Episodendauer gibt, die durch eine einfache Verweildauervariable  $\hat{T}$  repräsentiert werden kann. Unser Anwendungsfall ist jedoch komplizierter, da nicht alle Frauen mindestens ein Kind zur Welt bringen und einige Frauen bereits vor dem Ende der reproduktiven Phase sterben.

Tatsächlich ist für das Schätzproblem nur die Sterblichkeit vor dem Ende der reproduktiven Phase von Bedeutung. Denn wenn man annimmt, dass alle Mitglieder der Referenzmenge  $\Omega$  bis zum Alter  $\tau_b$  (dem Ende der reproduktiven Phase) überleben, genügt es, eine einfache Verweildauervariable  $\hat{T}$  zu betrachten, die folgendermaßen definiert ist: Wenn  $\hat{T}(\omega) \leq \tau_b$  ist, ist dies das Alter bei der Geburt des ersten Kindes, andernfalls die Lebensdauer von  $\omega$ . Bei dieser Definition liefert der Wert der Verteilungsfunktion  $F_{[\hat{T}]}(\tau_b)$  den Anteil der Frauen mit mindestens einem Kind, und durch  $1 - F_{[\hat{T}]}(\tau_b)$  erhält man den Anteil der Frauen, die kinderlos bleiben. Zwar können diese Anteile nicht korrekt geschätzt werden, wenn bereits vor dem Ende der reproduktiven Phase eine größere Anzahl rechts zensierter Beobachtungen vorkommt. Dennoch kann bis zum höchsten Alter, das

Monaten oder Jahren, sollte auch die Möglichkeit  $T(\omega) = \hat{T}(\omega)$  zugelassen werden.

**Tabelle 3.4-2** Anwendung des Kaplan-Meier-Verfahrens zur Berechnung einer Survivorfunktion für das Alter bei der Geburt des ersten Kindes. Die Daten beziehen sich auf die Kohorte C50 in der Tabelle 3.4-1.

$t$	noch kinderlos	Anzahl Geburten	zensierte Fälle	$r_{[\hat{T}]}^*(t)$	$1 - r_{[\hat{T}]}^*(t)$	$G_{[\hat{T}]}^*(t)$
16	368	3	0	0.0082	0.9918	1.0000
17	365	4	0	0.0110	0.9890	0.9918
18	361	10	0	0.0277	0.9723	0.9809
19	351	30	0	0.0855	0.9145	0.9537
20	321	34	0	0.1059	0.8941	0.8722
21	287	36	0	0.1254	0.8746	0.7798
22	251	26	0	0.1036	0.8964	0.6820
23	225	22	0	0.0978	0.9022	0.6114
24	203	16	0	0.0788	0.9212	0.5516
25	187	13	0	0.0695	0.9305	0.5081
26	174	20	0	0.1149	0.8851	0.4728
27	154	22	0	0.1429	0.8571	0.4185
28	132	14	0	0.1061	0.8939	0.3587
29	118	12	0	0.1017	0.8983	0.3206
30	106	13	21	0.1226	0.8774	0.2880
31	72	3	22	0.0417	0.9583	0.2527
32	47	3	35	0.0638	0.9362	0.2422
33	9	1	8	0.1111	0.8889	0.2267
34						0.2015

in den Daten für die Geburt eines Kindes auftritt, die Verteilungsfunktion  $F_{[\hat{T}]}$  geschätzt werden; denn sie ist durch die Gleichung

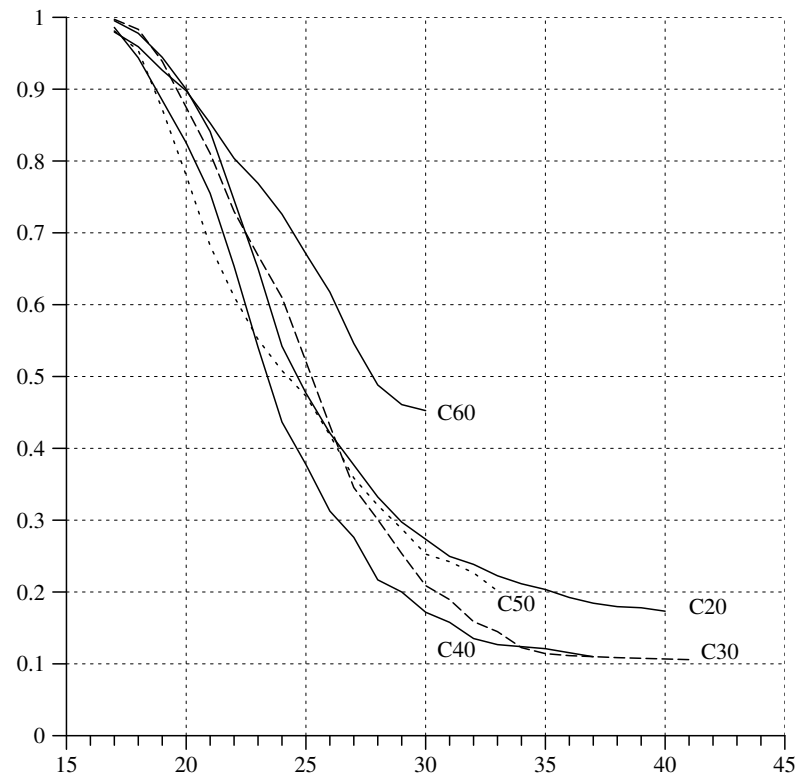
$$F_{[\hat{T}]}(t) = 1 - G_{[\hat{T}]}(t + 1)$$

mit der Survivorfunktion  $G_{[\hat{T}]}$  verknüpft, die sich mithilfe des einfachen Kaplan-Meier-Verfahrens schätzen lässt.

Um diesen Gedankengang zu verfolgen, nehmen wir an, dass unsere Daten aus einer Referenzmenge stammen, deren Mitglieder bis zum Ende der reproduktiven Phase (oder auch nur bis zum höchsten beobachteten Alter bei der Geburt eines ersten Kindes) überleben.<sup>18</sup> Tabelle 3.4-2 illustriert die Berechnungen, wobei auf Daten für die Kohorte C50 aus der Tabelle 3.4-1 Bezug genommen wird.

Die Werte der geschätzten Survivorfunktion können unmittelbar interpretiert werden. Zum Beispiel bedeutet  $G_{[\hat{T}]}^*(30) = 0.2880$ , dass etwa 29 % der Frauen der Geburtskohorte C50 im Alter 30 noch kinderlos sind; umgekehrt haben bereits etwa 71 % mindestens ein Kind zur Welt gebracht.

<sup>18</sup>Da die Sterblichkeit von Frauen bis zum Ende der reproduktiven Phase in Deutschland sehr gering ist, erscheint diese Annahme relativ unproblematisch. In anderen Anwendungsfällen, wie z.B. bei der Schätzung von Ehedauern, müssen jedoch Mortalitätsprozesse explizit berücksichtigt werden (vgl. Rohwer 2004).



**Abb. 3.4-1** Survivorfunktionen für das Alter bei der Geburt des ersten Kindes, berechnet mit den Daten aus Tabelle 3.4-1.

5. *Veränderungen des Alters bei der ersten Geburt.* Die im vorangegangenen Paragraphen erläuterten Berechnungen können für alle in Tabelle 3.4-1 unterschiedenen Kohorten durchgeführt werden, so dass man Hinweise auf Veränderungen erhält. Abbildung 3.4-1 zeigt die berechneten Survivorfunktionen, also die Anteile der Frauen, die bis zum jeweiligen Alter noch kinderlos sind. Folgende Punkte erscheinen bemerkenswert:

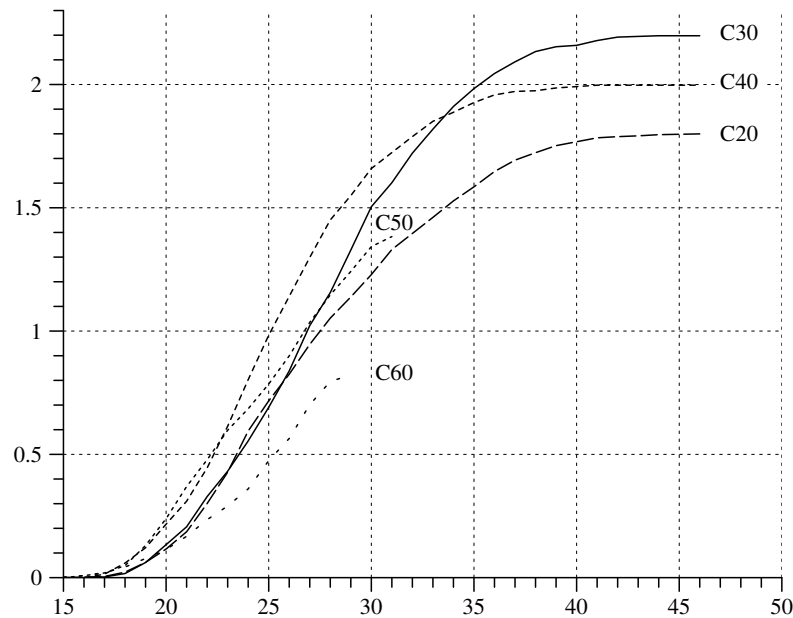
- Bis zu einem Alter von etwa 27 Jahren sind die Survivorfunktionen bei den Kohorten C20 und C30 sehr ähnlich. Ab diesem Alter, also etwa Ende der 1950er Jahre, entsteht bei der Kohorte C30 ein vergleichsweise deutlich höherer Anteil von Frauen mit mindestens einem Kind. Schließlich ist der Anteil kinderloser Frauen in der Kohorte C30 deutlich kleiner als in der Kohorte C20.
- Verglichen mit C30, beginnen die Frauen der Kohorte C40 in einem jüngeren Alter mit der Geburt von Kindern. In beiden Kohorten gibt es aber schließlich einen ähnlich großen Anteil, etwa 90%, von Frauen, die mindestens ein Kind zur Welt gebracht haben.

**Tabelle 3.4-3** Anzahl der Kinder in den Lebensverlaufsdaten, differenziert nach Geburtskohorten und Alter ( $\tau$ ) der Mütter.

$\tau$	C20	C30	C40	C50	C60
15					1
16	1			3	3
17	2	1	5	4	6
18	11	5	16	11	11
19	25	16	22	30	17
20	34	26	34	40	18
21	44	26	33	48	26
22	72	44	48	40	33
23	80	37	60	44	27
24	105	44	67	32	34
25	77	49	64	37	56
26	68	53	56	42	44
27	76	66	56	50	67
28	67	48	54	41	46
29	54	62	35	35	13
30	57	63	39	37	2
31	64	35	23	15	
32	41	43	23	9	
33	41	35	22	1	
34	42	33	13		
35	36	26	14		
36	39	22	11		
37	29	17	5		
38	19	15	1		
39	18	7	4		
40	10	2	2		
41	10	7	2		
42	3	5			
43	2	1			
44	3	1			
45	1				
46	1				
Insg.	1132	789	709	519	404

- Ähnlich wie in der Kohorte C40 beginnen auch die Frauen der Kohorte C50 mit der Geburt von Kindern in vergleichsweise jungen Jahren. Beginnend etwa in der Mitte der 1960er Jahre sinken jedoch die Geburtenraten, und man kann annehmen, dass (im Vergleich zu den beiden vorangegangenen Kohorten) ein erheblich größerer Anteil der Frauen der Geburtskohorte C50 schließlich kinderlos bleibt.
- Schließlich beginnen die Frauen der Kohorte C60 noch später mit der Geburt von Kindern, und man kann wiederum vermuten (aber mit den hier verfügbaren Daten natürlich nicht beweisen), dass ein noch größerer Anteil schließlich kinderlos bleibt.

6. *Kumulierte Kohorten-Geburtenziffern.* Jetzt verwenden wir die Lebensverlaufsdaten zur Berechnung kumulierter Kohorten-Geburtenziffern und vergleichen sie mit entsprechenden Angaben aus der amtlichen Statistik.



**Abb. 3.4-2** Kumulierte Kohorten-Geburtenziffern  $CCBR(\tau)$  in Abhängigkeit vom Alter  $\tau$ , berechnet mit den Daten aus Tabelle 3.4-3.

Tabelle 3.4-3 zeigt die Daten. Wenn man von der (mit Retrospektivdaten grundsätzlich nicht erfassbaren) Sterblichkeit bis zum Interviewzeitpunkt absehen, genügt es zur Berechnung kumulierter Geburtenziffern  $\gamma_{c,\tau}$  für eine Geburtskohorte  $c$ , die Werte in der entsprechenden Spalte von Tabelle 3.4-3 bis zum Alter  $\tau$  zu kumulieren und durch die Gesamtzahl der Frauen der betreffenden Kohorte zu dividieren. Abbildung 3.4-2 veranschaulicht den Verlauf der Funktionen  $\tau \rightarrow \gamma_{c,\tau}$ .

Folgende Tabelle vergleicht bis zum Alter  $\tau$  (in der zweiten Spalte) zusammengefasste Kohorten-Geburtenziffern mit entsprechenden Größen der amtlichen Statistik:

Cohort	$\tau$	Lebensverlaufsdaten	Amtliche Statistik
C20	45	1.80	
C30	43	2.19	2.15
C40	40	1.99	1.96
C50	31	1.38	1.39
C60	29	0.82	0.99

Die Angaben in der Spalte 'Amtliche Statistik' wurden so berechnet, wie in Abschnitt 3.2 (§ 2) besprochen wurde. Es handelt sich um einfache Mittelwerte für die an den Geburtskohorten der Lebensverlaufsdaten beteiligten

**Tabelle 3.4-4** Anzahl von Frauen mit 0, 1, 2, 3, 4 und 5 oder mehr Kindern, berechnet aus den Lebensverlaufsdaten für die angegebenen Kohorten. Prozentangaben ohne Klammern beziehen sich auf alle Frauen der jeweiligen Kohorte mit mindestens einem Kind; Prozentangaben in Klammern geben den geschätzten Anteil der kinderlos bleibenden Frauen an.

Kinder	C20		C30		C40		C50		C60	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
0	109	(17)	38	(11)	39	(11)	86		231	
1	185	35.6	75	23.4	78	24.7	106	37.6	145	56.2
2	168	32.3	126	39.3	139	44.0	134	47.5	86	33.3
3	104	20.0	61	19.0	64	20.3	30	10.6	21	8.1
4	40	7.7	36	11.2	23	7.3	7	2.5	6	2.3
$\geq 5$	23	4.4	23	7.2	12	3.8	5	1.8		

Geburtsjahre.<sup>19</sup> Offenbar liefern die Lebensverlaufsdaten und die amtliche Statistik sehr ähnliche Ergebnisse. Beide bestätigen die Annahme, dass die kumulierten Kohorten-Geburtenziffern zunächst, bei der Kohorte C30, gestiegen, dann jedoch zunehmend kleiner geworden sind.

7. Verteilungen für die Anzahl der Kinder. Kumulierte Kohorten-Geburtenziffern liefern Informationen über die von den Frauen einer Geburtskohorte insgesamt geborenen Kinder, nicht jedoch über die Verteilung der Kinderzahlen. Zu diesem Zweck muss die Anzahl von Kindern *pro Frau* betrachtet werden. Tabelle 3.4-4 zeigt, welche Informationen darüber mit den Lebensverlaufsdaten gewonnen werden können. Da für die Frauen der Kohorten C50 und C60 das Ende der reproduktiven Phase zum Zeitpunkt der Interviews noch nicht erreicht worden ist, sollte sich die Interpretation auf die Kohorten C20, C30 und C40 beschränken.

- Verglichen mit C20 hat ein größerer Anteil der Frauen der Kohorte C30 mindestens ein Kind zur Welt gebracht. Zugleich sank der Anteil der Frauen mit nur einem Kind, was zu einem Anstieg der durchschnittlichen Kinderzahl von 2.2 in der Kohorte C20 auf 2.5 in der Kohorte C30 führte.
- Der Anteil der kinderlosen Frauen ist in der Kohorte C40 etwa gleich groß wie in der Kohorte C30. Es kann jedoch eine gewisse Tendenz zur Verringerung der Kinderzahlen pro Frau festgestellt werden. Insbesondere ist der Anteil der Frauen mit vier und mehr Kindern kleiner, dagegen der Anteil mit zwei Kindern größer geworden. Als Ergebnis ist die durchschnittliche Anzahl von Kindern von 2.5 bei der Kohorte C30 auf 2.3 bei der Kohorte C40 gesunken.

<sup>19</sup>Dafür wurden wiederum die in der Fachserie 1, Reihe 1, 1999, S. 198-200, für die Geburtsjahrgänge ab 1930 publizierten altersspezifischen Geburtenziffern verwendet. Für die Kohorte C20 stehen keine Daten zur Verfügung.

# Kapitel 4

## Demographische Projektionen

### 4.1 Ein Makro-Modell ohne Migration

1. Notationen für die Modellkonstruktion.
2. Altersspezifische Geburten- und Sterbeziffern.
3. Ableitung der Modellgleichungen.
4. Implikationen konstanter Geburten- und Sterbeziffern.
5. Weibliche und männliche Bevölkerungen.
6. Eine Illustration mit Daten für die BRD.

### 4.2 Mathematische Eigenschaften des Modells

1. Existenzbedingungen einer stabilen Altersverteilung.
2. Ein einfaches Zahlenbeispiel.
3. Konvergenz gegen eine stabile Altersverteilung.

### 4.3 Berücksichtigung von Zu- und Abwanderungen

1. Erweiterung des Modellansatzes.
2. Ein Modell mit konstanter Migration.
3. Modellrechnungen mit konstanter Zuwanderung.
4. Das langfristige Gleichgewicht.

In diesem Kapitel besprechen wir einen Modellansatz, bei dem mithilfe von Annahmen über Geburten- und Sterberaten sowie über Zu- und Abwanderungen Regeln für die Entwicklung einer nach dem Alter und dem Geschlecht gegliederten Bevölkerung konstruiert werden. Orientiert man sich an den in Abschnitt II-6.2 besprochenen Unterscheidungen, handelt es sich um ein dynamisches Makro-Modell. Wir beginnen im ersten Abschnitt mit einem Modell, das nur Geburten und Sterbefälle berücksichtigt. Dann folgt ein Abschnitt, in dem einige mathematische Eigenschaften des Modells besprochen werden. Schließlich wird in einem dritten Abschnitt das Modell erweitert, so dass auch Zu- und Abwanderungen berücksichtigt werden können.

### 4.1 Ein Makro-Modell ohne Migration

1. *Notationen für die Modellkonstruktion.* Wir beziehen uns zunächst auf einen demographischen Prozess  $(\mathcal{R}, \mathcal{T}^*, \Omega_t)$  ohne externe Migration.  $\mathcal{R}$  ist der nicht weiter differenzierte räumliche Kontext,  $\mathcal{T}^*$  ist eine diskrete Zeitachse, und für jedes  $t \in \mathcal{T}^*$  ist  $\Omega_t$  die Menge der in dieser Zeitstelle lebenden Menschen.

Für Modelle zur Bevölkerungsprojektion wird von Buchführungsgleichungen ausgegangen, wie sie in Abschnitt 1.1 besprochen wurden. Wie

dort ausgeführt wurde, gibt es unterschiedliche Varianten; für die Modellbildung eignen sich hauptsächlich zwei Varianten. Man kann sich auf den Bevölkerungsstand zum Beginn bzw. Ende von Zeitstellen (fast immer Kalenderjahre) beziehen<sup>1</sup> oder auf die Gesamtzahl der Menschen, die während einer Zeitstelle leben. Wir gehen im Folgenden von der zweiten Variante aus, also (unter Verwendung der Notationen aus Abschnitt 1.1) von den altersspezifischen Buchführungsgleichungen

$$n_{t+1,0} = b_{t+1} \quad \text{und} \quad n_{t+1,\tau+1} = n_{t,\tau} - d_{t,\tau}$$

Man beachte, dass bei diesen Gleichungen das demographische Alter verwendet wird:  $n_{t,\tau}$  erfasst die Anzahl der Personen, die in der Zeitstelle  $t - \tau$  geboren wurden. Zur Vereinfachung der Notationen wird angenommen, dass es ein maximales Alter  $\tau_m$  gibt.

Um das Modell zu formulieren, ist es zweckmäßig, einige Notationen aus der Matrizenrechnung zu verwenden.<sup>2</sup> Die nach dem Alter gegliederten männlichen und weiblichen Bevölkerungen werden durch Vektoren

$$\mathbf{n}_t^m := \begin{bmatrix} n_{t,1}^m \\ \vdots \\ n_{t,\tau_m}^m \end{bmatrix} \quad \text{und} \quad \mathbf{n}_t^f := \begin{bmatrix} n_{t,1}^f \\ \vdots \\ n_{t,\tau_m}^f \end{bmatrix}$$

repräsentiert. Für die Gesamtbevölkerung kann somit der Vektor  $\mathbf{n}_t := \mathbf{n}_t^m + \mathbf{n}_t^f$  verwendet werden. Man beachte, dass die Zählung der Vektorelemente mit 1, nicht mit 0, beginnt; es werden also nur Personen erfasst, die mindestens das demographische Alter 1 erreichen.

Hiervon ausgehend kann der Zweck der Modellkonstruktion so formuliert werden: Es soll ein begrifflicher Rahmen entwickelt werden, um über mögliche Bevölkerungsentwicklungen

$$\mathbf{n}_0 \longrightarrow \mathbf{n}_1 \longrightarrow \mathbf{n}_2 \longrightarrow \dots$$

die in einer beliebigen Zeitstelle  $t = 0$  mit einer anfänglichen Bevölkerung  $\mathbf{n}_0$  beginnen, nachdenken zu können. Also müssen Regeln bestimmt werden, die es erlauben, von  $\mathbf{n}_0$  zu  $\mathbf{n}_1$ , dann zu  $\mathbf{n}_2$ ,  $\mathbf{n}_3$  usw. zu gelangen. Da wir uns zunächst auf einen demographischen Prozess ohne externe Migration beziehen, genügt es, Geburten und Sterbefälle zu berücksichtigen. Da nur Frauen Kinder gebären können, muss der Prozess allerdings auf folgende

<sup>1</sup>Dieser Ansatz liegt z.B. den sog. koordinierten Bevölkerungsvorausberechnungen des Statistischen Bundesamts zugrunde. Eine ausführliche Darlegung der Berechnungsmethoden findet man bei M. Bretz (2000).

<sup>2</sup>Eine kurze Erläuterung dieser Notationen findet man bei Rohwer und Pötter (2002a, Anhang A). Wir übernehmen hier insbesondere die Konvention, Matrizen durch fettgedruckte Großbuchstaben und Vektoren durch fettgedruckte Kleinbuchstaben kenntlich zu machen.



Weise betrachtet werden:

$$\begin{array}{ccccccc} \mathbf{n}_0^m & \longrightarrow & \mathbf{n}_1^m & \longrightarrow & \mathbf{n}_2^m & \longrightarrow & \dots \\ & \nearrow & & \nearrow & & \nearrow & \\ \mathbf{n}_0^f & \longrightarrow & \mathbf{n}_1^f & \longrightarrow & \mathbf{n}_2^f & \longrightarrow & \dots \end{array}$$

Diese Darstellung soll andeuten, dass es möglich und zweckmäßig ist, zunächst ein Modell für die Entwicklung der weiblichen Bevölkerung zu entwickeln, woraus dann in einem zweiten Schritt auch Überlegungen zur Entwicklung der männlichen Bevölkerung gewonnen werden können.

2. *Altersspezifische Geburten- und Sterbeziffern.* Um Annahmen über Geburten und Sterbefälle zu formulieren, werden altersspezifische Geburten- und Sterbeziffern verwendet. Zur Notation altersspezifischer Sterbeziffern verwenden wir

$$\delta_{t,\tau}^m := d_{t,\tau}^m/n_{t,\tau}^m \quad \text{und} \quad \delta_{t,\tau}^f := d_{t,\tau}^f/n_{t,\tau}^f$$

Jeweils im Zähler steht die Anzahl der Männer bzw. Frauen, die in der Zeitstelle  $t$  im demographischen Alter  $\tau$  gestorben sind. Zur Notation altersspezifischer Geburtenziffern verwenden wir

$$\beta_{t,\tau} := b_{t,\tau}/n_{t,\tau}^f$$

Im Nenner steht die Anzahl der Frauen des demographischen Alters  $t-\tau$  in der Zeitstelle  $t$ , und im Zähler steht die Zahl der von ihnen in dieser Zeitstelle geborenen Kinder. Da bei der Modellbildung zwischen der Geburt von Jungen und Mädchen unterschieden wird und nur Kinder berücksichtigt werden, die mindestens das demographische Alter 1 erreichen, verwenden wir auch die Notationen

$$\beta_{t,\tau}^m := \sigma_m \beta_{t,\tau} (1 - \delta_{t,0}^m) \quad \text{und} \quad \beta_{t,\tau}^f := \sigma_f \beta_{t,\tau} (1 - \delta_{t,0}^f)$$

Hierbei bezeichnet  $\sigma_m$  den Anteil der männlichen und  $\sigma_f$  den Anteil der weiblichen Geburten ( $\sigma_m + \sigma_f = 1$ ). Somit ist  $\beta_{t,\tau}^m n_{t,\tau}^f$  die Anzahl der Jungen und  $\beta_{t,\tau}^f n_{t,\tau}^f$  die Anzahl der Mädchen, die in der Zeitstelle  $t$  von Frauen des demographischen Alters  $\tau$  geboren werden und in der Zeitstelle  $t+1$  noch leben.

3. *Ableitung der Modellgleichungen.* Mit Hilfe der altersspezifischen Geburten- und Sterbeziffern können nun einfache Regeln formuliert werden, die es erlauben, die Bevölkerungsvektoren  $\mathbf{n}_t^f$  und  $\mathbf{n}_t^m$  im Zeitablauf fortzuschreiben. Zunächst zeigen die Gleichungen

$$n_{t+1,1}^f = \sum_{\tau=1}^{\tau_m} \beta_{t,\tau}^f n_{t,\tau}^f \quad \text{und} \quad n_{t+1,1}^m = \sum_{\tau=1}^{\tau_m} \beta_{t,\tau}^m n_{t,\tau}^f$$

wie aus den Geburten, die in der Zeitstelle  $t$  stattfinden, die Anzahlen der Kinder des Alters 1 in der Zeitstelle  $t+1$  entstehen. Für die übrigen

Altersklassen findet man die Anzahlen aus den Überlebenden der jeweils vorangegangenen Altersklasse, also durch

$$n_{t+1,\tau+1}^f = (1 - \delta_{t,\tau}^f) n_{t,\tau}^f \quad \text{und} \quad n_{t+1,\tau+1}^m = (1 - \delta_{t,\tau}^m) n_{t,\tau}^m$$

Diese Gleichungen können verwendet werden, um die Bevölkerungsvektoren  $\mathbf{n}_t^f$  und  $\mathbf{n}_t^m$  für alle  $t > 0$  aus den Anfangsbevölkerungen  $\mathbf{n}_0^f$  und  $\mathbf{n}_0^m$  zu berechnen. Mit Hilfe von Matrizen kann das übersichtlich dargestellt werden. Zunächst werden zwei  $(\tau_m, \tau_m)$ -Matrizen  $\mathbf{B}_t^f$  und  $\mathbf{B}_t^m$  definiert, die die altersspezifischen Geburtenziffern für Mädchen bzw. Jungen zusammenfassen:

$$\mathbf{B}_t^f := \begin{bmatrix} \beta_{t,1}^f & \dots & \beta_{t,\tau_m}^f \\ 0 & \dots & 0 \\ \vdots & & \vdots \\ 0 & \dots & 0 \end{bmatrix} \quad \text{und} \quad \mathbf{B}_t^m := \begin{bmatrix} \beta_{t,1}^m & \dots & \beta_{t,\tau_m}^m \\ 0 & \dots & 0 \\ \vdots & & \vdots \\ 0 & \dots & 0 \end{bmatrix}$$

Somit erhält man die Anzahl der Mädchen bzw. Jungen, die in der Zeitstelle  $t+1$  das Alter 1 erreichen, durch das jeweils erste Element in den Vektoren  $\mathbf{B}_t^f \mathbf{n}_t^f$  bzw.  $\mathbf{B}_t^m \mathbf{n}_t^f$ . Weiterhin werden zwei  $(\tau_m, \tau_m)$ -Matrizen  $\mathbf{D}_{f,t}$  und  $\mathbf{D}_{m,t}$  definiert, die die altersspezifischen Sterbeziffern für Frauen bzw. Männer zusammenfassen:

$$\mathbf{D}_t^f := \begin{bmatrix} 0 & 0 & \dots & 0 & 0 \\ 1 - \delta_{t,1}^f & 0 & \dots & 0 & 0 \\ 0 & 1 - \delta_{t,2}^f & \dots & 0 & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & 1 - \delta_{t,\tau_m-1}^f & 0 \end{bmatrix}$$

ist die Matrix für Frauen, und ganz analog wird die Matrix  $\mathbf{D}_t^m$  für Männer definiert. Unter Verwendung dieser Matrizen kann man schließlich folgende Gleichungen für die Fortschreibung der Bevölkerungsvektoren bilden:

$$\mathbf{n}_{t+1}^f = \mathbf{D}_t^f \mathbf{n}_t^f + \mathbf{B}_t^f \mathbf{n}_t^f \quad \text{und} \quad \mathbf{n}_{t+1}^m = \mathbf{D}_t^m \mathbf{n}_t^m + \mathbf{B}_t^m \mathbf{n}_t^f$$

Die erste Gleichung für die Entwicklung der weiblichen Bevölkerung lässt sich noch weiter vereinfachen, indem man eine zusammengefasste Matrix  $\mathbf{F}_t := \mathbf{B}_t^f + \mathbf{D}_t^f$  verwendet. Mittels dieser *Leslie-Matrix*<sup>3</sup> kann dann die Basisgleichung des *Leslie-Modells* kurz in der Form

$$\mathbf{n}_{t+1}^f = \mathbf{F}_t \mathbf{n}_t^f \tag{4.1}$$

geschrieben werden. Sie zeigt in kompakter Form, wie man aus dem Vektor für die weibliche Bevölkerung einer Zeitstelle  $t$  durch Multiplikation mit

<sup>3</sup>Um an P. H. Leslie (1945) zu erinnern, der das hier beschriebene Modell zum erstenmal ausführlich analysiert und die besondere Form der Matrix  $\mathbf{F}_t$  vorgeschlagen hat.

einer Leslie-Matrix den entsprechenden Vektor für die nächste Zeitstelle berechnen kann.

4. *Implikationen konstanter Geburten- und Sterbeziffern.* Das Modell (4.1) liefert einen allgemeinen Rahmen, um über mögliche Entwicklungen einer weiblichen Bevölkerung in Abhängigkeit von Annahmen über Geburten- und Sterbeziffern nachzudenken. Insbesondere kann man die Frage stellen, welcher Entwicklungsprozess resultieren würde, wenn die Geburten- und Sterbeziffern langfristig konstant blieben. Dann kann eine zeitunabhängige Leslie-Matrix  $\mathbf{F}$  angenommen werden, und das Basismodell wird zu

$$\mathbf{n}_{t+1}^f = \mathbf{F} \mathbf{n}_t^f \quad (4.2)$$

Daraus gewinnt man auch sogleich die Gleichung  $\mathbf{n}_t^f = \mathbf{F}^t \mathbf{n}_0^f$ .

Diese Gleichung hat nun eine bemerkenswerte Implikation: Langfristig konvergiert die Bevölkerungsentwicklung gegen einen Entwicklungspfad, bei dem folgende Beziehung gilt:  $\mathbf{n}_{t+1}^f = (1 + \rho^*) \mathbf{n}_t^f$ . Das heißt, in allen Altersstufen wächst oder schrumpft die weibliche Bevölkerung mit der gleichen Rate  $\rho^*$ , so dass sich die Altersstruktur (die Verteilung der weiblichen Bevölkerung auf die unterschiedlichen Altersgruppen) nicht mehr verändert. Sie wird als *stabile Altersverteilung* und  $\rho^*$  wird als *intrinsische Wachstumsrate* der Leslie-Matrix  $\mathbf{F}$  bezeichnet. (Mit einigen mathematischen Details dieser Implikationen des Modells beschäftigen wir uns im nächsten Abschnitt.)

5. *Weibliche und männliche Bevölkerungen.* Der eben dargestellte Gedankengang bezieht sich zunächst nur auf die Entwicklung der weiblichen Bevölkerung. Unter der Annahme, dass auch die Geburtenziffern  $\beta_{t,\tau}^m$  und die Sterbeziffern  $\delta_{t,\tau}^m$  langfristig konstant sind, gelangt man jedoch zu entsprechenden Aussagen für die männliche Bevölkerung. Man erkennt das, wenn man von der in § 3 abgeleiteten Gleichung

$$n_{t+1,1}^m = \sum_{\tau=1}^{\tau_m} \beta_{t,\tau}^m n_{t,\tau}^f$$

ausgeht. Sie zeigt nämlich, dass sich eine Entwicklung der weiblichen Bevölkerung mit der langfristig konstanten Rate  $\rho^*$  (bei ebenfalls langfristig konstanter Altersverteilung) auf die Entwicklung der männlichen Bevölkerung in der Altersklasse  $\tau = 1$  überträgt. Wird schließlich ein Gleichgewichtszustand erreicht, ist  $n_{t+1,1}^m = (1 + \rho^*) n_{t,1}^m$ . Bei langfristig konstanten Sterbeziffern  $\delta_\tau^m$  gilt jedoch

$$n_{t+\tau,\tau}^m = n_{t+1,1}^m \prod_{j=1}^{\tau-1} (1 - \delta_j^m)$$

und wenn sich  $n_{t+1,1}^m$  mit einer konstanten Rate  $\rho^*$  verändert, gilt dies somit für die männliche Bevölkerung in allen Altersklassen, also auch für die männliche Bevölkerung insgesamt. Bei langfristig konstanten Geburten- und Sterbeziffern wächst oder schrumpft sie schließlich mit der gleichen

Rate wie die weibliche Bevölkerung.

Ebenfalls resultiert schließlich eine stabile männliche Altersverteilung, die natürlich bei unterschiedlichen Sterbeziffern nicht mit derjenigen der weiblichen Bevölkerung übereinstimmt. Beide Altersverteilungen können auch leicht berechnet werden, sobald man die intrinsische Wachstumsrate  $\rho^*$  kennt. Seien nämlich  $v_\tau^f$  und  $v_\tau^m$  die Besetzungen der Altersklassen in der weiblichen bzw. männlichen Bevölkerung, können sie ausgehend von zunächst beliebigen Anfangswerten (etwa  $v_1^f = v_1^m = 1$ ) durch

$$v_\tau^f = \frac{1 - \delta_{\tau-1}^f}{1 + \rho^*} v_{\tau-1}^f \quad \text{bzw.} \quad v_\tau^m = \frac{1 - \delta_{\tau-1}^m}{1 + \rho^*} v_{\tau-1}^m$$

für  $\tau = 2, \dots, \tau_m$  rekursiv berechnet werden.

6. *Eine Illustration mit Daten für die BRD.* Zur Illustration des Modells verwenden wir die in der Tabelle 4.1-1 angeführten Daten:

- $\tilde{n}_{1999,\tau}^m$  und  $\tilde{n}_{1999,\tau}^f$  sind für 1999 jahresdurchschnittliche Anzahlen von Männern bzw. Frauen, die im Jahr 1999 –  $\tau$  geboren wurden;<sup>4</sup>
- $\tilde{d}_{1999,\tau}^m$  und  $\tilde{d}_{1999,\tau}^f$  sind die Anzahlen der Männer bzw. Frauen, die 1999 im demographischen Alter  $\tau$  gestorben sind;<sup>5</sup>
- $\tilde{b}_{1999,\tau}$  erfasst die Anzahl der Kinder, die 1999 von Frauen des Geburtsjahrgangs 1999 –  $\tau$  geboren wurden.<sup>6</sup>

Die Altersklasse 95 umfasst alle Personen, die 1904 oder früher geboren wurden, und wird für die Modellberechnung nicht verwendet.

Aus den Angaben in dieser Tabelle haben wir die altersspezifischen Sterbeziffern durch

$$\tilde{d}_{1999,\tau}^f / \tilde{n}_{1999,\tau}^f \quad \text{bzw.} \quad \tilde{d}_{1999,\tau}^m / \tilde{n}_{1999,\tau}^m$$

berechnet. Die Berechnung der Geburtenziffern für Mädchen bzw. Jungen erfolgte nach der in § 2 besprochenen Vorgehensweise, wobei  $\sigma_f = 0.486$  und  $\sigma_m = 0.514$  angenommen wurden.<sup>7</sup> Beispielsweise für  $\tau = 25$  findet

<sup>4</sup>Die Zahlen stammen aus der internen Tabelle B13c-1999 des Statistischen Bundesamts. Ich danke Hans-Peter Bosse, der diese Angaben zur Verfügung gestellt hat.

<sup>5</sup>Diese Zahlen wurden aus den Angaben in der Fachserie 1, Reihe 1, 1999, S. 232-234 berechnet. Bei einem Vergleich mit Tabelle 2.1-1 erkennt man die unterschiedliche Vorgehensweise. Zum Beispiel hatten von den 1517 Mädchen, die 1999 im Alter 0 starben, 1268 das Geburtsjahr 1999 und 249 das Geburtsjahr 1998, und von den 137 Mädchen, die 1999 im Alter 1 starben, hatten 67 das Geburtsjahr 1998 und 70 das Geburtsjahr 1997. Somit starben 316 Mädchen des Geburtsjahrs 1998. Offenbar erfasst die Zahl 1268 nicht alle 1999 geborenen Mädchen, die im Alter 0 gestorben sind.

<sup>6</sup>Diese Zahlen entsprechen denjenigen in der Tabelle 3.1-2. Bei der Verwendung der Zahlen für die Modellberechnung wird angenommen, dass die 80 Geburten der jüngsten Frauen im demographischen Alter 14 und die 16 Geburten der ältesten Frauen im demographischen Alter 51 stattfanden.

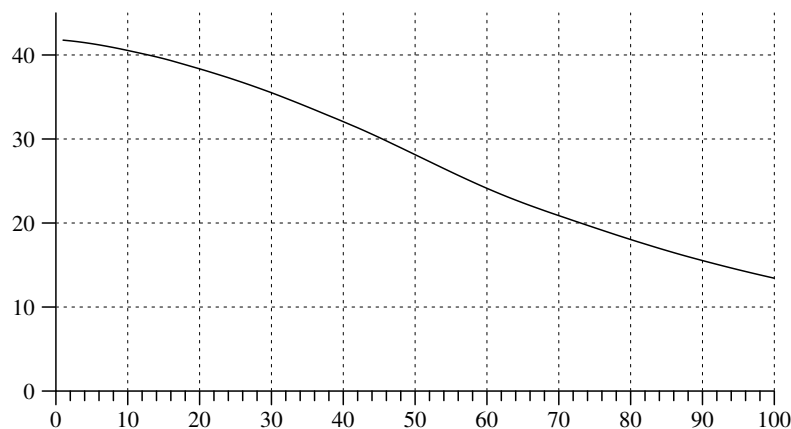
<sup>7</sup>Diese Werte ergeben sich daraus, dass 1999 insgesamt 396296 Jungen und 374448 Mädchen geboren wurden (Fachserie 1, Reihe 1, 1999, S. 42).

Tabelle 4.1-1 Für das Projektionsmodell verwendete Daten.

$\tau$	Geburtsjahr	$\bar{n}_{1999,\tau}^m$	$\bar{n}_{1999,\tau}^f$	$\bar{d}_{1999,\tau}^m$	$\bar{d}_{1999,\tau}^f$	$\bar{b}_{1999,\tau}$
0	1999	198967	187446	1653	1268	0
1	1998	404008	383127	418	316	0
2	1997	416773	395481	146	124	0
3	1996	409977	387882	103	57	0
4	1995	396310	376271	86	66	0
5	1994	401746	380029	65	44	0
6	1993	417330	395733	66	43	0
7	1992	426782	406028	66	50	0
8	1991	443616	421230	68	44	0
9	1990	488642	462841	69	51	0
10	1989	483080	459229	59	46	0
11	1988	496868	470524	70	38	0
12	1987	487395	460293	80	52	0
13	1986	477696	453391	71	53	0
14	1985	461993	438451	94	59	80
15	1984	461057	436782	119	66	341
16	1983	465441	441006	184	99	1234
17	1982	479905	452610	230	136	3085
18	1981	479347	454730	440	146	6332
19	1980	483538	460706	460	173	11158
20	1979	463719	442599	434	148	15558
21	1978	461012	440781	483	146	19693
22	1977	461198	443065	399	147	24009
23	1976	458894	440361	422	120	27326
24	1975	453389	432779	430	119	30436
25	1974	463793	444718	410	144	35493
26	1973	475000	454341	390	147	39850
27	1972	526608	500610	474	167	45348
28	1971	586626	555333	497	184	52632
29	1970	619612	582220	534	197	56566
30	1969	668147	626937	564	222	60007
31	1968	702583	657849	618	264	60093
32	1967	721025	677296	651	286	56767
33	1966	743011	696136	723	308	50623
34	1965	752728	699210	795	347	43428
35	1964	763581	713016	776	402	36185
36	1963	758935	710250	1014	436	28680
37	1962	734137	690981	1054	477	21055
38	1961	720491	684141	1109	574	15398
39	1960	701824	666236	1224	597	11165
40	1959	679685	646050	1302	636	7540
41	1958	647293	614752	1354	702	4627
42	1957	634515	603257	1499	744	2963
43	1956	619622	592163	1674	813	1619
44	1955	600493	577973	1745	887	789
45	1954	587969	573468	1913	959	342
46	1953	569320	560591	1965	1029	163
47	1952	571078	563369	2191	1123	58

Tabelle 4.1-1 (Forts.) Für das Projektionsmodell verwendete Daten.

$\tau$	Geburtsjahr	$\bar{n}_{1999,\tau}^m$	$\bar{n}_{1999,\tau}^f$	$\bar{d}_{1999,\tau}^m$	$\bar{d}_{1999,\tau}^f$	$\bar{b}_{1999,\tau}$
48	1951	561031	553593	2273	1160	48
49	1950	566366	558612	2556	1292	25
50	1949	550294	538511	2689	1318	12
51	1948	508496	495454	2634	1387	16
52	1947	479305	470252	2843	1422	0
53	1946	420860	413697	2651	1392	0
54	1945	376302	374914	2606	1326	0
55	1944	494656	492367	3781	1911	0
56	1943	506606	501819	4172	2009	0
57	1942	496592	492713	4331	2107	0
58	1941	594411	595754	5717	2799	0
59	1940	627760	634640	6559	3105	0
60	1939	613981	625152	7186	3468	0
61	1938	571615	587238	7320	3481	0
62	1937	532135	551748	7520	3552	0
63	1936	513671	541657	8188	3865	0
64	1935	493232	525302	8722	4271	0
65	1934	454851	490059	8723	4355	0
66	1933	365643	401128	7759	3908	0
67	1932	357615	401076	8454	4468	0
68	1931	358809	411323	9504	5153	0
69	1930	370874	436577	10878	6011	0
70	1929	353045	425943	11370	6484	0
71	1928	341756	424459	11871	7199	0
72	1927	299007	406401	11025	7809	0
73	1926	270961	412841	10866	8884	0
74	1925	248439	415761	11253	9900	0
75	1924	209879	396724	10366	10609	0
76	1923	195276	384738	10462	11745	0
77	1922	196209	390139	11713	13435	0
78	1921	189851	398062	12732	15615	0
79	1920	171751	378308	12730	17184	0
80	1919	121719	274411	9962	13802	0
81	1918	73777	171470	6675	10030	0
82	1917	64685	154190	6475	10229	0
83	1916	64182	160269	7086	11791	0
84	1915	73654	194921	9088	16554	0
85	1914	82969	229031	11155	21681	0
86	1913	73071	208933	10830	22502	0
87	1912	62744	185745	10297	22446	0
88	1911	48990	152462	8680	21009	0
89	1910	40056	131797	7807	20521	0
90	1909	31756	108852	7142	19087	0
91	1908	24021	85684	5783	16880	0
92	1907	18425	67373	4660	14535	0
93	1906	13760	50964	3566	12122	0
94	1905	10191	36069	2828	9464	0
95	1904	25934	85205	6063	25055	0



**Abb. 4.1-1** Mit einem durch die Geburten- und Sterbeziffern des Jahres 1999 definierten Leslie-Modell berechnete Entwicklung der Anzahl von Frauen (in Mio.) für einen Zeitraum von 100 Jahren.

man zunächst die altersspezifische Geburtenziffer  $35493/444718 \approx 0.07981$ ; und durch Multiplikation mit

$$\sigma_f (1 - \delta_{1999,0}^f) = 0.486 (1 - 1268/187446) \approx 0.483$$

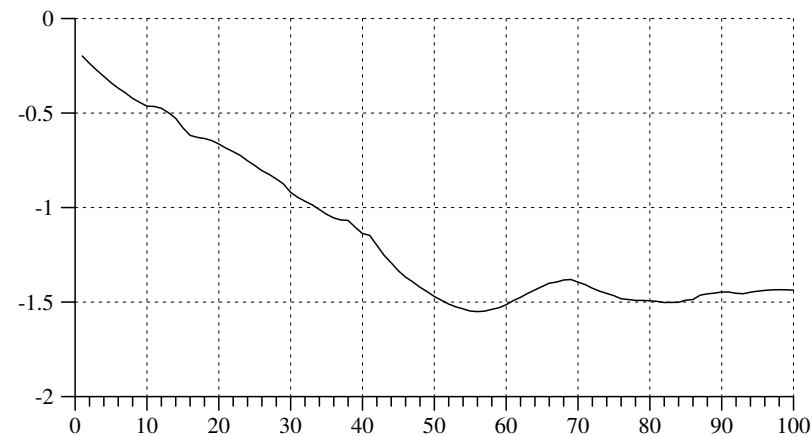
erhält man die für die Modellberechnung erforderlichen Geburtenraten für Mädchen, die mindestens das demographische Alter 1 erreichen.

Somit kann eine Leslie-Matrix  $\mathbf{F}$  gebildet werden, die in diesem Fall 94 Zeilen und Spalten hat (für die Altersjahre 1 bis 94), und man kann Formel (4.2) verwenden, um sukzessive Bevölkerungsvektoren zu berechnen. Als Ausgangsvektor verwenden wir die in Tabelle 4.1-1 angegebenen Zahlen für die weibliche Bevölkerung im Jahr 1999, also

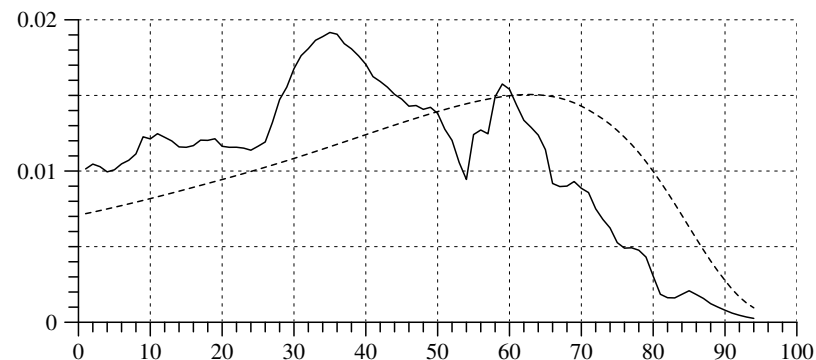
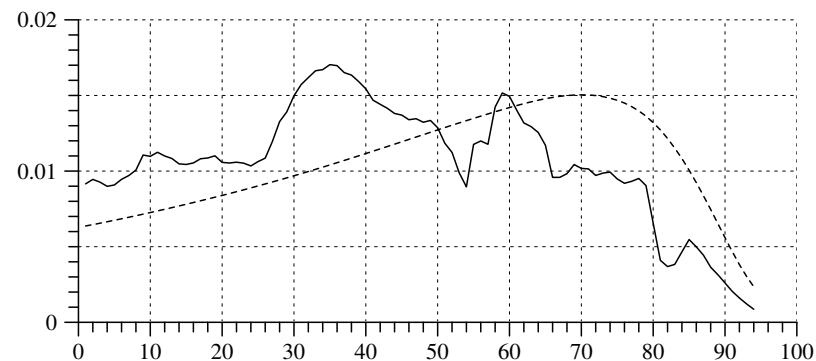
$$\mathbf{n}_0^f \equiv (\tilde{n}_{1999,1}^f, \dots, \tilde{n}_{1999,94}^f)'$$

Durch sukzessive Berechnungen erhält man  $\mathbf{n}_1^f = \mathbf{F}\mathbf{n}_0^f$ ,  $\mathbf{n}_2^f = \mathbf{F}\mathbf{n}_1^f$ ,  $\mathbf{n}_3^f = \mathbf{F}\mathbf{n}_2^f$  usw. Die Addition der Komponenten dieser Vektoren liefert für jedes Jahr die Gesamtzahl der weiblichen Bevölkerung im Alter von 1 bis 94 Jahren. Abbildung 4.1-1 zeigt ihre Entwicklung für einen Zeitraum von 100 Jahren.

Offenbar sind die Veränderungsrate negativ. Wie Abbildung 4.1-2 zeigt, konvergieren sie gegen eine konstante intrinsische Wachstumsrate, die etwa den Wert  $-1.5\%$  hat. Wie im nächsten Abschnitt gezeigt wird, kann ihr Wert auch aus dem sogenannten dominanten Eigenwert der Leslie-Matrix berechnet werden. In unserem Beispiel findet man als dominanten Eigenwert  $\lambda^* = 0.9854$  und daraus die intrinsische Wachstumsrate  $\rho^* = \lambda^* - 1 \approx -1.46\%$ .



**Abb. 4.1-2** Jährliche Veränderungsrate (in %) der in Abbildung 4.1-1 dargestellten weiblichen Bevölkerung.



**Abb. 4.1-3** Durchgezogene Linien: tatsächliche Altersverteilungen 1999 der weiblichen Bevölkerung (oberes Schaubild) und der männlichen Bevölkerung (unteres Schaubild); gestrichelte Linien: stabile Altersverteilungen bei einer intrinsischen Wachstumsrate von  $-1.46\%$ .

Kennt man diese intrinsische Wachstumsrate und die altersspezifischen Mortalitätsraten, können, wie in § 5 gezeigt wurde, auch die im langfristigen Gleichgewicht erreichten stabilen Altersverteilungen berechnet werden. Abbildung 4.1-3 vergleicht sie mit den tatsächlichen Altersverteilungen des Jahres 1999, in der oberen Hälfte für die weibliche, in der unteren Hälfte für die männliche Bevölkerung. Offenbar impliziert die negative intrinsische Wachstumsrate langfristig eine Umschichtung zugunsten der älteren Bevölkerung.

## 4.2 Mathematische Eigenschaften des Modells

In diesem Abschnitt wird besprochen, unter welchen Bedingungen bei einem einfachen Leslie-Modell eine intrinsische Wachstumsrate und eine stabile Altersverteilung existieren und ob sie auch vom anfänglichen Bevölkerungsvektor  $\mathbf{n}_0^f$  oder nur von der Leslie-Matrix  $\mathbf{F}$  abhängen.

1. *Existenzbedingungen einer stabilen Altersverteilung.* Wir beginnen mit der Frage, ob man für eine gegebene Leslie-Matrix  $\mathbf{F}$  eine intrinsische Wachstumsrate und eine stabile Altersverteilung konstruieren kann. Denkt man an die im vorangegangenen Abschnitt erläuterte Struktur von  $\mathbf{F}$ , sind sicherlich alle Koeffizienten größer oder gleich Null, außerdem gilt  $0 < \delta_\tau^f < 1$  für  $\tau = 1, \dots, \tau_m - 1$ , so dass alle Koeffizienten in der Subdiagonalen größer als Null sind. Die Geburtenraten  $\beta_\tau^f$  haben jedoch nur während der reproduktiven Phase von  $\tau_a$  bis  $\tau_b$  einen positiven Wert, und da  $\tau_b < \tau_m$  ist, hat  $\mathbf{F}$  keinen vollen Rang.

Wir gehen deshalb in zwei Schritten vor. In einem ersten Schritt betrachten wir nur die ersten  $\tau_b$  Zeilen und Spalten von  $\mathbf{F}$ , d.h. die Teilmatrix

$$\tilde{\mathbf{F}} := \begin{bmatrix} \beta_1^f & \beta_2^f & \cdots & \beta_{\tau_b-1}^f & \sigma_f \beta_{\tau_b}^* \\ 1 - \delta_1^f & 0 & \cdots & 0 & 0 \\ 0 & 1 - \delta_2^f & \cdots & 0 & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & \cdots & 1 - \delta_{\tau_b-1}^f & 0 \end{bmatrix}$$

Dies ist jetzt eine nicht-negative Matrix mit vollem Rang.<sup>8</sup> Außerdem ist  $\tilde{\mathbf{F}}$  eine unzerlegbare Matrix.<sup>9</sup> Man kann deshalb ein Theorem von G. Frobenius anwenden und schließen, dass  $\tilde{\mathbf{F}}$  mindestens einen reellen positiven

<sup>8</sup>Man erkennt das anhand der Determinante von  $\tilde{\mathbf{F}}$ :

$$\det(\tilde{\mathbf{F}}) = \pm \beta_{\tau_b}^f \prod_{\tau=1}^{\tau_b-1} (1 - \delta_\tau^f) \neq 0$$

Das Vorzeichen hängt davon ab, ob  $\tau_b$  gerade oder ungerade ist.

<sup>9</sup>Damit ist gemeint, dass man für je zwei Indizes  $i$  und  $j$  ( $1 \leq i < j \leq \tau_b$ ) weitere Indizes, etwa  $k_1, \dots, k_m$ , finden kann, so dass  $a_{ik_1} a_{k_1 k_2} \cdots a_{k_m j} > 0$  ist. (Dies entspricht der Adjazenzmatrix eines unzerlegbaren Graphen.)

Eigenwert  $\lambda^*$  besitzt (der auch als ein *dominanter Eigenwert* von  $\tilde{\mathbf{F}}$  bezeichnet wird), zu dem ein Eigenvektor  $\mathbf{v}^* = (v_1^*, \dots, v_{\tau_b}^*)'$  gehört, dessen Koeffizienten ebenfalls reell und positiv sind.<sup>10</sup> So gelangt man zu der Gleichung

$$\tilde{\mathbf{F}} \mathbf{v}^* = \lambda^* \mathbf{v}^* \quad (4.3)$$

Eine weitere Implikation des Theorems, die für die Diskussion unserer zweiten Frage verwendet wird, besteht darin, dass der Absolutbetrag (Modulus) aller übrigen Eigenwerte von  $\tilde{\mathbf{F}}$  kleiner oder gleich  $\lambda^*$  ist.

Jetzt kann eine stabile Altersverteilung konstruiert werden. In einem ersten Schritt werden die Komponenten eines Vektors  $\mathbf{n}^{f,*}$  durch

$$n_\tau^{f,*} := \begin{cases} v_\tau^* & \text{für } \tau = 1, \dots, \tau_b \\ \frac{1 - \delta_{\tau-1}^f}{\lambda^*} n_{\tau-1}^{f,*} & \text{für } \tau = \tau_b + 1, \dots, \tau_m \end{cases}$$

definiert. Aus Gleichung (4.3) und der Struktur von  $\mathbf{F}$  folgt dann

$$\mathbf{F} \mathbf{n}^{f,*} = \lambda^* \mathbf{n}^{f,*} = (1 + \rho_f^*) \mathbf{n}^{f,*} \quad (4.4)$$

wobei  $\rho_f^* := \lambda^* - 1$  ist. Die durch  $\mathbf{n}^{f,*}$  repräsentierte Altersverteilung verändert sich also nicht, wenn sie mit  $\mathbf{F}$  multipliziert wird; alle Komponenten von  $\mathbf{n}^{f,*}$  wachsen oder schrumpfen mit derselben Rate  $\rho_f^*$ . Um zur Definition einer stabilen Altersverteilung zu gelangen, ist es also nur erforderlich,  $\mathbf{n}^{f,*}$  in Anteilswerte zu transformieren:

$$n_\tau^{f,p} := n_\tau^{f,*} / \sum_{j=1}^{\tau_m} n_j^{f,*}$$

2. *Ein einfaches Zahlenbeispiel.* Zur Illustration verwenden wir ein einfaches Beispiel, bei dem es nur vier Altersklassen gibt ( $\tau_m = 4$ ). Für die Geburtenziffern werden die Werte  $\beta_1^f = 0$ ,  $\beta_2^f = 1$ ,  $\beta_3^f = 0.6$ ,  $\beta_4^f = 0$ , für die Sterbeziffern die Werte  $\delta_1^f = 0.2$ ,  $\delta_2^f = 0.3$ ,  $\delta_3^f = 0.4$ ,  $\delta_4^f = 1$  angenommen. Somit erhält man die Matrizen

$$\mathbf{F} = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0.6 & 0 \\ 0.8 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0.7 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0.6 & 0 \end{bmatrix} \quad \text{bzw.} \quad \tilde{\mathbf{F}} = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0.6 \\ 0.8 & 0 & 0 \\ 0 & 0.7 & 0 \end{bmatrix}$$

Als dominanten Eigenwert von  $\tilde{\mathbf{F}}$  (und somit auch von  $\mathbf{F}$ ) findet man  $\lambda^* = 1.0573$  mit dem zugehörigen Eigenvektor  $\mathbf{v}^* = (0.7405, 0.5603, 0.3710)'$ . Aus diesem Eigenwert gewinnt man auch sofort die intrinsische Wachstumsrate  $\rho_f^* = 0.0573$ , die zur Berechnung der stabilen Altersverteilung verwendet werden kann:  $\mathbf{n}^{f,p} = (0.39, 0.30, 0.20, 0.11)'$ .

<sup>10</sup>Wir beziehen uns auf die Ausführungen bei F. R. Gantmacher (1971, Kap. xxiii).

3. *Konvergenz gegen eine stabile Altersverteilung.* Jetzt wenden wir uns der zweiten Frage zu: ob die mit einem beliebigen Bevölkerungsvektor  $\mathbf{n}_0^f$  beginnende Sequenz  $\mathbf{n}_t^f = \mathbf{F}^t \mathbf{n}_0^f$  schließlich zu einem durch die intrinsische Wachstumsrate  $\rho_f^*$  und die Altersverteilung  $\mathbf{n}^{f,p}$  definierten Gleichgewichtszustand führt. Wie sich zeigen wird, gibt es unter sehr allgemeinen Bedingungen eine positive Antwort.

Um die Argumentation zu erläutern, beginnen wir wie in §1 mit der Teilmatrix  $\tilde{\mathbf{F}}$  und definieren dazu korrespondierend den Vektor  $\mathbf{n}_t^{f,a}$ , der aus den ersten  $\tau_b$  Elementen von  $\mathbf{n}_t^f$  besteht. Somit gelangt man sofort zu der Gleichung

$$\mathbf{n}_t^{f,a} = \tilde{\mathbf{F}}^t \mathbf{n}_0^{f,a} \quad (4.5)$$

Hiervon ausgehend kann nun gezeigt werden, dass  $\mathbf{n}_t^{f,a}$  gegen einen Vektor konvergiert, der proportional zum Eigenvektor  $\mathbf{v}^*$  ist.

Dafür ist es erforderlich, sich auf alle Eigenwerte  $\lambda_j$  und Eigenvektoren  $\mathbf{v}_j$  ( $j = 1, \dots, \tau_b$ ) der Matrix  $\tilde{\mathbf{F}}$  zu beziehen. Einer dieser Eigenwerte, etwa  $\lambda_{j^*} := \lambda^*$ , ist der dominante Eigenwert mit dem zugehörigen Eigenvektor  $\mathbf{v}_{j^*} := \mathbf{v}^*$ . Somit kann man die Gleichungen  $\tilde{\mathbf{F}} \mathbf{v}_j = \lambda_j \mathbf{v}_j$  (für  $j = 1, \dots, \tau_b$ ) formulieren und sie, indem man die Definitionen  $\mathbf{\Lambda} := \text{diag}(\lambda_1, \dots, \lambda_{\tau_b})$  und  $\mathbf{V} := (\mathbf{v}_1, \dots, \mathbf{v}_{\tau_b})$  verwendet, in Gestalt einer Matrixgleichung

$$\tilde{\mathbf{F}} \mathbf{V} = \mathbf{V} \mathbf{\Lambda}$$

zusammenfassen. Wie bereits erwähnt wurde, hat  $\tilde{\mathbf{F}}$  vollen Rang und ihre Eigenvektoren sind infolgedessen linear unabhängig. Daraus folgt, dass  $\mathbf{V}$  eine invertierbare Matrix ist, so dass man auch zu den Gleichungen  $\tilde{\mathbf{F}} = \mathbf{V} \mathbf{\Lambda} \mathbf{V}^{-1}$  und  $\tilde{\mathbf{F}}^t = \mathbf{V} \mathbf{\Lambda}^t \mathbf{V}^{-1}$  gelangt. Die zuletzt genannte Gleichung erlaubt nun die Formulierung

$$\mathbf{n}_t^{f,a} = \tilde{\mathbf{F}}^t \mathbf{n}_0^{f,a} = \mathbf{V} \mathbf{\Lambda}^t \mathbf{V}^{-1} \mathbf{n}_0^{f,a} = \mathbf{V} \mathbf{\Lambda}^t \mathbf{u}$$

bei der als Abkürzung  $\mathbf{u} := \mathbf{V}^{-1} \mathbf{n}_0^{f,a}$  verwendet wird. Eine weitere Umformulierung führt zu

$$\mathbf{n}_t^{f,a} = (\mathbf{v}_1, \dots, \mathbf{v}_{\tau_b}) \begin{bmatrix} \lambda_1^t u_1 \\ \vdots \\ \lambda_{\tau_b}^t u_{\tau_b} \end{bmatrix} = \sum_{j=1}^{\tau_b} (\lambda_j^t u_j) \mathbf{v}_j$$

wodurch man erkennt, dass  $\mathbf{n}_t^{f,a}$  als ein gewichteter Mittelwert der Eigenvektoren von  $\tilde{\mathbf{F}}$  aufgefasst werden kann. Dividiert man schließlich durch  $\lambda_{j^*}^t$ , erhält man die Gleichung

$$\frac{1}{\lambda_{j^*}^t} \mathbf{n}_t^{f,a} = \sum_{j=1}^{\tau_b} \left( \frac{\lambda_j^t}{\lambda_{j^*}^t} u_j \right) \mathbf{v}_j = u_{j^*} \mathbf{v}_{j^*} + \sum_{j \neq j^*} \left( \frac{\lambda_j}{\lambda_{j^*}} \right)^t u_j \mathbf{v}_j \quad (4.6)$$

anhand derer man über die Konvergenzfrage nachdenken kann.

Aus dem Theorem von Frobenius weiß man bereits, dass für alle  $j = 1, \dots, \tau_b$  gilt:  $\lambda_{j^*} \geq |\lambda_j|$ . Jetzt nehmen wir zusätzlich an, dass  $\lambda_{j^*} > |\lambda_j|$  ist, wenn  $j \neq j^*$ . Wenn diese Annahme (die weiter unten besprochen wird) zutrifft, folgt, dass der zweite Term auf der rechten Seite der Gleichung (4.6) gegen Null konvergiert; und dies impliziert die Konvergenz

$$\frac{1}{\lambda_{j^*}^t} \mathbf{n}_t^{f,a} \longrightarrow u_{j^*} \mathbf{v}_{j^*}$$

Wenn also  $t$  hinreichend groß ist, gilt näherungsweise  $\mathbf{n}_{t+1}^{f,a} \approx \lambda_{j^*} \mathbf{n}_t^{f,a}$ , so dass  $\mathbf{n}_t^{f,a}$  näherungsweise proportional zum Eigenvektor  $\mathbf{v}^*$  ist. Außerdem konvergieren die übrigen Komponenten von  $\mathbf{n}_t^f$  ebenfalls gegen eine stabile Altersverteilung, da sie nur von der Veränderung der Anzahl von Frauen in der Altersklasse  $\tau_b$  und den nach Voraussetzung konstanten Sterbeziffern abhängig sind. Wenn sich also schließlich die Anzahl der Frauen in der Altersklasse  $\tau_b$  mit einer konstanten Rate verändert, verändern sich auch die Anzahlen in allen höheren Altersklassen mit derselben Rate; und somit kann auch die stabile Altersverteilung so berechnet werden, wie es in §1 besprochen wurde.

Es bleibt also nur die Frage, ob man annehmen kann, dass der dominante Eigenwert betragsmäßig größer ist als alle anderen Eigenwerte. Das ist nicht unbedingt der Fall, wie die Matrix

$$\tilde{\mathbf{F}} := \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 0.8 & 0 \end{bmatrix}$$

zeigt, die zwei betragsgleiche Eigenwerte hat, nämlich 0.8944 und -0.8944. Wie Gleichung (4.6) zeigt, konvergiert in diesem Beispiel der Vektor  $\mathbf{n}_t^{f,a}$  nicht gegen eine stabile Altersverteilung, sondern oszilliert zwischen zwei unterschiedlichen Verteilungen. Solche Fälle bilden jedoch Ausnahmen. Als hinreichende Bedingung für die Existenz eines dominanten Eigenwerts, der betragsmäßig größer als alle anderen Eigenwerte ist, genügt es bereits, dass es zwei aufeinanderfolgende Altersklassen mit einer positiven Geburtenrate gibt.<sup>11</sup> Wenn man also während der reproduktiven Phase mindestens zwei Altersgruppen unterscheidet, kann man von der Konvergenz gegen eine stabile Altersverteilung ausgehen.

<sup>11</sup>Dies wird bei Anton und Rorres (1991, S. 654) erwähnt, wo man auch eine gute Einführung in den mathematischen Hintergrund des Leslie-Modells findet. Einen expliziten Beweis der Behauptung hat Demetrius (1971) gegeben.

### 4.3 Berücksichtigung von Zu- und Abwanderungen

1. *Erweiterung des Modellansatzes.* Das bisher besprochene Modell bezieht sich auf einen demographischen Prozess ohne externe Migration. Um Zu- und Abwanderungen berücksichtigen zu können, orientieren wir uns an den in Abschnitt 1.1 (§ 4) eingeführten Notationen und an der ebenfalls dort erläuterten Buchführungsgleichung für einen demographischen Prozess mit externer Migration.

$m_{t,\tau}^{i,f}$  bzw.  $m_{t,\tau}^{o,f}$  bezeichnen die Anzahlen der in der Zeitstelle  $t$  im demographischen Alter  $\tau$  zu- bzw. abwandernden Frauen. Sie werden zu Vektoren

$$\mathbf{m}_t^{i,f} := \begin{bmatrix} m_{t,1}^{i,f} \\ \vdots \\ m_{t,\tau_m}^{i,f} \end{bmatrix} \quad \text{und} \quad \mathbf{m}_t^{o,f} := \begin{bmatrix} m_{t,1}^{o,f} \\ \vdots \\ m_{t,\tau_m}^{o,f} \end{bmatrix}$$

zusammengefasst, die zur Erweiterung des Modellansatzes (4.1) verwendet werden. Da aufgrund unserer Buchführungskonventionen die während einer Zeitstelle zu- bzw. abwandernden Personen als Teile der jeweiligen Bevölkerungsmengen betrachtet werden, kann der erweiterte Modellansatz folgendermaßen formuliert werden:

$$\mathbf{n}_{t+1}^f = \mathbf{F}_t (\mathbf{n}_t^f - \mathbf{m}_t^{o,f}) + \mathbf{m}_t^{i,f} = \mathbf{F}_t \mathbf{n}_t^f + (\mathbf{m}_t^{i,f} - \mathbf{F}_t \mathbf{m}_t^{o,f}) \quad (4.7)$$

Vergleicht man diesen Modellansatz mit (4.1), werden jetzt die überlebenden Personen und ihre Kinder, die in der Zeitstelle  $t$  abwandern, abgezogen und die in der Zeitstelle  $t+1$  zuwandernden Personen (einschließlich der in dieser Zeitstelle neugeborenen Kinder) hinzugezählt.

2. *Ein Modell mit konstanter Migration.* Eine besonders einfache Modellvariante entsteht, wenn man nicht nur eine konstante Leslie-Matrix  $\mathbf{F}$  voraussetzt, sondern außerdem annimmt, dass sich  $\mathbf{m}_{t+1}^{i,f} - \mathbf{F} \mathbf{m}_t^{o,f}$  im Zeitablauf nicht verändert, so dass mit einem konstanten Vektor

$$\mathbf{z}^f := \mathbf{m}_{t+1}^{i,f} - \mathbf{F} \mathbf{m}_t^{o,f}$$

gerechnet werden kann. Das Modell nimmt dann die Form

$$\mathbf{n}_{t+1}^f = \mathbf{F} \mathbf{n}_t^f + \mathbf{z}^f \quad (4.8)$$

an. Beginnt man in einem Basisjahr  $t=0$ , findet man

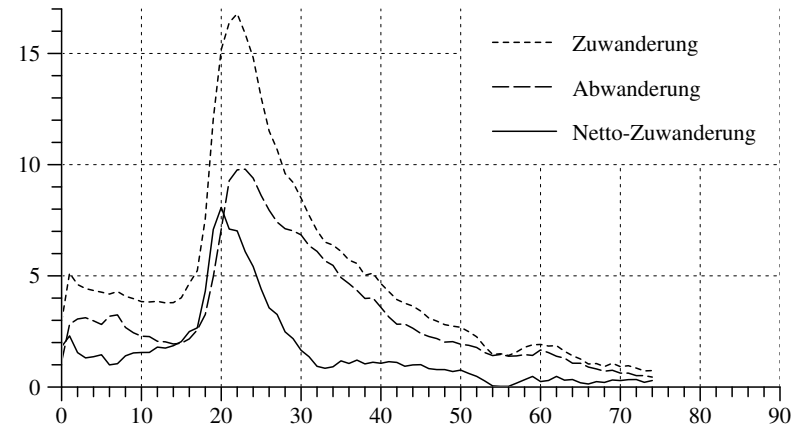
$$\mathbf{n}_1^f = \mathbf{F} \mathbf{n}_0^f + \mathbf{z}^f$$

$$\mathbf{n}_2^f = \mathbf{F} \mathbf{n}_1^f + \mathbf{z}^f = \mathbf{F}^2 \mathbf{n}_0^f + \mathbf{F} \mathbf{z}^f + \mathbf{z}^f$$

usw., allgemein:<sup>12</sup>

$$\mathbf{n}_{t+1}^f = \mathbf{F}^t \mathbf{n}_0^f + \sum_{j=0}^{t-1} \mathbf{F}^j \mathbf{z}^f$$

<sup>12</sup>Dabei bedeutet  $\mathbf{F}^0$  die Einheitsmatrix  $\mathbf{I}$ .



**Abb. 4.3-1** Altersverteilung der weiblichen Zuwanderungen und Abwanderungen im Jahr 1999 in Deutschland. Daten aus Tabelle 4.3-1. Ordinate in 1000.

Anhand dieser Gleichung kann man sich auch überlegen, unter welchen Bedingungen ein Gleichgewichtspfad erreicht wird. Dies gilt jedenfalls dann, wenn die Leslie-Matrix  $\mathbf{F}$  eine negative intrinsische Wachstumsrate aufweist und  $\mathbf{z}^f \geq 0$  ist. Wird dann  $t$  immer größer, konvergiert  $\mathbf{F}^t \mathbf{n}_0^f$  gegen Null, und der Bevölkerungsvektor  $\mathbf{n}_t^f$  konvergiert gegen den Vektor<sup>13</sup>

$$\sum_{j=0}^{\infty} \mathbf{F}^j \mathbf{z}^f = (\mathbf{I} - \mathbf{F})^{-1} \mathbf{z}^f$$

Das heißt, langfristig wird die Bevölkerungsentwicklung nur von der Zuwanderung  $\mathbf{z}^f$  bestimmt, und es entsteht allmählich ein Nullwachstum, bei dem der Bevölkerungsvektor  $\mathbf{n}_t^f$  unverändert gleich  $(\mathbf{I} - \mathbf{F})^{-1} \mathbf{z}^f$  ist.

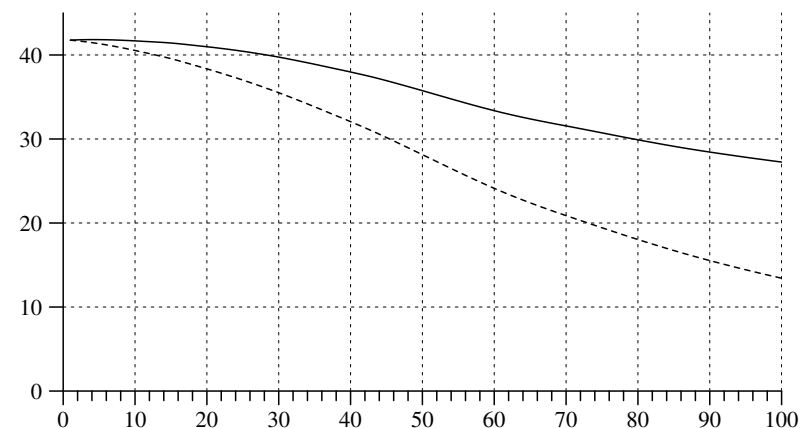
3. *Modellrechnungen mit konstanter Zuwanderung.* Zur Illustration verwenden wir die in Tabelle 4.3-1 angegebenen Daten über die Zu- und Abwanderung von Frauen im Jahr 1999. Bei den Angaben handelt es sich um absolute Zahlen, gegliedert nach dem demographischen Alter; die letzte Altersklasse bei 75 ist nach oben offen und umfasst alle Altersgruppen ab 75 Jahren. Insgesamt sind 369049 Frauen zugewandert und 248108 Frauen abgewandert, so dass eine Nettozuwanderung von 120941 Frauen verbleibt. Abbildung 4.3-1 zeigt die Altersverteilungen bis zum Alter von 74 Jahren. Man erkennt, dass hauptsächlich jüngere Frauen zuwandern; da außerdem tendenziell eher ältere Frauen abwandern, sind bei der Nettozuwanderung die jüngeren Frauen vergleichsweise noch häufiger vertreten.

<sup>13</sup>Die Gleichung beruht auf folgendem mathematischen Satz: Wenn  $\mathbf{A}$  eine beliebige nicht-negative quadratische Matrix mit einem dominanten Eigenwert kleiner als 1 ist, dann konvergiert die Reihe  $\sum_{j=0}^{\infty} \mathbf{A}^j$  und ihr Grenzwert ist gleich  $(\mathbf{I} - \mathbf{A})^{-1}$ . Man vgl. J. T. Schwartz (1961, S. 31), wo auch auf weitere Literatur hingewiesen wird.

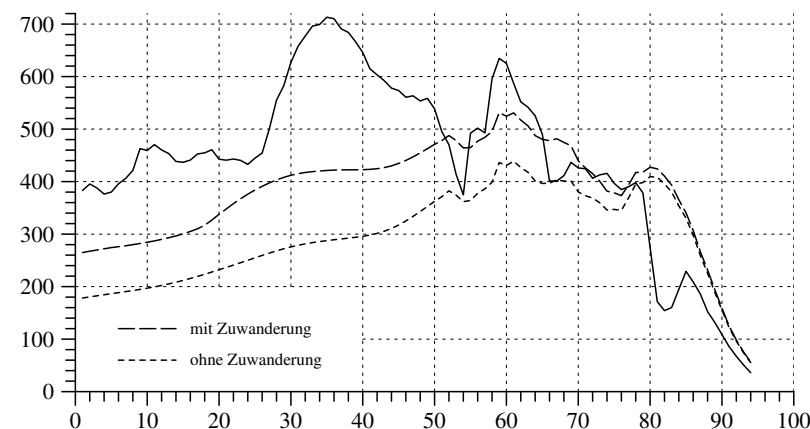
**Tabelle 4.3-1** Nach dem demographischen Alter  $\tau$  gegliederte Zuwanderung (1), Abwanderung (2) und Nettozuwanderung (3) von Frauen in Deutschland im Jahr 1999. Quelle: Statistisches Bundesamt, Fachserie 1, Reihe 1, 1999, S. 116f.

$\tau$	(1)	(2)	(3)	$\tau$	(1)	(2)	(3)
0	2942	1131	1811	38	5024	3983	1041
1	5123	2823	2300	39	5121	4006	1115
2	4609	3061	1548	40	4652	3583	1069
3	4428	3117	1311	41	4290	3150	1140
4	4342	2978	1364	42	3932	2825	1107
5	4266	2814	1452	43	3768	2832	936
6	4181	3184	997	44	3641	2646	995
7	4296	3245	1051	45	3416	2410	1006
8	4083	2680	1403	46	3103	2274	829
9	3975	2441	1534	47	2966	2180	786
10	3841	2287	1554	48	2805	2021	784
11	3826	2269	1557	49	2739	2041	698
12	3853	2058	1795	50	2686	1924	762
13	3785	2033	1752	51	2490	1877	613
14	3796	1937	1859	52	2260	1779	481
15	4015	1971	2044	53	1828	1551	277
16	4661	2166	2495	54	1466	1415	51
17	5231	2570	2661	55	1497	1466	31
18	7577	3263	4314	56	1419	1387	32
19	12043	4957	7086	57	1576	1399	177
20	15172	7095	8077	58	1787	1458	329
21	16383	9280	7103	59	1899	1422	477
22	16788	9766	7022	60	1915	1668	247
23	15885	9796	6089	61	1843	1548	295
24	14811	9393	5418	62	1863	1385	478
25	13025	8615	4410	63	1610	1301	309
26	11514	7953	3561	64	1410	1072	338
27	10679	7416	3263	65	1262	1070	192
28	9600	7119	2481	66	1036	898	138
29	9199	7023	2176	67	1057	814	243
30	8495	6842	1653	68	920	712	208
31	7724	6360	1364	69	1071	754	317
32	7035	6102	933	70	918	626	292
33	6518	5674	844	71	960	626	334
34	6381	5470	911	72	851	513	338
35	6101	4923	1178	73	726	514	212
36	5710	4650	1060	74	740	447	293
37	5559	4348	1211	75	5050	3721	1329

Um den Unterschied zwischen einer Bevölkerungsentwicklung ohne und mit Zuwanderung zu illustrieren, nehmen wir an, dass die Nettozuwanderung von Frauen des Jahres 1999, insgesamt etwa 117800 Personen (in den Altersjahren 1 bis 74), in den folgenden Jahren unverändert bestehen bleibt. Dies ist unser Vektor  $\mathbf{z}^f$ , der jedoch nur bis zu einem Alter von 74 Jahren berücksichtigt wird. Die Leslie-Matrix  $\mathbf{F}$  und der Vektor  $\mathbf{n}_0^f$  für die



**Abb. 4.3-2** Projektionen der weiblichen Bevölkerung (in Mio.) ohne Zuwanderung (gestrichelt) und mit einer jährlich konstanten Zuwanderung im Umfang von etwa 117800 Personen (durchgezogene Linie).



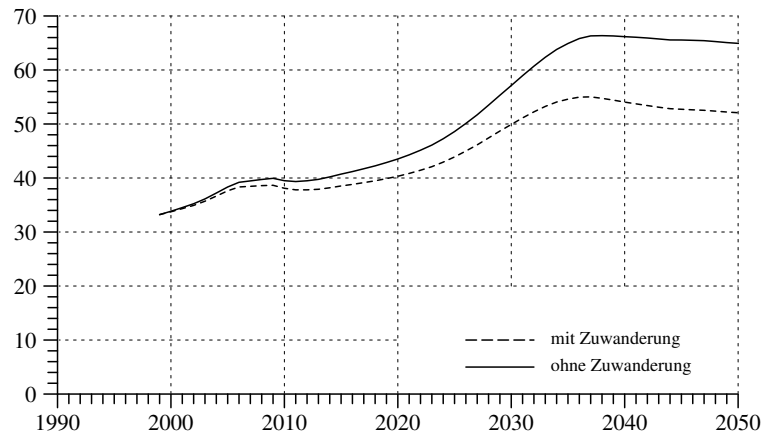
**Abb. 4.3-3** Altersverteilung der weiblichen Bevölkerung 1999 (durchgezogene Linie) und im Jahr 2050 mit und ohne Zuwanderung (gestrichelte Linien). Ordinate in 1000.

weibliche Bevölkerung im Anfangsjahr 1999 werden wie in Abschnitt 4.1 gebildet. Durch iterative Anwendung der Gleichung (4.8) erhält man dann für alle folgenden Jahre einen Bevölkerungsvektor  $\mathbf{n}_t^f$ .

Abbildung 4.3-2 vergleicht die Bevölkerungsprojektionen mit und ohne Zuwanderung. Der gestrichelte Entwicklungspfad entspricht dem Verlauf in Abbildung 4.1-1. Offenbar würde eine konstante Zuwanderung von jährlich etwa 117800 Frauen (mit der hier vorausgesetzten Altersstruktur) den Bevölkerungsrückgang erheblich verringern.

Informativ ist auch ein Vergleich der Altersverteilungen. Abbildung 4.3-





**Abb. 4.3-4** Projektionen des Altenquotienten bis zum Jahr 2050 durch ein Leslie-Modell ohne Zuwanderung (durchgezogene Linie) und mit Zuwanderung (gestrichelte Linie).

3 vergleicht die jeweils mit und ohne Zuwanderung für das Jahr 2050 projizierten Altersverteilungen mit derjenigen des Jahres 1999. Da absolute Häufigkeiten verwendet werden, erkennt man zunächst das unterschiedliche Ausmaß des Bevölkerungsrückgangs. Bemerkenswert ist jedoch auch die geringere Umschichtung zugunsten älterer Personen bei einer Bevölkerungsentwicklung mit Zuwanderung. Um das sichtbar zu machen, kann auch ein sogenannter Altenquotient verwendet werden. Wir verwenden folgende Definition:

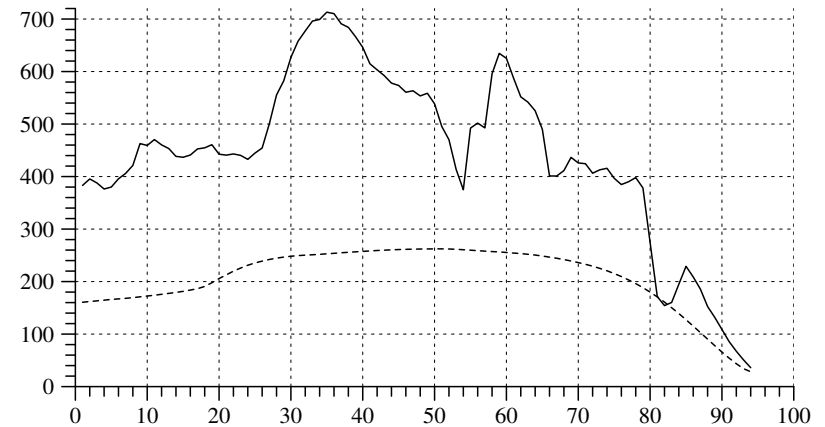
$$\text{Altenquotient} := \frac{\text{Anzahl Frauen im Alter } 65 - 94}{\text{Anzahl Frauen im Alter } 20 - 64} \quad (\text{in } \%)$$

Abbildung 4.3-4 vergleicht seine Entwicklung bei Bevölkerungsprojektionen ohne und mit Zuwanderung.

*4. Das langfristige Gleichgewicht.* Wie bereits gezeigt wurde, führt eine konstante positive Nettozuwanderung auch dann zu einem langfristigen Gleichgewicht mit Nullwachstum, wenn die intrinsische Wachstumsrate der Leslie-Matrix negativ ist. Der im Gleichgewicht erreichte konstante Bevölkerungsvektor ist

$$\bar{\mathbf{n}}^f = (\mathbf{I} - \mathbf{F})^{-1} \mathbf{z}^f \quad (4.9)$$

und kann somit aus der Leslie-Matrix und dem Zuwanderungsvektor  $\mathbf{z}^f$  berechnet werden. Werden die Daten für das Jahr 1999 und der im vorangegangenen Paragraphen definierte Zuwanderungsvektor  $\mathbf{z}^f$  verwendet, erhält man einen Vektor  $\bar{\mathbf{n}}^f$ , bei dem die Gesamtzahl der weiblichen Personen im Alter von 1 bis 94 Jahren etwa 19.5 Mio. beträgt.



**Abb. 4.3-5** Altersverteilung der weiblichen Bevölkerung 1999 (durchgezogene Linie) und stabile Altersverteilung bei einem Leslie-Modell mit konstanter Zuwanderung (gestrichelte Linie). Ordinate in 1000.

Das ist zwar deutlich weniger als der Stand im Jahr 1999; aber die Gleichung (4.9) ist linear, so dass sich eine prozentuale Erhöhung der Nettozuwanderung in einer prozentual gleichen Erhöhung der schließlich erreichten Bevölkerungszahl auswirken würde. Würde sich z.B. langfristig die Nettozuwanderung verdoppeln, würde schließlich eine Bevölkerungszahl von etwa 39 Mio. erreicht, die fast dem gegenwärtigen Stand entspricht.

Im langfristigen Gleichgewicht wird auch wieder eine stabile Altersverteilung erreicht. Abbildung 4.3-5 vergleicht sie mit der gegenwärtigen Altersverteilung (in absoluten Häufigkeiten).

## Kapitel 5

# Haushalte

### 5.1 Haushalte, Familien und Netzwerke

1. Definition des Haushaltsbegriffs.
2. Charakterisierung von Haushalten.
3. Haushalte als Untersuchungseinheiten.
4. Haushalte und Familien.
5. Beziehungen und Netzwerke.

### 5.2 Erfassung von Haushaltsstrukturen

1. Verteilung der Haushaltsgrößen.
2. Lebensalter und Haushaltsgröße.

### 5.3 Haushalte und persönliche Netzwerke

1. Erfassung persönlicher Netzwerke.
2. Anzahl der Bezugspersonen.
3. Bezugspersonen innerhalb und ausserhalb der Haushalte.
4. Umgangssprachliches Reden von Familien.

In den vorangegangenen Kapiteln haben wir uns mit Aspekten demographischer Prozesse beschäftigt. Das begriffliche Grundgerüst bestand aus statistischen Begriffen, die sich auf demographisch relevante Ereignisse (Geburten, Sterbefälle, Zu- und Abwanderungen) beziehen. Jetzt beginnen wir mit einer Betrachtung von Institutionen. Dabei orientieren wir uns an dem in Kapitel II-2 entwickelten modalen Institutionenbegriff, verstehen also unter Institutionen räumlich und zeitlich fixierbare Sachverhalte, die zur Gestaltung von Handlungsmöglichkeiten menschlicher Akteure eingerichtet worden sind.

Institutionen dieser Art spielen für das gesellschaftliche Leben der Menschen eine grundlegende Rolle und sind äußerst vielfältig. In diesem Kapitel beginnen wir mit Haushalten, später werden wir andere Arten von Institutionen besprechen. Es gibt drei Abschnitte. Im ersten Abschnitt wird der Haushaltsbegriff besprochen; einige ergänzende Bemerkungen betreffen das Reden von Familien und Netzwerken. Im zweiten Abschnitt werden einige Aspekte von Haushaltsstrukturen und ihrer Veränderung anhand von Daten dargestellt; dabei beziehen wir uns zunächst nur auf die Haushaltsgröße, d.h. auf die Anzahl der Personen, die in einem Haushalt zusammen leben. Schließlich wird im dritten Abschnitt anhand von Daten aus dem Familiensurvey des Deutschen Jugendinstituts gezeigt, dass sich persönliche Netzwerke in den meisten Fällen nicht auf den jeweiligen Haushaltskontext beschränken.

## 5.1 Haushalte, Familien und Netzwerke

*1. Definition des Haushaltsbegriffs.* Das Statistische Bundesamt verwendet folgende Definition:

„Als *Haushalt* (Privathaushalt) zählt jede zusammenwohnende und eine wirtschaftliche Einheit bildende Personengemeinschaft sowie Personen, die allein wohnen und wirtschaften (z.B. Einzeluntermieter). Zum Haushalt können verwandte und familienfremde Personen gehören (z.B. Hauspersonal). Gemeinschafts- und Anstaltsunterkünfte gelten nicht als Haushalte, können aber Privathaushalte beherbergen (z.B. Haushalt des Anstaltsleiters.“ (Fachserie 1, Reihe 3, 1999, S. 12)

Die Definition macht deutlich, dass Haushalte als Institutionen (und nicht einfach als Mengen von Menschen) verstanden werden. Das wird besonders an den Verweisen auf Wohnungen deutlich. Folgt man der Definition, gehört zu jedem Haushalt eine Wohnung. Somit können Menschen auch mehrere Haushalte haben bzw. Mitglieder mehrerer Haushalte sein. Das zweite Kriterium, dass die Mitglieder eines Haushalts eine „wirtschaftliche Einheit“ bilden, ist vergleichsweise vage, weil es offen lässt, in welchem Ausmaß die wirtschaftlichen Ressourcen der Haushaltsmitglieder gemeinsam genutzt werden.

Die Definition bezieht sich auf Privathaushalte, aber nicht alle Menschen leben in Haushalten dieser Art. Einerseits gibt es obdachlose Personen, die keinem Haushalt angehören; andererseits gibt es Menschen, die in „Anstaltshaushalten“ leben. Im Unterschied zu privaten Haushalten gibt es für Anstaltshaushalte keine genaue Definition, man kann aber exemplarisch an folgende Beispiele denken: Hotels, Pensionen, Krankenhäuser, Sanatorien, Altersheime, Kasernen und Gefängnisse. Offenbar impliziert der Haushaltsbegriff weder bei Privat- noch bei Anstaltshaushalten eine dauerhafte Zugehörigkeit.

*2. Charakterisierung von Haushalten.* Man kann Haushalte unter zahlreichen Aspekten charakterisieren und daran anschließend Haushaltstypen unterscheiden. Zunächst kann man die bereits genannte Unterscheidung zwischen Privat- und Anstaltshaushalten vornehmen. Zur Charakterisierung von Privathaushalten gibt es dann folgende Möglichkeiten:

- Man kann von Merkmalen der Personen ausgehen, die in einem Haushalt zusammen leben, also Haushalte z.B. nach der Anzahl und dem Alter ihrer Mitglieder unterscheiden.
- Man kann Haushalte durch verwandtschaftliche und andere Arten von Beziehungen zwischen den Haushaltsmitgliedern charakterisieren.
- Man kann sich darauf beziehen, wie die zu den Haushalten gehörenden Wohnungen beschaffen sind. Außerdem kann ihre räumliche Lage berücksichtigt werden.

- Man kann Haushalte nach der Art und dem Umfang ihrer Ressourcen, insbesondere in Form von Einkommen und Vermögen, unterscheiden.
- Man kann Haushalte im Hinblick auf die in ihnen stattfindenden (hauswirtschaftlichen) Tätigkeiten charakterisieren, wobei sowohl die Art und der Umfang als auch die Verteilung dieser Tätigkeiten auf die Haushaltsmitglieder relevant sein können.

Im nächsten Abschnitt beziehen wir uns zur Charakterisierung von Haushalten auf die Anzahl ihrer Mitglieder; weitere Aspekte werden erst in späteren Kapiteln gelegentlich thematisiert.

*3. Haushalte als Untersuchungseinheiten.* Offenbar kann man anstelle von Personen auch Haushalte als Untersuchungseinheiten verwenden; beispielsweise kann man Verteilungen nach der Haushaltsgröße oder nach der Höhe des Haushaltseinkommens konstruieren. Unproblematisch ist das bei einzelnen sowie bei zeitlichen Folgen von Querschnittsbetrachtungen, die sich in jeder Zeitstelle auf eine separate Querschnittsgesamtheit beziehen. So kann man beispielsweise untersuchen, wie sich der Anteil der 1-Personenhaushalte im Zeitablauf verändert hat (s. Abschnitt 5.2).

Ob es sinnvoll ist, Haushalte auch bei Längsschnittbetrachtungen als Untersuchungseinheiten zu verwenden, muss im Einzelfall überlegt werden.<sup>1</sup> Insbesondere muss dann überlegt werden, wie man Veränderungen in der Anzahl und Zusammensetzung der Haushaltsmitglieder im Hinblick auf die Identität des Haushalts beurteilen möchte. Ein manchmal sinnvolles Identitätskriterium erhält man daraus, dass zu jedem Haushalt eine Wohnung gehört. Wir werden uns mit dieser Frage nicht näher beschäftigen und bei Längsschnittuntersuchungen Haushalte nur als Kontexte individueller Personen betrachten.

*4. Haushalte und Familien.* In der neueren Literatur werden Haushalte und Familien meistens unterschieden. Das Statistische Bundesamt verwendet folgende Definition:

„Als *Familie* im Sinne der amtlichen Statistik zählen – in Anlehnung an Empfehlungen der Vereinten Nationen – Ehepaare ohne und mit Kind(ern) sowie alleinerziehende ledige, verheiratet getrenntlebende, geschiedene und verwitwete Väter und Mütter, die mit ihren ledigen Kindern im gleichen Haushalt zusammen leben.“ (Fachserie 1, Reihe 3, 1999, S. 12)

Das ist offenbar eine sehr enge Definition, für die sich auch der Ausdruck *Kernfamilie* verbreitet hat. In der Literatur findet man auch weiter gefasste Definitionen; fast immer wird aber gefordert, dass es in einer Familie zumindest ein Elternteil und ein Kind geben muss. R. Nave-Herz (1994, S. 5f.) spricht in diesem Zusammenhang von einer „Generationsdifferenzierung“ und erläutert:

<sup>1</sup>Man vgl. dazu G. J. Duncan und M. S. Hill (1985).

„Es darf insofern hier [für den Familienbegriff] nur die Generationsdifferenzierung (also das Eltern- bzw. Mutter- oder Vater-Kind-Verhältnis) und nicht auch die Geschlechtsdifferenzierung, also nicht das Ehesubsystem, als essentielles Kriterium gewählt werden, weil es zu allen Zeiten und in allen Kulturen auch Familien gab (und gibt), die nie auf einem Ehesubsystem beruht haben oder deren Ehesubsystem im Laufe der Familienbiographie durch Rollenausfall, infolge von Tod, Trennung oder Scheidung, entfallen ist. Damit bilden alleinerziehende Mütter und Väter sowie nichteheliche Lebensgemeinschaften mit Kindern auch Familiensysteme.“

Offenbar wird der Familienbegriff von Nave-Herz weiter gefasst als in der oben zitierten Definition des Statistischen Bundesamts. Eine weitere Frage betrifft das logische Verhältnis zwischen dem Familien- und dem Haushaltsbegriff. In der Definition des Statistischen Bundesamts wird gefordert, dass die Mitglieder einer Familie zugleich Mitglieder eines gemeinsamen Haushalts sind.<sup>2</sup> Orientiert man sich an den Ausführungen von Nave-Herz, aber auch am umgangssprachlichen Reden von Familien, ist das jedoch keine notwendige Bedingung, sondern die Mitglieder einer Familie können auch in unterschiedlichen Haushalten (Wohnungen) leben. Beim Reden von Familien muss also deutlich gemacht werden, in welcher Bedeutung dieser Begriff verwendet werden soll.<sup>3</sup>

*5. Beziehungen und Netzwerke.* Der Haushaltsbegriff bezieht sich auf die sachlichen und personellen Zusammenhänge, in denen Menschen wohnen und wirtschaften. Offenbar erschöpfen sich damit nicht die Beziehungen, die zwischen Menschen bestehen können. Will man also ein umfassenderes Bild von der sozialen Einbettung von Menschen gewinnen, genügt es nicht, nur ihre Haushalte zu erfassen, sondern man muss versuchen, die Beziehungen zu ermitteln, die sie zu anderen Personen sowohl innerhalb als auch außerhalb ihres Haushalts haben.

Damit beschäftigen wir uns in Abschnitt 5.3 anhand von Daten aus dem Familiensurvey des Deutschen Jugendinstituts. Anhand dieser Daten kann auch gezeigt werden, dass das übliche Reden von Familien sehr unscharf ist und sich jedenfalls nicht auf Haushalte beschränkt.

## 5.2 Erfassung von Haushaltsstrukturen

In diesem Abschnitt beschäftigen wir uns mit einigen Aspekten statistischer Haushaltsstrukturen. Dabei stützen wir uns zunächst auf Daten des

<sup>2</sup>Dies entspricht der statistischen Erfassung im Mikrozensus, bei dem zunächst Haushalte erfasst werden, bevor dann innerhalb der Haushalte Familien abgegrenzt werden.

<sup>3</sup>Die enge Definition der amtlichen Statistik ist bereits häufiger kritisiert worden; man vgl. etwa W. Bien und J. Marbach (1991), C. Geißler (1997). Weitere Hinweise auf neuere Diskussionen über Familienbegriffe findet man bei K. P. Strohmeier, A. Schultz und H. Strohmeier (2005, S. 30ff.); die Autoren sprechen von einer „Diversifikation und Dekonstruktion“ des Familienbegriffs, allerdings ohne die naheliegende Konsequenz zu ziehen, den Begriff für wissenschaftliche Untersuchungen nicht zu verwenden.

**Tabelle 5.2-1** Anzahl (in 1000) und Anteile (in %) der Privathaushalte mit 1, 2, 3, 4 oder 5 und mehr Mitgliedern im April 2002. Quelle: Fachserie 1, Reihe 3, Haushalte und Familien 2002, Teil 2, Tab. 1.1.

	1	2	3	4	5+	insgesamt
Alte Bundesländer	11658	10543	4295	3593	1456	31545
	37.0	33.4	13.6	11.4	4.6	100
Neue Bundesländer	2567	2517	1192	722	177	7175
	35.8	35.1	16.6	10.1	2.5	100

Mikrozensus, eine in der BRD seit 1957 (in den meisten Jahren) jährlich, seit 1991 auch in den neuen Bundesländern durchgeführte Datenerhebung der amtlichen Statistik, in der jeweils 1 % der in Privathaushalten lebenden Bevölkerung zu einer Vielzahl von Merkmalen und Lebensumständen befragt wird.<sup>4</sup> Da die Mikrozensusdaten nur in aggregierter Form verfügbar sind, werden zur Berechnung einiger Zusammenhänge auch Individualdaten aus dem ALLBUS verwendet.

*1. Verteilung der Haushaltsgrößen.* Haushalte können zunächst nach ihrer Größe, d.h. nach der Zahl ihrer Mitglieder, unterschieden werden. Tabelle 5.2-1 zeigt die durch den Mikrozensus im April 2002 ermittelten Zahlen. Man erkennt, dass die Größenverteilung in den alten und neuen Bundesländern sehr ähnlich ist. Den größten Anteil bilden 1-Personenhaushalte. Natürlich heißt das nicht, dass die meisten Menschen in solchen Haushalten leben. Bezieht man sich auf die Bevölkerung in Privathaushalten, lebten im April 2002 in den alten Bundesländern 17.2 % (von 67.820 Mio.) und in den neuen Bundesländern 17.1 % (von 15.003 Mio.) in 1-Personenhaushalten.<sup>5</sup>

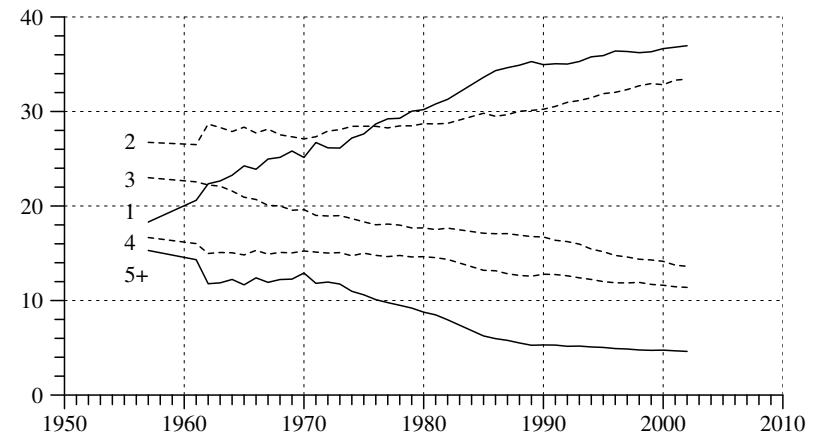
Ein wichtiger Prozess, der bereits in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts eingesetzt hat, besteht in der allmählichen Verringerung der Haushaltsgrößen. Abbildung 5.2-1 illustriert diesen Prozess, wie er im Gebiet der ehemaligen BRD abgelaufen ist.<sup>6</sup> Man erkennt, wie die Anteile von Haushalten mit 1 und 2 Personen größer und die Anteile von Haushalten mit mehr als 2 Personen kleiner geworden sind.

*2. Lebensalter und Haushaltsgröße.* Ein bemerkenswerter Zusammenhang besteht zwischen der Größe des Haushalts, in dem Menschen leben, und

<sup>4</sup>Ausführliche Informationen zum Mikrozensus findet man bei H. Rinne (1996, S. 69ff.) sowie – speziell zu Fragen der Stichprobenkonzeption – bei W. Krug, M. Nourney und J. Schmidt (1999, insb. S. 304ff.). Eine Zusammenstellung der Mikrozensusdaten über Haushalts- und Familienstrukturen gibt es in der Fachserie 1, Reihe 3, des Statistischen Bundesamts. Die gegenwärtig letzte Ausgabe, die sich auf den Mikrozensus im April 2002 bezieht, ist beim Statistischen Bundesamt ([www.destatis.de](http://www.destatis.de)) kostenlos erhältlich.

<sup>5</sup>Fachserie 1, Reihe 3, 2002, Teil 2, Tab. 7.12.

<sup>6</sup>Daten zur Entwicklung seit Mitte des 19. Jahrhunderts findet man bei M. Bretz und F. Niemeyer (1992).



**Abb. 5.2-1** Entwicklung der relativen Anteile (in %) unterschiedlicher Haushaltsgrößen an der Gesamtheit aller Haushalte im Gebiet der früheren BRD. Berechnung aus Daten des Statistischen Bundesamts: Fachserie 1, Reihe 3, Haushalte und Familien 2002, Teil 2, Tab. 7.1.

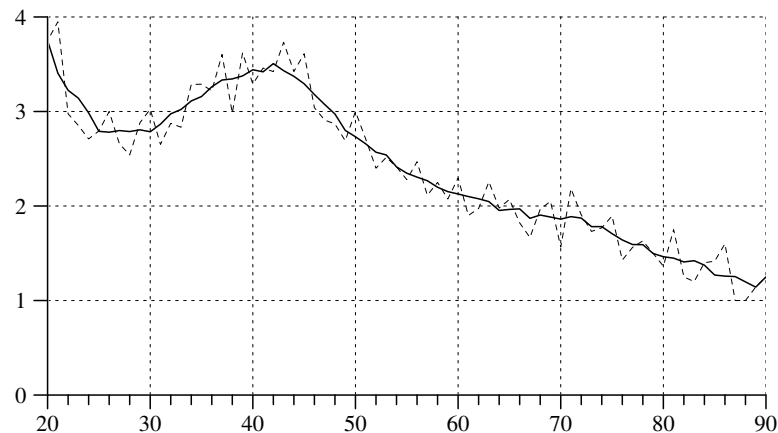
ihrem Alter. Um das sichtbar zu machen, verwenden wir Daten aus dem ALLBUS, eine Abkürzung für *Allgemeine Bevölkerungsumfrage der Sozialwissenschaften*. Diese Datenerhebung wird seit 1980 alle zwei Jahre durchgeführt;<sup>7</sup> hier verwenden wir Daten aus der Erhebung für das Jahr 2000, eine Personentichprobe aus allen deutschsprachigen Personen, die zum Befragungszeitpunkt in Privathaushalten lebten und vor dem 1. Januar 1982 geboren sind.

Die Stichprobe umfasst insgesamt 3804 Personen, davon 2481 aus den alten Bundesländern (einschl. West-Berlin) und 1323 Personen aus den neuen Bundesländern (einschl. Ost-Berlin), im Alter von 18 bis 95 Jahren. Im Folgenden beschränken wir uns auf 2461 Personen aus den alten Bundesländern, bei denen sich die Größe ihres Haushalts feststellen lässt. Jeweils für alle Personen des gleichen Alters kann somit berechnet werden: die durchschnittliche Größe der Haushalte, in denen sie zum Befragungszeitpunkt lebten, und der Prozentanteil der Personen, die in 1-Personenhaushalten lebten. Als Untersuchungseinheiten werden hier also Personen, nicht Haushalte verwendet; die jeweilige Haushaltsgröße wird als eine Eigenschaft der jeweiligen individuellen Lebenssituation angesehen.<sup>8</sup>

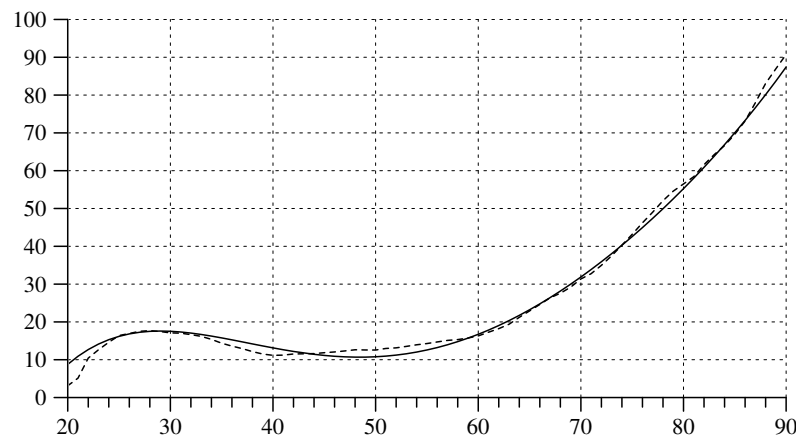
Abbildung 5.2-2 zeigt zunächst die Abhängigkeit der durchschnittlichen Haushaltsgröße vom Alter. Als naheliegende Interpretation kann man vermuten, dass die durchschnittliche Haushaltsgröße zunächst dadurch klei-

<sup>7</sup>Ausführliche Informationen über diese Datenquelle findet man im Internet: <http://www.gesis.org/Datenservice/ALLBUS/index.htm>.

<sup>8</sup>Da es sich um eine Personentichprobe handelt und wir uns auf die Teilstichprobe für die alten Bundesländer beschränken, ist deshalb auch keine Gewichtung erforderlich.



**Abb. 5.2-2** Durchschnittliche Haushaltsgröße (Ordinate) in Abhängigkeit vom Alter (Abszisse), berechnet mit den Daten des ALLBUS 2000 für die alten Bundesländer. Gestrichelt: ungeglättet; durchgezogen: durch gleitende Durchschnitte geglättet.



**Abb. 5.2-3** Prozentanteil der in 1-Personenhaushalten lebenden Personen (Ordinate) in Abhängigkeit vom Alter (Abszisse), berechnet mit den Daten des ALLBUS 2000 für die alten Bundesländer. Geglättet mit gleitenden Durchschnitten (gestrichelt) und einer Splinefunktion (durchgezogene Linie).

ner wird, dass viele Kinder die elterlichen Haushalte verlassen und eigene Haushalte gründen; dann folgt durch Bildung von Partnerschaften und die Geburt von Kindern eine Phase größer werdender Haushalte; und schließlich werden die Haushalte wiederum durch den Auszug von Kindern, aber auch durch Trennungen und Todesfälle immer kleiner. Ganz analog kann

die Altersabhängigkeit des Anteils der Personen in 1-Personenhaushalten interpretiert werden, die in Abbildung 5.2-3 gezeigt wird.<sup>9</sup>

### 5.3 Haushalte und persönliche Netzwerke

In Abschnitt 5.1 wurde bereits darauf hingewiesen, dass persönliche Beziehungen nicht nur innerhalb von Haushalten bestehen, sondern dass die Zugehörigkeit zu einem Haushalt nur einen mehr oder weniger großen Teil der sozialen Einbettung von Menschen ausmacht. Zur empirischen Illustration verwenden wir in diesem Abschnitt Daten aus dem Familiensurvey des Deutschen Jugendinstituts (DJI). Dieser Familiensurvey besteht aus einer Reihe von Datenerhebungen, die seit 1988 durchgeführt wurden.<sup>10</sup> In diesem Abschnitt verwenden wir nur einige Netzwerkdaten aus der 1988 in der damaligen BRD durchgeführten ersten Welle des Familiensurveys, in der 10043 Personen im Alter von 18 bis 55 Jahren befragt wurden.<sup>11</sup>

*1. Erfassung persönlicher Netzwerke.* Um die persönlichen Netzwerke zu erfassen, wurden in den Interviews der ersten Welle folgende Fragen gestellt:

- Mit wem besprechen Sie Dinge, die Ihnen persönlich wichtig sind?
- Mit wem nehmen Sie – ob an Wochenenden oder werktags – regelmäßig gemeinsame Mahlzeiten ein (ohne Kantine und Arbeitsessen)?
- Zu wem haben Sie eine sehr enge gefühlsmäßige Bindung?
- Von wem erhalten Sie ab und zu oder regelmäßig finanzielle Unterstützung?
- An wen geben Sie ab und zu oder regelmäßig finanzielle Unterstützung?
- Mit wem verbringen Sie hauptsächlich Ihre Freizeit?

Während diese Fragen gestellt wurden, wurde eine Liste aller Personen erstellt, die bei mindestens einer der Fragen erwähnt wurden; maximal konnten 20 Personen genannt werden. So entstand für jede Befragungsperson eine Liste mit den von ihr genannten Bezugspersonen, in der für jede Bezugsperson festgestellt wird, welche der in den Fragen thematisierten persönlichen Beziehungen zwischen ihr und der Befragungsperson bestanden.

<sup>9</sup>In dieser Abbildung wird auf eine Darstellung der ungeglätteten Anteilswerte verzichtet, da sie sehr stark schwanken. Beide Glättungsmethoden – mit gleitenden Durchschnitten und mit einer Splinefunktion (die mit der `sp1`-Prozedur des Statistikprogramms TDA berechnet wurde) – führen jedoch zu ähnlichen Ergebnissen.

<sup>10</sup>Die Daten und ausführliche Dokumentationen sind durch das Zentralarchiv für empirische Sozialforschung in Köln erhältlich.

<sup>11</sup>Ausführliche Diskussionen dieser Daten findet man bei Bien und Marbach (1991) und Bien, Marbach und Templeton (1992).

Diese Liste wurde dann durch Namen weiterer Personen ergänzt (sofern vorhanden und nicht bereits in der Liste genannt):

- Eltern der Befragungsperson.
- Eltern des Ehe- oder Lebenspartners der Befragungsperson.
- Kinder der Befragungsperson.
- Weitere Personen aus dem Haushalt (ggf. auch mehreren Haushalten) der Befragungsperson.
- Weitere Personen, die von der Befragungsperson als Mitglieder ihrer Familie betrachtet werden (vgl.u. § 4).

Schließlich wurde für jede Bezugsperson, die auf der Liste genannt wurde, auch noch ermittelt:

- Ihr Geschlecht,
- ihr Alter (zum Interviewzeitpunkt) und
- welche der folgenden Beziehungen zwischen ihr und der Befragungsperson bestand: Ehepartner/Partner, geschiedener Partner/Expartner; eigenes Kind; Kind des Partners; Pflegekind; Schwiegersohn/-tochter; eigene Eltern; Eltern des Partners; eigene Geschwister; Geschwister des Partners; Großeltern/Urgroßeltern; Enkel; sonstige Verwandte; Freundeskreis; Arbeits- oder Studienkollege; Vereinsmitglied; Nachbarn; Sonstiges.

Auf diese Weise entstand für jede Befragungsperson eine Liste, die gewissermaßen ihr *persönliches Netzwerk* darstellt.<sup>12</sup>

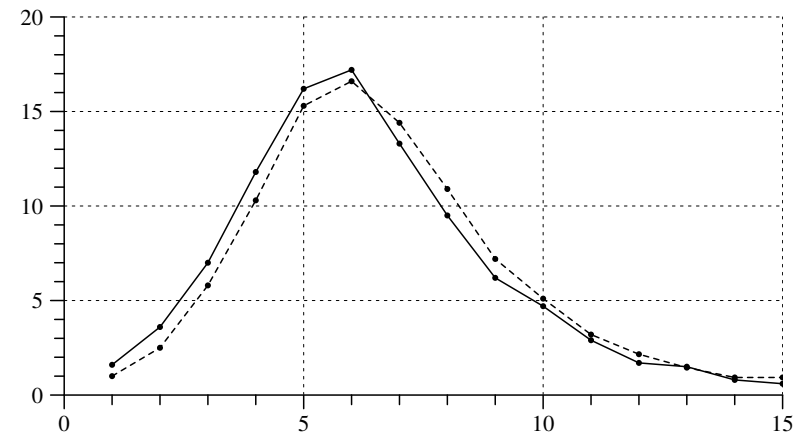
**2. Anzahl der Bezugspersonen.** Von den befragten Personen haben 9985 mindestens eine Bezugsperson angegeben,<sup>13</sup> 4521 Männer mit insgesamt 29495 Bezugspersonen und 5464 Frauen mit insgesamt 37848 Bezugspersonen; Tabelle 5.3-1 zeigt die Häufigkeitsverteilungen, Abbildung 5.3-1 zeigt sie in graphischer Darstellung. Die durchschnittliche Anzahl der Bezugspersonen ist bei den Frauen mit 6.9 geringfügig größer als bei den Männern mit 6.5.

Differenziert man nach dem Alter der Befragungspersonen, ergibt sich, wie durch Abbildung 5.3-2 verdeutlicht wird, zunächst eine Zunahme, dann mit steigendem Alter eine Abnahme der Anzahl der Bezugspersonen.

**3. Bezugspersonen innerhalb und ausserhalb der Haushalte.** Wie erwähnt worden ist, können die Bezugspersonen danach unterschieden werden, ob sie zum Haushalt der Befragungsperson gehören oder nicht. Insgesamt sind bei den Bezugspersonen der Männer 71.3% und bei den Bezugspersonen

<sup>12</sup>Man kann jedoch nur in einem eingeschränkten Sinn von einem ego-zentrierten Netzwerk sprechen, da Beziehungen zwischen den Bezugspersonen nicht erfasst wurden.

<sup>13</sup>Bei den übrigen 58 Befragungspersonen weiß man nicht genau, ob sie die Fragen nicht beantwortet haben oder keine Bezugspersonen hatten.



**Abb. 5.3-1** Häufigkeitsverteilungen (in %) für die Anzahl der Bezugspersonen bei männlichen (durchgezogen) und weiblichen (gestrichelt) Befragungspersonen. Daten aus Tabelle 5.3-1.

**Tabelle 5.3-1** Häufigkeitsverteilungen für die Anzahl der Bezugspersonen bei männlichen und weiblichen Befragungspersonen im DJI-Familiensurvey 1988.

Anzahl Bezugspersonen	Männer		Frauen	
	Anzahl	v.H.	Anzahl	v.H.
1	71	1.6	57	1.0
2	163	3.6	135	2.5
3	317	7.0	315	5.8
4	532	11.8	564	10.3
5	733	16.2	838	15.3
6	778	17.2	908	16.6
7	599	13.3	785	14.4
8	428	9.5	593	10.9
9	280	6.2	392	7.2
10	211	4.7	279	5.1
11	129	2.9	172	3.2
≥ 12	280	6.2	426	7.8
Insgesamt	4521	100	5464	100

der Frauen 71.6% keine Mitglieder des jeweiligen Haushalts. Wie Abbildung 5.3-3 zeigt, verändern sich die Anteilswerte mit dem Alter der Befragungsperson.

Da es in dieser Hinsicht kaum Unterschiede zwischen Männern und Frauen gibt, wurde auf eine Unterscheidung verzichtet. Für jedes Alter der Befragungspersonen (18 bis 55 Jahre) wurde berechnet, wieviel Prozent der Bezugspersonen zum Haushalt der Befragungspersonen gehören. Abbildung 5.3-3 zeigt den mithilfe gleitender Durchschnitte geglätteten Verlauf. Man erkennt, dass der Anteil der Bezugspersonen innerhalb des



**Abb. 5.3-2** Durchschnittliche Anzahl von Bezugspersonen (Ordinate) in Abhängigkeit vom Alter der Befragungspersonen (Abszisse), berechnet mit den Daten des DJI-Familiensurveys 1988. Darstellung durch gleitende Durchschnitte.



**Abb. 5.3-3** Prozentanteile der Bezugspersonen, die zum Haushalt der Befragungsperson gehören (Ordinate), in Abhängigkeit vom Alter der Befragungspersonen (Abszisse); berechnet mit den Daten des DJI-Familiensurveys 1988. Darstellung durch gleitende Durchschnitte.

Haushalts zunächst kleiner (und dementsprechend der Anteil von Bezugspersonen außerhalb des Haushalts größer) wird, dann bis zu einem Alter von etwa 45 Jahren eine umgekehrte Entwicklung eintritt und schließlich der Anteil von Bezugspersonen im gleichen Haushalt erneut kleiner wird.

Bemerkenswert sind auch die Zusammenhänge zwischen der Haushaltsgröße und der Größe des persönlichen Netzwerks (Anzahl der Bezugspersonen). Wie Tabelle 5.3-2 zeigt, nimmt zwar die Netzwerkgröße zwar mit

**Tabelle 5.3-3** Befragungspersonen und ihre Bezugspersonen im DJI-Familiensurvey 1988, differenziert nach der Haushaltsgröße der Befragungspersonen.

Haush.-größe	Anzahl Befragungspersonen	Anzahl Bezugspersonen pro Befragungsperson	Anteil Bezugspersonen außerhalb des Haushalts
1	1181	6.0	100.0
2	2371	6.2	79.5
3	2806	6.5	64.2
4	2483	7.3	55.5
5	813	7.8	47.6
≥ 6	331	8.8	40.3

**Tabelle 5.3-3** Nach Beziehungen zu den Befragungspersonen differenzierte Bezugspersonen. Außerdem wird angegeben, wieviele der Bezugspersonen von den Befragungspersonen als Familienmitglieder betrachtet werden.

Beziehung zur Befragungsperson	Anzahl Bezugspersonen	davon Familienmitglieder	
		Anzahl	in %
Ehepartner/Partner	8204	6935	84.5
Geschieden/Expartner	252	67	26.6
Eigenes Kind	11721	10541	89.9
Kind des Partners	432	343	79.4
Pflegekind	81	59	72.8
Schwiegersohn/-tochter	515	439	85.2
Eigene Eltern	13221	8603	65.1
Eltern des Partners	9453	3355	35.5
Eigene Geschwister	6794	5402	79.5
Geschwister des Partners	1354	854	63.1
Großeltern/Urgroßeltern	1220	940	77.1
Enkel	508	407	80.1
Sonstige Verwandte	3429	2358	68.8
Freundeskreis	8340	383	4.6
Arbeits-/Studienkollege	636	17	2.7
Vereinsmitglied	274	13	4.7
Nachbarn	206	8	3.9
Sonstiges	445	136	30.6
Keine Angabe	258	145	56.2

der Haushaltsgröße zu (was bereits aufgrund der Datenerhebung zu erwarten ist), jedoch keineswegs proportional. Die persönlichen Netzwerke von Personen, die in 1-Personenhaushalten leben, sind im Durchschnitt nicht wesentlich kleiner als diejenigen von Personen, die in größeren Haushalten leben.

4. *Umgangssprachliches Reden von Familien.* Nachdem die persönlichen Netzwerke erfasst worden sind, wurde den Befragungspersonen auch noch folgende Frage gestellt: „Nennen Sie mir zum Schluß bitte die Nummern

**Tabelle 5.3-4** Nach Beziehungen zu den Befragungspersonen differenzierte Bezugspersonen. Jeweils gesondert für Bezugspersonen, die dem Haushalt der Befragungsperson angehören und nicht angehören, wird die Anzahl angegeben sowie der Prozentanteil derjenigen Bezugspersonen, die von den Befragungspersonen als Familienmitglieder betrachtet werden.

Beziehung zur Befragungsperson	Mitglieder des Haushalts		keine Mitglieder des Haushalts	
	Anzahl	% Fam.Mitglied	Anzahl	% Fam.Mitglied
Ehepartner/Partner	6652	93.8	1552	45.0
Geschieden/Expartner	10	80.0	242	24.4
Eigenes Kind	8173	95.7	3548	76.7
Kind des Partners	196	97.5	236	64.4
Pflegekind	33	100.0	48	54.2
Schwiegersonn/-tochter	27	92.6	488	84.8
Eigene Eltern	2438	95.8	10783	58.1
Eltern des Partners	196	78.1	9257	34.6
Eigene Geschwister	908	95.8	5886	77.0
Geschwister des Partners	25	68.0	1329	63.0
Großeltern/Urgroßeltern	136	90.4	1084	75.4
Enkel	27	92.6	481	79.4
Sonstige Verwandte	87	75.9	3342	68.6
Freundeskreis	167	24.6	8173	4.2
Arbeits-/Studienkollege	16	6.3	620	2.6
Vereinsmitglied	4	100.0	270	3.3
Nachbarn	2	50.0	204	3.4
Sonstiges	60	43.3	385	28.6
Keine Angabe	60	88.3	198	46.5

der Personen, *die Sie persönlich zu ihrer Familie zählen* bzw. schreiben Sie diese Personen neu auf Ihre Liste, falls sie bisher noch nicht aufgeführt sind.“ Somit können die Netzwerkdaten des Familiensurveys auch verwendet werden, um Einsichten in das umgangssprachliche Reden von Familien zu gewinnen.

Wie Tabelle 5.3-3 zeigt, muss es sich beim umgangssprachlichen Reden von Familienmitgliedern nicht unbedingt um verwandte Personen handeln; andererseits werden verwandte Personen auch nicht unbedingt als Familienmitglieder betrachtet.

In Tabelle 5.3-4 werden die Bezugspersonen außerdem danach unterschieden, ob sie zum Haushalt der Befragungsperson gehören oder nicht. Jeweils wird der Prozentanteil derjenigen Bezugspersonen angegeben, die von den Befragungspersonen als Familienmitglieder betrachtet werden. Offenbar gibt es nicht nur zahlreiche Familienmitglieder außerhalb der jeweiligen Haushalte, sondern auch zahlreiche Personen, die zwar den Haushalten angehören, jedoch nicht als Familienmitglieder angesehen werden.

## Teil II

# Begriffsbildungen und Methoden



# Kapitel 1

## Der räumliche Kontext

### 1.1 Zum Reden von Räumen

1. Abstrakte und materielle Räume.
2. Können Räume beschrieben werden?
3. Materielle Räume und Einbettungen.
4. Materielle Räume als Handlungsbedingungen.
5. Ein empirischer Begriff sozialer Räume.
6. Objektive Räume und subjektive Raumwahrnehmungen.
7. Bevölkerungen sozialer Räume.
8. Metaphorisches Reden von sozialen Räumen.

### 1.2 Materielle Kultur und Natur

1. Kultur als Kontrast zur Natur.
2. Differenzierungen des Kulturbegriffs.
3. Erscheinungsformen der materiellen Kultur.
4. Materielle Kultur und Natur.
5. Der poetische Kulturbegriff.

In der Einleitung wurde das Reden von Gesellschaften und gesellschaftlichen Verhältnissen unterschieden. Unter einer Gesellschaft wird in diesem Text eine irgendwie abgegrenzte Menge von Menschen verstanden, mit dem Ausdruck ‘gesellschaftliche Verhältnisse’ soll in einer jeweils zu präzisierenden Weise auf Aspekte der Lebensbedingungen der Mitglieder einer Gesellschaft verwiesen werden. Ein elementarer Aspekt betrifft den räumlichen Kontext, in dem die Mitglieder einer Gesellschaft leben. In diesem Kapitel wird besprochen, wie im Weiteren davon gesprochen werden soll. Im ersten Abschnitt beschäftigen wir uns mit der Frage, wie man von Räumen und insbesondere von sozialen Räumen sprechen kann. Daran schließen sich im zweiten Abschnitt Überlegungen zu einem materiellen bzw. poetischen Kulturbegriff an.

### 1.1 Zum Reden von Räumen

*1. Abstrakte und materielle Räume.* Von Räumen kann in unterschiedlichen Bedeutungen gesprochen werden. Eine grundlegende Unterscheidung kann zwischen abstrakten und materiellen Raumkonzeptionen gemacht werden. Abstrakte Raumbegriffe werden in der Mathematik ausgearbeitet (insbesondere Vektorräume und topologische Räume in ihren verschiedenen Varianten). Abstrakt sind diese Raumkonzeptionen, weil der ontologische Status der Raumelemente, auf die gedanklich Bezug genommen wird,

indem ein Raum als eine Menge von Raumelementen (von „Punkten“ oder „Vektoren“) eingeführt wird, undefiniert bleibt. Dagegen gehen alle Raumvorstellungen, durch die sich Menschen im praktischen Leben orientieren, von einer gegenständlichen Welt aus, in der sie sich befinden und der sie als körperliche Wesen angehören. Ich spreche deshalb von einem *materiellen Raumbegriff*, womit also gemeint sein soll, dass die Existenz eines materiellen Substrats für die Begriffsbildung vorausgesetzt wird.<sup>1</sup>

Folgende Bemerkung des Geographen Robert D. Sack kann zur Verdeutlichung der Unterscheidung dienen:

„The problem of analysing space is compounded because whatever may be said of space at the level of theoretical physics and philosophy, at the terrestrial level, geographic space is not empty. It is filled with matter and energy, or substance. The fact that people discuss this space, describe it, and analyse it, means that they are conceptually – not actually – isolating and separating space from substance. When we refer to space and its properties in this book we are referring therefore to a system which is conceptually, not actually, separable from facts and their relationships.“ (Sack 1980, S. 4)

Folgt man dieser Ausdrucksweise, ist ein materieller Raum wie auch immer „gefüllt“ mit Materie und Energie, oder anders formuliert: Ein materieller Raum existiert gegenständlich, etwa als ein Gebäude, eine Straße, eine Landschaft oder generalisierend als ein Gebiet der Erde.

Weniger klar ist jedoch die Bemerkung, dass abstrakte Raumvorstellungen dadurch entstehen, dass sie von den Objekten, aus denen ein materieller Raum besteht, abgelöst werden. Denn wollte man versuchen, von diesen Objekten zu abstrahieren, bliebe nichts übrig, worüber man noch reden könnte. Wohl ist es möglich, sich bei der Darstellung eines materiellen Raums auf räumliche Aspekte der jeweiligen Objekte zu konzentrieren, d.h. auf räumliche Beziehungen innerhalb und zwischen diesen Objekten. Dabei wird aber offenbar von den Objekten nicht abstrahiert, vielmehr werden sie in ihren räumlichen Aspekten beschrieben. Man mag hierin immer noch eine Abstraktion sehen, da bei einer solchen Darstellung viele (aber keineswegs alle) nicht-räumliche Aspekte der jeweiligen Objekte unberücksichtigt bleiben. Aber es ist nicht diese Abstraktion, durch die die abstrakten Räume der Mathematik entstehen. Vektorräume und topologische Räume sind keine materiellen Räume, bei denen man sich die Objekte „weggedacht“ hat. Es erscheint angemessener, sie als begriffliche Konstruktionen aufzufassen, die sich im übrigen auch von den räumlichen Vorstellungen, die sich Menschen im Hinblick auf materielle Räume bilden können, in der Entwicklung der modernen Mathematik zunehmend entfernt haben.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mit diesem gedanklichen Ansatz soll auch erreicht werden, dass man die m.E. unfruchtbare Entgegensetzung von „relationalen“ und „Behälterauffassungen des Raums“ außer Acht lassen kann. Man vgl. zu dieser vermeintlichen Kontroverse z.B. die Ausführungen von Dieter Läßle (1991, S. 189ff.) und Martina Löw (2001, S. 24ff.).

<sup>2</sup>Zur Entwicklung des Redens von Räumen in der Mathematik vgl. H. Mehrstens

Hier muss auch erwähnt werden, dass es noch einen vollständig unspezifischen Sprachgebrauch gibt, der das Wort ‘Raum’ gleichbedeutend mit dem Wort ‘Menge’ verwendet. Als Beispiel kann man an Merkmalsräume statistischer Variablen denken, die als Mengen von Attributen definiert sind, ohne in irgendeiner Weise auf räumliche Vorstellungen zu verweisen. Ein weiteres Beispiel liefert die Auffassung des Geographen Anthony Gatrell (1983, S. 4), „that *any* relation defined on a set of objects creates a space.“ Beispiele für ein bloß metaphorisches Reden von „sozialen Räumen“ werden in § 8 besprochen.

2. *Können Räume beschrieben werden?* Anhand dieser Frage kann die Unterscheidung zwischen abstrakten (mathematischen) und materiellen Räumen noch einmal erläutert werden. In der Mathematik werden Räume nicht beschrieben, sondern konstruiert. Man kann auch nicht sinnvoll davon sprechen, dass diese Räume wahrgenommen oder gar beobachtet werden könnten, worauf sich dann die Idee einer Beschreibung beziehen könnte. Wenn gleichwohl von Eigenschaften solcher Räume gesprochen wird, sind Feststellungen gemeint, die sich aus willkürlichen Voraussetzungen ableiten lassen. In beiden Hinsichten verhält es sich bei materiellen Räumen anders. Insofern sie aus Objekten bestehen, können sie wahrgenommen und beschrieben werden. Zum Beispiel können Wohnungen, Gärten und Landschaften wahrgenommen und beschrieben werden. Dem entspricht, dass Menschen materielle Räume nicht willkürlich durch bloß gedankliche Operationen konstruieren können, sondern zunächst als objektive Gegebenheiten vorfinden. (Diese Feststellung schließt es natürlich nicht aus, dass die vorgefundenen materiellen Räume, d.h. die Objekte und ihre Anordnungen, in vielen Fällen umgestaltet werden können.)

Allerdings zielt die Beschreibung eines materiellen Raums nur indirekt auf die Objekte, die den Raum bilden. Vielmehr geht es um räumliche Aspekte des jeweils gegebenen Arrangements, und zwar in zweierlei Hinsicht: Einerseits können sowohl die jeweils vorhandenen Objekte in ihren räumlichen Ausdehnungen als auch die räumlichen Beziehungen zwischen ihnen beschrieben werden; andererseits kann man versuchen, Möglichkeiten der Bewegung sowohl der vorhandenen als auch hinzugedachter fiktiver Objekte festzustellen. Zum Beispiel kann man sich, wenn man eine Wohnung *als einen Raum* thematisiert, einerseits auf die vorhandenen Objekte beziehen, andererseits aber auch darstellen, wo neue Objekte plaziert werden könnten oder in welcher Weise sich Menschen in der Wohnung aufhalten und bewegen könnten.<sup>3</sup>

(1990, S. 42ff.). Speziell zu Verallgemeinerungen *geometrischer* Begriffsbildungen findet man auch informative Ausführungen bei Linda D. Henderson (1983, insb. Kap. 1: The Nineteenth-Century Background).

<sup>3</sup>Bezugnahmen auf räumliche Beziehungen spielen also eine zentrale Rolle; dennoch unterscheidet sich der hier verwendete materielle Raumbegriff von einer relationalen Raumauffassung, die von Clifford A. Hooker (1971, S. 97) folgendermaßen charakteri-

Ich möchte auch betonen, dass materielle Räume nicht mit „physikalischen Räumen“ (in der Physik mit physikalischen Begriffsbildungen konzipierten und diskutierten Raumvorstellungen) verwechselt werden dürfen. Wie schon die bisher angeführten Beispiele verdeutlichen, soll der Begriff eines materiellen Raums in keiner Weise einen Gegensatz zu kulturellen Gestaltungen der menschlichen Umwelt andeuten. Die materiellen Räume, in denen Menschen leben, sind immer auch „Kulturräume“ im Sinne der folgenden Bemerkung von Peter Atteslander:

„Zwar kann ein bestimmter Raum geometrisch ausgemessen werden, gesellschaftlich betrachtet aber ist er immer und entscheidend Kulturraum, verstanden als sekundäre Umwelt des Menschen, von ihm angeeignet, transformiert und mit Symbolen belegt.“ (Atteslander 1976, S. 13)

Einen materiellen Raum zu beschreiben, bedeutet also keineswegs nur oder in erster Linie, ihn physikalisch (mit physikalischen Begriffen) zu beschreiben. Insofern der Begriff, insbesondere im Kontext der Sozialstrukturforschung, auf „Lebensräume“ von Menschen verweist, sind vielmehr Beschreibungsformen zu verwenden, die zeigen und verständlich machen, wie diese Räume von Menschen genutzt werden.

*3. Materielle Räume und Einbettungen.* Insofern materielle Räume durch gegenständliche Objekte definiert sind, kann man beliebig viele Räume dieser Art empirisch fixieren; zum Beispiel: eine bestimmte Wohnung, eine bestimmte Landschaft, eine bestimmte Stadt, ein bestimmtes Straßennetz. Jedes empirisch gemeinte Reden setzt implizit oder explizit einen materiellen Raum voraus, der einen Kontext für Feststellungen von Sachverhalten bildet. Dabei ist eine genaue Angabe und Abgrenzung der den Raum bildenden Objekte in den meisten Fällen weder möglich noch erforderlich. Man kann zum Beispiel das Geschehen auf einem Kinderspielplatz beschreiben, ohne im einzelnen alle Objekte anzugeben, deren Gesamtheit den Spielplatz als einen materiellen Raum ausmacht. Wichtig ist indessen die Vorstellung, dass jeder bestimmte materielle Raum in umfassendere Räume eingebettet ist. So ist der Spielplatz vielleicht Teil eines Stadtteils, der zu einer Stadt gehört, die wiederum einen Teil der Erdoberfläche bildet. So kann man schließlich die Vorstellung eines umfassenden materiellen Raums bilden, der alle empirisch fixierbaren materiellen Räume enthält.<sup>4</sup>

---

siert wird: „The Relational Doctrine of Space is the doctrine that physical space consists of (no more than) relations among physical objects.“ Im Unterschied dazu besteht ein materieller Raum aus materiellen Objekten, nicht aus den Beziehungen zwischen ihnen. Tatsächlich führt die relationale Raumauffassung, wie Hooker ausführlich diskutiert, zu zahlreichen begrifflichen und logischen Schwierigkeiten.

<sup>4</sup>Die Vorstellungen, die sich Menschen von diesem umfassenden Raum (Welt, Universum) machen können, hängen von ihren Erfahrungen ab. Rückblickend kann man auch von einer menschlichen Geschichte sprechen, in der sich solche Vorstellungen gebildet und verändert haben. Man muss indessen zur Kenntnis nehmen, dass sich *über* das Universum keine bestimmten Aussagen machen lassen, weil es per Definition nicht von

*4. Materielle Räume als Handlungsbedingungen.* Fragt man danach, wo und wie Menschen leben, muss offenbar auf materielle Räume Bezug genommen werden. Es sind materielle Räume, denen die Menschen, insofern sie selbst materielle Objekte sind, angehören. Im Unterschied zu abstrakten Räumen können die materiellen Räume, in denen Menschen leben, auch als Handlungsbedingungen aufgefasst werden, von denen ihre Handlungsmöglichkeiten mehr oder weniger abhängig sind. Als Beispiel kann man daran denken, dass räumliche Bewegungsmöglichkeiten von der Beschaffenheit des materiellen Raums abhängig sind (wobei diese allgemeine Formulierung auch und insbesondere Gestaltungen des materiellen Raums zur Ermöglichung räumlicher Bewegungen meint, also Gestaltungen durch Wege, Straßen, Brücken, Eisenbahnverbindungen usw.).

In der Literatur wird gelegentlich betont, dass man sich die Abhängigkeit von materiellen Räumen nicht als eine „kausale Determination“ vorstellen soll. So wendet sich z.B. Benno Werlen gegen einen „Geodeterminismus“, den er folgendermaßen definiert:

„*Geodeterminismus*, häufig auch synonym für Umwelt- oder *Naturdeterminismus* verwendet, ist ein Sammelbegriff für Ansätze geographischer Forschung, welche die kausale (Vor-) Bestimmtheit menschlichen Handelns durch den Raum bzw. die Natur postulieren. Gemäß der Grundthesen des Geodeterminismus sind alle menschlichen Kulturen und Gesellschaften als Ausdrucksformen natürlicher Bedingungen anzusehen und ursächlich auf diese zurückzuführen.“ (Werlen 2000, S. 383)

Wird „Geodeterminismus“ auf diese Weise definiert, handelt es sich offensichtlich um eine falsche Auffassung, denn die Annahme, dass Menschen in ihrem Verhalten vollständig durch ihre jeweilige materielle Umwelt determiniert werden, ist offenbar falsch. Allerdings führt diese Kritik bei Werlen nicht zu der relevanten Anschlussfrage: *wie* Menschen von ihrer materiellen Umwelt abhängig sind und durch sie beeinflusst werden, sondern er versucht, dieser Frage gewissermaßen ihre Grundlage zu entziehen, indem er sich grundsätzlich gegen materielle Raumbegriffe wendet, etwa in folgender Weise:

„In der klassischen Anthropogeographie wird »Raum« gemäß Bartels (1974) mit »physischer Umwelt« gleichgesetzt. In der geodeterministischen Variante wird sie als die Verursacherin menschlicher Tätigkeiten begriffen, in der possibilistischen als Begrenzungsinstanz menschlicher Selbstverwirklichung. Beide Konzeptionen setzen aber »Raum« mit »physischer Umwelt« gleich, und die Verdinglichung setzt schon ein, bevor man sich bewußt wird, daß »Raum« eigentlich immer nur »Raumbegriff« heißen kann.“ (Werlen 1997, S. 231)

Diese Kritik am materiellen Raumbegriff ist jedoch nicht hilfreich. Denn

---

etwas Anderem unterschieden und nicht von außen betrachtet werden kann. – Das daraus resultierende Erkenntnisproblem ist gut reflektierbar anhand des Romans „Welt am Draht“ von Daniel F. Galouye (1965).

erstens handelt es sich nicht um eine „Verdinglichung“ eines eigentlich abstrakten Raumbegriffs, sondern der Begriff meint explizit einen Komplex materieller Objekte.<sup>5</sup> Zweitens zielt der materielle Raumbegriff nicht auf eine „physische Umwelt“, wenn damit (wie im ersten Zitat nahegelegt wird) ein Gegensatz zu einer durch Menschen kulturell gestalteten Umwelt gemeint ist. Die Begriffsbildung ist vielmehr vollständig neutral gegenüber Unterscheidungen zwischen Natur und Kultur (darauf wird im nächsten Abschnitt genauer eingegangen).

5. *Ein empirischer Begriff sozialer Räume.* Will man der Frage nachgehen, wie Menschen von materiellen Räumen abhängig sind und durch sie „bestimmt“ werden, ist es zunächst erforderlich, sich auf *soziale Räume* zu beziehen, in denen Menschen leben. Mit diesem Begriff sind hier also materielle Räume gemeint, in denen Menschen leben und die von ihnen mehr oder weniger umfassend als ihre Lebensräume gestaltet worden sind.<sup>6</sup> Insofern handelt es sich um einen empirischen Begriff sozialer Räume, der von bloß metaphorischen Redeweisen (mit denen wir uns in § 8 beschäftigen) zu unterscheiden ist.

Eine weitgehend ähnliche Bedeutung hat der von Anthony Giddens (1988, S. 170) vorgeschlagene Ortsbegriff:

„In Orten (»locales«) wird der Raum als *Bezugsrahmen* für Interaktion verfügbar gemacht, während umgekehrt diese Interaktionsbezugsrahmen für die Spezifizierung der *Kontextualität* des Raumes verantwortlich sind. [...] Es ist normalerweise möglich, Orte unter Rekurs auf ihre physischen Eigenschaften zu bezeichnen, entweder als Eigenschaften der materiellen Welt oder, gebräuchlicher, als Kombinationen jener Eigenschaften und menschlicher Artefakte. Aber es ist ein Irrtum, anzunehmen, daß Orte ausschließlich in dieser Perspektive beschrieben werden können – dieselbe Form des Irrtums, die der Behaviourismus im Hinblick auf die Beschreibung menschlichen Handelns begangen hat. Ein »Haus« wird als solches nur erfaßt, wenn der Beobachter erkennt, daß es sich um eine »Wohnung« mit einer Reihe anderer Eigenschaften handelt, die sich aus dem jeweiligen spezifischen Gebrauch im menschlichen Handeln ergeben.

Orte gibt es in den verschiedensten Größenordnungen: es kann sich handeln um ein Zimmer in einem Haus, um eine Straßenecke, um die Gewerberäume einer Fabrik, um Kleinstädte so gut wie Großstädte, schließlich sogar um die von Nationalstaaten beanspruchten territorial begrenzten Gebiete.“

Wie Giddens von einer Pluralität von Orten können wir von einer Vielzahl

<sup>5</sup>Ähnlich verfehlt ist deshalb auch die Kritik von Martina Löw (2001, S. 35) am „territorialen Raumbegriff“ der Stadt- und Regionalsoziologie, dem sie vorwirft, dass es sich „um eine Verdinglichung von Räumen zu Territorien“ handelt. Dass mit diesem Raumbegriff von unterschiedlichen subjektiven Wahrnehmungen und Bewertungen individueller Handlungsräume abstrahiert wird, kann sicherlich nicht zur Kritik an der Begriffsbildung verwendet werden. (Vgl. auch unten § 6.)

<sup>6</sup>Man kann vermuten, dass eine solche Idee sozialer Räume auch sprachlich den Ausgangspunkt für allgemeinere Raumbegriffe gebildet hat; vgl. die Hinweise bei O. F. Bollnow (2000, S. 33).

sozialer Räume sprechen. Dies entspricht der in § 3 getroffenen Feststellung, dass man empirisch beliebig viele Räume fixieren kann, wobei jedoch stets die Möglichkeit besteht, sie in umfassendere Räume einzubetten. Wichtig ist weiterhin Giddens Hinweis, dass Beschreibungen sozialer Räume einen gedanklichen Rückgriff auf Menschen erfordern, die diese Räume nutzen und ggf. auch gestaltet haben.<sup>7</sup>

6. *Objektive Räume und subjektive Raumwahrnehmungen.* Es ist allerdings wichtig, den Begriff eines sozialen Raums nicht nur von physikalischen Raumdefinitionen bzw. Raumbeschreibungen zu unterscheiden, sondern auch von subjektiven Raumwahrnehmungen. Wenn von sozialen Räumen gesprochen wird, sind objektivierbare Sachverhalte im Unterschied zu subjektiven Raumwahrnehmungen oder -vorstellungen gemeint. Als Beispiel kann man an eine Straßenkreuzung denken. Wenn man sie als einen sozialen Raum beschreibt, meint man einen empirisch zugänglichen materiellen Sachverhalt, eben die Straßenkreuzung als einen objektiv gegebenen Rahmen für bestimmte Handlungsmöglichkeiten, zu dem natürlich auch ggf. anwesende Verkehrsteilnehmer gehören. Andererseits kann man sich darauf beziehen, wie diese Straßenkreuzung von Menschen wahrgenommen, erinnert, erlebt, gefürchtet oder wie auch immer als bedeutsam empfunden wird; aber dann redet man nicht über die Straßenkreuzung, sondern über Vorstellungen von Menschen.

Wenn man diese Unterscheidung nicht trifft, kommt es leicht zu Verwechslungen zwischen realen Räumen und subjektiven Einbildungen,<sup>8</sup> oder es entsteht eine falsche Dichotomie, wie z.B. in folgenden Ausführungen

<sup>7</sup>Das ist auch von anderen Autoren betont worden, wie folgende Ausführungen von Bernd Hamm zeigen: „Wie immer wir Raum wahrnehmen, wie immer wir ihn für unsere Zwecke verwenden, ihn uns aneignen, indem wir uns darin bewegen, darauf bauen oder darin nach Bodenschätzen suchen, immer ist dieser Vorgang sozial vermittelt, will heißen: durch soziale Erfahrung vorgeprägt. Es gibt für uns keinen „Raum an sich“, es gibt für uns nur Räume, denen wir mehr oder weniger Bedeutung zuschreiben. Und dieses Zuschreiben von Bedeutung, dieses Symbolisieren, ist keine Eigenschaft, die ein „Raum an sich“ in sich trüge, es ist eine „durch seelische Inhalte erzeugte“ Tatsache (Simmel 1908, S. 461), eine Eigenschaft, die dem Raum deswegen zukommt, weil er in sozialen Abläufen produziert und seine Wahrnehmung in sozialen Prozessen erlernt worden ist. Türen und Fenster, Verkehrszeichen und Wirtshausschilder, Wege und Parkanlagen, Türme und Brücken, Teppiche und Spiegel werden nicht als „Phänomene an sich“ wahrgenommen, sondern immer in einer sozialen Bedeutung interpretiert und fortlaufend daraufhin befragt, welche Verhaltensweisen sie nahelegen oder ausschließen.“ (Hamm 1982, S. 24f.) Diese Ausführungen setzen offenbar voraus, dass soziale Räume als materielle Räume betrachtet werden, aber gleichwohl nicht (oder jedenfalls nicht nur) in einer physikalischen Betrachtungsweise, sondern im Hinblick auf eine den Raum nutzende und gestaltende menschliche Praxis.

<sup>8</sup>Diese Verwechslung findet man z.B. in M. Löws Arbeit zur Raumsoziologie, in der sie an mehreren Stellen (S. 43, 53, 112) nahe legt, dass es an einem Ort gleichzeitig mehrere Räume geben kann. Die Autorin meint vermutlich, dass derselbe materielle Raum von mehreren Menschen unterschiedlich wahrgenommen werden kann. Aber man kann dann bestenfalls metaphorisch davon sprechen, dass diese Menschen in unterschiedlichen Räumen leben.

von Ulfert Herlyn (1990):

„Sozialwissenschaftliche Erörterungen des Raumsproblems beginnen in der Regel mit der Feststellung, daß nicht der physikalische Raum in seiner objektiven Realität gemeint ist, sondern „immer der im Erleben und Handeln erschlossene Raum“ [...].“ (S. 9) „Die Subjektivität im Aneignungskonzept bedeutet, daß bestimmte Räume von verschiedenen sozialen Gruppen je nach ihrer Sozialisation und ihrer sozio-kulturellen Situation ganz unterschiedlich wahrgenommen, verfügbar gemacht und bewertet werden. „Je nach Erziehung, Schulbildung, Beruf – kurz: je nach sozialer Lage nehmen Menschen ihre Umwelt unterschiedlich wahr“ (Siewert 1974, S. 147), weil je nach sozialer Lage die kulturellen Werte und insofern auch die Bedeutungen, die der dinglichen Umwelt zugeschrieben werden und wahrscheinlich ebenfalls die die Bedeutungen repräsentierenden Symbole, variieren werden.“ (S. 13)

Natürlich möchte ich nicht bestreiten, dass man sich für subjektive Raumwahrnehmungen interessieren kann. In der Sozialstrukturforschung sind jedoch objektivierbare Aussagen über die sozialen Räume relevant, in denen Menschen tatsächlich leben. Wie bereits betont worden ist, sind diese Räume nicht damit identisch, was in der Sprache der Physik über sie gesagt werden kann.<sup>9</sup>

*7. Bevölkerungen sozialer Räume.* Die Idee, dass Menschen als Teile eines materiell definierten sozialen Raums betrachtet werden können, findet sich bereits bei Emile Durkheim. In einer Notiz über „soziale Morphologie“ (1898) schrieb Durkheim:

„Social life rests upon a substratum which is determinate both in its extent and in its form. It is composed of the mass of individuals who comprise the society, the manner in which they are disposed upon the earth, and the nature and configuration of objects of all sorts which affect collective relations. Depending on whether the population is more or less sizable, more or less dense; depending on whether it is concentrated in cities or dispersed in the countryside; depending on the way in which the cities and the houses are constructed; depending on whether the space occupied by the society is more or less extensive; depending on the borders which define its limits, the avenues of communication which traverse it, and so forth, this social substratum will differ. From another point of view, the constitution of this substratum directly or indirectly affects all social phenomena, just as all psychic phenomena are placed in mediate or immediate relationship with the brain. Thus, we have a whole collection of problems which are of obvious interest to sociology and which, because they all refer to a single and identical object, must come within the jurisdiction of a single science. It is this science which we propose to call *social morphology*.“ (S. 88)

<sup>9</sup>Auch folgende Bemerkung von R. D. Sack (1973, S. 26) ist deshalb irreführend: „If we distinguish between a „psychological“ space or a space of our senses and the space of physics, the latter, not the former, satisfies the criteria necessary for public identification and individuation of events.“ Der soziale Raum, in dem sich Menschen intersubjektiv orientieren und verständigen, ist zwar kein „psychologischer Raum“, aber er ist andererseits auch kein „physikalischer Raum“.

Diese Ausführungen zeigen, dass sich soziale Morphologie im Sinne Durkheims auf soziale Räume bezieht, wie sie oben definiert wurden.<sup>10</sup>

*8. Metaphorisches Reden von sozialen Räumen.* Wenn in der Literatur von sozialen Räumen gesprochen wird, sind nicht immer die materiellen Räume gemeint, in denen Menschen leben und denen sie als körperliche Wesen selbst angehören, sondern es gibt auch zahlreiche Varianten eines bloß metaphorischen Redens von sozialen Räumen. Eine dieser Varianten knüpft an den Begriff eines Merkmalsraums an. Zur Illustration kann der Sozialstrukturbegriff P. M. Blaus dienen (vgl. Abschnitt II-3.3, § 4):

„Social structure is conceptualized as the distribution of a population among social positions in a multidimensional space of positions.“ (Blau 1977, S. 26)

Dabei ist mit dem Ausdruck ‘multidimensional space of positions’ ein mehrdimensionaler Merkmalsraum gemeint, dessen Komponenten (bei Blau u.a. Alter, Einkommen und Bildung) zur Charakterisierung der Mitglieder einer Gesellschaft verwendet werden können. Wenn solche Merkmalsräume als „soziale Räume“ bezeichnet werden,<sup>11</sup> handelt es sich offenbar um einen bloß metaphorischen Sprachgebrauch. Viele gängige Formulierungen knüpfen hier an. So wird z.B. von „sozialer Mobilität“ gesprochen, die man sich jedoch nur metaphorisch als Bewegung innerhalb eines „sozialen Raums“ vorstellen kann, denn tatsächlich meint der Ausdruck, dass sich bestimmte Merkmale einer Person verändern.

Besonders ausgeprägt findet man solche Anspielungen in Pitirim A. Sorokins Buch über „Social and Cultural Mobility“ (1959, zuerst 1927). Es beginnt mit folgender Bemerkung:

„Expressions like „upper and lower classes,“ „social promotion,“ „N.N. is a climber,“ „his social position is very high,“ „they are very near socially,“ „right and left party,“ „there is a great social distance,“ and so on, are quite commonly used in conversation, as well as in economic, political, and sociological works. All these expressions indicate that there is something which could be styled „social space.“ And yet there are very few attempts to define social space and to deal with corresponding conceptions systematically.“ (Sorokin 1959, S. 3)

Bemerkenswert ist, dass Sorokin nicht daran denkt, dass in den angeführten Formulierungen bestenfalls eine räumliche Metaphorik zum Ausdruck kommt, sondern dass er sie als Hinweise auf die objektive Existenz eines

<sup>10</sup>Es ist allerdings fragwürdig, sie als eine eigenständige Wissenschaft zu konzipieren. Man vgl. dazu auch den Lexikon-Beitrag zum Stichwort ‘soziale Morphologie’ von René König (1958b, S. 257ff.). Dieser Beitrag zeigt im übrigen deutlich die Neigung vieler Soziologen, „materielles Substrat“ so zu betrachten, als ob es erst durch „psychische und geistige Prozesse“ – König spricht auch noch unklarer von „Strukturen“ – sozial relevante Bedeutungen erhält.

<sup>11</sup>Wie zum Beispiel von H.-P. Müller (1992, S. 111ff.). Bei Blau selbst findet sich der Ausdruck ‘sozialer Raum’ dagegen eher selten (ein Beispiel ist etwa Blau 1994a, S. 17).

„sozialen Raums“ auffasst, der sich zwar von den materiellen Lebensräumen der Menschen unterscheidet, den man aber in ähnlicher Weise beschreiben und vermessen kann.<sup>12</sup> Bei Sorokin wird auch eine Verwechslung bzw. Vermischung deutlich, mit der wir uns später noch etwas ausführlicher beschäftigen werden. Denn einerseits definiert Sorokin seine fiktiven „sozialen Räume“ durch Eigenschaften, bestimmt sie also begrifflich (wie Blau) als Merkmalsräume; andererseits bezieht er sich aber auf die Menschenmengen, denen diese Eigenschaften zugerechnet werden können (wenn er z.B. auf S. 4 sagt, „that social space is a kind of universe composed of the human population of the earth“).

Ähnliche Vorstellungen findet man bei Pierre Bourdieu. Folgende Ausführungen in seiner Arbeit über „Sozialen Raum und Klassen“ (1985, S. 9f.) können zur Illustration dienen:<sup>13</sup>

„Auf einer ersten Stufe präsentiert sich die Soziologie als eine Art *Sozialtopologie*. Dementsprechend läßt sich die soziale Welt in Form eines – mehrdimensionalen – Raums darstellen, dem bestimmte Unterscheidungs- bzw. Verteilungsprinzipien zugrundeliegen; und zwar die Gesamtheit der Eigenschaften (bzw. Merkmale), die innerhalb eines fraglichen sozialen Universums wirksam sind, das heißt darin ihrem Träger Stärke bzw. Macht verleihen. Die Akteure oder Gruppen von Akteuren sind anhand ihrer *relativen Stellung* innerhalb dieses Raums definiert.“

Bemerkenswert ist nicht nur Bourdieus Neigung, diesen Raum zu objektivieren (er sei „ebenso wirklich wie der geographische“, S. 13), sondern auch die pseudo-kausale Rhetorik, die noch deutlicher in folgender sich anschließenden Passage zum Ausdruck kommt:

„Insoweit die zur Konstruktion des Raums herangezogenen Eigenschaften wirksam sind, läßt sich dieser auch als Kräftefeld beschreiben, das heißt als ein Ensemble objektiver Kräfteverhältnisse, die allen in das Feld Eintretenden gegenüber sich als Zwang auferlegen und weder auf die individuellen Intentionen der Einzelakteure noch auf deren direkte *Interaktionen* zurückführbar sind.“

Bourdieu's Versuch, metaphorisch als „soziale Räume“ bezeichnete Zusammenfassungen von Eigenschaften (Merkmalsräume) als „Kräftefelder“ zu deuten, denen sich kausale Wirkungen zuschreiben lassen, ist offenbar problematisch und in der von ihm vorgeschlagenen sprachlichen Form nicht haltbar. Allerdings kann man einen anderen Gedankengang verfolgen: dass

<sup>12</sup>Ganz ähnliche Vorstellungen findet man etwa zur gleichen Zeit bei Leopold von Wiese. In seiner „Beziehungslehre“ (1933, S. 110f.) heißt es z.B.: „Unsere dritte Hauptkategorie (neben sozialem Prozeß und Abstand) ist die des *sozialen Raumes* (oder – im gleichen Sinne – der sozialen Sphäre). Der soziale Raum ist das Universum, in dem sich die sozialen Prozesse abspielen. Er ist vom *physischen Raume zu unterscheiden*. [...] Unsere Forschungen und Aussagen über Abstand, Messung, Quantifizierung in der Soziologie beziehen sich nicht auf die Materie, die Welt der physischen Stoffe und Kräfte, sondern stets auf Vorgänge im unkörperlichen sozialen Raume.“

<sup>13</sup>Man vgl. auch Bourdieus Aufsatz „Physischer, sozialer und angeeigneter physischer Raum“ (1991).

ggf. die Sachverhalte, auf die mit den Eigenschaften verwiesen wird, *als Bedingungen* (im Unterschied zu Ursachen) für Handlungsmöglichkeiten von Akteuren verstanden werden können. Diese Überlegung werden wir bei der Beschäftigung mit Institutionen in Kapitel II-2 erneut aufgreifen.

## 1.2 Materielle Kultur und Natur

Die materiellen Räume, in denen Menschen leben, werden von ihnen mehr oder weniger weitgehend gestaltet. Hieran anschließend kann in einer bestimmten Bedeutung von „Kultur“ gesprochen werden. Das soll in diesem Abschnitt besprochen werden.<sup>14</sup>

*1. Kultur als Kontrast zur Natur.* Beginnen wir mit dem Wort 'Natur'. Damit kann in einer allgemeinen Bedeutung auf die gesamte durch Menschen (direkt oder indirekt) wahrnehmbare Welt Bezug genommen werden. Bereits in diesem Wortverständnis liegt ein Kontrast: zwischen einer sinnlich wahrnehmbaren Welt einerseits und einer nur vorstellbaren nicht-sinnlichen Welt andererseits. Neben diesem Kontrast, der für den modernen Naturbegriff konstitutiv ist,<sup>15</sup> gibt es einen weiteren, der sich gewissermaßen innerhalb der wahrnehmbaren Welt bewegt: zwischen Natur und Kultur. Primär aus diesem Kontrast gewinnt das umgangssprachliche Reden von Natur seine im Vergleich zum allgemeinen Naturbegriff engere Bedeutung: Natur bzw. natürlich sind dann diejenigen Aspekte der wahrnehmbaren Welt, die noch nicht durch Tätigkeiten von Menschen verändert worden sind; in einer Formulierung von C. F. v. Weizsäcker:

„Die Natur ist älter als der Mensch. Der Mensch ist älter als die Naturwissenschaft. In der Welt, die vor ihm da war, und die er selbst später die Natur genannt hat, hat sich der Mensch einen künstlichen Lebensraum geschaffen, den wir die Kultur nennen.“ (v. Weizsäcker 1977, S. 91)

Diese Formulierung verweist auch auf einen Zusammenhang zur Idee eines materiellen Raums, der als Kultur bezeichnet werden kann, wenn und insoweit er als ein Lebensraum von Menschen gestaltet worden ist.<sup>16</sup>

<sup>14</sup>Zur Geschichte und Verwendung von Kulturbegriffen vgl. man etwa W. Perpeet (1976) und C.-M. Ort (2003). Informative Beiträge enthält auch der von K. P. Hansen herausgegebene Sammelband „Kulturbegriff und Methode“ (1993).

<sup>15</sup>So heißt es etwa bei Descartes (1644/1992, S. 242): „Nur das von den Sinnen Wahrgenommene gilt als Naturscheinung.“ Dem entspricht bei Kant die „Natur in materieller Bedeutung“, nämlich „als der Inbegriff aller Dinge, so fern sie Gegenstände unserer Sinne, mithin auch der Erfahrung sein können, worunter also das Ganze aller Erscheinungen, d.i. die Sinnenwelt, mit Ausschließung aller nicht sinnlichen Objekte, verstanden wird.“ (Kant 1786/1968, S. 11) In einer ganz anderen, auch von Kant unterschiedenen Bedeutung spricht man von der „Natur einer Sache“ und meint damit die Gesamtheit der für sie wesentlichen Eigenschaften. Beide Verwendungsweisen des Naturbegriffs müssen offenbar deutlich unterschieden werden. Wir verwenden den Naturbegriff in diesem Text ausschließlich in seiner materiellen Bedeutung.

<sup>16</sup>Diese Feststellung ist wichtig, da in der Literatur, etwa von dem Geographen Benno

2. *Differenzierungen des Kulturbegriffs.* Offenbar gelangt man auf diese Weise zu einem sehr allgemeinen und weit gefassten Kulturbegriff, wie auch folgende Formulierung aus der Brockhaus-Enzyklopädie (20. Aufl., Band 12, S. 612) zeigt:

„In seiner weitesten Verwendung kann mit dem Begriff Kultur alles bezeichnet werden, was der Mensch geschaffen hat, was also nicht naturgegeben ist.“

Für diesen allgemeinen Kulturbegriff ist ausschließlich der Kontrast zu einer (noch) nicht gestalteten Natur wesentlich. Allerdings wird nur darauf Bezug genommen wird, „was der Mensch geschaffen hat“. Tatsächlich findet man in der Literatur noch umfassendere Definitionen wie z.B. die folgende, die aus einer Einführung in die Kulturwissenschaft von H. Böhme, P. Matussek und L. Müller (2000, S. 104f.) stammt:

„Das Wort <Kultur> ist aus lateinisch *colere* (<pflügen>, <urbar machen>, <ausbilden>) abgeleitet und eine Eindeutschung von lat. *cultura*. Das deutsche Wort ist seit Ende des 17. Jahrhunderts belegt und bezeichnet das Gesamt der Einrichtungen, Handlungen, Prozesse und symbolischen Formen, welche mithilfe von planmäßigen Techniken die <vorfindliche Natur> in einen sozialen Lebensraum transformieren, diesen erhalten und verbessern, die dazu erforderlichen Fertigkeiten (Kulturtechniken, Wissen) pflegen und entwickeln, die leitenden Werte in besonderen Riten befestigen (<cultus>) und insofern soziale Ordnungen und kommunikative Symbolwelten stiften, welche kommunitären Gebilden Dauer verschaffen.“

Offenbar ist diese Definition nicht nur sehr allgemein und umfassend, sondern sie vereinigt mehrere grundsätzlich unterschiedliche Aspekte, insbesondere die folgenden:

- a) Gestaltungen der materiellen Räume, in denen Menschen leben, die in dem Zitat als „Einrichtungen“ angesprochen werden;
- b) menschliche Tätigkeiten, also die Gesamtheit dessen, was die Mitglieder einer Gesellschaft tagtäglich tun;
- c) das in einer Gesellschaft vorhandene Wissen (wobei die Wissensbestände unabhängig von den Formen ihrer Tradierung gemeint sind);
- d) die sowohl subjektiven als auch kodifizierten Vorstellungen, die es in einer Gesellschaft darüber gibt, wie sich ihre Mitglieder in bestimmten Situationen verhalten sollten.

Ob es sinnvoll ist, einen Kulturbegriff zu verwenden, der alle (oder auch nur mehrere) dieser unterschiedlichen Aspekte vereinigt, sei dahingestellt. Jedenfalls müssen sie schon wegen ihrer ontologischen Unterschiede begrifflich unterschieden werden, und zwar selbst dann, wenn man sie als

---

Werlen (1993, S. 242), auch die Auffassung vertreten wurde, „daß weder Gesellschaft noch Kultur räumliche Phänomene sind“. Es sei aber auch angemerkt, dass ein materieller und somit auch räumlicher Kulturbegriff in der älteren Kulturgeographie durchaus eine zentrale Rolle gespielt hat; man vgl. dazu den Überblick bei H. Popp (1993).

Aspekte eines umfassenden Begriffs zusammenfassen möchte. Während in der Literatur oft die Aspekte (b) – (d) betont werden,<sup>17</sup> gehe ich in den weiteren Überlegungen von einem *materiellen Kulturbegriff* aus, wie er unter (a) angedeutet wird.<sup>18</sup> Nur dieser Aspekt entspricht auch zunächst dem anfänglichen Gedanken, dass Kultur aus Gestaltungen einer vorgegebenen Natur entsteht.

3. *Erscheinungsformen der materiellen Kultur.* Wenn man materielle Kultur als Gestaltungen materieller Räume definiert, kann man zunächst an Gestaltungen von Landschaften durch Anlegen von Wegen, Feldern, Siedlungen usw. denken. Dies entspricht der ursprünglichen lateinischen Bedeutung des Wortes ‘cultura’. Der im vorangegangenen Abschnitt eingeführte Begriff eines materiellen Raums umfasst jedoch alle Arten materieller Gegenstände, und dies gilt dann sinngemäß auch für den materiellen Kulturbegriff. Folgende Bereiche können grob unterschieden werden:

- Dauerhafte Gestaltungen eines materiellen Raums, zum Beispiel Felder, Wege, Straßen, Brücken, Kanäle und Gebäude;
- Artefakte, zum Beispiel Werkzeuge, Maschinen, Wohnungseinrichtungen, Kunstgegenstände;
- Pflanzen, die durch Menschen angebaut und modifiziert werden; ebenso Tiere, die für Zwecke des Menschen domestiziert und als Haustiere oder Fleisch- und Rohstofflieferanten gehalten werden;
- schließlich auch Menschen selbst, insofern sie ebenfalls zu den materiellen Räumen gehören, in denen Menschen leben, und sowohl Subjekte

---

<sup>17</sup>Dies gilt bereits für die oft zitierte Definition des Ethnologen Edward B. Tylor. Sein Buch „Primitive Culture“ (1871), hier zitiert nach der deutschen Übersetzung (1873), beginnt mit folgender Definition: „Cultur oder Civilisation im weitesten ethnographischen Sinne ist jener Inbegriff von Wissen, Glauben, Kunst, Moral, Gesetz, Sitte und allen übrigen Fähigkeiten und Gewohnheiten, welche der Mensch als Glied der Gesellschaft sich angeeignet hat.“ Dieser Definition, die die materielle Kultur ausblendet, folgt auch das Lehrbuch der Kulturanthropologie von Marvin Harris (1989, S. 20). Ebenso findet man in der soziologischen Literatur oft Definitionen, bei denen von materiellen Aspekten vollständig abstrahiert wird. Zum Beispiel schreibt R. A. Peterson in seinem Übersichtsartikel (1979, S. 137) – übrigens im Anschluss an die Definition Tylors –: „In contemporary parlance [der Soziologie?] culture consists of four sorts of elements: norms, values, beliefs, and expressive symbols.“ Ähnlich heißt es bei López und Scott (2000, S. 21): „Culture is what makes human beings distinctively human. It consists of the beliefs, ideas, sentiments, and symbols – in short, the collective representations – that people share.“ Eine etwas andere Formulierung findet sich im Soziologie-Lexikon von Reinhold (2000, S. 375): „im soziologischen Sinne meint Kultur das gesamte soziale Erbe, bestehend aus dem Wissen, den Glaubensvorstellungen, den Sitten und Gebräuchen und den Fertigkeiten, die ein Mitglied eine Gesellschaft übernimmt.“ Ohne Begründung äußern sich auch W. Lipp und F. H. Tenbruck (1979, S. 396): „Die Kultursociologie muß es ablehnen, die Kultur substantiell zu reifizieren.“ Und H.-P. Müller (1994, S. 142) stellt dementsprechend fest: „Kultur bezeichnet Ideen und Weltbilder.“

<sup>18</sup>In der neueren kulturwissenschaftlichen Literatur wird dieser Aspekt von Martin Scharfe (2002) betont.

als auch Objekte kultureller Gestaltungen sind.

Zwar gibt es keine vollständig scharfen Unterscheidungen zwischen diesen vier Bereichen; in allen Fällen entsteht jedoch Kultur dadurch, dass Menschen in die materiellen Räume, in denen sie leben und denen sie selbst angehören, gestaltend und verändernd eingreifen. Somit gibt es auch einen engen Zusammenhang zu dem im vorangegangenen Abschnitt entwickelten empirischen Begriff sozialer Räume: Der materielle Kulturbegriff bezieht sich auf diejenigen Aspekte eines sozialen Raums, die durch Menschen gestaltet worden sind.

4. *Materielle Kultur und Natur.* Einige Verwirrungen können leicht daraus entstehen, dass in zwei unterschiedlichen Bedeutungen von „Natur“ gesprochen werden kann: einerseits in der allgemeinen Bedeutung, die zu Beginn dieses Abschnitts erläutert wurde, andererseits in einer speziellen Bedeutung, in der Natur als das (noch) nicht durch Menschen Gestaltete und Veränderte erscheint. Der Philosoph John St. Mill hat diesen Unterschied einmal so formuliert:

„Es ergibt sich demnach, daß wir dem Worte „Natur“ mindestens zwei Hauptbedeutungen zuerkennen müssen. In dem einen Sinne bedeutet es alle in der äußern und innern Welt vorhandenen Kräfte und alles was vermöge dieser Kräfte geschieht. In einem andern Sinne bedeutet es nicht alles was geschieht, sondern nur das, was ohne die Mitwirkung, oder ohne die freiwillige und absichtliche Mitwirkung des Menschen geschieht.“ (Mill 1875, S. 7)

Die Unterscheidung ist deshalb wichtig, weil sich je nachdem das logische Verhältnis zwischen den Begriffen ‘Natur’ und ‘Kultur’ verändert. Geht man vom allgemeinen Naturbegriff aus, ist Kultur eine Erscheinungsform der Natur, ‘Kultur’ ist Unterbegriff zum Oberbegriff ‘Natur’. Geht man andererseits vom speziellen Naturbegriff aus, schließen sich Kultur und Natur wechselseitig aus und wird es möglich, beide in einen gedanklichen Gegensatz zu bringen.

Seit Aristoteles ist meistens die zweite Variante verfolgt worden; vielleicht als eine Folge der Vorstellung, dass sich Menschen gegen ihre Umwelt zu behaupten haben. Diese Variante erzeugt jedoch einen durchaus problematischen Gegensatz, wie er zum Beispiel in folgender Formulierung zum Ausdruck kommt:

„In its commonest and most fundamental sense, the term ‘nature’ refers to everything which is not human and distinguished from the work of humanity. Thus ‘nature’ is opposed to culture, to history, to convention, to what is artificially worked or produced, in short, to everything which is defining of the order of humanity.“ (Soper 1995, S. 15)

Problematisch ist nicht nur die Vorstellung eines einfachen Gegensatzes von Natur und Kultur, bei der ganz unberücksichtigt bleibt, dass Kultur aus *Umgestaltungen* einer vorgängigen Natur oder bereits anderen Kultur entsteht. Vielleicht noch problematischer ist, dass gewissermaßen

grundsätzlich Natur und „das Menschliche“ einander entgegengesetzt werden; denn die Vorstellung eines solchen Gegensatzes verhindert einen angemessenen Zugang zu der Frage, in welcher Weise Menschen ein Teil der Natur sind.<sup>19</sup>

5. *Der poetische Kulturbegriff.* Geht man von dem eingangs (in § 1) erläuterten Naturbegriff aus, wird deutlich, dass Menschen und die Gegenstände ihrer Tätigkeiten Teil der Natur sind. Orientiert man sich an diesem Naturbegriff, kann also Kultur nicht als etwas anderes, insbesondere nicht als ein Gegensatz zur Natur bestimmt werden. Folgt man dem tradierten Sprachgebrauch, muss man sich vielmehr darauf beziehen, dass kulturelle Gegenstände und Sachverhalte *durch menschliche Tätigkeiten gestaltet* werden. Um auf diese Bedeutung zu verweisen und zur Unterscheidung von anderen Varianten eines (materiellen) Kulturbegriffs, soll im Weiteren von einem *poietischen Kulturbegriff* gesprochen werden.<sup>20</sup>

Zu beachten ist, dass bei dieser Begriffsverwendung ‘Kultur’ zu einem Unterbegriff von ‘Natur’ wird. Somit verändert sich das logische Verhältnis der Begriffe im Vergleich zur traditionellen Entgegensetzung von Kultur und Natur.<sup>21</sup> Ein Autor, der diesen Gedanken gut entwickelt hat, ist Serge Moscovici. In seinem „Versuch über die menschliche Geschichte der Natur“ (1982, zuerst 1968) heißt es zum Beispiel:

„Menschliche Kunst drängt nicht die Natur zurück: vielmehr wird ein Zustand dieser Natur durch das Erscheinen eines anderen Zustands umgestürzt. Das bedeutet jedoch nicht die Umwandlung der natürlichen in eine technische Welt, sondern die Evolution der natürlichen Welt als solcher.“ (S. 42)

Natürlich schließt diese zugespitzte Formulierung nicht die Erkenntnis aus, dass Menschen im Vergleich zu anderen Lebewesen viel radikalere und weitergehende Möglichkeiten zur Umgestaltung ihrer natürlichen Umwelt und ihrer eigenen Verfassung entwickelt haben und weiterhin entwickeln.

<sup>19</sup>Man vgl. hierzu die Überlegungen von Stephen Horgan (1988) sowie auch die Hinweise bei Hubert Markl (1998).

<sup>20</sup>Das Fremdwörterbuch (Duden) erläutert: „*poietisch* <aus gr. poiētós „zu machen, bildend“, zu poieîn „zustande bringen, schaffen“> bildend, das Schaffen betreffend; -e *Philosophie*: bei Plato die dem Herstellen von etwas dienende Wissenschaft (z.B. Architektur).“

<sup>21</sup>Das hat erhebliche Konsequenzen für das Reden von Kultur. Man betrachte z.B. die folgende Aussage: „Kultur ist die Emanzipation des Lebewesens Mensch aus der Natur, eine Bewegung, die auf ihre Naturbasis angewiesen bleibt.“ (R. Maurer 1973, S. 823) Offenbar kann man sie in dieser Formulierung nicht aufrechterhalten, wenn ein begrifflicher Gegensatz zwischen Kultur und Natur verschwindet. – Selbst die Formulierung A. Gehlens (1958, S. 113), „daß wir alles Natürliche am Menschen nur in der Imprägnierung durch ganz bestimmte kulturelle Färbungen erfahren können“, überwindet diesen Gegensatz noch nicht, wie seine sich anschließende Überlegung zeigt: „Wenn die Kultur dem Menschen natürlich ist, so bekommen wir auch umgekehrt seine Natur nie als solche, sondern nur in der Durchdringung mit je ganz bestimmten kulturellen Zusammenhängen zu Gesicht.“



## Kapitel 2

# Institutionen

### 2.1 *Ein modaler Institutionenbegriff*

1. Abhängigkeit als Bezugsproblem.
2. Der modale Charakter des Redens von Bedingungen.
3. Definition eines modalen Institutionenbegriffs.
4. Institutionen als Gestaltungen eines räumlichen Kontextes.
5. Wie man von Beziehungen zwischen Institutionen sprechen kann.
6. Bedingungsrelationen zwischen Institutionen.

### 2.2 *Institutionen und Organisationen*

1. Nutzung und Aufrechterhaltung von Institutionen.
2. Das Personal einer Institution.
3. Wie man von Organisationen sprechen kann.
4. Weitere Erläuterungen zum Reden von Organisationen.
5. Mitgliedschaft in Organisationen.
6. Sinn Grenzen des Organisationsbegriffs.

### 2.3 *Institutionen als Handlungsbedingungen*

1. Abgrenzung von Verhaltensregelmäßigkeiten.
2. Institutionen als Bedingungen für Handlungsmöglichkeiten.
3. Können Organisationen etwas bewirken?
4. Wie Menschen durch Institutionen geprägt werden.

### 2.4 *Funktionalistische Betrachtungsweisen*

Gesellschaftliche Verhältnisse können auf unterschiedliche Weisen konzeptualisiert und dargestellt werden. In der empirischen Sozialforschung werden hauptsächlich statistische und relationale Strukturbegriffe verwendet; mit ihren Definitionen beschäftigen wir uns in den Abschnitten II-3.3 und II-4.3. In diesem Kapitel verfolgen wir einen anderen Ansatz, der sich am Institutionenbegriff orientiert. Dabei ist zu bedenken, dass dieser Begriff in zahlreichen unterschiedlichen Bedeutungen verwendet wird.<sup>1</sup> Hier soll versucht werden, einen Institutionenbegriff zu begründen, der an das im vorangegangenen Kapitel eingeführte Reden von sozialen Räumen anknüpft.

<sup>1</sup>D. Kiwit und S. Voigt (1995, S.117) bemerken, „daß der Begriff der Institution als Sammelbecken für die unterschiedlichsten Phänomene dient. Sitten, Konventionen, Gesetze, Verträge, Schiedsgerichte, Supermärkte und der Preismechanismus: es scheint kaum ein Phänomen zu geben, das nicht unter den Begriff der Institution gefaßt wird.“ Der Versuch, einen „richtigen“ Institutionenbegriff zu finden, erscheint somit von vornherein verfehlt.

(Erst später wird überlegt, wie ein solcher Institutionenbegriff auch mit Vorstellungen über „normative Regelungen“ verknüpft werden kann.)

Es gibt vier Abschnitte. In einem ersten Abschnitt wird ein modaler Institutionenbegriff entwickelt, der auf Einrichtungen verweisen soll, die als Gestaltungen von Bedingungen menschlichen Lebens in einer Gesellschaft verstanden werden können. Davon ausgehend werden in einem zweiten Abschnitt Organisationen als spezifische Arten von Institutionen definiert. Es folgt ein dritter Abschnitt, in dem die Konzeption eines modalen Institutionenbegriffs (der sich auf Gestaltungen von Handlungsbedingungen bezieht) mit dem Vorschlag verglichen wird, Institutionen als Verhaltensregelmäßigkeiten aufzufassen. Es wird zu zeigen versucht, dass der grundlegende Gedanke einer Abhängigkeit der Mitglieder einer Gesellschaft von ihren gesellschaftlichen Verhältnissen theoretisch nicht mehr fassbar wird, wenn man diese Verhältnisse durch Verhaltensregelmäßigkeiten definiert. Schließlich folgen einige Überlegungen zu funktionalistischen Betrachtungsweisen von Institutionen.

## 2.1 Ein modaler Institutionenbegriff

*1. Abhängigkeit als Bezugsproblem.* Als Leitfaden soll die Vorstellung dienen, dass Institutionen durch Menschen gestaltete Einrichtungen sind, die als Bedingungen menschlichen Lebens in einer Gesellschaft verstanden werden können. Ausgangspunkt ist also die Frage, wie man davon sprechen kann, dass Menschen von Bedingungen abhängig sind. Zunächst kann man sicherlich an sachliche Bedingungen denken, denn die meisten menschlichen Tätigkeiten sind auf solche Bedingungen angewiesen. Möchte man zum Beispiel mit einem Auto von A nach B fahren, gibt es offenbar zahlreiche sachliche Bedingungen, von deren Vorhandensein die Realisierbarkeit dieser Absicht abhängt. Weitere Hinweise erhält man, wenn man daran denkt, dass Menschen auch von anderen Menschen abhängig sind. In erster Annäherung lassen sich vier Varianten unterscheiden:

- Die Ausführbarkeit einer bestimmten Tätigkeit kann davon abhängen, dass sie mit Tätigkeiten anderer Menschen vereinbar ist. Zum Beispiel können zwei Menschen nicht gleichzeitig dieselbe Flasche aus dem Regal eines Supermarkts nehmen; oder wenn sich zwei Menschen in einem Raum aufhalten, kann nicht der eine in Ruhe sein Buch lesen und der andere gleichzeitig laute Musik hören.
- Eine zweite Variante der Abhängigkeit entsteht bei Tätigkeiten, die eine Kooperation von zwei oder mehr Akteuren erforderlich machen; zum Beispiel ein Gespräch führen, Schach spielen, die Waschmaschine aus der Wohnung ins Auto tragen.
- Eine dritte Variante entsteht dadurch, dass die meisten sachlichen Voraussetzungen menschlicher Tätigkeiten nur zur Verfügung stehen, weil

sie zuvor von anderen Menschen erzeugt und bereitgestellt worden sind. Zum Beispiel kann man sich nur dann in einem Waschbecken die Hände waschen, wenn in irgendeiner Weise – und zwar meistens durch andere Menschen – dafür gesorgt wird, dass beim Aufdrehen des Hahns Wasser herauskommt.

- Schließlich ist man oft nicht nur davon abhängig, dass andere Menschen sachliche Bedingungen für Tätigkeiten bereitstellen, sondern auch von Dienstleistungen. Als Beispiel kann man an ärztliche Dienstleistungen denken oder an Dienstleistungen eines Reisebüros.

Dies sind einige Hinweise auf Bedingungen, von denen Menschen abhängig sein können. Zum Verständnis sollte darauf geachtet werden, dass ‘Abhängigkeit’ in diesem Zusammenhang ein relativer Begriff ist, nämlich eine Bezugnahme auf menschliche Bedürfnisse oder Absichten voraussetzt. Denn ob, in welcher Weise und wovon ein Mensch abhängig ist, hängt in erster Linie von seinen Bedürfnissen ab bzw. davon, was er tun möchte. Möchte zum Beispiel jemand mit einem Fahrrad fahren, ist dafür ein Fahrrad erforderlich; aber Menschen, die nicht mit einem Fahrrad fahren wollen oder können, benötigen auch keins, und sie sind natürlich auch nicht von weiteren Bedingungen abhängig wie etwa Fahrradwegen oder Hilfsmitteln zur Reparatur von Fahrrädern.

2. *Der modale Charakter des Redens von Bedingungen.* Zwei weitere Überlegungen führen zu einem expliziten Institutionenbegriff. Zunächst der Übergang zu einer *modalen Betrachtungsweise*. Zur Erläuterung kann ein Fahrradweg dienen. Sieht man einen Radfahrer auf einem Fahrradweg, kann man sagen, dass der Fahrradweg eine Bedingung für den Vollzug seiner aktuellen Tätigkeit ist: ohne den Fahrradweg könnte der Radfahrer nicht das tun, was er gerade tut. Bereits eine solche Aussage erfordert eine kontrafaktische Reflexion, wobei allerdings bemerkenswert ist, dass man nicht ohne weiteres angeben kann, was der Radfahrer tun könnte, wenn es keinen Fahrradweg gäbe; denn um Aussagen über Handlungsmöglichkeiten eines Akteurs zu begründen, muss immer auf einen bestimmten – später wird man auch sagen können: auf einen spezifisch institutionalisierten – Kontext Bezug genommen werden. Zunächst muss die Überlegung jedoch noch weitergeführt werden, denn wie verhält es sich, wenn der Radfahrer verschwunden ist und man nur noch den Weg sieht? Ist dieser Weg dann immer noch eine Bedingung und gegebenenfalls wofür? Es ist bemerkenswert, dass unsere Sprache eine positive Antwort erlaubt, man kann nämlich sagen: Der Fahrradweg ist eine Bedingung für die Möglichkeit seiner Nutzung durch Radfahrer. Gemeint ist, dass der Fahrradweg zum Radfahren genutzt werden kann und, wenn das geschieht, dadurch zu einer Bedingung dieser Tätigkeit wird. Analog verhält es sich in allen Fällen, in denen man Dinge oder Sachverhalte durch Möglichkeiten ihrer Nutzung charakterisiert. Die Eigenschaft, Bedingung für Tätigkeiten zu sein, kommt ihnen nicht an und für sich zu, sondern sie werden zu Bedingungen für Tätigkei-

ten erst durch ihre tatsächliche Nutzung. In einer modalen Formulierung wird dies gewissermaßen antizipiert, man bezieht den gegebenen Sachverhalt gedanklich auf *Nutzungsmöglichkeiten*, die in der Zukunft realisiert werden könnten.

3. *Definition eines modalen Institutionenbegriffs.* Der erste Gedankengang sollte also zur expliziten Anerkennung modaler Sprechweisen führen, durch die Sachverhalte als Bedingungen für Möglichkeiten charakterisiert werden, insbesondere für Handlungsmöglichkeiten von Menschen. Daran schließt sich der zweite Gedankengang an: dass Menschen Sachverhalte dieser Art herstellen und gestalten können. Soweit das der Fall ist, soll im Folgenden von *Institutionen* gesprochen werden, womit also zunächst allgemein *räumlich und zeitlich fixierbare Sachverhalte* gemeint sind, *die zur Begründung von Handlungsmöglichkeiten gestaltet worden sind*, zum Beispiel Fahrradwege, Straßen aller Art, Häuser, Wohnungen, Parkanlagen, Friedhöfe, Schulen, Standesämter, Supermärkte, Wegweiser und Telefonnetze. Institutionen sind nach dieser Definition Sachverhalte, die im Hinblick auf zukünftige Handlungsmöglichkeiten gestaltet worden sind. Sie entstehen durch menschliche Tätigkeiten und bedürfen auch in den meisten Fällen einer mehr oder weniger kontinuierlichen Pflege, um als tatsächlich brauchbare Einrichtungen fortzubestehen. Es ist auch klar, dass ihre Beschreibung eine modale Betrachtungsweise voraussetzt. Wenn man eine Institution beschreiben möchte, muss man sich auf die *Handlungsmöglichkeiten* beziehen, deren Realisierung sie dienen kann bzw. soll.

Da der hier vorgeschlagene Institutionenbegriff zum Verweis auf gestaltete Bedingungen für *Handlungsmöglichkeiten* dienen soll, spreche ich (in Ermangelung einer besseren Bezeichnung) von einem *modalen Institutionenbegriff*. Später werde ich ihn mit einigen anderen Institutionenbegriffen kontrastieren. Zunächst möchte ich betonen, dass sich der modale Institutionenbegriff auf konkrete Sachverhalte bezieht, zum Beispiel auf einen bestimmten Fahrradweg, eine bestimmte Wohnung, eine bestimmte Polizeistation. Insofern handelt es sich um eine *empirische* Begriffsbildung, die auf zeitlich und räumlich bestimmte Sachverhalte verweisen soll.<sup>2</sup>

Ein Vergleich des Redens von Institutionen und Werkzeugen kann das verdeutlichen. Um Werkzeuge zu beschreiben und ihre Verwendungsmöglichkeiten zu erklären, kann man in vielen Fällen von räumlichen und zeitlichen Bezügen absehen. Man kann zum Beispiel über eine Kaffeemaschine sprechen – sie beschreiben und erklären, wozu und wie sie verwendet werden kann –, ohne explizit einen räumlichen und zeitlichen Kontext zu fixieren, in dem es die Kaffeemaschine als ein bestimmtes Ding gibt. Wenn man jedoch eine Kaffeemaschine *als eine Institution* beschreiben möchte, ist es erforderlich, auch den räumlichen und zeitlichen Kontext zu erläutern. Denn die jeweils vorhandenen Handlungsmöglichkeiten hängen

<sup>2</sup>Ich betone dies, weil man in der Literatur häufig auf einen Sprachgebrauch stößt, bei dem Institutionen als vollständig abstrakte Fiktionen (wie z.B. „die Ehe“) erscheinen.

auch davon ab, wo und wie eine Institution in der Realität existiert. Zum Beispiel ist es bei der Kaffeemaschine wichtig, ob sie sich im Schaufenster eines Kaufhauses oder in der Kantine eines Betriebs befindet.

Weiterhin sind natürlich auch zeitliche Bezüge wichtig, denn jede Institution hat eine Geschichte in der historischen Zeit. Irgendwann wurde die Institution geschaffen, d.h. zum ersten Mal eingerichtet,<sup>3</sup> dann folgt eine mehr oder weniger lange – möglicherweise auch sehr kurze – Zeitspanne, während der die Institution existiert. Außerdem können Institutionen während ihrer Lebensdauer zahlreiche, auch tiefgreifende Umgestaltungen erfahren.

4. *Institutionen als Gestaltungen eines räumlichen Kontextes.* Folgt man der Idee, Institutionen als empirisch fixierbare Sachverhalte aufzufassen, handelt es sich stets um Einrichtungen, die zur Gestaltung des räumlichen Kontextes menschlicher Handlungen beitragen. Infolgedessen ist es oft sinnvoll, zur Beschreibung von Institutionen Begriffe zu verwenden, die sich räumlichen Ordnungsvorstellungen verdanken. Zum Beispiel befindet sich eine Wohnung in einem bestimmten Haus, und das Haus hat einen bestimmten Ort, der sich wiederum durch eine gedankliche Bezugnahme auf andere Institutionen beschreiben lässt, etwa eine Straße oder andere Häuser, die sich in der Umgebung befinden. Dieses Beispiel zeigt auch, in welcher Weise räumliche Ordnungsvorstellungen selbst von Institutionen abhängig sind. Institutionen können sich natürlich über ein größeres Gebiet erstrecken; man kann z.B. sowohl an einzelne Straßen als auch an ihre Verknüpfung zu Straßennetzen denken.

Wie in diesen Beispielen haben die meisten Institutionen einen „festen Ort“, womit gemeint ist, dass sie sich innerhalb eines geographischen Koordinatensystems an gleichbleibenden Stellen fixieren lassen. Dabei kann das geographische Koordinatensystem durch Kontext-Institutionen definiert sein oder (abstrakter) durch Landkarten und Stadtpläne. Zwar gibt es auch räumlich mobile Institutionen, man denke zum Beispiel an Straßenhändler, die in einem gewissen Rhythmus auf einer gleichbleibenden Route ihre Waren anbieten, oder an die Satelliten des Global Positioning System. Es ist jedoch bemerkenswert, dass solche mobilen Institutionen meistens (relativ) immobile Institutionen voraussetzen (zum Beispiel ein Straßennetz) und dass man einen immobilen Kontext auch dafür benötigt, um die mobile Institution zu charakterisieren, z.B. durch Angabe der Fahrtrwege.

5. *Wie man von Beziehungen zwischen Institutionen sprechen kann.* Hier schließt sich die Frage an, wie man von Beziehungen zwischen Institutionen sprechen kann. Wie gesagt, besteht eine Möglichkeit darin, sich an

<sup>3</sup>Zur Verdeutlichung kann man noch einmal an die oben erwähnte Kaffeemaschine denken. Als Institution betrachtet, geht es nicht darum, wann und wie die Kaffeemaschine hergestellt worden ist, sondern wann sie zur Einrichtung eines Schaufensters oder einer Kantine verwendet worden ist.

räumlichen Ordnungsvorstellungen zu orientieren. Eine weitere Möglichkeit entsteht durch mereologische Begriffsbildungen, die davon ausgehen, dass etwas ein Teil von etwas anderem sein kann. Zum Beispiel kann man sagen, dass ein Haus aus Wohnungen besteht und eine Wohnung aus Zimmern. Dabei können zwei komplementäre Ideen verfolgt werden. Einerseits kann man eine Institution u.a. dadurch charakterisieren, dass man angibt, in welcher Weise sie einen Teil einer anderen Institution bildet; man denke zum Beispiel an die Kaffeemaschine, die sich im Schaufenster eines Kaufhauses befindet. Andererseits ist es oft möglich, den inneren Aufbau einer Institution dadurch zu verdeutlichen, dass man zeigt, wie sie sich aus separat vorstellbaren Teil-Institutionen zusammensetzt. Als Beispiel kann man an ein Fabrikgelände denken, auf dem sich mehrere Gebäude befinden, oder an einen Friedhof, der aus Gräbern, Rasenflächen, Wegen und einer Kapelle besteht.

Somit stellt sich auch die Frage, wie weit man bei der Bildung von umfassenderen Institutionen gehen kann, ohne mit der Vorstellung in Konflikt zu geraten, dass Institutionen Einrichtungen sind. Sind z.B. Dörfer und Städte Institutionen?

Zunächst sollte darauf geachtet werden, dass es bei dieser Frage nicht darum geht, wie aus der Perspektive einer staatlichen Verwaltung Teile des Staatsgebiets als verwaltungstechnische Einheiten definiert werden können. Es erscheint zwar sinnvoll möglich, den Staat selbst als einen Verbund von Institutionen zu beschreiben; dann kann man von staatlichen Institutionen sprechen. Aber eine Stadt ist sicherlich nicht mit staatlichen Institutionen identisch, denn sie besteht zunächst und in erster Linie aus der Vielzahl der Institutionen, die sich ihre Bewohner als Kontexte für ihre Tätigkeiten geschaffen haben.

Die Frage zielt vielmehr darauf, wie weit sich der Begriff einer Einrichtung treiben lässt. In einer engen Bedeutung setzt der Begriff voraus, dass man sich auf Akteure (u.U. auch nur auf einen einzigen Akteur) beziehen kann, die die Einrichtung in irgendeiner Weise gemeinsam nach ihren Vorstellungen geschaffen haben. Um zu einem für sozialwissenschaftliche Analysen zweckmäßigen Begriff der Institution zu gelangen, erscheint mir dieses Verständnis jedoch zu eng. Es wäre bereits zu eng, um z.B. davon sprechen zu können, dass ein bestimmtes Haus, das aus mehreren Wohnungen besteht, eine Institution ist. Denn selbst wenn es der Fall wäre, dass das Haus nach einem einheitlichen Plan gebaut worden ist (was nicht unbedingt der Fall ist, denn ein Haus kann im Laufe seiner Geschichte auf vielfältige Weisen umgestaltet werden), sind doch die einzelnen Wohnungen, aus denen es besteht, von unterschiedlichen Akteuren entsprechend ihren jeweils eigenen Vorstellungen eingerichtet worden. Zwar kann man sich gedanklich auf eine Menge von Akteuren beziehen, die insgesamt das Haus und alle seine Wohnungen gebaut und eingerichtet haben. Aber man kann nicht unterstellen, dass sie sich dabei an einem gemeinsamen Plan orientiert haben. Ich schlage deshalb vor, das Wort ‘Institution’ so zu ver-

wenden, dass nur voraussetzt wird, dass man sich gedanklich auf Akteure beziehen kann, die die Institution geschaffen und eingerichtet haben. Somit soll es auch keine (aus der Begriffsbildung resultierenden) Einschränkungen geben, um Institutionen gedanklich zu umfassenderen Institutionen zusammenzufassen.

Allerdings muss darauf geachtet werden, dass die gedankliche Konstruktion von Institutionen nicht vollständig beliebig erfolgen kann. Zwei Überlegungen sind wichtig. Zunächst ist zu bedenken, dass die Zusammenfassung mehrerer Institutionen zu einer *Menge* von Institutionen noch keine neue Institution begründet. Dies sollte betont werden, weil eine gedankliche Bezugnahme auf *als Mengen* definierte Gesamtheiten als Ausgangspunkt statistischer Begriffsbildungen grundlegend ist (man vgl. Abschnitt II-3.1). Zwar ist ein statistischer Ansatz auch bei der Darstellung von Institutionen möglich. Zum Beispiel kann man sich gedanklich auf die Gesamtheit aller Haushalte beziehen, die es in einer bestimmten Stadt gibt. Jeder einzelne Haushalt ist nach unserer Definition eine Institution, und somit hat man es dann mit einer Gesamtheit von Institutionen zu tun, an die sich statistische Beschreibungen anschließen können. Wichtig ist jedoch, dass durch die Zusammenfassung der Haushalte zu einer als eine Menge definierten Gesamtheit noch keine neue Institution entsteht. Um begrifflich von einer Mehrzahl einzeln vorstellbarer Institutionen zu einer sie umfassenden Gesamtinstitution zu gelangen, ist es vielmehr erforderlich, zu zeigen – oder zumindest anzudeuten –, wie sich die Gesamtinstitution aus ihren Teilen zusammensetzt. Mit anderen Worten: Die Gesamtinstitution muss im Unterschied zu einer bloßen Menge als ein *Arrangement* dargestellt werden.<sup>4</sup> Zum Beispiel lässt sich ein Friedhof nicht einfach als eine Menge einzelner Gräber definieren, sondern man muss die Gesamtanlage beschreiben, zu der auch nicht nur die einzelnen Gräber gehören. Zwar kann man auch von der Menge der Gräber eines Friedhofs sprechen, aber diese Menge ist keine Institution.

Eine weitere Überlegung betrifft den Grundgedanken, dass Institutionen als Gestaltungen von Handlungsbedingungen verstanden und insofern auch „funktionalistisch“ betrachtet werden können. Damit beschäftigen wir uns in Abschnitt II-2.4.

*6. Bedingungsrelationen zwischen Institutionen.* Zum besseren Verständnis sollte noch einmal an die hier verfolgte Leitidee zur Definition von Institutionen erinnert werden: dass Institutionen Sachverhalte sind, die zur Begründung von Handlungsmöglichkeiten gestaltet worden sind. Daran muss sich also auch die Beschreibung einer Institution orientieren, insbesondere dann, wenn eine Institution als ein Arrangement von Teil-Institutionen beschrieben werden soll. Man muss zeigen, welche Bedeutung die Teil-Institutionen für die Begründung der Handlungsmöglichkeiten haben, die

<sup>4</sup>Statt von einem Arrangement könnte man von einem System sprechen, wenn man sich an der ursprünglichen Bedeutung des Systembegriffs orientiert (vgl. Abschnitt II-3.3).

man der Gesamt-Institution zurechnen möchte. Daraus können sich dann auch neue Gesichtspunkte für eine Darstellung von Beziehungen zwischen Teil-Institutionen ergeben. Man kann sogar einen neuen Typ von Beziehungen zwischen Institutionen definieren, der sich von räumlichen und mereologischen Beziehungen unterscheidet. Folgende Formulierung liefert eine mögliche Definition: Eine Institution I ist eine *pragmatische Voraussetzung* (oder *pragmatische Bedingung*) für eine Institution J, wenn die durch J begründeten Handlungsmöglichkeiten voraussetzen, dass es die Institution I gibt.

Zum Beispiel sind Straßen pragmatische Voraussetzungen für Verkehrsschilder, und Wasserleitungen sind pragmatische Voraussetzungen für Waschbecken, wobei natürlich angenommen wird, dass Verkehrsschilder und Waschbecken nicht als kontextfreie Gegenstände, sondern *als Institutionen*, d.h. im Hinblick auf durch sie begründete Handlungsmöglichkeiten, betrachtet werden sollen. Andererseits stehen die Gräber eines Friedhofs nicht in einem pragmatischen Bedingungsverhältnis zueinander, wohl aber bilden sie eine pragmatische Voraussetzung des Friedhofs, in dem sie sich als Teil-Institutionen befinden.

Allerdings führt die Tatsache, dass Institutionen modal durch eine Bezugnahme auf Handlungsmöglichkeiten definiert sind, an dieser Stelle zu einer gewissen Unschärfe. Wie bereits als Beispiel angeführt wurde, ist sicherlich die Straße eine pragmatische Voraussetzung für das am Straßenrand aufgestellte Verkehrsschild. Aber ist auch umgekehrt dieses Verkehrsschild, das eine bestimmte Geschwindigkeitsbegrenzung angibt, eine pragmatische Bedingung der Straße, an deren Rand es steht und von der es – aus der Sicht derjenigen, die das Schild aufgestellt haben – einen Teil bildet? Einerseits kann man sich offenbar die Straße auch ohne dieses Schild vorstellen; andererseits unterscheiden sich dann aber die jeweils begründeten Handlungsmöglichkeiten, so dass man sagen kann, dass sich die Institution der Straße verändert, wenn das Verkehrsschild hinzugefügt oder weggelassen wird. Bei solchen Fragen wird man natürlich darauf achten, ob sich das pragmatische Bedingungsverhältnis auf Teil-Institutionen bezieht oder nicht. Ein Beispiel, wo dies nicht der Fall ist, wäre eine Bushaltestelle in der Nähe des Friedhofs. Zwar hängen die Nutzungsmöglichkeiten des Friedhofs auch davon ab, ob es die Bushaltestelle gibt; aber man würde nicht sagen, dass der Friedhof als eine Institution davon abhängt, ob es die Bushaltestelle gibt oder nicht.

## 2.2 Institutionen und Organisationen

1. *Nutzung und Aufrechterhaltung von Institutionen.* Bei allen Institutionen sind mehr oder weniger kontinuierlich Tätigkeiten erforderlich, um die Institution aufrechtzuerhalten. Somit kann man zwei Arten von Tätigkeiten unterscheiden: Tätigkeiten, durch die eine Institution genutzt wird, und Tätigkeiten, durch die eine Institution aufrechterhalten wird. Denkt man zum Beispiel an eine Straße, gibt es einerseits Tätigkeiten, durch die sie genutzt wird, und andererseits Tätigkeiten, durch die sie in gewissen Abständen ausgebessert, gelegentlich auch erneuert wird. In diesem Beispiel handelt es sich auch um unterschiedliche Akteure, oder genauer gesagt: Die meisten Menschen, die eine Straße nutzen, brauchen sich nicht darum zu kümmern, dass die Straße funktionstüchtig bleibt. Andererseits kann natürlich eine Straße auch durch diejenigen genutzt werden, die gelegentlich mit ihrer Reparatur und Pflege beschäftigt sind. Bei vielen anderen Institutionen verhält es sich ähnlich, zum Beispiel bei Hotels, Gaststätten, Supermärkten, Tankstellen, Arztpraxen und Telefonnetzen. Ich spreche dann von *Institutionen mit einer externen Nutzung*.

Andererseits soll von *Institutionen mit einer internen Nutzung* gesprochen werden, wenn es sich überwiegend um die gleichen Personen handelt, die eine Institution sowohl nutzen als auch aufrechterhalten. Als Beispiel kann man an Wohnungen denken, aber auch an viele Betriebe, die nicht für eine Nutzung durch Kunden, sondern zur Produktion von Gütern eingerichtet worden sind. Allerdings gibt es auch zahlreiche Mischformen, bei denen es sowohl interne als auch externe Nutzungen gibt, so dass die genannten Bezeichnungen keine Klassifikation bilden, sondern nur bestimmte Typen von Institutionen andeuten.

2. *Das Personal einer Institution.* Hier schließt sich ein weiterer Gedankengang an. Die meisten Institutionen werden durch *organisierte Tätigkeiten* aufrechterhalten. Damit ist folgendes gemeint: Die Tätigkeiten finden im Rahmen vorgängig festgelegter Aufgaben statt, und es gibt Personen, die sich verpflichtet haben, diese Aufgaben wahrzunehmen. – Wenn also die Aufrechterhaltung einer Institution durch organisierte Tätigkeiten geschieht, kann man sich auf eine jeweils bestimmte Menge von Personen beziehen, die die festgelegten Aufgaben übernommen haben. Sie wird im folgenden das *Personal der Institution* genannt. Bei vielen Institutionen ist es identisch mit der Menge der Personen, die in der Institution beschäftigt sind; z.B. besteht das Personal einer Arztpraxis aus all denjenigen Personen, die dort beschäftigt sind und durch ihre Tätigkeit dafür sorgen, dass die Arztpraxis genutzt werden kann. Offenbar gibt es auch Institutionen, deren Personal nur aus einer Person besteht, z.B. ein Kiosk, der von einer einzelnen Person betrieben wird.

Bemerkenswert ist, dass zwar das Personal einer Institution als eine definierbare Menge von Personen betrachtet werden kann, nicht jedoch

– bei Institutionen mit einer externen Nutzung – die Personen, die die Institution nutzen *könnten* (soweit sie nicht zum Personal gehören). Man denke zum Beispiel an eine Tankstelle. Eine Menge der Personen, die diese Tankstelle als Kunden nutzen *könnten* – im Unterschied zu Personen, die sie während eines vergangenen Zeitraums tatsächlich genutzt haben –, lässt sich nicht definieren, da man nicht angeben kann, wer dazu und wer nicht zu dieser Menge gehört.

3. *Wie man von Organisationen sprechen kann.* Zu überlegen ist, wie man das Reden von Organisationen mit dem modalen Institutionenbegriff verbinden kann. Orientiert man sich an Begriffsverwendungen in der soziologischen Literatur, ist jedenfalls klar, dass nicht alle Institutionen auch als Organisationen bezeichnet werden können; zum Beispiel sind Straßen, Wegweiser und Telefonnetze zwar Institutionen, aber keine Organisationen im üblichen Verständnis des Wortes. Infolgedessen gibt es zwei Möglichkeiten: Man kann die Begriffe grundsätzlich unterscheiden oder man kann den Organisationsbegriff für bestimmte Arten von Institutionen verwenden. Für die erste Alternative scheint zu sprechen, dass in der Literatur Organisationen oft als Gesamtheiten von Menschen definiert werden (woran sich natürlich weitere Begriffsmerkmale anschließen können, wie z.B. das Vorhandensein einer zumindest informellen Verfassung und einer Leitung); denn Institutionen bestehen fast immer nicht nur aus Menschen, ihrem Personal, sondern auch aus mehr oder weniger umfangreichen sachlichen Einrichtungen. Denkt man andererseits jedoch an Beispiele, auf die auch in der Literatur Bezug genommen wird – etwa Krankenhäuser, Tankstellen und Supermärkte –, kann man das Problem auch darin sehen, dass der begriffliche Ansatz bei Gesamtheiten von Personen unzweckmäßig ist. Denn zum Beispiel ist eine Tankstelle nicht mit der Menge derjenigen Personen identisch, die in der Tankstelle arbeiten, sondern sie besteht zunächst aus sachlichen Einrichtungen.<sup>5</sup> Natürlich ist es gleichwohl nicht verkehrt oder sinnlos, die Tankstelle eine Organisation zu nennen; es ist dann aber erforderlich, explizit anzuerkennen, dass sie sowohl aus sachlichen Einrichtungen als auch aus Personen besteht, die (als Personal) die Institution betreiben.

In diesem Text werde ich der zweiten Möglichkeit folgen und ‘Organisation’ als einen Unterbegriff zu ‘Institution’ verwenden. Organisationen sind dann als Institutionen definiert, für die folgendes gilt: (a) Sie werden durch organisierte Tätigkeiten betrieben, und es gibt infolgedessen ein Personal der Institution, und (b) das Personal kann mereologisch als ein Teil der Institution betrachtet werden. – Die zweite Bedingung ist wichtig, weil viele Institutionen zwar durch organisierte Tätigkeiten aufrechterhalten werden, aber nicht selbst Organisationen sind, man denke zum Beispiel an

<sup>5</sup>Das wird in der Literatur oft ausgeblendet oder nur beiläufig erwähnt; als eine der wenigen Arbeiten, die explizit auf eine „Sachdominanz in Sozialstrukturen“ verweisen, vgl. man Linde (1972).

Straßen und Telefonnetze.

Ob es zweckmäßig sein könnte, von vornherein noch weitere Merkmale in die Definition aufzunehmen, braucht hier nicht erörtert zu werden. Natürlich können begriffliche Differenzierungen vorgenommen werden und ist zu berücksichtigen, dass Institutionen in ganz unterschiedlichem Ausmaß organisiert sein können. Man denke etwa an Haushalte, bei denen in vielen Fällen nur wenige Aspekte organisiert sind.

4. *Weitere Bemerkungen zum Reden von Organisationen.* Es soll noch einmal betont werden, dass bei der hier vorgeschlagenen Definition eine Organisation im allgemeinen nicht mit einer Menge von Menschen, ihrem Personal, identisch ist. Zu einer Organisation *als Institution* gehören auch die sachlichen Einrichtungen, die von den Mitgliedern der Organisation verwendet *und aufrechterhalten* werden. Die Gesamtheit dieser sachlichen Einrichtungen kann man zusammenfassend als *Apparat der Organisation* bezeichnen. Natürlich nutzt das Personal einer Organisation in vielen Fällen auch Einrichtungen, die nicht zum Apparat einer Organisation gehören. Zum Beispiel nutzen die Beschäftigten einer Spedition Straßen, die keinen Teil des Apparats der Spedition bilden. Es ist deshalb wichtig, darauf hinzuweisen, dass nur solche sachlichen Einrichtungen zum Apparat einer Organisation gehören, die von ihrem Personal nicht nur genutzt, sondern auch aufrechterhalten werden.

Der Begriff 'Apparat' kann im Übrigen bei allen Institutionen verwendet werden, um summarisch auf die Gesamtheit ihrer sachlichen Aspekte zu verweisen. Man kann dann zunächst zwei Arten von Institutionen unterscheiden: Institutionen, die nur aus einem Apparat bestehen, wie zum Beispiel Straßen, Verkehrsschilder und Telefonnetze; und Institutionen, die aus einem Apparat und aus einem Personal bestehen, wie die meisten Organisationen.

Vorstellbar ist auch, dass es Institutionen bzw. Organisationen gibt, die ausschließlich aus einer Menge von Menschen, ihrem Personal, bestehen und nicht über einen der Institution zurechenbaren Apparat verfügen. Man kann zum Beispiel an eine Gruppe von Menschen denken, die vereinbart haben, regelmäßig bestimmte Tätigkeiten auszuführen. Orientiert man sich an dem hier vorgeschlagenen weit gefassten Organisationsbegriff, handelt es sich um eine Organisation, der jedoch kein Apparat zurechenbar ist. Zwar sind auch in diesem Fall Institutionen als sachliche Bedingungen für die Tätigkeiten der Organisationsmitglieder erforderlich, zum Beispiel Gaststätten oder Sportplätze, wo sich die Mitglieder der Organisation treffen; aber dies sind dann externe Institutionen, die nicht zum Apparat der Organisation gehören.

Bemerkenswert ist, dass Organisationen ohne einen eigenen Apparat eher Ausnahmerecheinungen sind. In den meisten Fällen gehört zu einer Organisation ein zumindest minimaler Apparat, selbst wenn er nur dazu dienen soll, der Organisation eine „Adresse“ – eine öffentlich zugängliche

Repräsentation – zu verschaffen. Interessante Beispiele für Organisationen ohne einen eigenen Apparat gibt es jedoch dann, wenn eine solche öffentliche Repräsentation explizit vermieden werden soll, wie zum Beispiel bei Kartellen.

5. *Mitgliedschaft in Organisationen.* In vielen Fällen kann man sinnvoll davon sprechen, dass zu den Mitgliedern einer Organisation nicht nur die Angehörigen ihres Personals, sondern noch weitere Personen gehören. Hier sind einige Beispiele: Wird ein Kind geboren, wird es auch sogleich ein Mitglied des Haushalts seiner Mutter (oder irgendeiner anderen Organisation), ohne jedoch sogleich auch ein Mitglied des Personals (der Personen, die sich um die Aufrechterhaltung der Institution kümmern) zu werden; die Kinder, die in einer Grundschule unterrichtet werden, können als Mitglieder der Schule angesehen werden, ohne jedoch zu deren Personal zu gehören; ebenso können die Patienten eines Krankenhauses als dessen zeitweilige Mitglieder betrachtet werden, obwohl sie nicht zum Personal des Krankenhauses gehören.

Oft – insbesondere wenn sie durch einen Vertrag zustande kommen – sind Mitgliedschaften in Organisationen mit Rechten und Pflichten verbunden; man gelangt jedoch auf diese Weise nicht zu einer erschöpfenden Definition. Denn in einigen Fällen kommen Mitgliedschaften nicht durch eine Begründung von Rechten und Pflichten zustande (so etwa bei einem Kind, das in einen Haushalt hineingeboren wird); und andererseits begründen Rechte und Pflichten gegenüber einer Organisation nicht unbedingt eine Mitgliedschaft (z.B. haben viele Menschen Rechte und Pflichten gegenüber einem Finanzamt, ohne dadurch zu dessen Mitglied zu werden). Deshalb muss man sich mit einer indirekten Definition behelfen: Menschen werden zu Mitgliedern einer Organisation entweder dadurch, dass sie (allein oder gemeinsam mit anderen) die Organisation gründen, oder dadurch, dass sie von Angehörigen einer Organisation als neue Mitglieder aufgenommen werden.

## 2.3 Institutionen als Handlungsbedingungen

1. *Abgrenzung von Verhaltensregelmäßigkeiten.* In der Literatur findet man gelegentlich den Vorschlag, Institutionen als Verhaltensregelmäßigkeiten aufzufassen. Zum Beispiel hat Thomas Voss (1985, S. 3) dafür plädiert, unter Institutionen „allgemein stabile Abläufe des Verhaltens einer angebbaren Menge von Akteuren in angebbaren sich wiederholenden Situationen“ zu verstehen; J. L. Martin (2003, S. 40) sagt sogar, dass „the most common definition of an institution is a pattern of regularized conduct“; und bei M. Dierkes und W. Zapf (1994, S. 9) heißt es:

„Mit dem Begriff der »Institution« werden üblicherweise Formen sozialer Handlungen bezeichnet, die eine gewisse Gleichartigkeit und Regelmäßigkeit in zeitlicher und räumlicher Hinsicht aufweisen.“

Offenbar gelangt man mit diesen Vorschlägen zu einer anderen Begriffsbildung, denn Institutionen, wie zum Beispiel Straßen, Tankstellen und Telefonnetze, sind keine Verhaltensregelmäßigkeiten.<sup>6</sup>

Der in unserem Zusammenhang entscheidende Unterschied zwischen den Begriffsbildungen besteht darin, dass ein Verständnis von Institutionen als Verhaltensregelmäßigkeiten nicht bei Bedingungen für Handlungsmöglichkeiten ansetzt, sondern unmittelbar bei tatsächlich vollzogenen Tätigkeiten. Zwar kann man versuchen, in einer Gesamtheit solcher Tätigkeiten „Regelmäßigkeiten“ oder „Muster“ zu entdecken, aber man gelangt nicht zu Sachverhalten, die als Bedingungen für Handlungsmöglichkeiten menschlicher Akteure verstanden werden können.

Als Beispiel kann man daran denken, dass viele Menschen mit einer gewissen Regelmäßigkeit ein Auto benutzen. In Übereinstimmung mit dem Vorschlag von Dierkes und Zapf könnte man also Autofahren eine Institution nennen.<sup>7</sup> Die Begriffsbildung bezieht sich dann jedoch unmittelbar auf (in der Vergangenheit vollzogene) Tätigkeiten, nicht auf Bedingungen für Handlungsmöglichkeiten. Was Menschen tun können, hängt nicht von Regelmäßigkeiten ab, die ein Beobachter in ihrem Verhalten feststellen kann.

Verhaltensregelmäßigkeiten können auch nicht als eine Folge der Tätigkeiten verstanden werden, auf die sie sich gedanklich beziehen. Offenbar gibt es einen wesentlichen Unterschied zu Sachverhalten, die als Bedingungen für Handlungsmöglichkeiten gestaltet worden sind. Institutionen in diesem Sinn des Wortes sind tatsächlich als Sachverhalte beschreibbar, die durch menschliche Tätigkeiten zustande gekommen sind. Man denke etwa an Straßen, Tankstellen und Telefonnetze. Stets kann man sich in zumindest gedanklich bestimmter Weise auf Tätigkeiten beziehen, durch die solche Einrichtungen entstanden sind und aufrechterhalten und ggf. umgestaltet werden. Eine entsprechende Betrachtungsweise ist jedoch bei Verhaltensregelmäßigkeiten nicht möglich.

Als ein Beispiel kann man daran denken, Autofahrer zu beobachten, die sich einer roten Ampel nähern. Man kann eine Liste anfertigen und in jedem einzelnen Fall eintragen, ob das Fahrzeug anhält oder nicht. Schließlich wird man gestützt auf die Daten in der Liste vermutlich sagen können,

<sup>6</sup>Ich gehe hier und im Folgenden davon aus, dass ein empirisch-deskriptiver Sprachgebrauch intendiert ist: *Verhaltensregelmäßigkeiten* beziehen sich dann auf Mengen tatsächlich vollzogener Tätigkeiten oder Verhaltensweisen (z.B. auf das Verhalten von Autofahrern bei roten Ampeln). – Ich betone dies, weil Verhaltensregelmäßigkeiten in der soziologischen Literatur oft mit normativen Aspekten vermischt werden. Wenn empirische Verhaltensregelmäßigkeiten gemeint sind, kann jedoch nicht gleichzeitig von ihrer „Geltung“ gesprochen werden.

<sup>7</sup>Um sich spezifisch auf den Wortlaut ihrer Definition zu beziehen, kann man auch einschränkend als Beispiel anführen, dass viele Menschen regelmäßig montags von Hamburg nach Bremen fahren. Dann wäre also Montags-von-Hamburg-nach-Bremen-Fahren eine Institution.

dass die Fahrzeuge in den meisten Fällen angehalten haben, wenn die Ampel rot anzeigte. Also kann man von einer Verhaltensregelmäßigkeit sprechen, in diesem Beispiel für das Verhalten von Autofahrern, die sich einer roten Ampel nähern. Aber dies ist nicht ein neuer Sachverhalt, der durch das Verhalten der Autofahrer zustandekommt. Man kann nicht sinnvoll davon sprechen, dass die Autofahrer durch ihr Verhalten eine bestimmte Regelmäßigkeit *erzeugen* oder dass es sich um *eine Folge ihres Verhaltens* handelt. Die Verhaltensregelmäßigkeit besteht vielmehr nur in einer spezifischen Beschreibung einer Gesamtheit von bereits vollzogenen Tätigkeiten.

Deshalb sind auch Formulierungen wie die folgende von George C. Homans (1969, S. 6) problematisch. In dieser Formulierung definiert Homans Institutionen als „those relatively persistent patterns of social behavior to whose maintenance the actions of many men contribute“. Auf den ersten Blick handelt es sich nur um eine Formulierungsvariante für die Auffassung, dass man sich mit dem Wort ‘Institution’ auf Verhaltensregelmäßigkeiten beziehen sollte. Die Formulierung geht aber darüber hinaus, indem sie unterstellt, dass Menschen durch ihr Verhalten zu Verhaltensregelmäßigkeiten beitragen und sie dadurch aufrechterhalten. Man erkennt den Fehler, wenn man an Sachverhalte denkt, die tatsächlich als durch menschliche Tätigkeiten bewirkte Folgen verstanden werden können. Zum Beispiel kann man sinnvoll sagen, dass Autofahrer, ob sie nun an der roten Ampel halten oder nicht, zur Luftverschmutzung beitragen. Im Unterschied zu einer statistisch konstruierten Verhaltensregelmäßigkeit handelt es sich bei der Luftverschmutzung tatsächlich um einen durch ihr Verhalten bewirkten Sachverhalt.

*2. Institutionen als Bedingungen für Handlungsmöglichkeiten.* Im Unterschied zu Verhaltensregelmäßigkeiten kann man von Institutionen im Sinne des modalen Institutionenbegriffs sagen, dass sie durch menschliches Handeln zustande kommen, in kausaler Rhetorik: bewirkt werden. Umgekehrt kann die Abhängigkeit menschlicher Handlungsmöglichkeiten von Institutionen nicht kausal verstanden werden, denn Institutionen sind keine Ursachen, die ein bestimmtes Verhalten von Menschen bewirken können. Zum Beispiel kann ein Fahrradweg nicht bewirken, dass er von Radfahrern benutzt wird, und ein rotes Ampelsignal kann nicht bewirken, dass Autofahrer anhalten. Was geschieht, hängt vielmehr davon ab, wie sich die jeweils beteiligten Akteure verhalten.<sup>8</sup>

<sup>8</sup>Ich betonte dies, weil man in der Literatur oft Formulierungen findet, in denen Institutionen gewissermaßen als „wirkende Kräfte“ erscheinen; zum Beispiel heißt es bei Leonardo Benevolo über „Die Stadt in der europäischen Geschichte“ (1999, S. 13f.):

„Seit dem dritten vorchristlichen Jahrtausend beschleunigen städtische Ansiedlungen infolge engerer räumlicher Kontakte zeitlich ablaufende Veränderungen. Gerade sie bewirken den raschen Fortschritt im Leben der Menschen, durch den sich die Geschichte von der Frühgeschichte abhebt. Zugleich verleiht eine An-

Diese Einsicht folgt unmittelbar, wenn man sich an der ursprünglichen Bedeutung von Kausalität, nämlich an der Vorstellung eines Bewirkens, orientiert; denn dann kommen als mögliche Ursachen nur Tätigkeiten von Akteuren in Betracht, von denen man sagen kann, dass sie durch ihr Verhalten etwas bewirken können. Es sollte aber erwähnt werden, dass sich in Teilen der Literatur noch eine andere Auffassung von Kausalität verbreitet hat. Danach ist ein Sachverhalt oder ein Ereignis  $B$  eine „kausale Folge“ eines Sachverhalts oder Ereignisses  $A$ , wenn  $B$  auf  $A$  zeitlich folgt und wenn es eine Regel gibt, mit deren Hilfe beim Vorliegen von  $A$  eine Erwartung über das Auftreten von  $B$  gebildet werden kann. Solche Regeln gibt es natürlich, und die meisten Menschen kennen sehr viele Regeln dieser Art, zum Beispiel: dass Autofahrer anhalten, wenn die Ampel für sie rot anzeigt. Manchmal wird auch die Auffassung vertreten, dass es die Hauptaufgabe der Sozialwissenschaften sei, zur Verbesserung des Alltagswissens über solche Regeln beizutragen. Zum Beispiel geht das oben angeführte Zitat von Dierkes und Zapf folgendermaßen weiter:

„Insoweit die Untersuchung einer Institution es möglich macht, Annahmen darüber zu treffen, wie Menschen aufgrund ihrer Lage und Verankerung in sozialen Ordnungen in einer bestimmten Situation denken und handeln werden, kann man die Institutionenanalyse als Kernanliegen der Sozialwissenschaften überhaupt auffassen.“

Würde man dieser Auffassung folgen, würde es genügen, Verhaltensregelmäßigkeiten zu ermitteln, und es wäre eine müßige terminologische Frage, ob man sie kausal nennen sollte oder nicht. Ein theoretisches Problem entsteht tatsächlich erst, wenn man sich für Handlungsmöglichkeiten von Akteuren interessiert und folglich für Bedingungen, von denen solche Handlungsmöglichkeiten abhängig sind, also für Institutionen im Sinne des modalen Institutionenbegriffs. Dann aber wird auch deutlich, dass Bedingungen für Handlungsmöglichkeiten nicht sinnvoll als Ursachen eines jeweils realisierten Verhaltens verstanden werden können.

3. *Können Organisationen etwas bewirken?* Scheinbar kann man einwenden, dass es doch Beispiele für Institutionen gibt, die etwas bewirken

---

siedlung der in historischer Zeit gestalteten Umgebung Dauerhaftigkeit, reicht sie an darauffolgende Epochen weiter und bindet damit die Lebensweise einer Generation zum Teil an die vorangegangener Generationen. Sie ist also eine auf Zukunft gerichtete Antriebskraft.“

Der Gedanke, dass Menschen, indem sie Häuser und Strassen bauen, sich auch mehr oder weniger dauerhafte Lebensbedingungen schaffen, ist sicherlich plausibel. Ebenso kann man verstehen, wie das Entstehen solcher gegenständlichen Bedingungen menschlichen Lebens es erlaubt, von Ansiedlungen und Städten zu sprechen. Aber weder Ansiedlungen noch Städte sind Akteure oder „Kräfte“, die irgendetwas bewirken können. Die von Benevolo verwendete kausale Rhetorik ist tatsächlich rein metaphorisch und steht auch in einem gewissen Widerspruch zu seinen weiteren Ausführungen, in denen immer wieder an die Menschen erinnert wird, die durch ihre Tätigkeiten – und mit im einzelnen durchaus unterschiedlichen Vorstellungen und Planungshorizonten – die Häuser und Strassen einer Stadt gebaut und verändert haben.

können, nämlich Organisationen wie zum Beispiel Parlamente und Gewerkschaften. Diesem Einwand kann jedoch entgegnet werden, wenn man an die Unterscheidung zwischen Institutionen und ihrem Personal denkt. Natürlich kann das Personal einer Institution Wirkungen erzeugen, denn es besteht aus Akteuren, die durch ihre Tätigkeiten Wirkungen hervorrufen können. Wenn man also Organisationen begrifflich mit ihrem Personal identifiziert, wie dies in der Literatur oft geschieht, liegt es nahe, die Organisation selbst als Subjekt von Tätigkeiten zu betrachten. Folgt man jedoch unserem Vorschlag, Organisationen als Institutionen aufzufassen, muss man sie – wie jede Institution – von ihrem Personal begrifflich unterscheiden, und es wird deutlich, dass nicht die Organisation – qua Institution – Tätigkeiten vollziehen kann, sondern nur ihr Personal.

Zum Beispiel wird deutlich, dass es die Mitglieder eines Parlaments sind, die durch ihr Verhalten ein Gesetz verabschieden, nicht jedoch, oder nur in verkürzter Ausdrucksweise, das Parlament. Das Parlament als eine Institution begründet vielmehr spezifische Handlungsmöglichkeiten, die von den Parlamentsmitgliedern wahrgenommen werden können. Somit sollte also an der Aussage festgehalten werden, dass Institutionen nicht sinnvoll als Ursachen verstanden werden können.

4. *Wie Menschen durch Institutionen geprägt werden.* Wichtiger als diese negative Feststellung ist es jedoch, ein Verständnis dafür zu gewinnen, wie Institutionen das Verhalten von Menschen zwar nicht verursachen, aber prägen. Man denke etwa an eine belebte Straße, die oft von Fußgängern überquert wird. Irgendwann wird ein Zebrastreifen angelegt, und die meisten Fußgänger werden dann diesen Zebrastreifen benutzen, wenn sie in seiner Nähe die Straße überqueren wollen. Zwar werden sie durch den Zebrastreifen nicht zu diesem Verhalten gezwungen, aber viele Fußgänger werden ihn benutzen, weil es dadurch einfacher und sicherer wird, die Straße zu überqueren.

Analog verhält es sich mit anderen Institutionen, wenn man sie als Einrichtungen betrachtet, durch die Handlungsmöglichkeiten begründet werden. Natürlich setzt die Wahrnehmung solcher Handlungsmöglichkeiten auf Seiten der Akteure entsprechende Bedürfnisse oder Absichten voraus (darauf wurde bereits hingewiesen). Wer die Straße nicht überqueren möchte, benötigt keinen Zebrastreifen. Wo aber die Bedürfnisse oder Absichten vorhanden sind, ist es oft praktisch, bequem, zweckmäßig und manchmal auch kaum vermeidbar, die jeweils vorhandenen Institutionen zu nutzen. Es sollte auch bedacht werden, dass Institutionen in den meisten Fällen im Hinblick auf vorhandene Bedürfnisse und Interessen gestaltet werden und dass schließlich auch diese Bedürfnisse und Interessen selbst durch die Institutionen (oder genauer: durch die Wahrnehmung der durch sie begründeten Handlungsmöglichkeiten) geprägt werden.

Allerdings sollte man bei Überlegungen dieser Art auf die Formulierungen achten. Zum Beispiel erscheint es verkehrt, zu sagen, dass Insti-



tutionen „neue Bedürfnisse produzieren“ können (Schelsky 1970, S. 20). Orientiert man sich am modalen Institutionenbegriff, kann man nur sagen, dass Institutionen Handlungsmöglichkeiten begründen. Erst aus ihrer Wahrnehmung durch Akteure können ggf. neue Bedürfnisse entstehen oder, vielleicht besser gesagt, vorhandene Bedürfnisse neue Erscheinungsformen annehmen.

Diese Überlegungen orientieren sich in erster Linie an einer externen Nutzung von Institutionen, wie zum Beispiel an der Nutzung von Straßen, Zebrastreifen und Supermärkten. Ergänzende Überlegungen betreffen das Personal von Institutionen. Zunächst kann man feststellen, dass eine Institution stets auch ein Komplex von Handlungsbedingungen für ihr Personal ist. Zum Beispiel werden durch einen Supermarkt nicht nur Handlungsmöglichkeiten für seine Nutzung durch Kunden organisiert, sondern er stellt auch einen Komplex von Handlungsbedingungen für diejenigen Personen dar, die dort als Personal beschäftigt sind. Natürlich unterscheiden sich diese Handlungsbedingungen, man denke etwa bei der Kasse einerseits an die Kunden, andererseits an die Kassiererin. Wichtig ist, dass bei den Mitgliedern des Personals einer Institution ein weiterer Aspekt hinzu kommt, der darin besteht, dass sie sich verpflichtet haben, bestimmte Aufgaben zu übernehmen. Zum Beispiel hat die Kassiererin die Aufgabe übernommen, die Abrechnungen an der Kasse durchzuführen. Für die Mitglieder des Personals ist eine Institution also nicht nur ein Arrangement von Handlungsmöglichkeiten, sondern außerdem ein durch die jeweils übernommenen Aufgaben strukturierter Bereich von Handlungsverpflichtungen. Somit erhält man für Personen, die zum Personal einer Institution gehören, auch eine weitergehende Antwort auf die Frage ihrer Abhängigkeit: Sie sind auch insofern abhängig, als sie sich verpflichtet haben, für die Institution bzw. in ihrem Rahmen bestimmte Aufgaben wahrzunehmen.

## 2.4 Funktionalistische Betrachtungsweisen

## Kapitel 3

# Statistische Begriffsbildungen

### 3.1 Statistische Variablen und Verteilungen

1. Bezugnahme auf Gesamtheiten.
2. Gesamtheiten als Mengen.
3. Repräsentation von Gesamtheiten.
4. Statistische Variablen.
5. Mehrdimensionale statistische Variablen.
6. Der statistische Verteilungsbegriff.
7. Statistische Aussagen über Gesamtheiten.
8. Mehrdimensionale Verteilungen.

### 3.2 Raumbezogene Sozialstatistik

1. Bezugnahme auf materielle Räume.
2. Räumliche und raumbezogene statistische Variablen.
3. Konstruktionen räumlicher Variablen.
4. Erfassung regionaler Differenzierungen.
5. Statistische und räumliche Darstellungen.
6. Varianten raumbezogener Verteilungen

### 3.3 Statistische Strukturbegriffe

1. Statistische Strukturen und Sachverhalte.
2. Besonderheiten des statistischen Strukturbegriffs.
3. Unterschiedliche Sozialstrukturbegriffe.
4. Der Sozialstrukturbegriff bei Peter M. Blau.
5. Bezugseinheiten statistisch definierter Sozialstrukturen.
6. Wie entstehen statistische Sachverhalte?
7. Datenerzeugende und substantielle Prozesse.
8. Statistische Sachverhalte im Mikro-Makro-Schema.

In diesem Kapitel beschäftigen wir uns zunächst mit dem gedanklichen Ansatz der in der empirischen Sozialforschung verwendeten statistischen Begriffsbildungen. Dann wird besprochen, wie statistische Begriffsbildungen mit Bezugnahmen auf einen räumlichen Kontext verknüpft werden können. Den Abschluss bilden Überlegungen zu statistischen (Sozial-) Strukturbegriffen. (Weitere Ausführungen zu statistischen Begriffsbildungen und Methoden erfolgen in späteren Kapiteln.)

### 3.1 Statistische Variablen und Verteilungen

1. *Bezugnahme auf Gesamtheiten.* Die Entwicklung der Statistik kann als eine Folge des Wunsches verstanden werden, empirisch explizierbare Vorstellungen über Gesamtheiten zu gewinnen, die nicht unmittelbar überschaubar sind. Ursprünglich ging es in erster Linie um eine Erfassung von Bevölkerungen (Populationen). Etwa seit der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts hat sich die Statistik zu einer abstrakten Methodenwissenschaft entwickelt, deren Begriffsbildungen auf beliebige Gesamtheiten anwendbar sind. Dass in irgendeiner Weise eine Bezugnahme auf Gesamtheiten erfolgt, ist jedoch in jedem Fall relevant, um statistische Aussagen zu verstehen.<sup>1</sup> Maurice Kendall und Alan Stuart haben das zu Beginn ihrer „Advanced Theory of Statistics“ (1977, S. 1) so ausgedrückt:

„The fundamental notion in statistical theory is that of the group or aggregate, a concept for which statisticians use a special word – “population”. This term will be generally employed to denote any collection of objects under consideration, whether animate or inanimate; for example, we shall consider populations of men, of plants, of mistakes in reading a scale, of barometric heights on different days, and even populations of ideas, such as that of the possible ways in which a hand of cards might be dealt. [...] The science of Statistics deals with the properties of populations. In considering a population of men we are not interested, statistically speaking, in whether some particular individual has brown eyes or is a forger, but rather in how many of the individuals have brown eyes or are forgers, and whether the possession of brown eyes goes with a propensity to forgery in the population. We are, so to speak, concerned with the properties of the population itself. Such a standpoint can occur in physics as well as in demographic sciences.“

In diesem Zitat wird auch schon darauf hingewiesen, dass sich statistische Aussagen *in spezifischer Weise* auf Gesamtheiten beziehen; das wird weiter unten (in § 6) genauer besprochen. Bereits an dieser Stelle kann aber festgestellt werden, dass Aussagen über Gesamtheiten von Aussagen über ihre individuellen Mitglieder zu unterscheiden sind.

2. *Gesamtheiten als Mengen.* Wenn in der Statistik von Gesamtheiten gesprochen wird, sind Mengen im Sinne der Mengenlehre gemeint, d.h. Zusammenfassungen von Elementen zu einer gedanklichen Einheit, wobei von allen möglicherweise vorhandenen Beziehungen zwischen den Elementen abstrahiert wird. Der Begründer der Mengenlehre, Georg Cantor (1845–1918), hat einmal folgende Definition gegeben:

„Unter einer „Menge“ verstehen wir jede Zusammenfassung  $M$  von bestimmten wohlunterschiedenen Objekten unsrer Anschauung oder unseres Denkens (welche die „Elemente“ von  $M$  genannt werden) zu einem Ganzen.“ (Cantor 1962, S. 282)

<sup>1</sup>Allerdings gibt es auch eine konkurrierende Idee wiederholbarer Verfahren, an der sich die Wahrscheinlichkeitstheorie und die *probabilistische* Statistik orientieren.

Der gedankliche Ansatz ist allgemein und abstrakt. Es gibt keinerlei Einschränkungen hinsichtlich der Arten von Objekten, die man gedanklich zu einer Menge zusammenfassen kann. Es muss sich auch nicht unbedingt um materielle Objekte im umgangssprachlichen Sinn dieses Worts handeln, zum Beispiel können auch Zahlen, Eigenschaften, Ereignisse und Gebiete eines Raums zu Mengen zusammengefasst werden, und auch Mengen selbst können wiederum als Elemente zur Definition neuer Mengen verwendet werden.<sup>2</sup>

Wichtig ist auch, dass mit dem Mengenbegriff nur eine gedankliche Einheit der jeweils in Betracht gezogenen Elemente gemeint ist (von der Frage, ob und ggf. in welcher Weise der Menge auch eine „reale Einheit“ entspricht, wird also abgesehen). Ebenfalls wird von allen Beziehungen abstrahiert, die möglicherweise zwischen den zu einer Menge zusammengefassten Elementen bestehen bzw. hergestellt werden können. Infolgedessen wird auch von räumlichen oder zeitlichen Anordnungen der Elemente, soweit man ggf. davon sprechen kann, abgesehen. Insbesondere spielt die Reihenfolge, in der die Elemente einer Menge vorgestellt oder aufgeschrieben werden, keine Rolle.<sup>3</sup>

3. *Repräsentation von Gesamtheiten.* Im Rahmen statistischer Überlegungen werden Gesamtheiten immer als Mengen aufgefasst, und wenn in diesem Text ohne weiteren Zusatz von Gesamtheiten gesprochen wird, sind deshalb stets Mengen gemeint. Bei ihren Elementen kann es sich um real existierende oder um fiktive Objekte handeln. Im ersten Fall gibt es die Objekte in der menschlichen Erfahrungswelt (einschließlich der empirisch zugänglichen Vergangenheit), im zweiten Fall gibt es sie nur in der Vor-

<sup>2</sup>In diesem Text wird eine Kenntnis der Grundbegriffe der Mengenlehre vorausgesetzt. Kurze Erläuterungen der für die Statistik relevanten Begriffsbildungen findet man bei Rohwer und Pötter (2001, S. 21ff.).

<sup>3</sup>Dies muss auch deshalb betont werden, weil in der soziologischen Literatur (und in der Umgangssprache) der Mengenbegriff gelegentlich anders verwendet wird. Zum Beispiel schreiben R. Boudon und F. Bourricaud in ihren „Soziologischen Stichworten“ (1992, S. 184): „Eine Menge und eine Masse sind nicht dasselbe. Die beiden Bezeichnungen beziehen sich auf unterschiedliche soziale Situationen. In einer Menge, die einem Fußballspiel beiwohnt, stehen die Beteiligten in Interaktionsbeziehungen zueinander. Die einen pfeifen, die anderen klatschen; und in beiden Lagern entwickelt sich eine Solidarität sowie – je nach dem Grad ihrer Begeisterung – eine Differenzierung zwischen den Fans. [...] Die *Masse* derjenigen dagegen, die ein Fernsehprogramm verfolgen oder eine Zeitung lesen, hat kaum Möglichkeiten, miteinander in Kontakt zu treten. Außerdem kommen die Beziehungen zwischen ihnen nur durch die Vermittlung der ausgestrahlten Sendung oder der Druckseite zustande. Ihre Gemeinsamkeiten beschränken sich darauf, daß sie Leser derselben Zeitung oder Zuschauer desselben Programms sind.“ Offenbar wird hier von einer „Menge“ im Unterschied zu einer „Masse“ dann gesprochen, wenn es zwischen ihren Elementen gewisse Interaktionsbeziehungen gibt. Es ist natürlich zulässig, das Wort ‘Menge’ auch in dieser Bedeutung zu verwenden; es ist aber wichtig zu wissen, dass das Wort in der Mengenlehre und der sich an sie anschließenden Statistik anders verwendet wird, nämlich in einer Bedeutung, die von allen möglicherweise vorhandenen Beziehungen zwischen den Elementen abstrahiert.

stellungswelt eines oder mehrerer Menschen. Dementsprechend kann man im ersten Fall von *empirischen*, im zweiten Fall von *fiktiven Gesamtheiten* sprechen. Fiktive Gesamtheiten können endlich oder unendlich viele Elemente enthalten, empirische Gesamtheiten haben jedoch immer nur endlich viele Elemente. Weiterhin gilt natürlich auch, dass empirische Gesamtheiten nur Elemente enthalten können, die es in der *bisherigen* Erfahrungswelt von Menschen tatsächlich gibt oder gegeben hat, also insbesondere keine möglicherweise in der Zukunft existierenden Objekte.

In der *Sozialstatistik* beschäftigt man sich mit empirischen Gesamtheiten.<sup>4</sup> Dabei ist zu berücksichtigen, dass man sich oft nicht unmittelbar und vollständig auf alle Elemente einer intendierten empirischen Gesamtheit beziehen kann. Als Beispiel kann man an die Gesamtheit der Menschen denken, die in Deutschland im September 2003 arbeitslos gewesen sind. Offenbar ist eine empirische Gesamtheit gemeint, die in diesem Beispiel aus Menschen besteht, die im angegebenen Zeitraum tatsächlich gelebt haben.<sup>5</sup> Aber es ist auch klar, dass diese Gesamtheit nicht unmittelbar beobachtet werden kann. Deshalb ist man gezwungen, sich in irgendeiner Form eine Repräsentation der Gesamtheit, über die man sprechen möchte, zu verschaffen.

Mit Repräsentationen sind in diesem Zusammenhang gegenständliche oder sprachliche Hilfsmittel gemeint, die es erlauben sollen, sich die Elemente einer nicht unmittelbar überschaubaren Gesamtheit zu vergegenwärtigen. Je nach dem verfügbaren Vorwissen gibt es dafür unterschiedliche Möglichkeiten. Als Beispiel kann man an eine Kartei im Personalbüro eines Unternehmens denken, die für jede in dem Unternehmen beschäftigte Person eine Karteikarte mit Informationen über die Person enthält. Eine solche Kartei repräsentiert dann (im hier gemeinten Sinn) die Belegschaft des Unternehmens, wobei es gleichgültig ist, in welchen technischen Formen die Kartei existiert (etwa in Form eines Karteikastens mit Karteikarten oder in Gestalt einer Datei in einem Computer).

Eine minimale Anforderung an eine Repräsentation besteht darin, dass es für die Elemente der intendierten Gesamtheit Namen gibt, die ihre Unterscheidung ermöglichen. Solche Namen benötigt man auch dann, wenn eine empirische Identifikation noch gar nicht stattgefunden hat, sondern zunächst nur als Möglichkeit vorstellbar ist (wie zum Beispiel bei den Menschen, die im September 2003 in Deutschland arbeitslos gewesen sind). Folgende allgemeine Notation eignet sich sowohl für empirische als auch für fiktive Gesamtheiten:  $\Omega := \{\omega_1, \dots, \omega_n\}$ . In dieser Notation sind die

<sup>4</sup>In der Literatur findet man gelegentlich die Wortkombination *Wirtschafts- und Sozialstatistik*. In diesem Text wird von Sozialstatistik in einem umfassenden Sinn gesprochen, der Bezugnahmen auf wirtschaftliche Sachverhalte einschließt.

<sup>5</sup>Ersichtlich sind sowohl zeitliche als auch räumliche Bezugnahmen erforderlich. Eine explizite Berücksichtigung der zeitlichen Bezüge ist insbesondere dann wichtig, wenn Prozesse dargestellt werden sollen; das wird in Kapitel II-5 besprochen. Mit Überlegungen zum räumlichen Kontext beschäftigen wir uns in Abschnitt 3.2.

Symbole  $\omega_1, \dots, \omega_n$  Namen der Elemente (wobei die natürliche Zahl  $n$  auf die Anzahl der Namen verweist), und die Mengenklammern geben an, dass sie (die Namen bzw. die durch sie repräsentierten Elemente) zu einer Menge zusammengefasst werden sollen. Schließlich erhält diese Menge per Definition den Namen  $\Omega$ .<sup>6</sup>

4. *Statistische Variablen.* Statistische Aussagen über Gesamtheiten gehen von deren Elementen aus. Die einfachste Aussage stellt nur fest, wieviele Elemente die Gesamtheit enthält. Alle weiteren statistischen Aussagen über Gesamtheiten gehen von Eigenschaften aus, die sich zunächst ihren Elementen zurechnen lassen. Solche Eigenschaften werden durch *statistische Variablen* repräsentiert, die allgemein als *Funktionen im mathematischen Sinn* definiert sind. Zur Erläuterung kann folgendes Schema verwendet werden:

$$X : \Omega \longrightarrow \tilde{\mathcal{X}}$$

Hierbei ist  $\Omega$  eine statistische Gesamtheit, und  $\tilde{\mathcal{X}}$  ist der *Merkmalsraum* der Variablen, d.h. eine Menge von Attributen, so dass jedes Element von  $\Omega$  durch genau eines dieser Attribute charakterisiert werden kann. Schließlich ist  $X$  der Name der statistischen Variablen, also der Funktion, die jedem Element das ihm entsprechende Attribut zuordnet.

Als Beispiel kann man an eine statistische Variable denken, die jedem Mitglied einer Gesamtheit von Menschen sein Geschlecht zuordnet, also entweder das Attribut ‘männlich’ oder das Attribut ‘weiblich’. Offenbar kann man diese Attribute auch durch Zahlen repräsentieren, also etwa einen Merkmalsraum  $\tilde{\mathcal{X}} := \{0, 1\}$  verwenden und vereinbaren, dass die Zahl 0 das Attribut ‘männlich’ und die Zahl 1 das Attribut ‘weiblich’ bedeuten soll. In diesem Beispiel handelt es sich um einen *qualitativen* Merkmalsraum, womit gemeint ist, dass es für die Elemente des Merkmalsraums keine sinnvolle lineare Ordnung gibt. Dagegen sind *quantitative* Merkmalsräume dadurch definiert, dass es für ihre Elemente eine sinnvolle lineare Ordnung gibt; als Beispiel kann man an einen Merkmalsraum  $\tilde{\mathcal{Y}} := \{0, 1, 2, 3, \dots\}$  denken, dessen Elemente zur Feststellung des Alters von Menschen (in diesem Beispiel in vollendeten Lebensjahren) verwendet werden können.<sup>7</sup>

Es sei betont, dass statistische Variablen Funktionen sind und von *logischen Variablen* (Leerstellen in Aussageformen) unterschieden werden

<sup>6</sup>In diesem Text werden die Zeichen ‘=’ und ‘:=’ unterschieden. Ein Gleichheitszeichen mit vorangestelltem Doppelpunkt wird verwendet, um anzudeuten, dass eine definitorische Gleichsetzung vorgenommen wird, d.h. der Ausdruck auf der linken Seite wird durch den Ausdruck auf der rechten Seite definiert. Dagegen setzt ein einfaches Gleichheitszeichen voraus, dass beide Seiten schon definiert sind.

<sup>7</sup>Ausführlichere Überlegungen zu unterschiedlichen Arten von Merkmalsräumen findet man bei Rohwer und Pötter (2002a, Kap. 4).

müssen.<sup>8</sup> Außerdem dürfen statistische Variablen nicht mit ihren Merkmalsräumen verwechselt werden, wie dies gelegentlich in der Methodenliteratur geschieht.<sup>9</sup> Man kann natürlich abkürzend ohne Zusatz von Variablen sprechen, wenn aus dem Kontext hervorgeht, ob statistische oder logische Variablen gemeint sind.

Zum Verständnis ist auch zu beachten, dass das Wort ‘Funktion’ in unterschiedlichen Bedeutungen verwendet werden kann. Hauptsächlich sind zwei Verwendungsmöglichkeiten zu unterscheiden. Einerseits eine Verwendung, in der das Wort ‘Funktion’ auf einen Zweck, eine Leistung oder eine Aufgabe verweisen soll; andererseits die mathematische Verwendung des Funktionsbegriffs, in der das Wort die Zuordnung der Elemente einer Menge zu Elementen derselben oder einer anderen Menge meint. In Teilen der soziologischen Literatur (insbesondere im Umkreis sogenannter „funktionalistischer“ Theorienansätze) wird das Wort in der ersten dieser beiden Bedeutungen verwendet;<sup>10</sup> wir werden das Wort in diesem Text jedoch ausschließlich in seiner mathematischen Bedeutung verwenden.<sup>11</sup>

Es sei auch angemerkt, dass eine Funktion im mathematischen Sinn nicht mit der Vorstellung eines „funktionalen Zusammenhangs“ verwechselt werden darf. Bereits zur Interpretation statistischer Variablen passt eine solche Vorstellung offenbar nicht.

*5. Mehrdimensionale statistische Variablen.* In vielen Fällen ist es möglich und oft von besonderem Interesse, die Elemente einer Gesamtheit gleichzeitig durch zwei oder mehr Arten von Merkmalen zu charakterisieren. Man spricht dann von *mehrdimensionalen statistischen Variablen*, wobei jeder einzelne Merkmalsraum als eine „Dimension“ (in einem rein formalen, nicht räumlich aufzufassenden Sinn) zählt. Denkt man zur Illustration wieder an eine Personengesamtheit, könnte jeder Person gleichzeitig ein Geschlecht und ein Alter zugeordnet werden. Dem entspricht dann eine zweidimensionale statistische Variable

$$(X, Y) : \Omega \longrightarrow \tilde{\mathcal{X}} \times \tilde{\mathcal{Y}}$$

<sup>8</sup>Dazu ausführlich Rohwer und Pötter (2002b, Kap. 9).

<sup>9</sup>Unklare Verwendungen des Variablenbegriffs in der Methodenliteratur werden bei Rohwer und Pötter (2002a, S. 14ff.) besprochen.

<sup>10</sup>Zum Beispiel schreibt H. Joas in einer Einführung für ein Lehrbuch der Soziologie (2001, S. 21): „Der Ausdruck „Funktion“ bezeichnet den Beitrag, den jede soziale Beziehung, Position, Organisation, jeder Wert oder jede Eigenschaft einer Gesellschaft für das soziale System als Ganzes leistet. [...] So besteht die Funktion von Schulen darin, Schüler auszubilden, die über die von den Unternehmen geforderten Fertigkeiten verfügen und am öffentlichen Leben als Bürger ihres Landes teilnehmen können.“ Eine Besprechung unterschiedlicher Verwendungsweisen des Funktionsbegriffs in der soziologischen Literatur findet man bei R. K. Merton (1957, S. 20ff.).

<sup>11</sup>In der Notation und Terminologie folgen wir den Ausführungen bei Rohwer und Pötter (2001, S. 24ff.). Zur Geschichte des mathematischen Funktionsbegriff vgl. man H.-G. Steiner (1969).

**Tabelle 3.1-1** Fiktive Daten für eine eindimensionale statistische Variable  $X$  (links) und eine zweidimensionale statistische Variable  $(X, Y)$  (rechts).

$\omega$	$X(\omega)$	$\omega$	$X(\omega)$	$Y(\omega)$
$\omega_1$	0	$\omega_1$	0	22
$\omega_2$	1	$\omega_2$	1	29
$\omega_3$	0	$\omega_3$	0	26
$\omega_4$	0	$\omega_4$	0	25
$\omega_5$	1	$\omega_5$	1	26
$\omega_6$	0	$\omega_6$	0	24
$\omega_7$	1	$\omega_7$	1	22
$\omega_8$	1	$\omega_8$	1	25
$\omega_9$	0	$\omega_9$	0	25
$\omega_{10}$	0	$\omega_{10}$	0	23

wobei sich der Merkmalsraum  $\tilde{\mathcal{X}} := \{0, 1\}$  auf das Geschlecht und der Merkmalsraum  $\tilde{\mathcal{Y}} := \{0, 1, 2, 3, \dots\}$  auf das Alter bezieht. Dementsprechend wäre  $(X, Y)(\omega) = (1, 25)$  so zu verstehen, dass  $\omega$  der Name einer 25jährigen Frau ist.

Tabelle 3.1-1 illustriert die Begriffsbildungen mit fiktiven Daten. Die linke Hälfte illustriert eine eindimensionale, die rechte Hälfte eine zweidimensionale statistische Variable. Die Personengesamtheit ist in beiden Fällen identisch und besteht aus 10 Personen. Die eindimensionale Variable ordnet jeder Person ein Geschlecht zu, die zweidimensionale Variable ordnet jeder Person außerdem ein Alter zu.

*6. Der statistische Verteilungsbegriff.* Mit dem Begriff einer statistischen Variablen steht ein sehr allgemeines Schema zur Repräsentation von Objekten und ihrer Merkmale zur Verfügung. Kennt man eine statistische Variable  $X : \Omega \longrightarrow \tilde{\mathcal{X}}$ , kennt man auch für jedes Element  $\omega \in \Omega$  den Merkmalswert  $X(\omega)$ . Das statistische Erkenntnisinteresse zielt jedoch gar nicht auf ein solches Wissen über die individuellen Mitglieder der jeweiligen Gesamtheit, sondern nur auf das Ausmaß, in dem bestimmte Merkmalswerte in der Gesamtheit vorkommen. Als Beispiel können die Daten für die Variable  $X$  in Tabelle 3.1-1 dienen. Aus statistischer Sicht interessiert nicht, dass  $\omega_1$  der Name einer männlichen und  $\omega_2$  der Name einer weiblichen Person ist, sondern dass es in der Gesamtheit sechs männliche und vier weibliche Personen gibt; oder in relativen Häufigkeiten ausgedrückt: 60% sind männlich und 40% sind weiblich.

Diesem spezifischen Erkenntnisinteresse dient der Begriff einer *statistischen Verteilung*.<sup>12</sup> Wie bei statistischen Variablen handelt es sich um Funktionen; aber – und darin kommt der statistische Perspektivenwechsel zum Ausdruck – als Definitionsbereich der Funktion dient jetzt nicht die Objektmenge  $\Omega$ , sondern die Gesamtheit aller möglichen Merkmalskombi-

<sup>12</sup>In gleicher Bedeutung spricht man auch von *Häufigkeits- und Merkmalsverteilungen*, oder auch kurz von *der Verteilung* (einer statistischen Variablen).

nationen, also die Potenzmenge  $\mathcal{P}(\tilde{\mathcal{X}})$  des Merkmalsraums  $\tilde{\mathcal{X}}$ .<sup>13</sup> Also kann folgende Definition gegeben werden:

Die *Verteilung einer statistischen Variablen*  $X : \Omega \longrightarrow \tilde{\mathcal{X}}$  ist eine Funktion, die jeder Teilmenge  $\tilde{X}$  des Merkmalsraums  $\tilde{\mathcal{X}}$  die (absolute oder relative) Häufigkeit derjenigen Objekte in  $\Omega$  zuordnet, die einen Merkmalswert in  $\tilde{X}$  aufweisen.

Zur Notation verwenden wir  $P_{[X]}^*$ , wenn auf absolute Häufigkeiten Bezug genommen wird, und  $P_{[X]}$ , wenn auf relative Häufigkeiten Bezug genommen wird. In eckigen Klammern steht der Name der Variablen, deren Verteilung bezeichnet werden soll.<sup>14</sup> Somit gelangt man zu den Definitionen

$$P_{[X]}^*(\tilde{X}) := |\{\omega \in \Omega \mid X(\omega) \in \tilde{X}\}| \quad \text{und} \quad P_{[X]}(\tilde{X}) := \frac{P_{[X]}^*(\tilde{X})}{|\Omega|}$$

wobei  $\tilde{X}$  eine beliebige Teilmenge von  $\tilde{\mathcal{X}}$  ist.<sup>15</sup> Als Konvention wird vereinbart, dass, wenn ohne Zusatz von Häufigkeiten gesprochen wird, stets relative Häufigkeiten gemeint sind. Dies soll analog auch für das Reden von statistischen Verteilungen gelten.

Zur Illustration beziehen wir uns wieder auf die Variable  $X$  in Tabelle 3.1-1. In diesem Beispiel ist der Merkmalsraum  $\tilde{\mathcal{X}} = \{0, 1\}$ , es gibt also vier Teilmengen mit folgenden absoluten bzw. relativen Häufigkeiten:

$\tilde{X}$	$P_{[X]}^*(\tilde{X})$	$P_{[X]}(\tilde{X})$
$\emptyset$	0	0.0
$\{0\}$	6	0.6
$\{1\}$	4	0.4
$\tilde{\mathcal{X}}$	10	1.0

Es sollte beachtet werden, dass als Argumente einer Häufigkeitsfunktion  $P_{[X]}$  nicht Elemente, sondern Teilmengen des Merkmalsraums der Variablen  $X$  verwendet werden; solche Teilmengen werden auch *Merkmalsmengen* genannt. Die Berücksichtigung der leeren Menge  $\emptyset$  und der Gesamtmenge  $\tilde{\mathcal{X}}$  dient natürlich nur der formalen Vollständigkeit.

*7. Statistische Aussagen über Gesamtheiten.* Bereits zu Beginn dieses Abschnitts wurde betont, dass sich statistische Aussagen stets auf Gesamtheiten beziehen; jetzt kann genauer gesagt werden, dass es sich stets um

<sup>13</sup>Wenn  $M$  irgendeine Menge ist, bezeichnet  $\mathcal{P}(M)$  ihre *Potenzmenge*, d.h. die Menge aller Teilmengen von  $M$ .

<sup>14</sup>Diese eckigen Klammern bilden einen Teil des Namens der Funktion und dürfen nicht mit Argumenten verwechselt werden, die in runden Klammern angehängt werden.

<sup>15</sup>Wenn  $M$  eine endliche Menge ist, soll  $|M|$  die Anzahl ihrer Elemente bedeuten.

*Aussagen über statistische Verteilungen* handelt. Dass es sich um eine spezifische Art von Aussagen über Gesamtheiten handelt, wird deutlich, wenn man darauf achtet, dass unsere Sprache zweideutig ist, wenn im Plural über die Mitglieder irgendeiner Gesamtheit gesprochen wird. Eine Aussage der Art „Für die Mitglieder der Gesamtheit  $\Omega$  gilt ...“ kann bedeuten:

- (1) Für jedes Mitglied aus  $\Omega$  gilt ...; oder
- (2) Für die Gesamtheit der Mitglieder aus  $\Omega$ , also für  $\Omega$  gilt ...

Statistische Aussagen, die vom Begriff einer statistischen Verteilung ausgehen, sind stets vom Typ (2), nicht vom Typ (1).

Natürlich müssen zunächst Daten über individuelle Mitglieder einer Gesamtheit erhoben werden, bevor eine statistische Verteilung gebildet werden kann. Insofern bezieht sich die Erhebung statistischer Daten auf individuelle Objekte. Ein Perspektivenwechsel findet jedoch statt, sobald man statistische Verteilungen betrachtet. Die Aufmerksamkeit richtet sich dann auf die Gesamtheit, nicht mehr auf ihre individuellen Mitglieder, anhand derer die Daten gewonnen worden sind. Diese der statistischen Methode eigentümliche Abstraktion wurde vom *International Statistical Institute* (1986, S. 238) in einer „Declaration of Professional Ethics“ folgendermaßen formuliert:

„Statistical data are unconcerned with individual identities. They are collected to answer questions such as ‘how many?’ or ‘what proportions?’, not ‘who?’. The identities and records of co-operating (or non-cooperating) subjects should therefore be kept confidential, whether or not confidentiality has been explicitly pledged.“

*8. Mehrdimensionale Verteilungen.* Die Idee einer Häufigkeitsfunktion kann leicht für mehrdimensionale Variablen verallgemeinert werden. Als Beispiel verwenden wir die in Tabelle 3.1-1 angegebene Variable  $(X, Y)$ , bei der sich  $X$  auf das Geschlecht und  $Y$  auf das Alter der Mitglieder einer aus 10 Personen bestehenden Gesamtheit  $\Omega$  bezieht. Als Merkmalsmengen kommen jetzt alle Teilmengen des Merkmalsraums von  $(X, Y)$ , also des kombinierten Merkmalsraums  $\tilde{\mathcal{X}} \times \tilde{\mathcal{Y}}$ , in Betracht. Die Häufigkeitsfunktion von  $(X, Y)$ , für die die Notation  $P_{[X,Y]}$  verwendet wird (oder  $P_{[X,Y]}^*$ , wenn auf absolute Häufigkeiten Bezug genommen werden soll), kann also durch folgendes Schema verdeutlicht werden:

$$P_{[X,Y]} : \mathcal{P}(\tilde{\mathcal{X}} \times \tilde{\mathcal{Y}}) \longrightarrow [0, 1]$$

Ist  $M$  irgendeine Merkmalsmenge, d.h. eine Teilmenge von  $\tilde{\mathcal{X}} \times \tilde{\mathcal{Y}}$  bzw. ein Element der Potenzmenge von  $\tilde{\mathcal{X}} \times \tilde{\mathcal{Y}}$ , wird ihr durch die Häufigkeitsfunktion eine Zahl  $P_{[X,Y]}(M)$  im Intervall von 0 bis 1 zugeordnet, die den Anteil der Mitglieder von  $\Omega$  angibt, die Merkmalswerte in  $M$  aufweisen:

$$P_{[X,Y]}(M) = \frac{|\{\omega \in \Omega \mid (X, Y)(\omega) \in M\}|}{|\Omega|}$$

Als Beispiel sei etwa  $M := \{1\} \times \{20, \dots, 25\}$ . Dann ist  $P_{[X,Y]}(M) = 2/10$ , d.h. 20% der Personen in der Referenzmenge  $\Omega$  sind weiblich und 20 bis 25 Jahre alt.

### 3.2 Raumbezogene Sozialstatistik

In diesem Abschnitt werden einige Möglichkeiten der Verknüpfung sozialstatistischer Begriffe mit räumliche Vorstellungen besprochen. Dabei wird an die Ausführungen in Abschnitt II-1.1 angeknüpft.

1. *Bezugnahme auf materielle Räume.* Da es in der Sozialstatistik um die Erfassung empirisch fixierbarer Sachverhalte geht, ist eine Bezugnahme auf materielle Räume grundlegend (vgl. Abschnitt II-1.1). Diese Räume können allerdings ganz unterschiedlicher Art sein, und wir verwenden deshalb eine abstrakte Notation  $\mathcal{R}$ , bei der der Raum zunächst nur als eine Menge von Raumstellen definiert ist.<sup>16</sup> Eine solche Menge wird in diesem Text ein *topographischer Raum* genannt. Dabei wird vorausgesetzt, dass die Elemente eines topographischen Raums, die wir unspezifisch *Raumstellen* nennen, durch Verweise auf einen materiellen Raum empirisch expliziert werden können.<sup>17</sup> Hier sind einige Möglichkeiten:

- Raumstellen können durch Verweise auf räumlich lokalisierbare Objekte wie Wohnungen oder Siedlungen definiert werden.
- Raumstellen können durch räumliche Gebiete definiert werden, die ihrerseits durch politische oder Verwaltungsgrenzen bestimmt sind; so kann z.B. eine Menge  $\mathcal{R}$  durch die gegenwärtig 16 deutschen Bundesländer definiert werden.
- Raumstellen können durch Rückgriff auf ein geographisches Koordinatensystem definiert werden.

Die Beispiele zeigen, dass die Definition eines topographischen Raums keineswegs immer ein geographisches Koordinatensystem voraussetzt. Sie verlangt auch nicht unbedingt Angaben über räumliche Beziehungen zwischen den einzelnen Raumstellen. Ob bzw. wie von solchen räumlichen Beziehungen überhaupt gesprochen werden kann, hängt im übrigen selbst von der Definition der Raumstellen ab.

2. *Räumliche und raumbezogene statistische Variablen.* Topographische Räume können einerseits als Objektmengen, andererseits als Merkmalsräume zur Definition statistischer Variablen verwendet werden.

<sup>16</sup>Im Unterschied zu  $\mathcal{R}$  wird in diesem Text das Symbol  $\mathbf{R}$  zum Verweis auf die Menge der reellen Zahlen verwendet.

<sup>17</sup>Diese Formulierung soll auch andeuten, dass es sich um unterschiedliche Begriffsbildungen handelt. Mit dem Begriff ‘materieller Raum’ ist ein Teil der empirisch zugänglichen Realität gemeint; dagegen ist mit dem Begriff ‘topographischer Raum’ eine abstrakte Repräsentation eines (ggf. nur gedachten) materiellen Raums gemeint.

**Tabelle 3.2-1** Fläche (in km<sup>2</sup>), Einwohner (in 1000) und Einwohner je km<sup>2</sup> in den deutschen Bundesländern am 31.12.1999. Quelle: Statistisches Jahrbuch für die BRD 2001, S. 32f.

	Bundesland	Fläche	Einwohner	Einwohner je km <sup>2</sup>
1	Schleswig-Holstein	15764	2777	176
2	Hamburg	755	1705	2257
3	Niedersachsen	47614	7899	166
4	Bremen	404	663	1640
5	Nordrhein-Westfalen	34080	18000	528
6	Hessen	21114	6052	287
7	Rheinland-Pfalz	19847	4031	203
8	Baden-Württemberg	35751	10476	293
9	Bayern	70548	12155	172
10	Saarland	2570	1072	417
11	Berlin	891	3387	3799
12	Brandenburg	29477	2601	88
13	Mecklenburg-Vorpommern	23171	1789	77
14	Sachsen	18413	4460	242
15	Sachsen-Anhalt	20447	2649	130
16	Thüringen	16172	2449	151

- a) Wenn man einen topographischen Raum  $\mathcal{R}$  als Objektmenge verwendet, gelangt man zu *räumlichen statistischen Variablen* der folgenden Art:  $X : \mathcal{R} \rightarrow \mathcal{X}$ . In diesem Fall ordnet die Variable  $X$  jeder Raumstelle  $r \in \mathcal{R}$  einen Merkmalswert  $X(r)$  in einem Merkmalsraum  $\mathcal{X}$  zu. Bezieht sich  $\mathcal{R}$  etwa auf die deutschen Bundesländer, könnte man eine Variable dieser Art definieren, die für jedes Bundesland die Größe seiner Fläche in Quadratkilometern angibt.
- b) Andererseits kann man einen topographischen Raum als einen Merkmalsraum verwenden, um die Elemente einer Objektmenge bestimmten Raumstellen zuzuordnen. Man gelangt dann zu *raumbezogenen statistischen Variablen* der folgenden Art:  $R : \Omega \rightarrow \mathcal{R}$ . In diesem Fall ordnet die Variable  $R$  jedem Objekt  $\omega \in \Omega$  eine Raumstelle  $R(\omega) \in \mathcal{R}$  zu. Zum Beispiel könnte man auf diese Weise jedem Einwohner Deutschlands das Bundesland zuordnen, in dem sich seine Wohnung befindet.

3. *Konstruktionen räumlicher Variablen.* Bei räumlichen Variablen dient ein topographischer Raum als Definitionsbereich (Objektmenge). Solche Variablen können entweder unmittelbar oder mittelbar aus bereits vorhandenen raumbezogenen Variablen gebildet werden. Als Beispiel beziehen wir uns auf einen topographischen Raum, der aus den 16 deutschen Bundesländern besteht. Eine unmittelbare räumliche Variable wäre etwa eine Variable, die jedem Bundesland seine Fläche zuordnet (vgl. Tabelle 3.2-1) oder die für jedes Bundesland angibt, wieviele Ereignisse einer bestimmten Art (etwa Geburten oder Heiraten oder Scheidungen) während eines gewissen Zeitraums stattgefunden haben.

Andererseits kann man auch von raumbezogenen Variablen ausgehen, zum Beispiel von einer Variablen  $R : \Omega \rightarrow \mathcal{R}$ , die jeder Person in  $\Omega$  (der Bevölkerung Deutschlands) das Bundesland zuordnet, in dem sich ihr Hauptwohnsitz befindet. Offenbar kann man hieraus auch eine räumliche Variable gewinnen, die jedem Bundesland die Anzahl der Personen zuordnet, die dort ihren Hauptwohnsitz haben. Nennen wir diese Variable  $Y$ , könnte folgende Definition verwendet werden:

$$\text{Für alle } r \in \mathcal{R} : Y(r) := |\{\omega \in \Omega \mid R(\omega) = r\}|$$

Tabelle 3.2-1 zeigt Werte dieser Variablen, wobei sich die Daten auf das Ende des Jahres 1999 beziehen. Anhand der Tabelle erkennt man auch, wie sich weitere räumliche Variablen bilden lassen, z.B. eine Variable, die die Bevölkerungsdichte angibt.

4. *Erfassung regionaler Differenzierungen.* Räumliche Variablen dienen der Charakterisierung eines materiellen Raums, der durch einen topographischen Raum repräsentiert wird. Ein erheblicher Teil der Sozialstatistik beschäftigt sich mit „Landesbeschreibungen“ dieser Art. Davon zu unterscheiden sind Fragestellungen, die sich auf regionale Differenzierungen beziehen. Ausgangspunkt für solche Fragestellungen sind typischerweise mehrdimensionale Variablen, bei denen es eine raumbezogene Komponente gibt, etwa

$$(X, R) : \Omega \rightarrow \tilde{\mathcal{X}} \times \mathcal{R}$$

Es ist dann möglich, die Verteilung der Variablen  $X$  nach den Raumstellen des topographischen Raums  $\mathcal{R}$  zu differenzieren. Jeder Raumstelle  $r \in \mathcal{R}$  kann eine bedingte Verteilung zugeordnet werden:

$$r \rightarrow P_{[X|R=r]}$$

die die Verteilung von  $X$  in der Raumstelle  $r$  angibt.

Später werden wir uns ausführlich mit Regressionsfunktionen dieser Art beschäftigen. An dieser Stelle beschränken wir uns auf ein triviales Beispiel, bei dem sich der topographische Raum wieder auf die deutschen Bundesländer bezieht und die Variable  $X$  das Geschlecht der Bevölkerung zum Ende des Jahres 1999 angibt.

5. *Statistische und räumliche Darstellungen.* Hier sollten Überlegungen zur Unterscheidung statistischer und räumlicher Darstellungsmethoden folgen.

### 3.3 Statistische Strukturbegriffe

Von „Strukturen“ wird in unterschiedlichen Bedeutungen gesprochen. In diesem Abschnitt werden statistische Strukturbegriffe, insbesondere der statistische Sozialstrukturbegriff Peter Blaus, besprochen. Außerdem werden zur Reflexion der Frage, wie statistische Strukturen und Sachverhalte entstehen, substantielle und datenerzeugende Prozesse unterschieden.

1. *Statistische Strukturen und Sachverhalte.* Ein in der Sozialstrukturforschung verbreiteter Sprachgebrauch verwendet den Strukturbegriff im wesentlichen gleichbedeutend mit dem Begriff einer statistischen Häufigkeitsverteilung. Ich nenne dies den *statistischen Strukturbegriff*.<sup>18</sup> So wird z.B. von einer Altersstruktur der Bevölkerung oder von einer Berufsstruktur der Erwerbstätigen gesprochen.<sup>19</sup> Ulrich Mueller hat diesen statistischen Strukturbegriff folgendermaßen erläutert:

„Die Struktur einer bestimmten Bevölkerung wird beschrieben durch die absolute Zahl der Einheiten sowie die Verteilung der jeweils interessierenden Merkmalsausprägungen bei den Einheiten dieser Bevölkerung zu einem bestimmten Zeitpunkt  $t$ .“ (Mueller 1993, S. 2)

Diese Formulierung stammt aus einer Einführung in die Bevölkerungsstatistik. Aber der statistische Strukturbegriff ist nicht nur in der Demographie verbreitet,<sup>20</sup> sondern spielt in den meisten Varianten der Sozialstrukturforschung eine wichtige Rolle. Dies gilt insbesondere für die zahlreichen Ansätze, die eine zentrale Aufgabe der Sozialstrukturforschung darin sehen, die Mitglieder einer Gesellschaft in Klassen oder Schichten einzuteilen. Typischerweise meint der Sozialstrukturbegriff dann eine statistische Verteilung der Bevölkerung auf die zuvor konstruierten Klassen bzw. Schichten. Das ist von einigen Autoren als „oberflächlich“ kritisiert worden,<sup>21</sup>

<sup>18</sup>Es sollte beachtet werden, dass auch innerhalb der statistischen Literatur noch in anderen Bedeutungen von „Struktur“ gesprochen wird.

<sup>19</sup>Zahlreiche Illustrationen findet man u.a. bei E. Bodzenta (1979) und K.-E. Edinger (1998, S. 7ff.).

<sup>20</sup>Hier noch eine Formulierung des Demographen R. Pressat (1972, S. 1): „Demography is the discipline that seeks a statistical description of human populations with respect to (1) their demographic structure (the number of the population; its composition by sex, age and marital status; statistics of families, and so on) at a given date, and (2) the demographic events (births, deaths, marriages and terminations of marriages) that take place in them.“ Mit „demographischen Strukturen“ sind hier offenbar Varianten statistischer Strukturen gemeint.

<sup>21</sup>Eine durchaus typische Variante dieser Kritik kommt etwa in folgenden Bemerkungen von Friedrich Fürstenberg (1966, S. 443) zum Ausdruck: „Es gibt eine Reihe von Autoren, die „Sozialstruktur“ als *statistisches Klassifikationssystem* interpretieren. Sie setzen damit den „Gliederungsaspekt“ des Begriffes, auf den *Karl Martin Bolte* hingewiesen hat, absolut. Autoren mit dieser Blickrichtung stehen häufig der wirtschaftsstatistischen Sichtweise nahe und haben als reine Empiriker ein unreflektiertes Verhältnis zur soziologischen Theorie.“ Man vgl. auch die Kritik von René König (1958b, S. 259) an

hier interessiert uns jedoch der Begriff selbst und erst im Anschluss auch die Frage, was mit ihm erreicht werden kann.

Noch eine terminologische Bemerkung: Da wir den statistischen Strukturbegriff synonym mit dem Begriff einer statistischen Verteilung verwenden, können Feststellungen statistischer Strukturen auch als statistische Sachverhalte bezeichnet werden. Allgemein verstehen wir unter *statistischen Sachverhalten* Feststellungen, die sich sowohl auf statistische Verteilungen als auch auf aus diesen abgeleitete Charakterisierungen (wie z.B. Mittelwerte, Streuungen, Anteilswerte, Raten und Regressionskoeffizienten) beziehen können.

2. *Einige Besonderheiten des statistischen Strukturbegriffs.* Es sollte beachtet werden, dass einige mit dem Strukturbegriff oft verbundene Vorstellungen nicht zu seiner statistischen Verwendung passen. Dies betrifft zunächst die Annahme, dass mit dem Strukturbegriff stets auf Beziehungen zwischen irgendwelchen Elementen verwiesen werden soll. George C. Homans (1976, S. 54) hat das so formuliert:

„[M]any sociologists use “social structure” to refer to some kind of social whole, which can be divided, at least conceptually, into parts, and in which the parts are in some way interdependent, at least in the sense that a change in some of them will be associated with changes in some of the others.“

In dieser Formulierung erinnert Homans an einen relationalen Strukturbegriff. Mit einigen Varianten solcher Vorstellungen beschäftigen wir uns in Kapitel II-4. Hier soll zunächst darauf hingewiesen werden, dass der statistische Strukturbegriff vollständig unabhängig von irgendwelchen Vorstellungen über Beziehungen konzipiert ist.<sup>22</sup>

Eine zweite Differenz betrifft die Annahme, dass mit dem Strukturbegriff auf Sachverhalte verwiesen wird, die besonders dauerhaft sind oder jedenfalls dauerhafter als Vorgänge oder Prozesse, die sich im Rahmen gegebener Strukturen abspielen. Auch auf diese Konnotation des Strukturbegriffs wird von Homans (1976, S. 54) hingewiesen. Stefan Hradil (1987, S. 14) bemerkt dazu: „Es wird, wie immer, wenn der Strukturbegriff Anwendung findet, eine relativ beständige Anordnung von Elementen angesprochen.“<sup>23</sup> Wiederum muss jedoch beachtet werden, dass der statistische

---

„reinen Inventarisierungen einer Bevölkerung“. – Von Vorwürfen dieser Art sind Überlegungen zu unterscheiden, die gegen statistische Strukturbegriffe einwenden, dass soziale Beziehungen unberücksichtigt bleiben. Darauf wird in Abschnitt 4.3 näher eingegangen.

<sup>22</sup>Leider wird diese Unterscheidung nicht immer beachtet. Zum Beispiel verwendet P. M. Blau, mit dessen Ansatz wir uns weiter unten genauer beschäftigen werden, im wesentlichen einen statistischen Sozialstrukturbegriff; scheinbar darauf Bezug nehmend, gibt es jedoch immer wieder Formulierungen, die eigentlich einen relationalen Strukturbegriff voraussetzen (z.B. Blau 1977, S. 26ff.).

<sup>23</sup>So auch E. K. Scheuch und T. Kutsch (1975, S. 215): „Struktur bezeichnet das Dauerhafte an einem Gefüge von Elementen.“ Hier setzt auch ein leicht irreführender Kontrast zum Prozessbegriff an, z.B. in einer Formulierung von J. M. Blaut (1971, S. 19): „The

Strukturbegriff diese Vorstellung nicht beinhaltet. Die Begriffsbildung hat keinerlei Implikationen für die Frage, wie sich eine statistische Verteilung im Zeitablauf entwickelt. Man kann deshalb auch ganz unproblematisch die Frage stellen, wie sich statistische Strukturen (z.B. Haushaltsstrukturen) im Zeitablauf verändern.

Schließlich sollte auch beachtet werden, dass statistisch definierte Strukturen, also Häufigkeitsverteilungen, nicht mit der Vorstellung eines „Musters“ in Verbindung gebracht werden können. Zwar kann man sinnvoll von der *Form einer statistischen Verteilung* sprechen (insbesondere dann, wenn ein quantitativer Merkmalsraum gegeben ist, so dass es eine lineare Ordnung der Merkmalswerte gibt); bekanntlich können Verteilungen graphisch dargestellt werden und liefern dadurch eine direkte Anschauung ihrer Form,<sup>24</sup> die auch durch statistische Kennzahlen charakterisiert werden kann. Aber solche graphischen Darstellungen vermitteln nicht die Vorstellung eines mit Regelmäßigkeiten assoziierbaren Musters.

3. *Unterschiedliche Sozialstrukturbegriffe.* Der statistische Strukturbegriff ist so allgemein, dass in zahlreichen Varianten – oder vielleicht besser: Aspekten – von „Sozialstruktur“ gesprochen werden kann. Unterschiede kann es sowohl in den Arten der Objekte geben, auf die man sich bezieht (etwa Personen, Haushalte, Unternehmen oder Regionen), als auch bei den Merkmalsräumen, die zur Charakterisierung der Objekte verwendet werden (etwa Alter, Einkommen und Bildung bei Personen oder Beschäftigtenzahl, Umsatz und Wirtschaftszweig bei Unternehmen).

Eine weitere Unterscheidung kann im Anschluss an folgende Ausführungen von Wolfgang Zapf erläutert werden:

„Unter *Sozialstruktur* kann man mindestens dreierlei verstehen. Erstens die demographische Grundgliederung der Bevölkerung und die Verteilung zentraler Ressourcen wie Bildung, Beruf und Einkommen. [...]

Zweitens kann man unter Sozialstruktur – unter Einschluß von Werten und Mentalitäten – die Zusammenfassung dieser Gliederungen in soziale Klassen und Schichten verstehen [...].

Drittens gibt es den anspruchsvolleren Begriff von Sozialstruktur als dem jeweils historisch ausgeprägten System gesellschaftlicher Ordnungen oder Grundinstitutionen [...].“ (Zapf 1995, S. 187)

Offenbar handelt es sich in den ersten beiden Fällen um Varianten des statistischen Strukturbegriffs (erst Zapfs dritte Variante führt zu einem grundsätzlich anderen Zugang zur Idee einer Sozialstruktur). In der ersten Variante sind statistische Verteilungen gemeint, deren Merkmalsräume unmittelbar auf in der gesellschaftlichen Praxis übliche Unterscheidungen verweisen; in der zweiten Variante setzt der Sozialstrukturbegriff die vorgängi-

---

relatively static events are often referred to as ‘structure’; the relative mobile ones as ‘process’ or ‘function’.“

<sup>24</sup>Als Beispiel kann man die Altersverteilung in Abbildung I-1.2-6 betrachten.



ge Konstruktion eines Schemas zur Klassifikation der Mitglieder einer Gesellschaft voraus. Beide Varianten werden in den folgenden Paragraphen etwas näher besprochen.

4. *Der Sozialstrukturbegriff bei Peter M. Blau.* Der ersten Variante lassen sich die meisten statistischen Beiträge zur Beschreibung gesellschaftlicher Verhältnisse zurechnen. Wegen seines theoretischen Anspruchs ist in diesem Zusammenhang besonders der Forschungsansatz von Peter M. Blau, von ihm selbst als „makro-strukturell“ bezeichnet, von Interesse:

„Macrostructural concepts refer to people's distribution in various dimensions and the degrees to which these dimensions of social differences among people are related. Macrosociology is concerned primarily with large populations – composed of many thousands or even millions of persons. My endeavor is to develop a systematic theoretical scheme for the study of macrostructures and their impact on social life.“ (Blau 1994a, S. 1)

Bei den „Dimensionen“ kann es sich um beliebige Attribute (Merkmalsräume) handeln, durch die sich die Mitglieder einer Gesellschaft unterscheiden lassen.<sup>25</sup> Wichtig ist der Hinweis, dass Beziehungen zwischen diesen „Dimensionen“ ermittelt werden sollen, denn das setzt voraus, dass man sie nicht sogleich zu Klassifizierungen zusammenfasst. Dem entspricht folgende Definition:

„Social structure can be conceptualized as a multidimensional space of social positions among which a population is distributed.“ (Blau 1994a, S. 4)

Diese Begriffsbildung kann gut mithilfe einer mehrdimensionalen statistischen Variablen ausgedrückt werden:

$$(X_1, \dots, X_m) : \Omega \longrightarrow \tilde{\mathcal{X}}_1 \times \dots \times \tilde{\mathcal{X}}_m$$

In dieser Formulierung bezieht sich  $\Omega$  auf eine Population (eine irgendwie abgegrenzte Gesellschaft), und die Komponenten  $X_1, \dots, X_m$  der mehrdimensionalen Variablen erfassen Eigenschaften der Mitglieder von  $\Omega$  in den  $m$  „Dimensionen“ (Merkmalsräumen)  $\tilde{\mathcal{X}}_1, \dots, \tilde{\mathcal{X}}_m$ . Was Blau „Sozialstruktur“ nennt, entspricht formal der Verteilung dieser  $m$ -dimensionalen statistischen Variablen. Anhand dieser Formulierung wird auch deutlich, was damit gemeint ist, Beziehungen zwischen den „Dimensionen“ der Sozialstruktur zu ermitteln. Es geht um Charakterisierungen gemeinsamer Verteilungen der Komponenten von  $(X_1, \dots, X_m)$ , etwa durch Korrelationen (Blau 1994a, S. 5) oder allgemeiner durch Regressionsfunktionen.<sup>26</sup>

5. *Bezugseinheiten statistisch definierter Sozialstrukturen.* Blaus Sozialstrukturbegriff bezieht sich zunächst auf Populationen, also irgendwie abgegrenzte Gesamtheiten von Menschen. Vollständig analog kann man aber

<sup>25</sup>Blau spricht in diesem Zusammenhang von „sozialen Positionen“, meint aber „any difference among people in terms of which they make social distinctions among themselves in social intercourse“ (Blau 1994a, S. 3).

<sup>26</sup>Regressionsfunktionen werden in Abschnitt II-7.1 besprochen.

auch bei anderen Bezugseinheiten Aussagen über statistische Strukturen (Merkmalsverteilungen) machen; insbesondere kann man sich auf Haushalte, Unternehmen und Regionen beziehen.

In diesem Zusammenhang sollte auch auf eine Ambivalenz im Sprachgebrauch geachtet werden, die sich anhand der folgenden Bemerkung von Blau (1974, S. 615f.) erläutern lässt:

„The concept of social structure is used widely in sociology, often broadly, and with a variety of meanings. [...] A generic difference is whether social structure is conceived explicitly as being composed of different elements and their interrelations or abstractly as a theoretical construct or model. [...] <sup>27</sup> If one adopts the first view, as I do, that social structure refers to the differentiated interrelated parts in a collectivity, not to theories about them, the fundamental question is how these parts and their connections are conceived.

My concept of social structure starts with simple and concrete definitions of the component parts and their relations. The parts are groups or classes of people, such as men and women, ethnic groups, or socioeconomic strata; more precisely, they are the positions of people in different groups and strata. The connections among as well as within the parts are the social relations of people that find expression in their social interaction and communication.“

Zunächst erscheint diese Aussage als ein Widerspruch zur oben in § 4 zitierten Bezugnahme auf Populationen, also Gesamtheiten von Individuen. Der Widerspruch verschwindet jedoch, wenn man zwischen Individuen (oder allgemeiner irgendwelchen Bezugseinheiten) und Positionen (im Sinne Blaus) unterscheidet. Unser Begriff einer statistischen Variablen macht das deutlich. Denkt man an das Schema  $X : \Omega \longrightarrow \tilde{\mathcal{X}}$ , repräsentiert  $\Omega$  die Population, und die Elemente des Merkmalsraums  $\tilde{\mathcal{X}}$  sind die Positionen, die zur Charakterisierung der Mitglieder von  $\Omega$  verwendet werden sollen. Die statistische Variable  $X$  induziert nun außerdem eine Partition der Population: Jeder Position  $\tilde{x} \in \tilde{\mathcal{X}}$  entspricht eine Menge

$$X^{-1}(\{\tilde{x}\}) = \{\omega \in \Omega \mid X(\omega) = \tilde{x}\}$$

die aus denjenigen Mitgliedern von  $\Omega$  besteht, die die Position  $\tilde{x}$  haben. Zwar muss man, wie Blau selbst bemerkt, zwischen der Position  $\tilde{x}$  und der Teilpopulation  $X^{-1}(\{\tilde{x}\})$  unterscheiden; aber die Häufigkeit der Position  $\tilde{x}$  in der statistischen Struktur entspricht natürlich dem Umfang der korrespondierenden Teilpopulation.

Eine weitere Quelle für Unklarheiten ist allerdings Blaus Bemerkung, dass sich sein statistischer Strukturbegriff auf „component parts and their relations“ bezieht. Wie bereits in § 2 bemerkt worden ist, passt diese Rhetorik nicht zur Verwendung eines statistischen Strukturbegriffs. Dass zwei

<sup>27</sup>Hier erwähnt Blau kurz die Auseinandersetzung zwischen Radcliffe-Brown und Lévi-Strauss über den theoretischen Status des (Sozial-)Strukturbegriffs. Eine ausführliche Diskussion findet man bei Michael Oppitz (1975, S. 33ff.).

oder mehr Personen irgendeine statistisch erfassbare Eigenschaft gemeinsam haben, kann zwar möglicherweise zur Feststellung von Ähnlichkeiten dienen, begründet aber keine substantielle Beziehung zwischen diesen Personen.<sup>28</sup> Umgekehrt verweist Blaus Rede von „social interaction and communication“ zwar auf substantielle Beziehungen (und also indirekt auf einen relationalen Sozialstrukturbegriff), auf *diese* Beziehungen nimmt aber Blaus statistischer Sozialstrukturbegriff gar keinen Bezug.

6. *Wie entstehen statistische Sachverhalte?* Dieser Frage können unterschiedliche Bedeutungen gegeben werden. Zur Erläuterung betrachten wir folgendes Bild:



Das Bild stellt einen Sachverhalt dar, der aus 10 Objekten besteht, von denen 4 schwarz, die übrigen nicht schwarz sind. Offenbar handelt es sich in dieser Darstellung nicht bereits um einen statistischen Sachverhalt. Ein statistischer Sachverhalt *entsteht erst durch eine spezifische Konzeptualisierung*, die drei wesentliche Schritte umfasst:

- die Konzeption einer statistischen Variablen;
- einen (realen oder fiktiven) *datenerzeugenden Prozess*, der Informationen über die Werte der Variablen liefert; und
- rechnerische Operationen, die es erlauben, sich gedanklich auf die Verteilung der statistischen Variablen zu beziehen.

In unserem Beispiel können diese drei Schritte offenbar problemlos ausgeführt werden. Zunächst kann man die 10 Objekte durch eine Objektmenge  $\Omega := \{\omega_1, \dots, \omega_{10}\}$  repräsentieren (wobei die Zuordnung der Namen beliebig erfolgen kann); und es kann ein Merkmalsraum  $\tilde{\mathcal{Y}} := \{0, 1\}$  festgelegt werden (wobei etwa 1 für schwarz und 0 für nicht schwarz steht), so dass schließlich der erste Schritt durch die Definition einer statistischen Variablen  $Y : \Omega \rightarrow \tilde{\mathcal{Y}}$  abgeschlossen werden kann, durch die jedem der 10 Objekte ein Wert im Merkmalsraum  $\tilde{\mathcal{Y}}$  zugeordnet wird. In einem zweiten Schritt können dann Daten erzeugt werden. Das ist in diesem Beispiel direkt und vollständig möglich und liefert eine Tabelle:

$\omega$	$\omega_1$	$\omega_2$	$\omega_3$	$\omega_4$	$\omega_5$	$\omega_6$	$\omega_7$	$\omega_8$	$\omega_9$	$\omega_{10}$
$Y(\omega)$	0	0	1	0	1	1	0	0	0	1

Diese Tabelle enthält das Datenmaterial für den dritten Schritt, in dem die Verteilung der Variablen  $Y$  berechnet wird. Auch dieser Schritt ist in diesem Beispiel direkt durchführbar und erfordert nicht einmal eine

<sup>28</sup>Eine ausführliche Darlegung dieser Kritik findet man bei F. L. Bates und W. G. Peacock (1989).

tabellarische oder graphische Darstellung; es genügt die Angabe, dass 40 % der Objekte schwarz, die übrigen nicht schwarz sind.

Diese Aussage beschreibt nun einen statistischen Sachverhalt, und somit illustriert das Beispiel *eine* Antwort auf unsere Ausgangsfrage: Ein statistischer Sachverhalt entsteht durch eine gedankliche und praktische Konstruktion, die in den drei genannten Schritten abläuft. Diese Antwort macht deutlich, dass statistische Sachverhalte durch spezifische gedankliche und praktische Konstruktionen entstehen.<sup>29</sup>

7. *Datenerzeugende und substantielle Prozesse.* Außerdem macht die Antwort deutlich, dass die Konstruktion eines statistischen Sachverhalts voraussetzt, dass die Mikro-Sachverhalte, auf die sich ein datenerzeugender Prozess beziehen kann, bereits existieren. Infolgedessen können zwei Arten von Fragen unterschieden werden:

- Wie entstehen diese Mikro-Sachverhalte bzw. wie sind sie entstanden? (Wie sind z.B. die schwarzen und nicht-schwarzen Objekte in dem oben in § 2 angeführten Bild entstanden?)
- Wie entsteht ausgehend von bereits bestehenden Mikro-Sachverhalten ein statistischer Sachverhalt?

Das folgende Bild veranschaulicht die Unterscheidung:

$$\left. \begin{array}{l} - \rightarrow Y(\omega_1) \\ \vdots \\ - \rightarrow Y(\omega_n) \end{array} \right\} \Rightarrow P_{[Y]} \quad (3.1)$$

Durch  $Y(\omega_1), \dots, Y(\omega_n)$  werden die Mikro-Sachverhalte angedeutet,<sup>30</sup> wobei jedem dieser Mikro-Sachverhalte ein Prozesspfeil  $- \rightarrow$  zugeordnet ist, der einen *substantiellen Prozess* andeuten soll, durch den der jeweilige Mikro-Sachverhalt entstanden ist. Andererseits wird durch den Pfeil  $\Rightarrow$  auf den *Konstruktionsprozess* verwiesen, durch den der statistische Sachverhalt  $P_{[Y]}$  entsteht, wobei – wie das Bild zeigt – die Mikro-Sachverhalte vorausgesetzt werden. Es müssen also insgesamt drei Arten von Prozessen unterschieden werden:

- *Substantielle Prozesse*, durch die den Elementen einer Objektmenge individuell zurechenbare Mikro-Sachverhalte entstehen;
- *datenerzeugende Prozesse*, durch die empirische Informationen (die

<sup>29</sup>Sicherlich könnte man das Bild, von dem wir in diesem Beispiel ausgegangen sind, noch auf andere Weisen beschreiben. Insbesondere könnte man auf Aspekte achten, wie etwa räumliche Anordnungen, von denen bei der Konstruktion statistischer Sachverhalte abstrahiert wird.

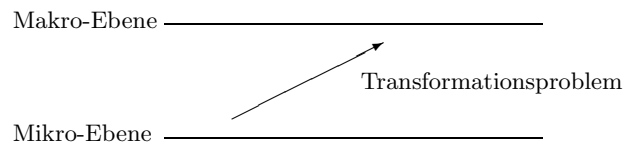
<sup>30</sup>Dies ist offenbar eine verkürzte Darstellung, da es sich bei  $Y(\omega_1), \dots, Y(\omega_n)$  nicht um Sachverhalte, sondern um Elemente des Merkmalsraums von  $Y$  handelt. Eine explizite Notation für die korrespondierenden Mikro-Sachverhalte findet man bei Rohwer und Pötter (2002b, S. 211ff.).

Daten) über die für die Datenerzeugung vorauszusetzenden Mikro-Sachverhalte entstehen;<sup>31</sup> und

- *Rechenprozesse*, durch die ausgehend von jeweils gegebenen Mengen von Daten (die als Resultat eines datenerzeugenden Prozesses entstanden sind) statistische Sachverhalte konstruiert werden.

Offenbar interessieren in erster Linie die substantiellen Prozesse, durch die die Mikro-Sachverhalte in der sozialen Realität entstehen; man möchte verstehen, wie diese Prozesse ablaufen und wodurch sie bedingt werden.

8. *Statistische Sachverhalte im Mikro-Makro-Schema*. Eine wichtige Frage betrifft die theoretische Konzeptualisierung substantieller Prozesse. Hier soll zunächst darauf hingewiesen werden, dass eine Einordnung statistischer Sachverhalte in ein Mikro-Makro-Schema dafür kaum hilfreich ist. Zur Erläuterung kann folgendes Bild dienen:



In diesem Bild gibt es eine Mikro-Ebene, mit der auf individuelle Menschen, ihre Tätigkeiten und ihnen zurechenbare Mikro-Sachverhalte verwiesen werden soll, und eine Makro-Ebene, die sich zunächst allgemein auf „kollektive Phänomene“ bezieht. Außerdem gibt es einen Pfeil, der von der Mikro- zur Makro-Ebene führt und die Vorstellung andeuten soll, dass die „kollektiven Phänomene“ der Makro-Ebene irgendwie aus auf der Mikro-Ebene fixierbaren Sachverhalten und Vorgängen resultieren.<sup>32</sup> Die Frage, wie dies geschieht, wird im Anschluss an Siegwart Lindenberg (1977) oft als *Transformationsproblem* bezeichnet.<sup>33</sup>

Zu überlegen ist, welche Arten von Sachverhalten auf der Makro-Ebene dieses Schemas verortet werden können. In der Literatur findet man Hinweise auf sehr unterschiedliche Arten von Sachverhalten. So spricht etwa Lindenberg (1977, S. 49) von „kollektiven Phänomenen“ „wie z.B. kollektive Handlungen (etwa Streiks), Strukturen (etwa Statusstrukturen), Ver-

<sup>31</sup>Es sei angemerkt, dass der Begriff eines datenerzeugenden Prozesses in der Literatur gelegentlich auch anders verwendet wird, nämlich als Verweis auf die unter (a) genannten substantiellen Prozesse; man vgl. dazu die Hinweise und Literaturangaben bei Rohwer und Pötter (2002b, S. 19ff.).

<sup>32</sup>In einem vollständigen Mikro-Makro-Schema gibt es auch einen Pfeil, der von der Makro- zur Mikro-Ebene führt und die Vorstellung andeuten soll, dass die auf der Mikro-Ebene fixierbaren Sachverhalte und Vorgänge auch von Sachverhalten auf der Makro-Ebene abhängig sind. Davon kann hier jedoch zunächst abgesehen werden.

<sup>33</sup>Nicht zu verwechseln mit dem ökonomischen Transformationsproblem, das sich auf den Zusammenhang zwischen Werten und Produktionspreisen bezieht.

teilungen (etwa Einkommensverteilungen), Institutionen (etwa Institutionalisierung von Konflikten)“. Offenbar wird hier einerseits auf statistische Sachverhalte Bezug genommen,<sup>34</sup> andererseits aber auch auf zahlreiche andere Arten „kollektiver Phänomene“. Infolgedessen muss jedoch auch der Pfeil, der von der Mikro- zur Makro-Ebene führt, jeweils unterschiedlich interpretiert werden. Handelt es sich z.B. um einen Streik, kann man sinnvoll von einem Sachverhalt sprechen, der aus den Tätigkeiten einer Mehrzahl beteiligter Akteure resultiert. Handelt es sich dagegen um statistische Sachverhalte, kann man dies nicht sagen. Man kann zwar in vielen Fällen sinnvoll davon sprechen, dass die dem statistischen Sachverhalt korrespondierenden Mikro-Sachverhalte aus Tätigkeiten von Akteuren resultieren. Sowohl diese Tätigkeiten wie auch die aus ihnen resultierenden Mikro-Sachverhalte gehören jedoch zur Mikro-Ebene des Schemas. Wenn man also statistische Sachverhalte auf der Makro-Ebene ansiedelt, entspricht dem Pfeil, der von der Mikro- zur Makro-Ebene führt, auch kein substantieller Prozess, sondern nur der statistische Konstruktionsprozess, der aus *bereits entstandenen* Mikro-Sachverhalten eine spezifische Art ihrer Beschreibung erzeugt.

<sup>34</sup>Ebenso sprechen G. Büschges, M. Abraham und W. Funk (1998, S.18) von einer Makro-Ebene, „die kollektive Phänomene wie statistische Verteilungen (z.B. die Quote der Frauenerwerbsbeteiligung in einer Gesellschaft) oder kollektives Verhalten (wie Demonstrationen vieler Individuen) abbildet.“

# Kapitel 4

## Relationale Begriffsbildungen

### 4.1 Unterschiedliche Systembegriffe

1. Ein abstrakter Systembegriff.
2. Der traditionelle Systembegriff: ein geordnetes Ganzes.
3. Reale und epistemische Systeme.
4. Poietischer und reflektierender Systembegriff.
5. Konsequenzen für unseren Sprachgebrauch.

### 4.2 Relationen und Graphen

1. Relationale Aussagen.
2. Ein expliziter Relationsbegriff.
3. Relationale Variablen.
4. Reflexivität, Symmetrie, Transitivität.
5. Ungerichtete Graphen.
6. Gerichtete Graphen.
7. Bewertete Graphen.
8. Ein allgemeiner Begriff relationaler Variablen.
9. Ein allgemeiner Netzwerkbegriff.

### 4.3 Relationale Strukturbegriffe

1. Definition eines relationalen Strukturbegriffs.
2. Unterschiedliche Arten von Beziehungen.
3. Faktische und modale Betrachtungsweisen.
4. Beziehungen und mögliche Ereignisse.
5. Soziale Beziehungen.
6. Soziale Netzwerke und relationale Sozialstrukturbegriffe.
7. Sind relationale Strukturen zeitlich stabil?
8. Wie entstehen relationale Strukturen?
9. Relationale Strukturen als Bedingungen?

### 4.4 Varianten personeller Netzwerke

1. Personelle und personell konstituierte Netzwerke.
2. Durch Ereignisse definierte personelle Netzwerke.
3. Unterschiedliche Ansätze zur Definition von Gruppen.
4. Können Strukturen als Bedingungen interpretiert werden?
5. Knotenzentrierte Netzwerke.
6. Varianten personell konstituierter Netzwerke.
7. Daten zur personellen Unternehmensverflechtung.
8. Charakterisierungen der Unternehmensverflechtung.
9. Ein komplementäres personelles Netzwerk.

Die in Kapitel II-3 besprochenen Begriffe bilden die Grundlage einer *statistischen Betrachtungsweise* von Gesamtheiten: Man geht von Eigenschaften aus, die sich den Elementen einer Gesamtheit jeweils individuell zurechnen lassen, und betrachtet dann deren Häufigkeitsverteilungen. In einem gewissen Spannungsverhältnis dazu stehen *relationale Betrachtungsweisen*, die von Beziehungen zwischen den Elementen einer Gesamtheit ausgehen. Damit beschäftigen wir uns in diesem Kapitel. Da oft der Systembegriff verwendet wird, um eine relationale Betrachtungsweise anzudeuten, beginnen wir mit einer kurzen Besprechung unterschiedlicher Systembegriffe. Dann werden einige formale Begriffsbildungen besprochen. Es folgen Überlegungen zu relationalen Strukturbegriffen, und schließlich beschäftigen wir uns mit einigen Varianten personeller Netzwerke.

## 4.1 Unterschiedliche Systembegriffe

1. *Ein abstrakter Systembegriff.* In der Literatur wird oft in einer sehr allgemeinen und abstrakten Weise von Systemen gesprochen. Dem entspricht etwa folgende an den Mengenbegriff anknüpfende Definition, die von A. D. Hall und R. E. Fagen gegeben wurde:

„A system is a set of objects together with relationships between the objects and between their attributes.“ (Hall und Fagen 1956, S. 18)

Ich nenne dies den *abstrakten Systembegriff*, da die Definition vollständig offen lässt, wie Systeme von einer Umwelt abgegrenzt werden können. Vielmehr wird vorausgesetzt, dass man sich auf eine irgendwie gegebene Menge von Elementen beziehen kann: Systeme werden als Mengen konzipiert, bei denen man von einer Beziehung zwischen mindestens zwei Elementen sprechen kann. Orientiert man sich an diesem abstrakten Systembegriff, kann man offenbar *alle* Gegenstände auch als Systeme betrachten, denn immer lassen sich mindestens zwei Aspekte unterscheiden und in irgendeine, ggf. beliebig ausgedachte Beziehung bringen. Demgegenüber gibt es jedoch auch durchaus spezifischere Verwendungsweisen des Systembegriffs.

2. *Der traditionelle Systembegriff: ein geordnetes Ganzes.* Hinweise zur geschichtlichen Entwicklung des Systembegriffs findet man bei A. von der Stein (1968).<sup>1</sup> Der Begriff stammt aus der griechischen Antike und hat auch dort bereits die Bedeutung gewonnen, an der sich der allgemeine, insbesondere in den technischen Wissenschaften verbreitete Sprachgebrauch bis heute meistens orientiert. Stein schreibt (S. 5):

„Zusammenfassend läßt sich nun der griechische Sprachgebrauch folgendermaßen charakterisieren:

1. *σύστημα* [systema] ist nach einer wenn auch nicht kontinuierlichen Entwicklung im griechischen Sprachgebrauch selbst zu einem Allgemeinbegriff

<sup>1</sup>Noch ausführlicher informiert M. Riedel (1990).

geworden, der sowohl auf künstliche wie auch auf natürliche Objekte angewandt wird.

2. Seine Bedeutung ist: ein Gebilde, das irgendein Ganzes ausmacht und dessen einzelne Teile in ihrer Verknüpfung irgendeine Ordnung aufweisen.

Damit hat der griechische Sprachgebrauch schon die vollständige Basis für einen Systembegriff nach heutigem Verständnis geschaffen.“

Ich nenne dies den *traditionellen Systembegriff*. Im Unterschied zur oben zitierten Definition von Hall und Fagen besteht der Leitgedanke darin, das es sich bei einem System um ein geordnetes Ganzes handelt. Um irgendeine Menge von Objekten als ein System bezeichnen zu können, genügt es also nicht, auf irgendwelche Beziehungen zu verweisen, sondern man muss in der Lage sein, die Idee eines geordneten Zusammenhangs zu erläutern. Der traditionelle Systembegriff hat deshalb eine explizierbare Bedeutung zunächst dort, wo Menschen geordnete Zusammenhänge herstellen. Infolgedessen ist dieser traditionelle Systembegriff auch nicht von der Vorstellung ablösbar, dass Systeme einem Zweck (oder einer Mehrzahl möglicher Zwecke) dienen. Für Johann Heinrich Lambert war dies noch ganz selbstverständlich.<sup>2</sup> In seinem „Fragment einer Systematologie“ schreibt Lambert:

„Zu einem System werden also Teile, und zwar mehrere erfordert. Diese müssen auseinandergesetzt, jedes für sich kenntlich, mit Absicht gestellt oder geordnet und alle miteinander so verbunden sein, daß sie gerade das der vorgesetzten Absicht gemäße Ganze ausmachen, und dieses muß, so gut es angeht oder so lange es die Absicht erfordert, fort dauern können, es sei daß es unverändert bleibe oder seiner Absicht gemäße Veränderungen leide.“ (Lambert 1988, S. 126)

Diese Ausführungen liefern eine gute Erläuterung des traditionellen Systembegriffs. Zugleich werden auch die Sinnvoraussetzungen und Sinn Grenzen des Begriffs deutlich. Der traditionelle Systembegriff verlangt einen gedanklichen Rückgriff auf Akteure, die ein geordnetes Ganzes herstellen und auf deren Absichten man sich für ein Verständnis des Systems beziehen kann. Infolgedessen setzt der traditionelle Systembegriff zunächst voraus, dass man sich auf eine Praxis beziehen kann, in der Menschen geordnete Zusammenhänge herstellen, sei es in gegenständlicher Form oder in der Form einer Gestaltung der materiellen und sozialen Bedingungen ihrer Tätigkeiten. Dabei ist ‚Ordnung‘ kein absoluter Begriff, sondern setzt voraus, dass man sich gedanklich auf Zwecke beziehen kann, um derentwillen eine Ordnung gebildet worden ist. Der traditionelle Systembegriff verlangt also, dass man der Idee, dass eine Ordnung *hergestellt* wird, einen explizierbaren Sinn geben kann. Insofern ist dieser Systembegriff an eine – zunächst menschliche – Praxis gebunden, und weiterhin an die Annahme, dass die Akteure, die eine Ordnung herstellen, die dafür erforderlichen Fähigkeiten besitzen.

<sup>2</sup>Lambert lebte 1728 – 1777 und war einer der ersten Philosophen, die sich explizit mit dem Systembegriff beschäftigt haben. Ausführliche Hinweise gibt Siegart (1988).

3. *Reale und epistemische Systeme*. Eine gewisse Komplikation entsteht daraus, dass man sich mit dem traditionellen Systembegriff sowohl auf Gegenstände und Einrichtungen der menschlichen Erfahrungswelt als auch auf Ausarbeitungen von Überlegungen beziehen kann. Im ersten Fall kann man von *realen Systemen* sprechen, womit dann also Gegenstände oder Einrichtungen gemeint sind, die eine materielle Existenz in der menschlichen Erfahrungswelt aufweisen; zum Beispiel ein Karteikasten, dessen Elemente (Karteikarten) in einer bestimmten Weise geordnet sind. Im zweiten Fall kann man von *epistemischen Systemen* sprechen, womit dann eine Menge von (meistens in schriftlicher Form vorliegenden) Überlegungen gemeint ist, die von ihrem Autor in einer bestimmten Weise angeordnet worden sind.

Offenbar deckt der traditionelle Systembegriff beide Möglichkeiten ab. Bei der epistemischen Verwendung des Systembegriffs entsteht jedoch eine leicht irreführende Ambivalenz. Wenn man von einer Menge von Überlegungen sagt, dass sie „ein System bilden“ (ein „Gedankengebäude“), ist zunächst nur gemeint, dass sie von ihrem Autor auf eine systematische, d.h. geordnete Weise in einen Zusammenhang gebracht worden sind. Eine solche Charakterisierung setzt offenbar nicht voraus, dass es sich bei dem Gegenstand, auf den sich die Überlegungen beziehen, selbst um ein System handelt. Aber ein Missverständnis liegt natürlich nahe. Man denke zum Beispiel an das Reden von einem „Planetensystem“. Gemeint ist einerseits ein Modell, also eine Menge von Überlegungen, die von Menschen ausgearbeitet worden sind, um sich ein geordnetes, für Voraussagen nützlich Bild gewisser Himmelserscheinungen zu machen; insofern bezieht sich das Wort auf ein epistemisches System, dem – wenn man den traditionellen Systembegriff ernst nimmt – kein reales System entspricht. (Ein reales System wäre dagegen ein Planetarium, das von Menschen hergestellt worden ist, um ihre Modellvorstellungen anschaulich zu machen.) Andererseits liegt es natürlich nahe, auch die Sonne mit ihren Planeten selbst als ein reales System aufzufassen.

4. *Poietischer und reflektierender Systembegriff*. So gelangt man zu der Frage, unter welchen Bedingungen sinnvoll von einem System gesprochen werden kann bzw. was Systeme von anderen Arten von Gegenständen oder Aspekten unserer Erfahrungswelt unterscheidet. Offenbar erlaubt der abstrakte Systembegriff keine bzw. nur eine willkürliche Antwort, weil alles Beliebige „als ein System aufgefasst“ werden kann.

Orientiert man sich am traditionellen Systembegriff, kann von einem System gesprochen werden, wenn und insoweit geordnete Verhältnisse *hergestellt* worden sind. Dem entspricht die Idee, dass ein System (im traditionellen Verständnis des Worts) eine *teleologische Betrachtungsweise* erlaubt. Damit ist gemeint, dass ein System im Hinblick auf Zwecke betrachtet wird,

denen es dienen kann.<sup>3</sup> Eine solche Betrachtungsweise ist offenbar zunächst dann sinnvoll möglich, wenn und insoweit Menschen Systeme herstellen, damit sie bestimmten Zwecken dienen können.

An dieser Stelle entsteht allerdings die Möglichkeit, den traditionellen Systembegriff auf eine problematische Weise zu verallgemeinern. Denn einerseits erlaubt zwar das Vorhandensein eines Systems eine teleologische Betrachtungsweise; andererseits setzt eine solche Betrachtungsweise nicht voraus, dass man es tatsächlich mit einem System (im traditionellen Wortverständnis) zu tun hat. Denn im Prinzip können beliebige Gegenstände und Einrichtungen im Hinblick auf Zwecke, denen sie dienen können, *reflektiert* werden. Eine solche Reflexion setzt nicht voraus, dass es sich um Gegenstände oder Einrichtungen handelt, die im Hinblick auf Zwecke *hergestellt* worden sind. Somit kann ein *reflektierender Systembegriff* entstehen: Irgendetwas ist ein System, wenn und insoweit es in einer teleologischen Betrachtungsweise reflektierbar gemacht werden kann. Zur Unterscheidung spreche ich von einem *poietischen Systembegriff*,<sup>4</sup> wenn als Sinnvoraussetzung daran festgehalten wird, dass ein geordneter Zusammenhang *hergestellt* worden ist.<sup>5</sup>

Die Ausweitung des poietischen zu einem reflektierenden Systembegriff hat bereits in der griechischen Antike begonnen. Wie H. Busche (1998, S. 970) berichtet, wurde der Begriff 'Teleologie' jedoch erst 1728 durch den Philosophen Christian Wolff geprägt:

„Für die Betrachtung der Dinge nach ihrem «Zweck» («finis») reserviert er [Wolff] einen «Teil der Naturphilosophie, der die Zwecke der Dinge erklärt. Noch immer hat er keinen Namen, obwohl er sehr weitreichend und nützlich ist. Man könnte ihn Teleologie nennen».“

Ein Zusammenhang mit dem Systembegriff wird explizit durch Lambert hergestellt, auf den bereits weiter oben zur Erläuterung des traditionellen Systembegriffs hingewiesen wurde. Lambert ist zugleich ein gutes Beispiel

<sup>3</sup>Der Zweckbegriff bedarf einer ähnlichen Erläuterung wie der oben verwendete Ordnungsbegriff. Zwecke existieren nur als Vergegenwärtigungen eines reflektierenden Bewusstseins, nicht als objektivierbare Sachverhalte, die den Gegenständen unserer Erfahrungswelt zurechenbar wären. Gegenstände haben nicht an und für sich Zwecke, aber sie können im Hinblick auf Zwecke betrachtet und ggf. zur Verfolgung von Zwecken verwendet werden. Dies gilt insbesondere, aber nicht nur, für Gegenstände, die für einen zweckmäßigen Gebrauch hergestellt worden sind (Artefakte, insbesondere Werkzeuge und Maschinen). Weiterhin ist es auch erforderlich, Zwecke (als Vergegenwärtigungen eines reflektierenden Bewusstseins) von „Motiven“ zu unterscheiden, die man Akteuren zurechnet, um ihr Verhalten pseudo-kausal erklärbar zu machen.

<sup>4</sup>Das Fremdwörterbuch (Duden) erläutert: „*poietisch* <aus gr. poiētós „zu machen, bildend“, zu poiēin „zustande bringen, schaffen“> bildend, das Schaffen betreffend; -e *Philosophie*: bei Plato die dem Herstellen von etwas dienende Wissenschaft (z.B. Architektur).“

<sup>5</sup>Es sollte beachtet werden, dass sich das Adjektiv 'poietisch' (wie auch 'reflektierend' usw.) hier auf den *Systembegriff*, nicht auf Systeme bezieht. Es wird also nicht von „poietischen Systemen“ gesprochen.

für den Übergang zu einem reflektierenden Systembegriff. Nachdem sich seine Überlegungen zunächst an poietischen Vorstellungen orientieren, sagt er, dass „Systeme immer als *Systeme von Mitteln und Absichten* betrachtet werden können, sooft die Entschließungen des Willens mit in Erwägung kommen“, und er fügt dann hinzu:

„Sehen wir furerst hierbei auf den göttlichen Willen, so kann überhaupt der ganze Weltbau als ein System von Mitteln und Absichten angesehen werden. Die Erde und alle sich auf, in und mit derselben ereignenden Veränderungen machen ebenfalls ein solches, wiewohl viel spezielleres System aus. Beide geben Stoff zu der Teleologie, einer Wissenschaft, welche sich mit der Betrachtung der Absichten der Natur und ihrer Teile beschäftigt.“ (Lambert 1988, S. 135)

Hier wird deutlich, wie sich der traditionelle Systembegriff von seiner ursprünglichen Anbindung an eine menschliche Praxis, in der Menschen geordnete Zusammenhänge herstellen, ablöst und auf beliebige Erscheinungen und Sachverhalte anwendbar erscheint. Die Voraussetzung, die den Sinnzusammenhang begründet, liegt natürlich in der Annahme, dass in jedem Fall eine teleologische Betrachtungsweise zu wissenschaftlichen Erkenntnissen führen kann.

*5. Konsequenzen für unseren Sprachgebrauch.* Es sollte deutlich geworden sein, dass der Systembegriff in unterschiedlichen Bedeutungen verwendet werden kann. Unproblematisch (weil inhaltsleer) ist der abstrakte Systembegriff, da mit seiner Hilfe alles Beliebige als ein System bezeichnet werden kann, ohne dass damit irgendwelche bestimmten Konsequenzen verbunden sind. Wenn also das Wort 'System' ohne weitere Hinweise verwendet wird, kann man den abstrakten Systembegriff unterstellen. Dagegen sollte explizit darauf hingewiesen werden, wenn mit dem Systembegriff bestimmte Ordnungsvorstellungen verbunden und/oder teleologische Betrachtungsweisen vorgeschlagen werden sollen.

## 4.2 Relationen und Graphen

In diesem Abschnitt werden einige elementare Begriffsbildungen zur formalen Konzeption, Darstellung und Analyse von Netzwerken besprochen.

*1. Relationale Aussagen.* Von Beziehungen bzw. Relationen wird in unterschiedlichen Bedeutungen geredet, einige inhaltlich wichtige Unterscheidungen werden im Abschnitt II-4.3 besprochen. Hier soll zunächst angenommen werden, dass man ohne weiteres relationale Aussagen formulieren kann, zum Beispiel: Zwei Menschen kennen sich oder sind befreundet oder sind verheiratet; ein Mensch erzielt ein höheres Einkommen als ein anderer; zwei Schüler sind Mitglieder derselben Schulklasse; ein Mensch ist Angestellter eines bestimmten Unternehmens; ein Unternehmen bezieht von einem anderen Unternehmen Vorleistungen für seine Güterproduktion; zwei Computer sind durch ein Netzwerk verbunden, so dass Daten ausgetauscht

werden können. Dies sind Beispiele für *relationale Aussagen*: Aussagen, die sich gleichzeitig auf zwei (oder mehr) Objekte beziehen. Zu unterscheiden sind relationale Aussagen und Aussageformen. Zum Beispiel ist ‘Franz ist verheiratet mit Karin’ eine *relationale Aussage*, die ihrer Intention nach einen Sachverhalt ausdrückt und infolgedessen wahr oder falsch sein kann. Dagegen ist ‘ $\omega$  ist verheiratet mit  $\omega'$ ’ eine *relationale Aussageform*. In diesem Fall sind  $\omega$  und  $\omega'$  *logische Variablen*. Relationale Aussagen, die wahr oder falsch sein können, entstehen erst dann, wenn man in die logischen Variablen (Leerstellen) bestimmte Namen einsetzt (z.B. Franz und Karin).

Im Folgenden soll das Symbol  $\sim$  dazu dienen, um auf *relationale Ausdrücke* zu verweisen. Wenn man inhaltlich bestimmte Aussagen machen möchte, muss natürlich eine Bedeutung vereinbart werden. Zum Beispiel könnte vereinbart werden, dass das Symbol  $\sim$  bis auf weiteres als Abkürzung für den relationalen Ausdruck ‘ist verheiratet mit’ verwendet werden soll. Unabhängig von der Vereinbarung einer bestimmten Bedeutung können jedoch mit dem Symbol  $\sim$  relationale Aussageformen formuliert werden, die allgemein die Form  $\omega \sim \omega'$  haben. In dieser Schreibweise handelt es sich also um eine Aussageform. Erst wenn man dem Symbol  $\sim$  eine bestimmte Bedeutung gibt und anstelle von  $\omega$  und  $\omega'$  Namen für bestimmte Objekte einsetzt, entsteht eine relationale Aussage, die wahr oder falsch sein kann.

2. *Ein expliziter Relationsbegriff*. Offenbar muss überlegt werden, auf welche Arten von Objekten man sich beziehen kann, um aus relationalen Aussageformen relationale Aussagen zu machen. Die Umgangssprache orientiert sich an der Bedeutung der relationalen Ausdrücke. Ist zum Beispiel für das Symbol  $\sim$  die Bedeutung ‘ist verheiratet mit’ vereinbart worden, ist klar, dass man nur dann zu sinnvollen Aussagen gelangt, wenn man für  $\omega$  und  $\omega'$  Namen von Menschen einsetzt. Für die weiteren Überlegungen soll angenommen werden, dass man sich jeweils auf eine explizit definierte Menge beziehen kann, deren Elemente als Objekte für relationale Aussagen verwendet werden können. Zur symbolischen Repräsentation dient wie bei der Definition statistischer Variablen die Schreibweise  $\Omega := \{\omega_1, \dots, \omega_n\}$ . Wie in Abschnitt II-3.1 erläutert wurde, sind  $\omega_1, \dots, \omega_n$  (fiktive) Namen für die Objekte, auf die man sich gedanklich beziehen möchte, und das Symbol  $\Omega$  dient zum Verweis auf die Menge dieser Namen bzw. Objekte.

Nach diesen Vorüberlegungen kann der Begriff einer Relation, wie er im weiteren verwendet werden soll, explizit definiert werden. Eine *Relation* besteht aus drei Bestandteilen:

- Es muss ein relationaler Ausdruck  $\sim$  eingeführt werden, mit dem relationale Aussageformen der Gestalt  $\omega \sim \omega'$  gebildet werden können. (Sobald man nicht nur rein formale Betrachtungen anstellen möchte, muss natürlich auch die inhaltliche Bedeutung angegeben werden.)

- Es muss eine Objektmenge  $\Omega := \{\omega_1, \dots, \omega_n\}$  angegeben werden, deren Elemente als Namen verwendet werden können, um relationale Aussagen zu bilden.
- Schließlich muss angegeben werden, welche der insgesamt möglichen relationalen Aussagen wahr bzw. falsch sind.

Es wäre also eine verkürzte und potentiell irreführende Redeweise, das Symbol  $\sim$  eine Relation zu nennen. Dieses Symbol bildet nur ein Hilfsmittel zur Formulierung relationaler Aussagen. Die Relation selbst besteht vielmehr in der Gesamtheit der zutreffenden relationalen Aussagen, die man mithilfe des relationalen Ausdrucks  $\sim$  über alle möglichen Paare von Objekten in der Objektmenge  $\Omega$  machen kann. Sobald man sich dies klargemacht hat, kann man natürlich von einer Relation  $(\Omega, \sim)$  sprechen und auch abkürzend von einer Relation  $\sim$ , wenn der Bezug auf eine bestimmte Objektmenge durch den Kontext gegeben ist.

Ein einfaches Beispiel kann die Begriffsbildungen illustrieren. Die Objektmenge besteht aus 5 Personen:  $\Omega := \{\omega_1, \dots, \omega_5\}$ , und es soll festgestellt werden, wer mit wem verheiratet ist. Die Bedeutung des Symbols  $\sim$  wird also durch ‘ist verheiratet mit’ festgelegt. Mithilfe der Aussageform  $\omega \sim \omega'$  können in diesem Beispiel auf insgesamt 25 unterschiedliche Weisen relationale Aussagen gebildet werden. Einige davon sind richtig, die übrigen sind falsch. Angenommen, dass  $\omega_1$  und  $\omega_3$  und  $\omega_2$  und  $\omega_4$  verheiratet sind, gibt es folgende Aussagen:

Zutreffende Aussagen	Unzutreffende Aussagen
$\omega_1 \sim \omega_3$	$\omega_1 \sim \omega_1$ $\omega_2 \sim \omega_5$ $\omega_4 \sim \omega_4$
$\omega_3 \sim \omega_1$	$\omega_1 \sim \omega_2$ $\omega_3 \sim \omega_2$ $\omega_4 \sim \omega_5$
$\omega_2 \sim \omega_4$	$\omega_1 \sim \omega_4$ $\omega_3 \sim \omega_3$ $\omega_5 \sim \omega_1$
$\omega_4 \sim \omega_2$	$\omega_1 \sim \omega_5$ $\omega_3 \sim \omega_4$ $\omega_5 \sim \omega_2$
	$\omega_2 \sim \omega_1$ $\omega_3 \sim \omega_5$ $\omega_5 \sim \omega_3$
	$\omega_2 \sim \omega_2$ $\omega_4 \sim \omega_1$ $\omega_5 \sim \omega_4$
	$\omega_2 \sim \omega_3$ $\omega_4 \sim \omega_3$ $\omega_5 \sim \omega_5$

Die Relation besteht in diesem Beispiel aus der Gesamtheit der 25 Aussagen, von denen 4 zutreffend, die übrigen 21 nicht zutreffend sind.

Das Beispiel zeigt, dass sich eine Relation auf alle möglichen Paare von Objekten bezieht, die man aus den Elementen einer Objektmenge bilden kann. Um diese Paare zu bilden, verwendet man in der Mengenlehre den Begriff eines kartesischen Produkts. Bezieht man sich allgemein auf zwei Mengen  $A$  und  $B$ , besteht ihr *kartesisches Produkt*, geschrieben  $A \times B$ , aus allen geordneten Paaren der Form  $(a, b)$ , wobei  $a$  ein Element aus  $A$  und  $b$  ein Element aus  $B$  ist. Ist zum Beispiel  $A = \{a, b, c\}$  und  $B = \{e, f\}$ , erhält man:  $A \times B = \{(a, e), (a, f), (b, e), (b, f), (c, e), (c, f)\}$ . Bei endlichen Mengen gilt offenbar  $|A \times B| = |A| \cdot |B|$ , wobei, wenn  $M$  irgendeine endliche Menge ist, mit dem Ausdruck  $|M|$  auf die Anzahl ihrer Elemente

verwiesen werden soll.

Eine Relation für eine Objektmenge  $\Omega$  gibt nun offenbar für jedes Element  $(\omega, \omega') \in \Omega \times \Omega$  an, ob die relationale Aussage  $\omega \sim \omega'$  zutrifft oder nicht. Somit kann man auch jede Relation für eine Objektmenge  $\Omega$  durch eine Teilmenge des kartesischen Produkts  $\Omega \times \Omega$  festlegen, die genau diejenigen Paare  $(\omega, \omega')$  enthält, für die die relationale Aussage zutrifft. In unserem Beispiel:  $R^* := \{(\omega_1, \omega_3), (\omega_3, \omega_1), (\omega_2, \omega_4), (\omega_4, \omega_2)\}$ . Diese Methode wird *Definition einer Relation durch ein kartesisches Produkt (einer Objektmenge  $\Omega$  mit sich selbst)* genannt. Offenbar entspricht jeder Teilmenge von  $\Omega \times \Omega$  eine spezifische Relation für die Elemente von  $\Omega$ .

**3. Relationale Variablen.** Eine andere Möglichkeit, um sich begrifflich auf Relationen für eine Objektmenge  $\Omega$  zu beziehen, besteht in der Verwendung *relationaler Variablen*. Mit diesem Begriff sind zunächst (später wird die Definition verallgemeinert) Funktionen gemeint, die folgende Form haben:  $R : \Omega \times \Omega \rightarrow \{0, 1\}$ .  $R$  ist der Name der Funktion (der relationalen Variablen),  $\Omega \times \Omega$  ist ihr Definitionsbereich, und  $\{0, 1\}$  ist ihr Wertebereich. Die Funktion (relationale Variable)  $R$  ordnet also jedem Element  $(\omega, \omega') \in \Omega \times \Omega$  einen Wert  $R(\omega, \omega') \in \{0, 1\}$  zu, wobei folgende Bedeutung vereinbart wird:

$$R(\omega, \omega') = \begin{cases} 1 & \text{wenn } \omega \sim \omega' \text{ zutrifft} \\ 0 & \text{wenn } \omega \sim \omega' \text{ nicht zutrifft} \end{cases}$$

Wie sich später zeigen wird, ist der Begriff einer relationalen Variablen sehr nützlich, weil er sich leicht verallgemeinern lässt, um in komplexerer Weise von Relationen zu sprechen. Außerdem gibt es eine gedanklich einfache Parallele zu statistischen Variablen, also zu Funktionen  $X : \Omega \rightarrow \mathcal{X}$ , die jedem Element einer Objektmenge  $\Omega$  einen Merkmalswert in einem Merkmalsraum  $\mathcal{X}$  zuordnen. Der Unterschied besteht nur darin, dass eine statistische Variable jedem einzelnen Objekt, eine relationale Variable dagegen jedem Paar von Objekten einen Merkmalswert zuordnet.

An dieser Parallele knüpft auch eine weitere Möglichkeit zur Darstellung von Relationen an. Beziehen wir uns zunächst auf eine statistische Variable  $X : \Omega \rightarrow \mathcal{X}$ . Ihre Werte (die Daten) können in Form einer Datenmatrix dargestellt werden, die folgende Form hat:

$\omega_1$	$X(\omega_1)$
$\vdots$	$\vdots$
$\omega_n$	$X(\omega_n)$

Jede Zeile bezieht sich auf jeweils ein Objekt der Objektmenge  $\Omega$ . Die erste Spalte enthält den Namen des Objekts, die zweite Spalte den Merkmalswert, der dem Objekt durch die Variable zugeordnet wird. Auf ähnliche

Weise kann man die Werte einer relationalen Variablen durch ein zweidimensionales Schema darstellen, das allgemein folgende Form hat:

	$\omega_1$	$\cdots$	$\omega_n$
$\omega_1$	$R(\omega_1, \omega_1)$	$\cdots$	$R(\omega_1, \omega_n)$
$\vdots$	$\vdots$		$\vdots$
$\omega_n$	$R(\omega_n, \omega_1)$	$\cdots$	$R(\omega_n, \omega_n)$

Für das oben angeführte Beispiel erhält man folgende Darstellung:

	$\omega_1$	$\omega_2$	$\omega_3$	$\omega_4$	$\omega_5$
$\omega_1$	0	0	1	0	0
$\omega_2$	0	0	0	1	0
$\omega_3$	1	0	0	0	0
$\omega_4$	0	1	0	0	0
$\omega_5$	0	0	0	0	0

Wenn ein Schema dieser Art verwendet wird, um eine Relation darzustellen, spricht man von einer *Adjazenzmatrix*.

**4. Reflexivität, Symmetrie, Transitivität.** Zur formalen Charakterisierung von Relationen gibt es zahlreiche Begriffsbildungen. An dieser Stelle genügen die folgenden, zu deren Erläuterung angenommen wird, dass eine Relation  $(\Omega, \sim)$  gegeben ist.

- Die Relation wird *reflexiv* genannt, wenn für alle  $\omega \in \Omega$  gilt:  $\omega \sim \omega$ .
- Die Relation wird *symmetrisch* genannt, wenn für alle  $\omega, \omega' \in \Omega$  gilt:  $\omega \sim \omega' \implies \omega' \sim \omega$ .<sup>6</sup>
- Die Relation wird *transitiv* genannt, wenn für alle  $\omega, \omega', \omega'' \in \Omega$  gilt:  $\omega \sim \omega'$  und  $\omega' \sim \omega'' \implies \omega \sim \omega''$ .

Die oben als Beispiel verwendete Relation ist offenbar symmetrisch, jedoch weder reflexiv noch transitiv. Wenn eine Relation alle drei Eigenschaften hat, spricht man auch von einer *Äquivalenzrelation*. Es sei auch daran erinnert, dass jede Äquivalenzrelation, die für eine Objektmenge  $\Omega$  definiert ist, einer *Partition* von  $\Omega$  entspricht, d.h. einer Zerlegung von  $\Omega$  in disjunkte Teilmengen (die in diesem Fall *Äquivalenzklassen* genannt werden).<sup>7</sup>

<sup>6</sup>Hier wird der *logische Regelpfeil* verwendet, durch den Aussageformen verknüpft werden können, allgemein:  $F(x, y, z, \dots) \implies G(x, y, z, \dots)$ . Eine Regel dieser Art besagt: Wenn man durch Einsetzen von Namen  $x^*, y^*, z^*, \dots$  in die logischen Variablen  $x, y, z, \dots$  zu einer wahren Aussage  $F(x^*, y^*, z^*, \dots)$  gelangt, dann garantiert die Regel, dass auch  $G(x^*, y^*, z^*, \dots)$  eine wahre Aussage ist.

<sup>7</sup>Als Beispiel kann man daran denken, dass korrespondierend zu jeder statistischen Variablen  $X : \Omega \rightarrow \mathcal{X}$  durch

$$\omega \sim_x \omega' \iff X(\omega) = X(\omega')$$



5. *Ungerichtete Graphen.* Unter einem *Graphen* versteht man allgemein eine Menge von *Knoten*, die durch *Kanten* (Linien oder Pfeile) verbunden sein können. Die Knoten dienen zur Repräsentation der Objekte, auf die man sich beziehen möchte, die Kanten werden zur Darstellung von Beziehungen zwischen den Knoten (Objekten) verwendet. Zur Notation dient die Schreibweise  $\mathcal{G} := (\Omega, \mathcal{K})$ , wobei  $\Omega := \{\omega_1, \dots, \omega_n\}$  die *Knotenmenge* des Graphen und  $\mathcal{K} := \{\kappa_1, \dots, \kappa_m\}$  die *Kantenmenge* des Graphen ist.

Diese Erläuterung zeigt bereits, dass es einen engen Zusammenhang zwischen Relationen und Graphen gibt. Zunächst besprechen wir *ungerichtete Graphen*, die den symmetrischen Relationen entsprechen. Sei also  $(\Omega, \sim)$  eine symmetrische Relation. Dann kann man  $\Omega$  auch als Knotenmenge eines Graphen betrachten und festlegen, dass es zwischen zwei Knoten  $\omega, \omega' \in \Omega$  genau dann eine Kante gibt, wenn die relationale Aussage  $\omega \sim \omega'$  zutrifft. Die Kantenmenge wird also durch

$$\mathcal{K} := \{ \{ \omega, \omega' \} \mid \omega \sim \omega' \text{ ist zutreffend} \}$$

definiert. Anstelle von geordneten Paaren der Form  $(\omega, \omega')$  werden in diesem Fall Mengen der Form  $\{ \omega, \omega' \}$  verwendet, da die Relation symmetrisch ist, so dass die Reihenfolge keine Rolle spielt.

Zur Illustration kann zunächst das bisher verwendete Beispiel dienen. In diesem Fall repräsentieren die Knoten die 5 Personen und die Kanten zeigen, welche der Personen miteinander verheiratet sind. In symbolischer Notation hat dieser Graph folgende Form:

$$\mathcal{G} := ( \{ \omega_1, \omega_2, \omega_3, \omega_4, \omega_5 \}, \{ \{ \omega_1, \omega_3 \}, \{ \omega_2, \omega_4 \} \} )$$

Anhand dieses Beispiels kann auch die *graphische Darstellung* von Graphen erläutert werden. Jeder Knoten des Graphen wird durch einen Punkt (oder Kreis, Rechteck, ...) und jede Kante durch eine Verbindungslinie zwischen den zugehörigen Knoten dargestellt. In unserem Beispiel kann man folgende Darstellung verwenden:



Die Anordnung der Knoten kann beliebig erfolgen, denn sie hat keine Bedeutung.<sup>8</sup> Oft wählt man eine Anordnung, die möglichst keine oder nur

eine Äquivalenzrelation  $\sim_x$  definiert werden kann. Ihre Äquivalenzklassen sind diejenigen Teilmengen von  $\Omega$ , deren Mitglieder den gleichen Wert der Variablen  $X$  aufweisen. Wir nennen dies die *durch  $X$  induzierte Partition von  $\Omega$* .

<sup>8</sup>Dies sollte betont werden: dass die räumliche Anordnung der Knoten bei der Darstellung eines Graphen keine Bedeutung hat. Dadurch unterscheidet sich nämlich diese Darstellung von Methoden zur Erzeugung räumlicher Bilder, bei denen ein vermeintlicher Erkenntnisgewinn durch die Suggestion räumlicher Interpretierbarkeit erzielt werden soll; exemplarisch sei auf Methoden der Korrespondenzanalyse und der multidimensionalen Skalierung hingewiesen.

**Tabelle 4.2-1** Adjazenzmatrix der Seminaranten.

	$\omega_1$	$\omega_2$	$\omega_3$	$\omega_4$	$\omega_5$	$\omega_6$	$\omega_7$	$\omega_8$	$\omega_9$	$\omega_{10}$
$\omega_1$	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0
$\omega_2$	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
$\omega_3$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$\omega_4$	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
$\omega_5$	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0
$\omega_6$	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0
$\omega_7$	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$\omega_8$	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0
$\omega_9$	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
$\omega_{10}$	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0

wenige Überschneidungen der die Kanten repräsentierenden Linien erfordert. Ein Graph wird *planar* genannt, wenn man ihn vollständig ohne Überschneidungen darstellen kann.

Für ein weiteres Beispiel können Daten dienen, die in der ersten Stunde eines Seminars erhoben wurden, an dem 10 Personen teilgenommen haben. Das Ziel war herauszufinden, welche Teilnehmer „sich bereits kennen“. Um das zu präzisieren, wurde folgende Fragestellung gewählt: Haben jeweils zwei der Teilnehmer vor Beginn des Seminars schon mindestens 5 Minuten miteinander gesprochen? Um die Daten zu gewinnen, wurde zunächst eine Liste der Teilnehmer erstellt:

$$\Omega := \{ \omega_1, \omega_2, \omega_3, \omega_4, \omega_5, \omega_6, \omega_7, \omega_8, \omega_9, \omega_{10} \}$$

Dann wurde jeder Teilnehmer gefragt, mit welchen anderen Seminarteilnehmern er bereits vor Beginn des Seminars mindestens 5 Minuten gesprochen hat. Tabelle 4.2-1 zeigt das Ergebnis in Gestalt einer Adjazenzmatrix. Sie beschreibt einen Graphen, dessen Knoten aus den 10 Teilnehmern des Seminars bestehen. Die Einsen geben die Kanten des Graphen an und bedeuten, dass zwischen den jeweils beteiligten Knoten eine „Beziehung“ besteht, in diesem Beispiel dadurch definiert, dass bereits vor Beginn des Seminars eine Kommunikation stattgefunden hat. Da es sich um eine symmetrische Relation handelt, ist auch die Adjazenzmatrix symmetrisch und man kann zur Repräsentation einen ungerichteten Graphen verwenden.

6. *Gerichtete Graphen.* Oft sind Relationen nicht symmetrisch, dann werden *gerichtete Graphen* verwendet. Zur symbolischen Notation kann wie bei ungerichteten Graphen die Formulierung  $\mathcal{G} := (\Omega, \mathcal{K})$  verwendet werden. Es ist jedoch zu berücksichtigen, dass bei gerichteten Graphen die Kantenmenge  $\mathcal{K}$  aus *geordneten* Paaren von Knoten besteht, so dass bei zwei Knoten  $\omega$  und  $\omega'$  zwischen Kanten, die von  $\omega$  zu  $\omega'$  führen, und Kanten, die von  $\omega'$  zu  $\omega$  führen, unterschieden werden kann. Zur Unterscheidung wird von *gerichteten Kanten* gesprochen. In der graphischen

Darstellung werden Pfeile (anstelle von Linien) verwendet.

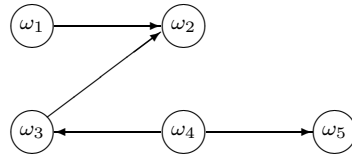
Als Beispiel betrachten wir eine Objektmenge  $\Omega$ , die aus 5 Unternehmen besteht. Mit den relationalen Aussagen der Form  $\omega \sim \omega'$  soll erfasst werden, ob das Unternehmen  $\omega'$  Produkte des Unternehmens  $\omega$  als Vorleistungen verwendet. Es werden folgende Beziehungen festgestellt:

$$\omega_1 \sim \omega_2, \omega_3 \sim \omega_2, \omega_4 \sim \omega_3, \omega_4 \sim \omega_5$$

so dass die Adjazenzmatrix folgendermaßen aussieht:

$$\begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

Offenbar ist diese Adjazenzmatrix und somit die Relation nicht symmetrisch. Zur Darstellung wird deshalb ein gerichteter Graph verwendet, dessen Kantenmenge durch  $\mathcal{K} := \{(\omega_1, \omega_2), (\omega_3, \omega_2), (\omega_4, \omega_3), (\omega_4, \omega_5)\}$  definiert ist. Es handelt sich um gerichtete Kanten, und die graphische Darstellung sieht folgendermaßen aus:



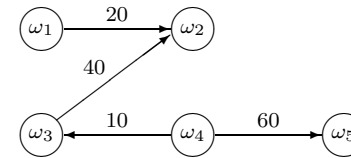
**7. Bewertete Graphen.** Bei einer Relation  $(\Omega, \sim)$  wird nur festgestellt, ob für jeweils zwei Objekte  $\omega, \omega' \in \Omega$  die relationale Aussage  $\omega \sim \omega'$  zutrifft oder nicht. Zum Beispiel: Zwei Personen sind verheiratet oder nicht verheiratet. Oft ist es jedoch von Interesse, qualitative oder quantitative Unterschiede in der Art der Beziehung zu erfassen. Zum Beispiel könnte man bei persönlichen Beziehungen zwischen Bekanntschaften und Freundschaften unterscheiden; oder bei dem im vorangegangenen Paragraphen verwendeten Beispiel könnte man unterscheiden, in welchem Umfang Vorleistungen bezogen werden. Um solche Unterscheidungen berücksichtigen zu können, werden *bewertete Graphen* verwendet: Jeder (gerichteten oder ungerichteten) Kante des Graphen wird dann eine Zahl zugeordnet, die die durch die Kante repräsentierte Beziehung charakterisiert.

Als Beispiel verwenden wir wieder eine Objektmenge, die aus 5 Unternehmen besteht. In diesem Fall soll es sich jedoch um Aktiengesellschaften handeln, so dass man feststellen kann, wie viel Prozent des Aktienkapitals eines Unternehmens von einem anderen Unternehmen gehalten wird. Solche Daten können wiederum in Form einer Adjazenzmatrix dargestellt

werden, wobei jetzt aber in den einzelnen Feldern der Matrix die Prozentanteile des Kapitalbesitzes eingetragen werden. In unserem Beispiel sieht die Adjazenzmatrix vielleicht folgendermaßen aus:

$$\begin{pmatrix} 0 & 20 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 40 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 10 & 0 & 60 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

Das Unternehmen  $\omega_1$  hält am Unternehmen  $\omega_2$  20% der Kapitalanteile usw. Man erhält dann folgende graphische Darstellung:



Zur symbolischen Notation bewerteter Graphen wird in der Literatur oft die Formulierung  $\mathcal{G} := (\Omega, \mathcal{K}, v)$  verwendet.  $\Omega$  ist die Knotenmenge,  $\mathcal{K}$  die Kantenmenge. Hinzu kommt eine Funktion  $v : \mathcal{K} \rightarrow \mathbf{R}$ , die jeder Kante  $\kappa \in \mathcal{K}$  eine Zahl  $v(\kappa) \in \mathbf{R}$  zuordnet und als *Bewertung der Kante* bezeichnet wird (wobei natürlich eine jeweils sinnvolle Bedeutung vereinbart werden muss).

**8. Allgemeine relationale Variablen.** Als einheitlicher begrifflicher Rahmen für Graphen aller Art eignen sich am besten relationale Variablen, die in folgender Form als Funktionen definiert sind:  $R : \Omega \times \Omega \rightarrow \tilde{\mathcal{R}}$ . Hierbei ist  $\Omega$  eine Objektmenge und  $\tilde{\mathcal{R}}$  ein im Prinzip beliebig konzipierbarer Merkmalsraum. Die relationale Variable  $R$  ordnet jedem Element  $(\omega, \omega') \in \Omega \times \Omega$  einen Merkmalswert  $R(\omega, \omega') \in \tilde{\mathcal{R}}$  zu. Wie bereits besprochen wurde, genügt für unbewertete Graphen ein Merkmalsraum  $\tilde{\mathcal{R}} := \{0, 1\}$ , da nur unterschieden werden muss, ob zwischen zwei Objekten eine Beziehung besteht oder nicht. Wenn man differenziertere Merkmalsräume verwendet, können jedoch auch beliebige bewertete Graphen repräsentiert werden. Für das zuvor besprochene Beispiel kann man als Merkmalsraum zum Beispiel die Zahlen von 0 bis 100 verwenden, und  $R(\omega, \omega')$  bedeutet dann den Prozentanteil des Kapitals des Unternehmens  $\omega'$ , den das Unternehmen  $\omega$  besitzt. Relationale Variablen bieten also sehr flexible Formulierungsmöglichkeiten. Außerdem lassen sich viele Überlegungen und Unterscheidungen, die für statistische Variablen bereits eingeführt worden sind, unmittelbar übertragen.

Besonders wichtig ist, dass man analog zu mehrdimensionalen statistischen Variablen auch mehrdimensionale relationale Variablen betrachten

kann. Allgemein haben sie folgende Form:

$$(R_1, \dots, R_m) : \Omega \times \Omega \longrightarrow \tilde{\mathcal{R}}_1 \times \dots \times \tilde{\mathcal{R}}_m$$

Es werden also für die Objektmenge  $\Omega$  gleichzeitig  $m$  relationale Variablen  $R_1, \dots, R_m$  mit den zugehörigen Merkmalsräumen  $\tilde{\mathcal{R}}_1, \dots, \tilde{\mathcal{R}}_m$  definiert. Die korrespondierenden Graphen werden in der Literatur oft *Multigraphen* genannt. Als Beispiel kann man sich vorstellen, dass bei einer Menge von Unternehmen sowohl Kapitalverflechtungen als auch personelle Verflechtungen und Austausch von Gütern erfasst wird.

*9. Ein allgemeiner Netzwerkbeziehung.* Offenbar ist der Begriff einer relationalen statistischen Variablen sehr allgemein und umfasst das Reden von Relationen und Graphen. Er kann deshalb auch verwendet werden, um in einer allgemeinen Weise von Netzwerken zu sprechen. Wir verwenden in diesem Text folgende Definition: Etwas ist ein *Netzwerk*, wenn bzw. insoweit es durch eine (ggf. mehrdimensionale und/oder multi-modale) relationale Variable repräsentiert werden kann.

Das unspezifische Reden von „etwas“ soll es erlauben, sich mit dem Netzwerkbeziehung nicht nur auf materielle Aspekte unserer Erfahrungswelt zu beziehen, sondern auch auf abstrakte Mengen wie z.B. Zahlen oder Merkmalsräume. Für diesen allgemeinen Netzwerkbeziehung werden somit keine besonderen Anforderungen an die Beschaffenheit der Objekte oder der sie verknüpfenden Beziehungen gestellt. Insofern für das Reden von Netzwerken eine bestimmte formale Repräsentation vorausgesetzt wird, ist der Begriff dennoch enger als der abstrakte Systembeziehung.

### 4.3 Relationale Strukturbeziehung

Der Strukturbeziehung wird hauptsächlich in zwei unterschiedlichen Bedeutungen verwendet: Einerseits in einer statistischen Bedeutung, in der sich das Wort auf eine oder mehrere Merkmalsverteilungen in einer statistischen Gesamtheit bezieht; damit haben wir uns in Abschnitt II-3.3 beschäftigt. Andererseits wird das Wort verwendet, um in einer vergleichsweise unspezifischen Weise auf die Gliederung und den Aufbau irgendeines (realen oder fiktiven) Sachverhalts zu verweisen. In dieser zweiten Bedeutung sagte zum Beispiel Ludwig Wittgenstein in seinem *Tractatus* (2.032): „Die Art und Weise, wie die Gegenstände im Sachverhalt zusammenhängen, ist die Struktur des Sachverhalts.“ In einer ähnlichen Formulierung heißt es bei G. Hernes (1976, S. 518): „A structure is a configuration of parts, and a structural description is a characterization of the way the components in a set are interrelated.“ An dieses Wortverständnis knüpfen die relationalen (Sozial-) Strukturbeziehung an, mit denen wir uns in diesem Abschnitt beschäftigen.

*1. Definition eines relationalen Strukturbeziehung.* Zu einer allgemeinen Definition eines relationalen Strukturbeziehung gelangt man, wenn man sich auf

Gesamtheiten von Objekten bezieht, die durch Beziehungen miteinander verbunden sind. In diesem Kontext bezieht sich das Wort darauf, wie die Objekte durch Beziehungen zusammenhängen, und wir sprechen dann von einem *relationalen Strukturbeziehung*.

In dieser allgemeinen Bedeutung kann der relationale Strukturbeziehung auf beliebige Systeme (im Sinne des abstrakten Systembeziehung) angewendet werden, insbesondere auf Netzwerke, so wie dieser Begriff in Abschnitt II-4.2 (§ 9) definiert worden ist. Allerdings muss auf eine Ambivalenz in der Begriffsverwendung geachtet werden. Man betrachte dafür als Beispiel das Netzwerk aus Abschnitt II-4.2 (§ 5), in dem Beziehungen des „Sich-bereits-Kennens“ zwischen 10 Teilnehmern eines Seminars dargestellt werden. Was ist die Struktur dieses Netzwerks? Wenn man den relationalen Strukturbeziehung in seiner allgemeinen Bedeutung verwendet, gibt es zunächst keinen begrifflichen Unterschied zwischen dem Netzwerk und seiner Struktur; oder anders formuliert: Man beschreibt die Struktur eines Netzwerks, indem man das Netzwerk beschreibt.<sup>9</sup> Um diese Ambivalenz zu vermeiden, werden wir – in Übereinstimmung auch mit den anfangs angeführten Zitaten von Wittgenstein und Hernes – festlegen, dass sich der relationale Strukturbeziehung nur auf formale Eigenschaften eines Netzwerks (oder Systems) bezieht; in dem Beispiel etwa auf die Anzahl der Objekte und den Grad der Dichte ihrer Beziehungen, um nur zwei formale Aspekte zu nennen, nicht jedoch auf die Art der Objekte und die inhaltliche Bedeutung der Beziehungen.<sup>10</sup> Infolgedessen ist es auch möglich, dass unterschiedliche Netzwerke die gleiche relationale Struktur aufweisen.

*2. Unterschiedliche Arten von Beziehungen.* Um Netzwerke zu verstehen, ist nicht nur ihre Struktur von Bedeutung; zuerst muss man die Knoten und Beziehungen verstehen, auf die das Netzwerk Bezug nimmt. Darin unterscheiden sich auch zunächst die Netzwerke, die in der empirischen Sozialforschung betrachtet werden können. Allerdings ist es kaum möglich, eine vollständige Übersicht über alle Möglichkeiten zu gewinnen, in denen von Beziehungen gesprochen werden kann. Wir beschränken uns deshalb an dieser Stelle darauf, einige gelegentlich nützliche allgemeine Unterscheidungen anzudeuten.<sup>11</sup>

<sup>9</sup>So heißt es z.B. bei David Krackhardt (1987, S. 113): „The structure of any system is defined as a set of relational statements between all pairs of actors in the system.“

<sup>10</sup>Dieser Vorschlag zum Sprachgebrauch entspricht auch folgender Bemerkung von F. U. Pappi (1987, S. 15): „Netzwerke sind nach unserer Definition empirische Systeme. Sie lassen sich formal als Graphen darstellen.“ Etwas ausführlicher heißt es bei K.-D. Opp und H. J. Hummel (1973, S. 67): Es „soll im folgenden unter *Struktur* eine spezielle formale Eigenschaft von Netzwerken (Relationengebilden) verstanden werden. Beschreibt man zwei Relationengebilde durch Boolesche Matrizen [= Adjazenzmatrizen], dann sollen die *Netzwerke von gleicher Struktur* genau dann sein, wenn die zugeordneten Matrizen identisch bzw. durch Permutationsmatrizen ineinander transformierbar sind.“

<sup>11</sup>In der Literatur, die sich mit sozialen Netzwerken beschäftigt, beziehen sich zahlreiche Überlegungen auch auf inhaltliche Unterscheidungen; man vgl. die Diskussion bei F. U.

- a) Eine Möglichkeit, von Beziehungen zwischen zwei oder mehr Objekten zu sprechen, beruht auf einem Vergleich von Eigenschaften, durch die man die Objekte zunächst jeweils separat charakterisieren kann; wir sprechen dann von *komparativen Beziehungen*. Zum Beispiel:  $\omega$  ist größer als  $\omega'$  oder ist älter als  $\omega'$  oder ist gleichalt wie  $\omega'$ . Insbesondere kann man solche Beziehungen bilden, wenn zunächst eine statistische Variable gegeben ist, indem man die Merkmalswerte von zwei oder mehr Objekten vergleicht.
- b) Eine andere Möglichkeit zur Definition von Beziehungen zwischen zwei oder mehr Objekten besteht darin, auf eine Situation oder einen Kontext Bezug zu nehmen, dem die Objekte in einer bestimmten Weise angehören. So gelangt man zu *kontextabhängigen Beziehungen*. Zur Charakterisierung solcher Beziehungen kann man sowohl von Ereignissen als auch von Sachverhalten ausgehen.

( $\alpha$ ) Einerseits kann man von *ereignisförmigen Beziehungen* zwischen zwei oder mehr Objekten sprechen, wenn die Objekte irgendwie in ein die Beziehung konstituierendes Ereignis einbezogen sind. Zum Beispiel zwei Personen, die sich unterhalten, bei einem Verkehrsunfall zusammenstoßen oder an der gleichen Landtagswahl teilgenommen haben. Das zuletzt angeführte Beispiel zeigt, dass eine ereignisförmige Beziehung zwischen zwei Objekten nicht impliziert, dass es zwischen den Objekten auch einen direkten (oder allgemeiner: irgendwie kausal relevanten) Kontakt gibt. Wir sprechen deshalb im engeren Sinn von einer *Interaktionsbeziehung* (oder kurz: *Interaktion*), wenn in irgendeiner Form ein kommunikativer Austausch und/oder eine physische Wechselwirkung stattfindet.<sup>12</sup> Natürlich kann man zur Definition ereignisförmiger Beziehungen auch zeitliche Sequenzen mehrerer Ereignisse verwenden; man denke z.B. an Beschreibungen persönlicher Beziehungen, bei denen fast immer solche Bezugnahmen auf ihre Geschichte stattfinden.<sup>13</sup> In jedem Fall, auch wenn nur auf ein Ereignis Bezug genommen wird, setzen empirische Feststellungen über ereignisförmige Beziehungen eine retrospektive Betrachtungsweise voraus.

( $\beta$ ) Andererseits kann man zur Definition von Beziehungen auch von Sachverhalten ausgehen, bei denen es sich nicht um Ereignisse handelt; zum Beispiel: Zwei Orte sind durch eine Straße miteinander verbun-

Pappi (1987, S. 16ff.).

<sup>12</sup>Der in diesem Text verwendete Begriff einer Interaktion setzt also nicht unbedingt Akteure voraus; und auch dann, wenn er sich auf individuelle Akteure bezieht, muss es sich nicht um „soziales Handeln“ im Sinne Max Webers oder um „bewertende Austauschprozesse“ wie etwa bei George Homans (1961, S. 35) handeln.

<sup>13</sup>Ein in der Literatur oft angeführtes Beispiel, in dem Beziehungen durch eine Bezugnahme auf eine zeitliche Sequenz von Ereignissen definiert werden, wird in Abschnitt II-4.4 (§ 3) besprochen.

den. Es ist allerdings fraglich, ob der Unterscheidung zwischen Ereignissen und Sachverhalten auch eine relevante Unterscheidung zwischen Arten von Beziehungen entspricht. Denn in einer allgemeinen Sprechweise kann man auch dann von einem Sachverhalt sprechen, wenn ein Ereignis stattgefunden hat; und andererseits impliziert die gedankliche Bezugnahme auf einen Sachverhalt nicht, dass er während eines längeren Zeitraums (unverändert) existiert. Das mag der Fall sein (wie vermutlich bei der Straße zwischen den beiden Orten), aber es muss nicht der Fall sein (wie z.B. bei zwei Computern, die nur für einen kurzen Zeitraum durch ein Kabel miteinander verbunden werden, um Daten zu übertragen).

Anhand von Beispielen kann man sich verdeutlichen, dass es auch zwischen komparativen und kontextabhängigen Beziehungen keine vollständig scharfe Unterscheidung gibt. Ein wichtiges Beispiel ist räumliche Nähe, die man sowohl als eine komparative als auch als eine kontextabhängige Beziehung betrachten kann.

3. *Faktische und modale Betrachtungsweisen*. Wichtiger als allgemeine Unterscheidungen zwischen Arten von Beziehungen ist der Umstand, dass es in vielen Fällen bei ihrer Betrachtung und Darstellung eine wesentliche Ambivalenz gibt. Zum Beispiel: Zwei Computer sind durch ein Kabel für den Austausch von Daten miteinander verbunden. Das ist einerseits eine empirisch feststellbare Tatsache, die jedoch andererseits auf eine Möglichkeit, nämlich einen Austausch von Daten, verweist. Oder: Eine Person ist bei einem Unternehmen angestellt. Diese Feststellung verweist einerseits auf eine bestimmte Tatsache – dass irgendwann ein Arbeitsvertrag vereinbart wurde und immer noch besteht –, andererseits auf mögliche Verhaltensweisen, die infolge des Arbeitsvertrags realisiert werden sollten. Wie in diesen Beispielen kann man in vielen Fällen zwei Aspekte unterscheiden:

- a) Einerseits einen *faktischen* Aspekt, der sich auf empirisch fixierbare Sachverhalte oder Ereignisse (z.B. eine Kabelverbindung oder das Vorhandensein eines Arbeitsvertrags) bezieht, durch die eine Beziehung faktisch begründet wird; und
- b) andererseits einen *modalen* Aspekt, der sich – je nach der Art der beteiligten Objekte oder Personen – auf mögliche Verhaltensweisen bezieht, die infolge der faktischen Beziehung möglich oder wahrscheinlich oder normativ gefordert werden.

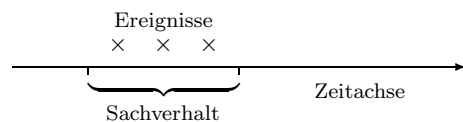
Es handelt sich dabei nicht um unterschiedliche Arten von Beziehungen, sondern um unterschiedliche Betrachtungsweisen einer Beziehung. Um noch ein Beispiel anzuführen: Die Aussage, dass zwei Personen verheiratet sind, kann einerseits bedeuten, dass zu einem bestimmten Zeitpunkt ein Ereignis stattgefunden hat, durch das die beiden Personen verheiratet wurden. Andererseits können aber auch bestimmte Verhaltensweisen gemeint sein, die durch dieses Ereignis möglich und/oder normativ gefordert

werden.

Zu betonen ist, dass sich die modale Betrachtungsweise auf Möglichkeiten bezieht. Zwar kann man bei allen Beziehungen, die eine modale Betrachtungsweise erlauben, auch eine *retrospektive* Betrachtungsweise einnehmen (deren Reichweite natürlich von der bisherigen Dauer der Beziehung abhängt). So kann man z.B. feststellen, in welchem Umfang Daten zwischen den beiden Computern ausgetauscht worden sind oder wie sich die beiden Personen während ihrer bisherigen Ehe zueinander verhalten haben. Bei der modalen Betrachtungsweise geht es jedoch nicht um eine retrospektive Feststellung von Interaktionen, sondern darum, *wie durch Beziehungen mögliche Verhaltensweisen der jeweils beteiligten Objekte konstituiert werden*. Dabei zielt das Erkenntnisinteresse nicht nur auf Unterschiede in den Verhaltensweisen selbst, sondern auch darauf, wie sie durch die Beziehung ermöglicht, wahrscheinlich gemacht oder normativ gefordert werden.

4. *Beziehungen und mögliche Ereignisse*. Denken wir noch einmal an die beiden Computer. Offenbar kann der Sachverhalt, dass sie durch ein Kabel miteinander verbunden sind, verwendet werden, um eine Beziehung zwischen ihnen festzustellen. Natürlich könnten auch zahlreiche andere Sachverhalte verwendet werden, um andere Beziehungen zwischen ihnen festzustellen; zum Beispiel, dass sie nebeneinander auf einem Tisch stehen oder sich im gleichen Raum befinden. Bei den Beziehungen, die auf diese Weise definiert werden können, handelt es sich ersichtlich nicht um ereignisförmige Beziehungen, insbesondere nicht um Interaktionen.

Ein Zusammenhang kann jedoch hergestellt werden, wenn die durch einen Sachverhalt definierte Beziehung eine modale Betrachtungsweise erlaubt. In unserem Beispiel ist das der Fall, wenn die beiden Computer durch ein Kabel verbunden sind, so dass es möglich wird, Daten auszutauschen. Wie das folgende Bild andeutet, ermöglicht dann der die Beziehung definierende Sachverhalt Ereignisse einer bestimmten Art:



Die Ereignisse (Austausch von Daten) werden durch den Sachverhalt (die Kabelverbindung) nicht verursacht, sondern ermöglicht. Insofern bilden sie keinen realen, sondern nur einen modalen Aspekt der durch den Sachverhalt definierten Beziehung zwischen den beiden Computern. Wenn jedoch solche Ereignisse stattfinden, kann man sich retrospektiv auf sie beziehen und dadurch auch eine ereignisförmige Beziehung definieren. Sie ist natürlich mit der ursprünglich durch den Sachverhalt definierten Beziehung nicht identisch.

Formal analog verhält es sich, wenn ereignisförmige Beziehungen ei-

ne modale Betrachtungsweise erlauben, also als Bedingungen für mögliche spätere Ereignisse betrachtet werden können. Das Basisereignis, durch das die Beziehung zunächst zustande kommt, kann dann nämlich als zeitlicher Beginn eines Sachverhalts aufgefasst werden, während dessen Vorhandensein wie im oben skizzierten Bild weitere Ereignisse stattfinden können. Zum Beispiel besteht das Basisereignis darin, dass ein Arbeitsvertrag abgeschlossen wird; und dadurch entsteht dann für eine gewisse Zeit ein bestimmter Sachverhalt, der seinerseits einen Rahmen für weitere Ereignisse (anderer Art) bildet.

5. *Soziale Beziehungen*. In der sozialwissenschaftlichen Literatur wird in unterschiedlichen Bedeutungen von „sozialen Beziehungen“ gesprochen. Soziologen orientieren sich oft an folgender Definition Max Webers:

„Soziale „Beziehung“ soll ein seinem Sinngehalt nach aufeinander gegenseitig *eingestelltes* und dadurch orientiertes Sichverhalten mehrerer heißen. Die soziale Beziehung *besteht* also durchaus und ganz ausschließlich: in der *Chance*, daß in einer (sinnhaft) angebbaren Art sozial gehandelt wird, einerlei zunächst: worauf diese Chance beruht.“ (Weber 1921/1976, S. 13)

Diese Definition sozialer Beziehungen ist jedoch für die Sozialforschung, wie sie in diesem Text verstanden wird, ungeeignet.

- Zunächst deshalb, weil sie von vornherein nur personelle Beziehungen einbezieht und, noch enger, nur „soziales Handeln“ in Betracht zieht. Somit werden viele wichtige Arten von Beziehungen, wie z.B. Beziehungen zwischen Organisationen oder indirekte Abhängigkeitsbeziehungen zwischen Personen, die nicht durch „sinnhafte Orientierungen“ erschlossen werden können, nicht erfasst.
- Ein zweites Problem betrifft das Verständnis faktischer und modaler Aspekte von Beziehungen. Webers Definition bezieht sich zunächst auf einen faktischen Aspekt („Sichverhalten“), wechselt dann aber durch ein Reden von „Chancen“ unvermittelt in eine scheinbar modale Betrachtungsweise.
- Schließlich liefert aber diese modale Betrachtungsweise gerade bei Beziehungen zwischen sozialen Akteuren in den meisten Fällen kein adäquates Verständnis. Denn Webers Chancenbegriff bezieht sich auf „statistische Wahrscheinlichkeiten“ und infolgedessen auf Häufigkeiten von Verhaltensweisen, die bei einer retrospektiven Betrachtung von Beziehungen festgestellt werden können.<sup>14</sup> Die wesentliche Differenz zwischen einer modalen und einer retrospektiven Betrachtungsweise von Beziehungen wird infolgedessen nicht nur verwischt, sondern verkehrt. Folgte man Webers Definition, ergäbe sich z.B. der Inhalt der Beziehung, die

<sup>14</sup>Inbesondere bezieht sich Webers Chancenbegriff nicht auf Handlungschancen, die von Akteuren reflektiert und wahrgenommen werden können. Zur Unterscheidung zwischen Handlungschancen und „statistischen Chancen“ vgl. man die Ausführungen bei Rohrer und Pötter (2002b, S. 166ff.).

zwischen einer Person und einem Unternehmen durch den Abschluss eines Arbeitsvertrags zustande kommt, durch das nachfolgende Verhalten der Person und des Unternehmens (denn auf dieses Verhalten bezieht sich Webers Chancenbegriff). Eine modale Betrachtungsweise dieser Beziehung müsste dagegen auf die normativen Festlegungen des Arbeitsvertrags Bezug nehmen.

Besonders wichtig erscheint mir der zuletzt genannte Kritikpunkt. Denn dabei geht es nicht nur um ein richtiges Verständnis modaler Betrachtungsweisen von Beziehungen (insbesondere zwischen sozialen Akteuren) und ihre Unterscheidung von retrospektiven Betrachtungsweisen.<sup>15</sup> Vielmehr geht es auch um die Frage, ob und ggf. wie man zumindest in einigen Fällen Beziehungen als Bedingungen für das Verhalten beteiligter Akteure betrachten kann. Webers Ansatz verstellt schon den Zugang zu dieser Fragestellung, denn durch empirische Häufigkeiten definierte „Chancen“ für das je faktische Verhalten (im Kontext einer Beziehung) können nicht als dessen Bedingungen verstanden werden.

Es ist jedoch nicht erforderlich, Webers Definition durch eine andere zu ersetzen, denn es ist möglich, ganz ohne einen speziellen Begriff „sozialer“ Beziehungen auszukommen. Wichtig ist vielmehr, jeweils deutlich zu machen, welche Arten von Beziehungen betrachtet werden sollen und wie das geschehen soll, nämlich in einer faktischen oder modalen Betrachtungsweise.

*6. Soziale Netzwerke und relationale Sozialstrukturbegriffe.* Mit dem relationalen Strukturbegriff kann man sich auf beliebige Mengen von Objekten beziehen, zwischen denen es irgendwelche Beziehungen gibt, insbesondere auf beliebige Netzwerke. Einschränkend sprechen wir von *sozialen Netzwerken*, wenn sich die Knoten des Netzwerks auf *soziale Akteure* (Personen und/oder Organisationen, insbesondere Haushalte und Unternehmen) beziehen.<sup>16</sup>

Diese Definition impliziert, dass sich die empirische Sozialforschung nicht nur mit sozialen Netzwerken beschäftigt. Denn erstens sind nicht alle für Fragen der Sozialforschung relevanten Netzwerke im Sinne der obigen Definition soziale Netzwerke, man denke z.B. an Verkehrsverbindungen zwischen Städten. Außerdem gibt es zahlreiche Aspekte gesellschaftlicher Verhältnisse, die nicht (im Sinne unserer formalen Definition) als Netzwerke beschrieben werden können, z.B. statistische Strukturen und Insti-

<sup>15</sup>Man kann sich das Problem an beliebig vielen Beispielen verdeutlichen. Angenommen,  $\omega$  hat mit  $\omega'$  einen Kaufvertrag abgeschlossen, die vereinbarte Ware aber nicht geliefert. Sollte man dann (unter Berufung auf Webers Definition) sagen, dass  $\omega'$  die durch den Kaufvertrag begründete Beziehung zu  $\omega$  missverstanden habe, da offenbar das „wahrscheinliche“ Verhalten von  $\omega$  falsch eingeschätzt wurde?

<sup>16</sup>Dies entspricht folgender Definition von S. Wasserman und K. Faust (1994, S. 20): „A *social network* consists of a finite set or sets of actors and the relation or relations defined on them.“

tutionen. Deshalb werden wir auch vermeiden, irgendeinen allgemeinen relationalen Sozialstrukturbegriff zu definieren, wie dies von einigen Autoren versucht worden ist.<sup>17</sup> Stattdessen beziehen wir relationale Strukturbegriffe immer nur auf diejenigen Aspekte gesellschaftlicher Verhältnisse, die durch Netzwerke explizit repräsentiert werden können.<sup>18</sup>

*7. Sind relationale Strukturen zeitlich stabil?* Einige der Fragen, die in Abschnitt II-3.3 im Hinblick auf statistische Strukturen besprochen wurden, stellen sich gleichermaßen für relationale Strukturen. Das betrifft zunächst die Frage der zeitlichen Stabilität. Die in Abschnitt II-3.3 (§ 2) zitierten Annahmen über zeitliche Stabilität beziehen sich fast immer auch auf relationale Strukturen. Dementsprechend definierte ein früher Vertreter der Netzwerkanalyse, Edward O. Laumann (1966, S. 3), „Sozialstruktur“ als ein „persistent system of social relationships among social positions“.<sup>19</sup>

Wie für statistische gilt jedoch auch für relationale Strukturen: dass ihr Begriff keinerlei Annahmen über ihre zeitliche Stabilität impliziert. Somit kann man auch stets fragen, wie sich relationale Strukturen im Zeitablauf verändern. In einer retrospektiven Betrachtung mag sich dann zeigen, dass sich einige Strukturen schneller, andere langsamer verändert haben; aber auch abgesehen davon, dass dies bestenfalls im Nachhinein festgestellt werden kann,<sup>20</sup> ergeben sich daraus keine Einschränkungen für ein Reden von Strukturen.

<sup>17</sup>In der Literatur wird oft auf einen Vortrag Alfred R. Radcliffe-Browns aus dem Jahr 1940 Bezug genommen: „For a preliminary definition of social phenomena it seems sufficiently clear that what we have to deal with are relations of association between individual organisms. [...] Let us consider what are the concrete, observable facts with which the social anthropologist is concerned. If we set out to study, for example, the aboriginal inhabitants of a part of Australia, we find a certain number of individual human beings in a certain natural environment. We can observe acts of behaviour of these individuals, including, of course, their acts of speech, and the material products of past actions. We do not observe a ‘culture’, since that word denotes, not any concrete reality, but an abstraction, and as it is commonly used a vague abstraction. But direct observation does reveal to us that these human beings are connected by a complex network of social relations. I use the term ‘social structure’ to denote this network of actually existing relations. It is this that I regard it as my business to study if I am working, not as an ethnologist or psychologist, but as a social anthropologist.“ (Radcliffe-Brown 1940, S. 189f.)

<sup>18</sup>Natürlich spricht nichts dagegen, diese Aspekte auch als „Aspekte einer Sozialstruktur“ zu bezeichnen; so kann man z.B. folgende Formulierung von F. U. Pappi (1987, S. 12) verstehen: „Für den Soziologen ist die Netzwerkanalyse eine Methode zur Untersuchung von sozialen Strukturen. Eine Sozialstruktur wird repräsentiert durch die Beziehungen zwischen sozialen Einheiten wie Personen, Gruppen, Organisationen usw.“

<sup>19</sup>Diese Definition wurde auch von anderen Autoren übernommen, so etwa von P. V. Marsden und N. Lin (1982, S. 9).

<sup>20</sup>Deshalb sind Formulierungen der folgenden Art offenbar problematisch: „*Beziehungen* entstehen, sobald Menschen in relativ stabile, kontinuierliche Muster spezifischer Interaktionen und/oder gegenseitiger Abhängigkeit eintreten [...].“ (Joas 2001, S. 16) Oder: „Soziale Beziehungen sind beständige Interaktionsmuster zwischen zwei oder mehr Personen.“ (Weymann 2001, S. 104)

8. *Wie entstehen relationale Strukturen?* Auch die Frage, wie Strukturen entstehen, stellt sich für statistische und relationale Strukturen in analoger Weise. So wie in Abschnitt II-3.3 bei statistischen Strukturen können auch bei relationalen Strukturen drei Aspekte unterschieden werden:

- Man kann zunächst an die *substantiellen Prozesse* denken, durch die in der sozialen Realität die jeweils thematisierten Beziehungen entstanden sind (oder, in einer modalen Betrachtungsweise, entstehen könnten).
- Man kann weiterhin an die *datenerzeugenden Prozesse* denken, durch die Informationen (Daten) über in der sozialen Realität als gegeben vorausgesetzte Beziehungen entstehen.
- Und man kann schließlich an die gedanklichen und rechnerischen Prozesse denken, durch die aus den Daten bestimmte Netzwerke, Charakterisierungen und Modelle konstruiert werden.<sup>21</sup>

Offenbar interessieren in erster Linie die substantiellen Prozesse; und man kann auch sogleich feststellen: Wie diese Prozesse aufzufassen und begrifflich zu konzipieren sind, hängt vor allem von der Art der Beziehungen ab, deren Entstehen überlegt werden soll. Zum Beispiel: Wie entstehen Verkehrsverbindungen zwischen Städten? Wie entstehen Verkehrsunfälle, durch die zwei oder mehr Menschen in eine physische Interaktionsbeziehung geraten? Wie entstehen Arbeitsverträge, durch die Menschen zu Mitarbeitern eines Unternehmens werden? Wie entstehen Freundschaften? Wie werden zwei Personen zu Mitgliedern derselben Schulklasse oder zu Teilnehmern desselben Seminars?

Die Liste solcher Fragestellungen könnte fast beliebig fortgesetzt werden. Bemerkenswert ist vor allem, dass es keine allgemeine Prozesskonzeption gibt, die sich gleichermaßen für alle Fragestellungen eignet. In einigen Fällen erscheint es sinnvoll, an Handlungsprozesse zu denken, an denen zwei oder mehr Menschen beteiligt sind; aber eine solche Vorstellung passt nicht immer, denn eine Beziehung kann auch dadurch entstehen, dass zwei oder mehr Prozesse zunächst unabhängig voneinander ablaufen, bevor sie irgendwann tatsächlich zu einer Interaktion führen oder auch nur zu einer Situation, die zur Feststellung einer komparativen Beziehung verwendet werden kann. Weiterhin kann man auch an Prozesse denken, die gar nicht als Handlungsprozesse verstanden werden können, wie z.B. die Ausbreitung von Krankheiten durch eine Übertragung von Viren oder Bakterien.

Wir kommen also zunächst zu dem Ergebnis, dass eine allgemeine Antwort auf die Frage, wie relationale Strukturen entstehen, nicht gegeben werden kann.

9. *Relationale Strukturen als Bedingungen?* Schließlich stellt sich, wie für

<sup>21</sup>Es erscheint durchaus angemessen, hier von einer *Konstruktion* zu sprechen; denn bei der Frage, welche Knoten in die Definition eines Netzwerks einbezogen und welche Beziehungen betrachtet werden sollen, sind mehr oder weniger willkürliche Entscheidungen kaum zu vermeiden.

statistische Strukturen, auch für relationale Strukturen die Frage, ob und ggf. in welcher Weise sie *als Bedingungen* verstanden werden können. Das setzt offenbar voraus, dass die durch das Netzwerk erfassten Beziehungen einer modalen Betrachtungsweise zugänglich sind. Alle weiteren Überlegungen müssen dann aber darauf Bezug nehmen, wie und für wen bzw. was diese Beziehungen Bedingungen sein könnten; und darüber lässt sich in allgemeiner Weise kaum etwas aussagen. Wir werden uns mit dieser Frage deshalb nur bei der Diskussion bestimmter Beispiele beschäftigen.

#### 4.4 Varianten personeller Netzwerke

In diesem Abschnitt beschäftigen wir uns mit einigen Varianten personeller und personell konstituierter Netzwerke.

1. *Personelle und personell konstituierte Netzwerke.* Wir beginnen mit einer Unterscheidung:

- a) Einerseits gibt es Netzwerke, deren Knoten sich auf individuelle Personen beziehen; dann sprechen wir von *personellen Netzwerken*.
- b) Andererseits gibt es Netzwerke, deren Knoten sich nicht auf individuelle Personen beziehen, bei denen jedoch die Beziehungen zwischen den Knoten durch Personen (nicht unbedingt, aber in vielen Fällen auch durch persönliche Beziehungen) zustande kommen. In diesen Fällen sprechen wir von *personell konstituierten Netzwerken*.

Unsere Definition personeller Netzwerke setzt nur voraus, dass sich die Knoten auf Personen (individuelle Akteure) beziehen, lässt es aber offen, welcher Art die Beziehungen sind. Insbesondere impliziert die Definition nicht, dass sich die Personen, zwischen denen eine Beziehung besteht, wechselseitig kennen. Somit können zur Konstruktion personeller Netzwerke sowohl komparative als auch kontextabhängige Beziehungen verwendet werden.<sup>22</sup>

Für die Interpretation personeller Netzwerke ist es offenbar wichtig, ob und ggf. wie die jeweils erfassten Beziehungen eine modale Betrachtungsweise erlauben. Wenn im Alltag von „persönlichen Beziehungen“ gesprochen wird, findet meistens eine Bezugnahme sowohl auf faktische Aspekte (man kennt sich, lebt zusammen in einem Haushalt, arbeitet in der gleichen Abteilung usw.) als auch auf modale Aspekte (man kann sich ansprechen, um Rat fragen, um etwas bitten usw.) statt.<sup>23</sup>

<sup>22</sup>Es sei angemerkt, dass in der Literatur oft in einem engeren Sinn von „personellen Netzwerken“ gesprochen wird, bei dem vorausgesetzt wird, dass es sich um persönliche Beziehungen zwischen den beteiligten Personen handelt.

<sup>23</sup>In dieser ambivalenten Weise wird auch in der Literatur manchmal von „sozialen Beziehungen“ gesprochen, z.B. von C. Prendergast und J. D. Knottnerus (1994, S. 9): „A social relationship is an opportunity for social interaction, a history of shared experience, and a means of need-satisfaction.“

**Tabelle 4.4-1** Daten über die Teilnahme von 18 Frauen an 14 sozialen Ereignissen. Quelle: Homans (1951, S. 83).

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
$\omega_1$	Evelyn	x	x	x	x	x	x		x	x					
$\omega_2$	Laura	x	x	x		x	x	x	x						
$\omega_3$	Theresa		x	x	x	x	x	x	x	x					
$\omega_4$	Brenda	x		x	x	x	x	x							
$\omega_5$	Charlotte			x	x	x		x							
$\omega_6$	Frances			x		x			x						
$\omega_7$	Eleanor					x	x	x	x						
$\omega_8$	Pearl					x			x	x					
$\omega_9$	Ruth					x		x	x	x					
$\omega_{10}$	Verne							x	x	x				x	
$\omega_{11}$	Myra							x	x		x			x	
$\omega_{12}$	Katherine								x	x	x		x	x	x
$\omega_{13}$	Sylvia							x	x	x	x			x	x
$\omega_{14}$	Nora					x		x		x	x	x	x	x	x
$\omega_{15}$	Helen						x	x			x	x	x		
$\omega_{16}$	Dorothy								x	x					
$\omega_{17}$	Olivia									x		x			
$\omega_{18}$	Flora										x		x		

2. *Durch Ereignisse definierte personelle Netzwerke.* Zur Konstruktion personeller Netzwerke können auch ereignisförmige Beziehungen verwendet werden, deren modale Betrachtung fragwürdig sein kann. Zur Illustration betrachten wir ein in der Literatur oft diskutiertes Beispiel, in dem ein personelles Netzwerk durch eine Folge von Ereignissen definiert wird. Tabelle 4.4-1 zeigt die Daten so, wie sie zuerst von George C. Homans (1951, S. 83) publiziert wurden.<sup>24</sup> Die Daten beziehen sich auf die Teilnahme von 18 Frauen an sozialen Ereignissen (z.B. Treffen in einem Club oder bei einem kirchlichen Abendessen). Für jedes von 14 zeitlich aufeinander folgenden Ereignissen wird angegeben, welche der Frauen an ihnen teilgenommen haben (in der Tabelle durch ein Kreuz markiert).

Diese Daten können auf zwei unterschiedliche Weisen zur Definition personeller Netzwerken verwendet werden, wobei angenommen wird, dass man sich auf die Gesamtheit der Frauen  $\Omega := \{\omega_1, \dots, \omega_{18}\}$  beziehen möchte:

- a) Man kann eine zeitliche Folge von Netzwerken definieren. Für jedes Ereignis  $t = 1, \dots, 14$  gibt es dann eine relationale Variable

$$R_t : \Omega \times \Omega \longrightarrow \{0, 1\}$$

wobei  $R_t(\omega, \omega')$  den Wert 1 bekommt, wenn  $\omega$  und  $\omega'$  gemeinsam am  $t$ -ten Ereignis teilgenommen haben, und andernfalls den Wert 0. Somit

<sup>24</sup>Die Daten selbst stammen aus einer früheren Untersuchung von A. Davis, B. Gardner und M. Gardner aus dem Jahr 1941.

**Tabelle 4.4-2** Aus den Daten in Tabelle 4.4-1 berechnete Adjazenzmatrix (Anzahlen gemeinsamer Teilnahme an den sozialen Ereignissen).

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
8	6	7	6	6	3	4	3	3	3	2	2	2	2	2	1	2	1	1
6	7	6	6	3	4	4	2	3	2	1	1	2	2	2	2	1	0	0
7	6	8	6	4	4	4	3	4	3	2	2	3	3	2	2	1	1	1
6	6	6	7	4	4	4	2	3	2	1	1	2	2	2	2	1	0	0
3	3	4	4	4	2	2	0	2	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0
4	4	4	4	2	4	3	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
3	4	4	4	2	3	4	2	3	2	1	1	2	2	2	2	1	0	0
3	2	3	2	0	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	1	2	1	1
3	3	4	3	2	2	3	2	4	3	2	2	3	2	2	2	2	1	1
2	2	3	2	1	1	2	2	3	4	3	3	4	3	3	2	1	1	1
2	1	2	1	0	1	1	2	2	3	4	4	4	4	3	3	2	1	1
2	1	2	1	0	1	1	2	2	3	4	6	6	5	3	2	1	1	1
2	2	3	2	1	1	2	2	3	4	4	6	7	6	4	2	1	1	1
2	2	3	2	1	1	2	2	2	3	3	5	6	8	4	1	2	2	2
1	2	2	2	1	1	2	1	2	3	3	3	4	4	5	1	1	1	1
2	1	2	1	0	1	1	2	2	2	2	2	2	2	1	1	2	1	1
1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	2
1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	2

gibt es in diesem Fall eine Folge von 14 Adjazenzmatrizen  $\mathbf{A}_t$ .

- b) Stattdessen kann man auch die Teilnahme an allen Ereignissen betrachten und Beziehungen durch die Anzahl der Ereignisse definieren, an denen jeweils zwei Frauen gemeinsam teilgenommen haben. In diesem Fall entsteht nur ein einfaches Netzwerk, das durch eine relationale Variable

$$R : \Omega \times \Omega \longrightarrow \{0, 1, 2, \dots\}$$

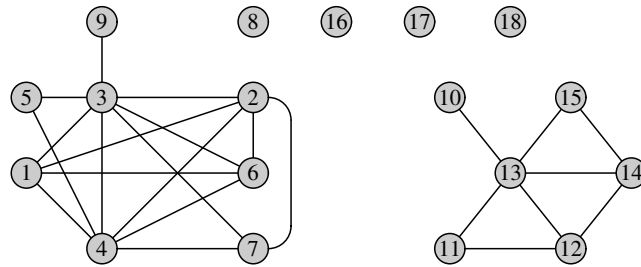
repräsentiert werden kann, wobei nun  $R(\omega, \omega')$  die Anzahl der Ereignisse angibt, an denen  $\omega$  und  $\omega'$  gemeinsam teilgenommen haben. Als Adjazenzmatrix erhält man dann  $\mathbf{A} = \sum_t \mathbf{A}_t$ .<sup>25</sup> Tabelle 4-2 zeigt diese Adjazenzmatrix und außerdem in der Hauptdiagonalen für jede Frau die Anzahl der Ereignisse, an denen sie teilgenommen hat.

3. *Unterschiedliche Ansätze zur Definition von Gruppen.* Homans hat die in Tabelle 4.4-1 angegebenen Daten verwendet, um Überlegungen zur Definition sozialer Gruppen zu illustrieren (man vgl. Homans 1951, S. 81ff.). Zum Verständnis ist zunächst zu beachten, dass man dieses Definitionsproblem unterschiedlich konzipieren kann:

- a) Man kann sich auf (in den meisten Fällen institutionalisierte) Kriterien für die Zugehörigkeit zu einer sozialen Gruppe beziehen. Natürlich

<sup>25</sup>Erfasst man die in Tabelle 4.4-1 angegebenen Daten durch eine  $(18, 14)$ -Inzidenzmatrix  $\mathbf{B}$  (wobei  $b_{ij} = 1$  ist, wenn  $\omega_i$  am  $j$ -ten Ereignis teilgenommen hat, und andernfalls  $b_{ij} = 0$  ist), kann man die Adjazenzmatrix auch direkt berechnen:  $\mathbf{A} = \mathbf{B}\mathbf{B}'$ .





**Abb. 4.4-1** Darstellung des Netzwerks mit den Daten aus Tabelle 4.4-2, wobei nur Beziehungen mit einem Wert  $\geq 4$  eingezeichnet sind.

muss man sich dafür an den Auffassungen einiger oder aller der jeweils beteiligten Personen orientieren.<sup>26</sup>

- b) Andererseits kann man versuchen, soziale Gruppen gewissermaßen aus einer Beobachterperspektive mithilfe von äußerlich feststellbaren Daten über die Interaktion von Personen zu konstruieren.

Homans verfolgt den unter (b) genannten Ansatz; daran schließen sich seine Überlegungen zur Definition sozialer Gruppen an:

„We have been looking at the persons that participated together in social events. Our word for “participating together” is *interaction*: a group is defined by the interactions of its members. If we say that individuals A, B, C, D, E ... form a group, this will mean that at least the following circumstances hold. Within a given period of time, A interacts more often with B, C, D, E ... than he does with M, N, L, O, P ... whom we choose to consider outsiders or members of other groups. B also interacts more often with A, C, D, E ... than he does with outsiders, and so on for the other members of the group. It is possible just by counting interactions to map out a group quantitatively distinct from others.“ (Homans 1951, S. 84)

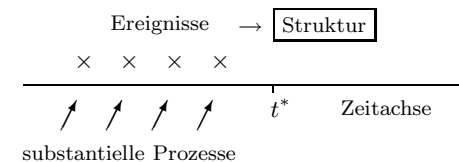
Die beiden Ansätze lassen sich mit unterschiedlichen Erkenntnisinteressen verbinden, so dass es keinen Widerspruch gibt. Im ersten Fall geht es um Gruppen, die durch ihre Wahrnehmung und normative Verankerung auch als Bedingungen für das Verhalten ihrer Mitglieder verstanden werden können. Im zweiten Fall geht es um eine empirische Beobachtung von Interaktionen, deren potentielle Relevanz als Bedingungen weiterer Interaktionen zunächst gar keine Rolle spielt.

Der zweite Ansatz führt offenbar zu der Frage, wie ausgehend von einem durch Interaktionen definierten Netzwerk Gruppen konstruiert wer-

<sup>26</sup>Kriterien für die Mitgliedschaft in einer Gruppe können von ganz unterschiedlicher Art sein und müssen nicht auf „wechselseitige positive Gefühle“ der Gruppenmitglieder Bezug nehmen, wie dies von einigen Autoren vorgeschlagen wurde; man vgl. z.B. P. V. Marsden und E. O. Laumann (1984, S. 58) oder L. C. Freeman (1992, S. 152).

den können. In der Literatur, die sich mit Methoden zur Darstellung und Analyse von Netzwerken beschäftigt, sind dafür zahlreiche Verfahren vorgeschlagen worden.<sup>27</sup> Einige dieser Verfahren wurden auch für die von Homans publizierten Daten verwendet. Zum Beispiel hat Linton C. Freeman (1992) unter Bezugnahme auf Mark Granovetter vorgeschlagen, zwischen „starken“ und „schwachen“ Beziehungen zu unterscheiden und Gruppen nur durch „starke“ Beziehungen zu bilden. Für die Daten in Tabelle 4.4-2 lautet sein Vorschlag, eine „starke“ Beziehung zwischen zwei Frauen dadurch zu definieren, dass sie sich mindestens viermal getroffen haben. Wie Abbildung 4.4-1 zeigt, gelangt man dann zu zwei Komponenten und vier isolierten Knoten. Natürlich entsprechen diesen Komponenten nicht unbedingt „soziale Gruppen“, die in der Wahrnehmung der beteiligten Personen handlungsrelevant sein könnten.

4. Können Strukturen als Bedingungen interpretiert werden? Das zuletzt angeführte Beispiel ist durchaus typisch dafür, wie man mithilfe formaler Methoden zu Charakterisierungen der Struktur eines Netzwerks gelangen kann. Bleiben wir bei diesem Beispiel, kann man auch feststellen, dass das, was als Struktur des Netzwerks beschrieben wird, das Ergebnis eines Prozesses ist und somit nicht als eine seiner Bedingungen verstanden werden kann. Das folgende Bild verdeutlicht diese Überlegung:



Die Struktur beschreibt einen Aspekt der Teilnahme der Frauen an den Ereignissen; sie kann also erst hinterher, etwa beginnend in einer Zeitstelle  $t^*$ , als ein Sachverhalt betrachtet werden. Und somit kann dieser Sachverhalt nicht als eine Bedingung der substantiellen Prozesse, die die Ereignisse hervorbringen, verstanden werden. Diese Überlegung bleibt offenbar auch bei einer dynamischen Betrachtung richtig, bei der man sich auf eine durch die Ereignisse erzeugte zeitliche Folge von Netzwerken bezieht (entsprechend der Variante (a) in § 3).

Die Frage, ob und ggf. in welcher Weise Aspekte der Struktur eines Netzwerks, wie z.B. die Existenz mehrerer Komponenten, als Bedingungen irgendwelcher Prozesse (insbesondere für das Verhalten beteiligter Akteure) verstanden werden können, wird tatsächlich von den formalen Methoden zur Gruppenbildung gar nicht berührt; denn dafür müsste man von einer modalen Betrachtung der durch das Netzwerk erfassten Beziehungen ausgehen oder sich mit dem Strukturbegriff auf die substantiellen Pro-

<sup>27</sup>Eine umfassende Übersicht findet man bei S. Wasserman und K. Faust (1994, Kap. 7 und 8).

zesse beziehen, die die Ereignisse hervorbringen, durch die das Netzwerk definiert wird.<sup>28</sup>

5. *Knotenzentrierte Netzwerke.* Zur Beantwortung der Frage, welche Bedeutung die Struktur eines personellen Netzwerks für das Verhalten der beteiligten Akteure haben kann, ist noch eine weitere Überlegung wichtig: dass es dabei für jeden Akteur nur darauf ankommt, wie er selbst in das gesamte Netzwerk eingebunden sind. Wie diese Überlegung formal präzisiert werden kann, hängt auch von der Art der durch das Netzwerk thematisierten Beziehungen ab. Wenn deren modale Interpretation voraussetzt, dass die jeweils beteiligten Personen sich kennen und direkt kommunizieren können, erscheint es plausibel, dass für jede Person nur ihre *lokale* Einbettung in das Gesamtnetzwerk relevant ist. Um dies formal zu erfassen, dienen *knotenzentrierte Netzwerke*, die bei personellen Netzwerken auch als *ego-zentrierte Netzwerke* bezeichnet werden.

Um den Begriff, der offenbar nicht nur für personelle Netzwerke verwendet werden kann, allgemein zu definieren, beziehen wir uns auf ein Netzwerk  $(\Omega, \mathcal{K})$ . Für jeden Knoten  $\omega \in \Omega$  kann dann ein *knotenzentriertes Netzwerk*  $(\Omega_\omega, \mathcal{K}_\omega)$  definiert werden, wobei gilt:  $\Omega_\omega$  besteht aus  $\omega$  und allen denjenigen Elementen von  $\Omega$ , die mit  $\omega$  durch eine Kante in  $\mathcal{K}$  verbunden sind; und  $\mathcal{K}_\omega$  besteht aus allen Kanten aus  $\mathcal{K}$ , durch die Elemente von  $\Omega_\omega$  verbunden werden. Bezieht man sich auf das Netzwerk in Abbildung 4.4-1, ist z.B. das knotenzentrierte Netzwerk für den Knoten Nr. 13 mit der gesamten Komponente, der dieser Knoten angehört, identisch; dagegen umfasst das knotenzentrierte Netzwerk für die Nr. 15 zusätzlich nur die Knoten 13 und 14 sowie die drei Kanten, die diese Knoten verbinden.

6. *Varianten personell konstituierter Netzwerke.* Nach der zu Beginn dieses Abschnitts gegebenen Definition repräsentieren personell konstituierte Netzwerke Beziehungen zwischen nicht-personellen Knoten, die durch personelle Beziehungen zustande kommen. Hauptsächlich zwei Varianten können unterschieden werden:

- Einerseits können Beziehungen durch identische Personen zustande kommen, die simultan an mehreren Knoten operieren können. Als ein Beispiel kann man an personelle Unternehmensverflechtungen denken, die dadurch zustande kommen, dass Personen in zwei oder mehr Unternehmen gleichzeitig bestimmte Positionen einnehmen.
- Andererseits können Beziehungen zwischen nicht-personellen Knoten durch personelle Beziehungen vermittelt sein. Zum Beispiel kann man an Beziehungen zwischen Unternehmen denken, die durch persönliche Beziehungen zwischen ihren Managern zustande kommen. In formaler Notation gibt es in diesem Fall einerseits ein personelles Netzwerk

<sup>28</sup>Um diese hier zunächst nur angedeutete Möglichkeit ernsthaft zu verfolgen, müssen Modelle für substantielle Prozesse konstruiert werden.

$(\Omega, \mathcal{K})$  und andererseits eine Knotenmenge  $\Omega^*$ , deren Elemente sich auf nicht-personelle Objekte (z.B. Unternehmen oder Städte oder Regionen) beziehen. Der Zusammenhang kommt nun zunächst durch eine Abbildung  $g : \Omega \rightarrow \Omega^*$  zustande, durch die die Mitglieder des personellen Netzwerks den nicht-personellen Objekten zugeordnet werden. Dann können Beziehungen zwischen je zwei Objekten aus  $\Omega^*$  durch die Gesamtheit der personellen Beziehungen zwischen den ihnen zugeordneten Personen definiert werden.

In den folgenden Paragraphen illustrieren wir die einfachere unter (a) genannte Variante anhand von Daten zur personellen Unternehmensverflechtung. Es wird auch besprochen, wie sich ein komplementäres personelles Netzwerk definieren lässt.

7. *Daten zur personellen Unternehmensverflechtung.* Die Daten wurden im Rahmen eines von Paul Windolf geleiteten Forschungsprojekts zur international vergleichenden Untersuchung von Unternehmensverflechtungen erhoben.<sup>29</sup> Folgendes Schema verdeutlicht den Aufbau der im Folgenden verwendeten Daten:

$\omega_1$	$u_{11}$	$p_{11}$	$u_{12}$	$p_{12}$	$\dots$	$u_{1n_1}$	$p_{1n_1}$
$\omega_2$	$u_{21}$	$p_{21}$	$u_{22}$	$p_{22}$	$\dots$	$u_{2n_2}$	$p_{2n_2}$
$\vdots$							
$\omega_n$	$u_{n1}$	$p_{n1}$	$u_{n2}$	$p_{n2}$	$\dots$	$u_{nn_n}$	$p_{nn_n}$

Es gibt  $n$  Personen, auf die durch die Namen  $\omega_1, \dots, \omega_n$  verwiesen wird. Für jede dieser Personen gibt es eine variable Anzahl von Einträgen. Bezieht man sich innerhalb des Schemas auf eine Person mit dem Namen  $\omega_i$ , gibt es für sie die Einträge  $(u_{ij}, p_{ij})$  ( $j = 1, \dots, n_i$ ), wobei  $u_{ij}$  der Name eines Unternehmens ist und  $p_{ij}$  die Position angibt, die  $\omega_i$  in diesem Unternehmen innehat.

Somit können zwei Mengen definiert werden:  $\Omega := \{\omega_1, \dots, \omega_n\}$  ist die Menge der erfassten Personen, und  $\Omega^*$  ist die Menge der Unternehmen, in denen mindestens eine Person aus  $\Omega$  mindestens eine Position innehat. In dem hier verwendeten Datensatz, der sich auf den Zeitraum 1992–93 bezieht und nur Unternehmen mit einem Stammsitz in Deutschland umfasst, gibt es 8525 Personen; die Anzahl der in  $\Omega^*$  erfassten Unternehmen beträgt 655. Insgesamt haben diese Personen 11418 Positionen; Tabelle 4.4-3 zeigt, um welche Arten von Positionen es sich handelt und mit welchen Häufigkeiten sie auftreten. 6995 Personen haben nur eine Position, die restlichen 1530 Personen haben zwei oder mehr Positionen. Folgende

<sup>29</sup>Ich danke Prof. Windolf für die Möglichkeit, die Daten für den vorliegenden Text verwenden zu können. Als Arbeiten über das Forschungsprojekt vgl. man u.a. Windolf (1997, 1998), Windolf und Beyer (1995, 1996) und Windolf und Nollert (2001).

**Tabelle 4.4-3** Gliederung der insgesamt 11418 Positionen, die (nach den Angaben des hier verwendeten Datensatzes) von 8525 Personen in 655 Unternehmen eingenommen werden.

Position	Häufigkeit
1 : Positionen im Aufsichtsrat eines Unternehmens	7848
2 : Positionen im Vorstand eines Unternehmens	2452
3 : Positionen in der Geschäftsführung eines Unternehmens	965
4 : Positionen als Gesellschafter eines Unternehmens	42
5 : Positionen im Betriebsrat eines Unternehmens	26
6 : Sonstige Positionen (Beirat, Berater u.ä.)	85

Tabelle zeigt die Häufigkeiten, mit denen mehrfache Positionen auftreten:

Anzahl	Häufigkeit	Anzahl	Häufigkeit	Anzahl	Häufigkeit
1	6995	6	35	11	11
2	950	7	29	13	1
3	286	8	18	15	1
4	118	9	13		
5	62	10	6		

Zum Beispiel erkennt man, dass 950 Personen gleichzeitig zwei Positionen haben, eine Person hat sogar gleichzeitig 15 Positionen.

*8. Charakterisierungen der Unternehmensverflechtung.* Die im vorangegangenen Paragraphen beschriebenen Daten können auf zwei unterschiedliche Weisen zur Definition von Netzwerken verwendet werden. Eine erste Möglichkeit besteht darin, Beziehungen zwischen Unternehmen zu betrachten, also ein Netzwerk für die Knotenmenge  $\Omega^*$  zu definieren. Ein solches Netzwerk kann zum Beispiel durch eine relationale Variable

$$R^* : \Omega^* \times \Omega^* \longrightarrow \{0, 1, 2, 3, \dots\}$$

definiert werden, wobei  $R^*(\omega_i^*, \omega_j^*)$  die Anzahl der Personen angibt, die sowohl im Unternehmen  $\omega_i^*$  als auch im Unternehmen  $\omega_j^*$  eine Position innehaben. Folgt man dieser Definition, entsteht ein Netzwerk für 655 Unternehmen, in dem es insgesamt 4377 Beziehungen zwischen jeweils zwei Unternehmen gibt, wobei diese Beziehungen Werte zwischen 1 und 21 annehmen.<sup>30</sup> Da 52 Unternehmen keinerlei Beziehungen zu anderen Unternehmen aufweisen, genügt es natürlich, ein Netzwerk zu betrachten, das aus den übrigen 603 Unternehmen besteht.

Zu überlegen ist, wie dieses Netzwerk beschrieben werden kann. Orientiert man sich am Methodenarsenal der formalen Netzwerkanalyse (eine

sehr umfassende Uebersicht Wasserman und Faust) kommen hauptsächlich die folgenden Möglichkeiten in Betracht.

- Charakterisierungen der Knoten. Statistik.
- Gruppenbildungen.

*9. Ein komplementäres personelles Netzwerk.* In komplementärer Weise können die Daten auch verwendet werden, um ein personelles Netzwerk zu konstruieren, dessen Knoten sich auf Personen beziehen.

<sup>30</sup>Bei den Unternehmen, die durch 21 Personen verbunden sind, handelt es sich um die Deutsche Aerospace AG und die Daimler Benz Luft und Raumfahrt Holding.

## Kapitel 5

# Prozesse und Ablaufschemas

### 5.1 Historische Prozesse und Ablaufschemas

1. Einige Varianten des Prozessbegriffs.
2. Prozesse werden konstruiert.
3. Historische Prozesse.
4. Ablaufschemas.
5. Durch Regeln bestimmte Prozesse.

### 5.2 Zeitreihen und statistische Prozesse

1. Zeitachsen.
2. Zeitreihen.
3. Schematische Lebensverläufe.
4. Ein spezieller Ereignisbegriff.
5. Zeitliche Folgen statistischer Variablen.
6. Längsschnittgesamtheiten und Prozesszeitachsen.
7. Individuelle und aggregierte Prozesse.

### 5.3 Handlungsprozesse

Eine wichtige Aufgabe der empirischen Sozialforschung besteht darin, Veränderungen gesellschaftlicher Verhältnisse zu ermitteln und darzustellen. In diesem Kapitel werden einige unterschiedliche Möglichkeiten zur Konzeptualisierung solcher Prozesse besprochen. Es gibt drei Abschnitte. Im ersten Abschnitt werden einige Prozessbegriffe unterschieden, und es wird überlegt, wie man von historischen Prozessen und Ablaufschemas (bzw. wiederholbaren Prozessen) sprechen kann. In einem zweiten Abschnitt werden schematische Prozesskonzeptionen besprochen: Zeitreihen, insbesondere schematische Lebensverläufe, sowie statistische Prozesse, die aus zeitlichen Folgen statistischer Variablen bestehen. Schließlich soll sich ein dritter (noch nicht fertiger) Abschnitt mit einigen Fragen der Definition und Erfassung von Handlungsprozessen beschäftigen.

## 5.1 Historische Prozesse und Ablaufschemas

1. *Einige Varianten des Prozessbegriffs.* In der Brockhaus-Enzyklopädie (Studienausgabe 2001, Bd. 17, S. 566) findet man als Erläuterung des Prozessbegriffs: „Verlauf, Ablauf, Hergang, Entwicklung“. Der Begriff kann somit vollständig allgemein verwendet werden und setzt weder bestimmte sachliche Bezüge voraus (*was* sich verändert), noch impliziert er spezifische Annahmen über das als Prozess bezeichnete Geschehen (*wie* es sich

verändert).<sup>1</sup> Infolgedessen ist es auch kaum möglich, eine erschöpfende Gliederung unterschiedlicher Prozesskonzeptionen vorzunehmen. Wir unterscheiden deshalb zunächst nur einige Varianten.

- Das Reden von Prozessen kann sich auf die Entwicklung von Zuständen identifizierbarer Objekte beziehen; zum Beispiel: die Entwicklung der Körpertemperatur bei einem bestimmten Menschen während eines bestimmten Zeitraums, oder die Entwicklung der Niederschlagsmenge in einem bestimmten räumlichen Gebiet.
- Man kann sich auf die Entwicklung von Zuständen bei einer Mehrzahl von Objekten beziehen. Verwendet man dafür statistische Begriffsbildungen, gelangt man zu statistischen Prozessen (i.e.S.), die aus zeitlichen Folgen statistischer Variablen bestehen.
- Zu andersartigen Vorstellungen über Prozesse gelangt man, wenn man von Ereignissen ausgeht. In einer allgemeinen Formulierung erscheinen dann Prozesse als zeitlich geordnete Folgen von Ereignissen. Damit ein solcher Prozessbegriff sinnvoll verwendbar wird, muss allerdings spezifiziert werden, wie von Ereignissen gesprochen werden soll.
- Zu einer spezielleren Variante der zuletzt genannten Konzeption gelangt man, wenn man an Handlungen denkt. Prozesse erscheinen dann als Handlungszusammenhänge, die aus einer zeitlichen Abfolge einer Mehrzahl von Tätigkeiten eines oder mehrerer Akteure bestehen. Wir nennen sie *Handlungsprozesse*.

2. *Prozesse werden konstruiert.* Beim Reden von Prozessen muss angegeben werden, welche Arten von Veränderungen betrachtet werden sollen (*was* sich verändert); außerdem muss überlegt werden, *wie* es sich verändert bzw. verändern kann. Die zweite Frage wird uns erst später beschäftigen. Hier soll zunächst darauf aufmerksam gemacht werden, dass eine Beantwortung der ersten Frage stets eine weitgehende Selektion von Aspekten eines realen oder vorstellbaren Geschehens erfordert. Man betrachtet zum Beispiel die Entwicklung der Körpertemperatur eines Patienten und abstrahiert zugleich von beliebig vielen anderen Aspekten, die ebenfalls betrachtet werden könnten; oder man bezieht sich auf Handlungsprozesse, ohne die materiellen Kontexte, in denen sich die Handlungen abspielen, explizit in der Prozesskonzeption zu berücksichtigen.

Prozessdefinitionen beruhen also stets auf spezifischen Abstraktionen, einer Selektion bestimmter Aspekte, über deren zeitliche Entwicklung man nachdenken möchte; und alle weiteren Überlegungen beziehen sich dann

<sup>1</sup>Dementsprechend heißt es in einer begriffsgeschichtlichen Studie von Kurt Röttgers (1983, S. 93) über den heutigen Sprachgebrauch: „Alles, was sich irgendwie verändert, ist ein Prozeß oder befindet sich in einem Prozeß, so daß Ausdrücke wie ‘Der Prozeß der Veränderung von X’ semantisch eine bloße Verdoppelung des Ausdrucks, pragmatisch das manchmal erwünschte bloße Hinauszögern der Artikulation eines Gedankens darstellt.“

ausschließlich auf den zuvor definierten Prozess, d.h. auf die jeweils ausgewählten Aspekte. So wird auch die Verwendung von Adjektiven zur Charakterisierung von Prozessen verständlich, wenn etwa von physikalischen, chemischen oder demographischen Prozessen gesprochen wird. Solche Redeweisen zeigen, dass man sich mit dem Prozessbegriff nicht unmittelbar auf Vorkommnisse und Abläufe in der menschlichen Erfahrungswelt bezieht, sondern auf Modelle, die zur Reflexion jeweils spezifischer Aspekte solcher Vorkommnisse und Abläufe und ihrer möglichen (zukünftigen) Entwicklung konstruiert werden.<sup>2</sup>

Diese Aussage gilt insbesondere für die an Lebensverläufen orientierte Sozialforschung. Bereits Konstruktionen individueller Biographien sind unvermeidlich sehr selektiv; und das gilt erst recht, wenn versucht wird, mithilfe statistischer Daten zu vergleichenden Aussagen über Lebensverläufe der Mitglieder einer Gesellschaft zu gelangen. Dann wird auch deutlich, dass man sich auf bestimmte Aspekte beschränken muss, aus denen Gesichtspunkte für einen Vergleich gewonnen werden können.

3. *Historische Prozesse.* Von *historischen Prozessen* soll in diesem Text gesprochen werden, wenn sich die Prozesskonstruktion auf einen empirisch identifizierbaren Ablauf in der menschlichen Erfahrungswelt bezieht.

- Das Reden von historischen Prozessen setzt also eine Bezugnahme auf eine menschliche Praxis voraus, durch die bzw. von der aus Prozesse identifiziert werden können.<sup>3</sup>
- Dem entspricht, dass zur Konzeption historischer Prozesse ein anthropozentrisches, der menschlichen Praxis gemäßes Zeitverständnis vorausgesetzt wird. Nicht nur wird vorausgesetzt, dass es zwischen Ereignissen zeitliche Beziehungen gibt, sondern außerdem eine fundamentale Unterscheidung zwischen zeitlichen Modalitäten: zwischen einer Vergangenheit, die bisher realisierte und insoweit nicht mehr veränderbare Sachverhalte umfasst, einer offenen Zukunft, die aus bisher nicht realisierten Möglichkeiten besteht, und schließlich einer flüchtigen Gegenwart, in der jeweils bestimmte Möglichkeiten realisiert und dadurch der Vergangenheit hinzugefügt werden. Offenbar verdankt sich dieses Zeitverständnis

<sup>2</sup>Hierzu passt folgende Bemerkung von Rainer M. Lepsius (1976, S. 121): „Die Vorstellung, daß den systematischen Einzelwissenschaften jeweils abgrenzbare Teilbereiche der Erfahrung als Gegenstände ihrer Arbeit zugewiesen werden könnten, ist irrig, und insofern auch die Vorstellung, der Geschichtswissenschaft würde durch die Ausdifferenzierung der Sozialwissenschaften der Objektbereich verkleinert. Es gibt keine Erfahrungsbestände, die als solche soziologisch oder historisch sind. Erst die Umformulierung der Erfahrungsobjekte in Erkenntnisobjekte durch die Anwendung bestimmter Fragestellungen, kategorialer Bezugssysteme und Lösungswege formuliert konventionalisierte »Zuständigkeiten« von Wissenschaften.“

<sup>3</sup>Dem entspricht eine von A. C. Danto (1965/1980, S. 49) vorgeschlagene „minimale Charakterisierung der historiographischen Tätigkeit“: „daß das Unterfangen, dem Historiker sich letztendlich widmen, der Versuch ist, wahre Feststellungen über Ereignisse aus ihrer *eigenen* Vergangenheit zu treffen oder wahre Beschreibungen davon zu geben.“

den Erfahrungen menschlicher Praxis.<sup>4</sup>

- Auch für historische Prozesse gilt, dass sie konstruiert werden. Es gibt indessen keine bestimmten Anforderungen an die begrifflichen Hilfsmittel. Man kann historische Prozesse als Handlungszusammenhänge oder allgemeiner als zeitliche Folgen von Ereignissen konzipieren, man kann aber auch statistische Begriffsbildungen verwenden, um historische Prozesse (z.B. die Bevölkerungsentwicklung in Deutschland während eines bestimmten Zeitraums) darzustellen. Unser Begriff historischer Prozesse soll also insbesondere keine Festlegung auf die Idee einer „Ereignisgeschichte“ beinhalten.<sup>5</sup>
- Unser Begriff historischer Prozesse soll auch keine Annahmen über die zeitliche Dauer voraussetzen. Christian Meier (1978, S. 56) hat wohl Recht: „Unter historischen Prozessen versteht man in der Regel längere, nämlich Jahrzehnte oder gar Jahrhunderte übergreifende Abläufe.“ Dem entsprechend wird bei zeitlich kürzeren Geschehnissen oft von „Ereignissen“ gesprochen. Diese Unterscheidung soll hier jedoch ausdrücklich nicht gemeint sein. Gleichwohl wird zwischen Ereignissen und Prozessen unterschieden. Wenn von Ereignissen gesprochen wird, sind zeitlich datierbare Vorkommnisse in unserer Erfahrungswelt gemeint (z.B. ein bestimmter Verkehrsunfall<sup>6</sup>), der Prozessbegriff bezieht sich dagegen auf theoretische Konstruktionen (beliebiger zeitlicher Dauer). Somit ist es auch möglich, ein Ereignis als einen Prozess zu betrachten, z.B. sich

<sup>4</sup>Ausführliche Überlegungen zu diesem anthropozentrischen Zeitverständnis findet man bei Michael Oakshott (1983, S. 7ff.). Es unterscheidet sich von Zeitvorstellungen, wie sie oftmals für physikalische Modelle angenommen werden und im Kontext der „New Theory of Time“ (Oaklander und Smith, 1994) diskutiert werden.

<sup>5</sup>Bei Historikern und Theoretikern der Geschichtswissenschaft findet man oftmals die Vorstellung, dass „Geschichte“ aus einer Folge von Ereignissen, insbesondere aus menschlichen Handlungen besteht. So spricht z.B. Gordon Leff (1969, S. 4) von „history“ „as the totality of human actions and endeavour“; und bei Christian Meier (1978, S. 11) heißt es: „Mit der Prozeß-Kategorie werden innerhalb der sozialen Welt bestimmte Handlungszusammenhänge wahrgenommen.“ Natürlich ist es zulässig, historische Prozesse so zu definieren; aber bereits innerhalb der Geschichtswissenschaft gibt es noch andere Prozesskonzeptionen, und die empirische Sozialforschung beschäftigt sich sogar überwiegend mit Prozessen, die weder unmittelbar als Handlungszusammenhänge noch ohne weiteres als „Folgen“ menschlicher Tätigkeiten konzipiert werden können.

<sup>6</sup>Dem entspricht folgende Bemerkung von H.-R. Jauss (1973, S. 554): „Ereignis ist eine objektive, für das historische Geschehen selbst konstitutive Kategorie. Das Ereignis liegt dem Zugriff des Historikers immer schon voraus; es ist nicht [im Unterschied zu unserem Prozessbegriff, G.R.] ein subjektives Schema narrativer Aneignung, sondern dessen äußere Bedingung.“ Das angeführte Beispiel soll darauf hinweisen, dass es sich bei Ereignissen auch um durchaus triviale Vorkommnisse handeln kann; dies unterscheidet den allgemeinen von einem emphatischen Ereignisbegriff, den Christian Meier (a.a.O., S. 47) so erläutert: „Als Ereignis bezeichnen wir im Alltag primär ein besonderes, aus dem Üblichen herausragendes Geschehen. Die Historie gebraucht das Wort im gleichen Sinne und meint damit zumeist die bemerkenswerten, »denk- (und überlieferungs-) würdigen« Handlungen und Handlungszusammenhänge sowie anderswie bewirkten Einschnitte des politischen und militärischen Bühnengeschehens.“

eine explizite Vorstellung vom Ablauf eines Verkehrsunfalls zu machen.

- Insofern die empirische Identifizierbarkeit historischer Prozesse gefordert wird, sind sie stets räumlich und zeitlich beschränkt; sie haben einen Anfang und ein (ggf. vorläufiges) Ende und gehören somit zur Vergangenheit (der Praxis, durch die sie identifiziert werden). Zur Verdeutlichung kann man an einen Spaziergang, den Entstehungsprozess eines Gebäudes oder an die Bevölkerungsentwicklung in einer bestimmten Region während eines bestimmten Zeitraums denken. Offenbar kann man beliebig viele historische Prozesse dieser Art konzipieren. Oftmals lassen sich auch Beziehungen zwischen mehreren Prozessen herstellen. Es ist jedoch fragwürdig, ob man sinnvoll von einer Gesamtheit aller historischen Prozesse, die in bestimmter Weise miteinander verbunden sind, sprechen kann.

4. *Ablaufschemas*. Insofern bei der Konzeption historischer Prozesse ein anthropozentrisches Zeitverständnis vorausgesetzt wird, sind sie „einmalig“. Unabhängig von dieser Feststellung kann man jedoch von *wiederholbaren Prozessen* sprechen, d.h. von Prozessen, die in ähnlicher Form mehrmals ablaufen können. Wiederholbarkeit in diesem Sinn setzt nur voraus, dass mehrere Prozesse unter bestimmten Aspekten als vergleichbar betrachtet werden können.

Bei wiederholbaren Prozessen ist offenbar eine begriffliche Unterscheidung erforderlich: Einerseits kann man sich auf die Form des Prozessablaufs beziehen, wir nennen dies ein *Ablaufschema* (eines wiederholbaren Prozesses); andererseits kann man sich auf jeweils individuelle Prozessabläufe beziehen, die als Realisationen des Ablaufschemas betrachtet werden können. Sofern diese Realisationen nicht nur fiktiv vorgestellt werden, sondern tatsächlich stattfinden, handelt es sich um historische Prozesse. Somit gibt es auch keinen begrifflichen Gegensatz zwischen historischen und wiederholbaren Prozessen. Als Gegensatz zu historischen Prozessen kann man an fiktive Prozesse denken, die man sich nur vorstellt. Wenn man einen historischen (oder fiktiven) Prozess wiederholbar nennt, ist dagegen gemeint, dass man ihn als Realisation eines Ablaufschemas betrachten möchte und dass es noch andere Realisationen dieses Ablaufschemas gibt oder geben kann.<sup>7</sup> Einige Beispiele können das verdeutlichen.

- Eine wichtige Klasse von Beispielen liefern Computerprogramme (oder abstrakter: Algorithmen). Bei einem Computerprogramm muss man offenbar unterscheiden zwischen einerseits dem Programm, das in diesem Fall das Ablaufschema bildet und die möglichen Programmabläufe festlegt, und andererseits den Prozessrealisationen, also den Programmabläufen, die stattfinden, wenn das Programm gestartet wird. Jeder

<sup>7</sup> *Wiederholbar zu sein* ist also keine Eigenschaft, die einem Prozess „an und für sich“ zukommt, sie resultiert vielmehr aus einer jeweils bestimmten Betrachtungsweise eines historischen oder fiktiven Prozesses.

Programmablauf ist seinerseits ein historischer Prozess, der in einem bestimmten räumlichen und zeitlichen Kontext stattfindet.<sup>8</sup>

- Weitere leicht durchschaubare Beispiele liefern Gesellschaftsspiele wie z.B. Schach oder Skat. Einerseits gibt es Spielregeln, durch die festgelegt wird, wie Spiele ablaufen können; andererseits gibt es jeweils bestimmte Spielabläufe, die man sich vorstellen oder als historische Prozesse realisieren kann.
- Weiterhin kann man an viele andere Handlungsprozesse denken, die mehr oder weniger detailliert durch Regeln bestimmt werden und für die es insofern ein Ablaufschema gibt, zum Beispiel die Zubereitung von Speisen (nach einem Rezept) oder die Durchführung einer medizinischen Diagnose (nach den dafür gültigen ärztlichen Regeln).
- Schließlich kann man auch menschliche Lebensverläufe als wiederholbare Prozesse auffassen. Zwar kann niemand das eigene Leben wiederholen, aber die Idee der Wiederholbarkeit bezieht sich nur darauf, dass man die Lebensverläufe mehrerer Menschen (aller Mitglieder einer Gesellschaft) vergleichend betrachten und zu diesem Zweck Ablaufschemas konstruieren kann. Eine Möglichkeit liefern sogenannte Biographieschemas, die im nächsten Abschnitt besprochen werden.

Die Beispiele zeigen, dass wiederholbare Prozesse von ganz unterschiedlicher Art sein können. Während Computerprogramme Beispiele für mechanische Prozesse sind, die durch Akteure nur initialisiert werden,<sup>9</sup> handelt es sich bei Gesellschaftsspielen um Handlungsprozesse, bei denen auch der Ablauf durch Akteure beeinflusst wird. Schließlich können Lebensverläufe weder als rein mechanische Prozesse noch ausschließlich als Handlungsprozesse begriffen werden.

Weiterhin zeigen die Beispiele, dass es bei Ablaufschemas unterschiedliche *Spielräume für Prozessrealisationen* geben kann. Einen Extremfall bilden Algorithmen, die einen Prozess eindeutig festlegen. Die meisten Ablaufschemas lassen dagegen in mehr oder weniger weiten Grenzen unterschiedliche Prozessabläufe zu.<sup>10</sup>

<sup>8</sup>Man vgl. dazu auch die Überlegungen von B. C. Smith (1996, S. 32ff.).

<sup>9</sup>Wir sprechen in diesem Text von *mechanischen* Prozessen, wenn Akteure gar nicht beteiligt sind oder nur als Auslöser des Prozesses, also ohne Einfluss darauf zu nehmen, wie der Prozess abläuft. (Die obige Aussage bezieht sich also nicht auf sogenannte interaktive Programme, bei denen ein Akteur in den Programmablauf eingreifen kann.) In dieser Bedeutung bezieht sich das Adjektiv ‘mechanisch’ also nicht auf die Mechanik als Teilgebiet der Physik, sondern dient der Charakterisierung einer bestimmten Art von Prozessen. In einer ganz ähnlichen Bedeutung bemerkte z.B. die Wissenschaftshistorikerin Lorraine Daston (1998, S. 34): „Eine hervorsteckende Form der Objektivität – nennen wir sie >mechanische Objektivität< – zielt auf die Ausschaltung aller Formen des menschlichen Eingriffs in die Natur ab [...]“

<sup>10</sup>Der Begriff eines Ablaufschemas soll also nicht beinhalten, dass nur ein in irgendeinem Sinn „kleiner“ Spielraum für dem Schema entsprechende Prozesse besteht. Deshalb

5. *Durch Regeln bestimmte Prozesse.* In vielen Fällen können Ablaufschemas für wiederholbare Prozesse durch Regeln beschrieben werden. Man kann dann davon sprechen, dass die Prozessrealisationen „durch Regeln bestimmt“ werden. Allerdings muss darauf geachtet werden, was mit dieser Formulierung ausgesagt werden kann.

Zunächst ist klar: Dass ein Prozess durch Regeln bestimmt wird, impliziert nicht, dass der Prozessablauf determiniert ist. Gilbert Ryle (1949/1982, S. 98ff.) hat das am Beispiel des Schachspiels verdeutlicht: obwohl durch Regeln bestimmt, ist jeder einzelne Spielverlauf nicht (jedenfalls nicht durch die Spielregeln) determiniert. Das Beispiel zeigt auch, dass Regeln, die einen Prozess bestimmen, nicht als Ursachen verstanden werden können, die gewissermaßen bewirken, dass sich der Prozessablauf an die Regeln hält (und zwar gilt diese Feststellung ganz unabhängig von der Größe des durch die Regeln gegebenen Spielraums für Prozessrealisationen): Die Regeln, die es für Schachspiele gibt, können weder bewirken noch garantieren, dass sich die Spieler an die Regeln halten.

Dies gilt aber auch für mechanische Prozesse, an deren Ablauf keine Akteure beteiligt sind. Zum Beispiel kann auch ein Computerprogramm weder bewirken noch garantieren, dass bei seiner Aktivierung ein dem festgelegten Ablaufschema entsprechender Prozess stattfindet. Wie der historische Prozess abläuft, der bei der Programmaktivierung beginnt, hängt vielmehr von zahlreichen Bedingungen ab, die durch das Computerprogramm überhaupt nicht in Betracht gezogen werden (z.B. von der Stromversorgung des Prozessors).

Allerdings ist es durchaus von Bedeutung, ob Akteure einen Prozess nur initialisieren oder ob es auch von ihrem Verhalten abhängt, wie der Prozess abläuft (wie dies insbesondere, aber nicht nur bei Handlungsprozessen der Fall ist). Denn wenn letzteres der Fall ist, kann man in zwei unterschiedlichen Bedeutungen von der Existenz von Regeln sprechen.

- Zunächst kann gemeint sein, dass sich die Regeln auf ein Modell beziehen, dass *aus einer Beobachterperspektive* konstruiert wird, um wiederholbare Prozessabläufe vorstellbar und reflektierbar zu machen. Bei mechanischen Prozessen ist offenbar nur dieses Verständnis von Regeln möglich.
- Wenn es sich jedoch um Prozesse handelt, an deren Ablauf Akteure beteiligt sind, wird es möglich und ist oftmals der Fall, dass auch diese Akteure über ein Regelwissen verfügen. Es gibt dann ein Regelwissen *aus der Akteursperspektive*, und wie ein Prozess abläuft hängt auch davon ab, wie dieses Regelwissen beschaffen ist und wie die beteiligten Akteure es in ihrem Verhalten verwenden.

---

kann auch nicht bereits durch den Verweis auf ein Ablaufschema von „typischen“ Prozessabläufen gesprochen werden; obwohl – wie etwa von Karl-Georg Faber (1971, S. 95) ausgeführt worden ist – der Typenbegriff sich ebenfalls bloß in abstrakter Weise auf reales bzw. realisierbares Geschehen bezieht.

Oftmals kann aus beiden Perspektiven das gleiche (oder zumindest ein teilweise gleiches) Regelwissen unterstellt werden, z.B. bei Gesellschaftsspielen, bei denen Spieler und Zuschauer die Regeln gleichermaßen kennen. Anders verhält es sich jedoch in vielen Fällen, in denen Wissenschaftler Modelle für Prozesse konstruieren, an denen Menschen beteiligt sind. Dies geschieht normalerweise in einer Beobachterperspektive, und es kann meistens nicht angenommen werden, dass das wissenschaftlich konstruierte Regelwissen auch bei den Akteuren der Prozesse vorhanden ist (z.B. bei einem Modell zur Erklärung des Zustandekommens von Staus auf Autobahnen). Dementsprechend muss auch zwischen Verhaltensregelmäßigkeiten, die aus einer Beobachterperspektive festgestellt werden können, und Regeln, an denen sich Akteure in ihrem Verhalten orientieren, begrifflich unterschieden werden.

## 5.2 Zeitreihen und statistische Prozesse

Wenn man sich im Rahmen der empirischen Sozialforschung mit Prozessen beschäftigt, werden diese fast immer als Realisationen theoretisch konzipierter Ablaufschemas betrachtet. Möglichkeiten zur Konstruktion von Ablaufschemas hängen in erster Linie von der Konzeption der Prozesse ab. In diesem Abschnitt beziehen wir uns auf Zeitreihen und statistische Prozesse.

1. *Zeitachsen.* Offenbar benötigt man zur Konzeption von Ablaufschemas einen zeitlichen Rahmen. Meistens wird eine Zeitachse verwendet. Es gibt hauptsächlich zwei Varianten:

- Man kann sich die Zeit als eine *Folge von Zeitstellen* (z.B. Sekunden, Stunden, Tage, Monate, Jahre) vorstellen. Zur Repräsentation der Zeitstellen werden die natürlichen oder ganzen Zahlen verwendet, und man spricht von einer *diskreten Zeitachse*.
- Man kann versuchen, sich die Zeit als ein linear geordnetes Kontinuum von Zeitpunkten vorzustellen. Zur Repräsentation werden in diesem Fall die reellen Zahlen verwendet, und man spricht von einer *stetigen* oder *kontinuierlichen Zeitachse*.

Unabhängig von dieser Unterscheidung, die die begriffliche Repräsentation von Zeit(stellen) betrifft, kann man Verwendungskontexte unterscheiden. Zunächst kann man an eine *historische Zeitachse* denken, die zur Repräsentation der historischen Zeit dient, in der sich das Leben der Menschen tatsächlich abspielt. Gedankliche Bezugnahmen auf diese Zeitachse erfolgen mithilfe von Kalendern und Uhren.<sup>11</sup> Davon zu unterscheiden sind *Modell-Zeitachsen* (auch *Prozesszeitachsen* genannt), die zur Konstruktion von Modellen verwendet werden, die einer modalen Reflexion von

---

<sup>11</sup>Darüber, wie sich solche Orientierungsmittel historisch entwickelt und verändert haben, gibt es eine umfangreiche Literatur, man vgl. z.B. E.G. Richards (1998).

Prozessabläufen dienen sollen.

Will man eine explizite Repräsentation zeitlicher Bezüge vornehmen, muss man sich für eine diskrete oder eine stetige Darstellung entscheiden. Wir werden in diesem Text in den meisten Fällen eine diskrete Zeitachse zugrunde legen und dafür die Notation  $\mathcal{T} := \{\dots, -3, -2, -1, 0, 1, 2, 3, \dots\}$  verwenden, so dass  $\mathcal{T}$  formal der Menge der ganzen Zahlen entspricht und die Ordnungsrelation zwischen diesen Zahlen als zeitliche Relation zwischen den durch sie bezeichneten Zeitstellen verstanden werden kann. Festlegungen über die Art der Zeitstellen und Verknüpfungen mit einer historischen Zeitachse können bei Bedarf erfolgen. Natürlich benötigt man zur Repräsentation von Daten oft nur einen Teil der Zeitachse; wir verwenden dann die Notation  $\mathcal{T}^*$ , womit stets eine zusammenhängende und meistens (wenn nicht ausdrücklich anders angegeben) auch eine endliche Teilmenge von  $\mathcal{T}$  gemeint sein soll.

2. *Zeitreihen.* Sobald man über den Begriff einer Zeitachse verfügt, kann man in sehr allgemeiner Weise von *Zeitreihen* sprechen. Zur formalen Vergewärtigung kann ein *Zeitreihenschema*

$$X : \mathcal{T}^* \longrightarrow \tilde{\mathcal{X}} \quad (5.1)$$

verwendet werden, also eine Funktion, durch die jeder Zeitstelle  $t$  einer Zeitachse  $\mathcal{T}^*$  ein Wert  $X(t)$  in einem Wertebereich  $\tilde{\mathcal{X}}$  zugeordnet wird. Je nachdem ob es sich bei  $\mathcal{T}^*$  um eine kontinuierliche oder diskrete Zeitachse handelt, kann man kontinuierliche (stetige) und diskrete Zeitreihen unterscheiden. Hinsichtlich des Wertebereichs  $\tilde{\mathcal{X}}$  kann man außerdem folgende Unterscheidungen treffen:

- *Einfache Zeitreihen.* In diesem Fall wird jeder Zeitstelle  $t$  ein einfacher Wert  $X(t)$  zugeordnet, so dass  $\tilde{\mathcal{X}}$  numerisch durch reelle Zahlen repräsentiert werden kann; zum Beispiel: die Entwicklung der Körpertemperatur eines Patienten oder der Bevölkerungszahl eines Landes während eines gewissen Zeitraums.
- *Vektorielle Zeitreihen.* In diesem Fall wird jeder Zeitstelle  $t$  ein Vektor  $X(t) = (X_1(t), \dots, X_m(t))$  zugeordnet. Als Beispiel kann man daran denken, dass bei neugeborenen Kindern für einen gewissen Zeitraum sowohl die Körpergröße als auch das Körpergewicht erfasst wird.
- *Funktionale Zeitreihen.* In diesem Fall wird jeder Zeitstelle  $t$  eine Funktion zugeordnet;  $X(t)$  ist dann keine Zahl, sondern eine Funktion (und wir verwenden dann meistens die Schreibweise  $X_t$  anstelle von  $X(t)$ ). Bei diesen Funktionen kann es sich insbesondere um statistische Variablen handeln, so dass statistische Prozesse entstehen (das wird weiter unten genauer besprochen).

Bei einfachen und vektoriellen Zeitreihen kann der Wertebereich  $\tilde{\mathcal{X}}$  dem Merkmalsraum einer ein- bzw. mehrdimensionalen statistischen Variablen entsprechen (man vgl. die Ausführungen in Abschnitt II-3.1). Auch dann

ist jedoch die Analogie zwischen dem Zeitreihenschema (5.1) und dem für statistische Variablen verwendeten Schema  $X : \Omega \longrightarrow \tilde{\mathcal{X}}$  rein formal, denn eine Zeitachse  $\mathcal{T}^*$  ist keine Objektmenge. Tatsächlich wird in der allgemeinen Definition von Zeitreihen überhaupt kein bestimmter Objektbezug vorgenommen; insofern handelt es sich um eine rein formale Definition, deren inhaltliche Bedeutung sich nur aus einem Anwendungskontext ergeben kann.

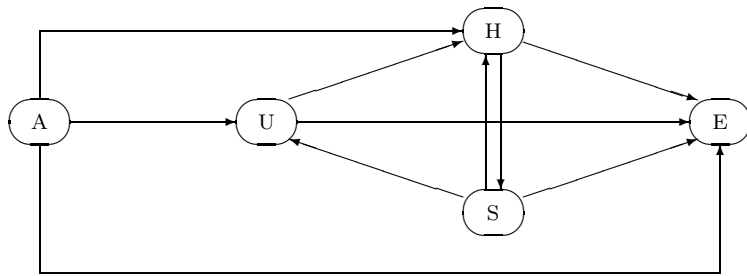
3. *Schematische Lebensverläufe.* Die Methodenliteratur befasst sich überwiegend mit Zeitreihen, deren Wertebereiche quantitativ, meistens auch metrisch sind. In der empirischen Sozialforschung sind auch qualitative Zeitreihen wichtig, da sie sich zur Konzeptualisierung schematischer Lebensverläufe eignen. Dabei kann man grundsätzlich an beliebige Objekte, insbesondere auch an Menschen denken. Die allgemeine Vorstellung besteht darin, dass sich ein Objekt im Zeitablauf in unterschiedlichen Zuständen befinden kann. Um dies zu erfassen, eignet sich offenbar das allgemeine Zeitreihenschema  $Y : \mathcal{T}^* \longrightarrow \tilde{\mathcal{Y}}$ , wobei jetzt  $\tilde{\mathcal{Y}}$  ein *Zustandsraum* ist, dessen Elemente Zustände sind, in denen sich Objekte einer bestimmten Art während der durch  $\mathcal{T}^*$  gegebenen Zeitstellen befinden können. Eine Zeitreihe  $\{Y(t) \mid t \in \mathcal{T}^*\}$  beschreibt dann aspekthaft einen Ausschnitt eines Lebensverlaufs. Die Formulierung ist allgemein genug, um sich sowohl auf zeitliche Ausschnitte eines Lebensverlaufs als auch auf die gesamte Lebensdauer zu beziehen.

Wiederum muss unterschieden werden zwischen spezifischen Lebensverläufen (Zeitreihen), die für ein jeweils spezifisches Objekt erfasst werden, und dem zugrundeliegenden Zeitreihenschema, das ein Ablaufschema für *mögliche* Lebensverläufe liefert. In diesem Zusammenhang wird das Ablaufschema auch als ein *Biographieschema* bezeichnet (Rohwer und Pötter 2001, S. 186), dessen Definition zweierlei erfordert:

- Zunächst muss ein Zustandsraum  $\tilde{\mathcal{Y}}$  festgelegt werden, so dass dem Objekt in jeder Zeitstelle  $t \in \mathcal{T}^*$  genau ein Zustand zukommt (natürlich kann auch ein mehrdimensionaler Zustandsraum verwendet werden, der eine simultane Bezugnahme auf mehrere Zustände erlaubt);
- außerdem muss für jeden Zustand festgelegt werden, in welche Folgezustände ein Wechsel stattfinden kann.

Um die Begriffsbildung zu illustrieren, zeigt Abbildung 5.2-2 ein Biographieschema für die Bildung und Auflösung von Lebensgemeinschaften. Es gibt folgende Zustände: (A) Anfangszustand, in dem sich eine Person vor der ersten Lebensgemeinschaft befindet, (U) nicht-eheliche Lebensgemeinschaft, (H) eheliche Lebensgemeinschaft (verheiratet), (S) nach einer Trennung bzw. Scheidung, (E) Endzustand (Tod). Die Pfeile deuten die möglichen Zustandsveränderungen an. Zum Beispiel gibt es keinen Pfeil von A nach S, weil eine Trennung oder Scheidung das Bestehen einer Lebensgemeinschaft voraussetzt.





**Abb. 5.2-2** Ein Biographieschema für die Bildung und Auflösung von Lebensgemeinschaften (Rohwer und Pötter 2001, S. 186).

4. *Ein spezieller Ereignisbegriff.* Mit dem allgemeinen Zeitreihenschema (5.1) ist ein spezieller Ereignisbegriff verbunden, durch den Ereignisse als *Zustandswechsel* aufgefasst werden. Wenn  $\mathcal{T}^*$  eine diskrete Zeitachse ist, kann man mit diesem Begriff von einem Ereignis im Übergang von der Zeitstelle  $t$  zur nächsten Zeitstelle  $t + 1$  sprechen, wenn  $X(t + 1) \neq X(t)$  ist. Ein so definiertes Ereignis kann also durch die Angabe einer Zeitstelle  $t$  und der beiden Zustände  $X(t)$  und  $X(t + 1)$  vollständig charakterisiert werden (wobei angenommen wird, dass die ontologischen Bezüge durch Erläuterungen des vorausgesetzten Zeitreihenschemas gegeben sind).

Dieser Ereignisbegriff wird insbesondere in der Literatur, die sich mit statistischen Methoden zur Modellierung qualitativer Zeitreihen beschäftigt, oft verwendet.<sup>12</sup> Es handelt sich jedoch um einen durchaus speziellen Ereignisbegriff.

- Tatsächlich können die meisten Ereignisse nicht hinreichend durch Zustandswechsel beteiligter Objekte beschrieben werden. Vielmehr verweist der Ereignisbegriff in seiner normalen Verwendung zunächst auf ein Geschehen, an dem oft Tätigkeiten von Akteuren beteiligt sind, die sich nicht durch einen Zustandswechsel charakterisieren lassen (man denke z.B. an einen Verkehrsunfall).
- Hier muss auch daran erinnert werden, dass das Zeitreihenschema, auf das sich der spezielle Ereignisbegriff bezieht, selbst bereits eine durchaus spezifische Konzeption von Prozessen als *zeitliche Folgen von Zuständen* impliziert. Insbesondere können Handlungsprozesse durch dieses Schema nicht erfasst werden.
- Schließlich ist bemerkenswert, dass mit dem speziellen Ereignisbegriff der direkte Realitätsbezug verschwindet, der mit dem normalen Reden von Ereignissen verbunden ist. Wie bereits erwähnt wurde (Anm. 6 auf S. 217) bezieht man sich mit dem Ereignisbegriff normalerweise auf

<sup>12</sup>Dementsprechend wird auch von „Techniques of Event History Modeling“ (Blossfeld und Rohwer 2002) gesprochen.

Geschehnisse in der menschlichen Erfahrungswelt. Der spezielle Ereignisbegriff bezieht sich dagegen auf Prozesse, die als Modelle eines realen oder vorstellbaren Geschehens konzipiert werden. Dann ist z.B. mit einer Heirat nicht das reale Ereignis gemeint, das in einer bestimmten Weise stattgefunden hat, sondern ein daraus ableitbarer Zustandswechsel bei einer Person, die hinterher verheiratet ist.

5. *Zeitliche Folgen statistischer Variablen.* Das allgemeine Zeitreihenschema (5.1) umfasst insbesondere *statistische Prozesse*, worunter in diesem Text zeitliche Folgen statistischer Variablen verstanden werden sollen. Wir unterscheiden drei Varianten, wobei der Zeitindex  $t$  jeweils Werte in einer diskreten Zeitachse  $\mathcal{T}^*$  annehmen kann.

- a) Wir sprechen von einem *synchron aggregierten* statistischen Prozess, wenn es für jede Zeitstelle  $t$  eine Objektmenge  $\Omega_t$  gibt, so dass der Prozess aus einer Folge von Variablen besteht:

$$X_t : \Omega_t \longrightarrow \tilde{\mathcal{X}} \quad (5.2)$$

- b) Wir sprechen von einem *diachron aggregierten* statistischen Prozess, wenn es nur eine Objektmenge  $\Omega$  gibt, deren Elementen jedoch für alle Zeitstellen bestimmte Merkmalswerte zugeordnet werden können.<sup>13</sup> Der Prozess besteht somit aus einer Folge von Variablen

$$X_t : \Omega \longrightarrow \tilde{\mathcal{X}} \quad (5.3)$$

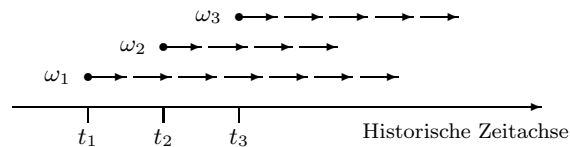
- c) Schließlich gibt es die Möglichkeit, dass sich die Zugehörigkeit von Elementen zur Objektmenge im Zeitablauf verändern kann und Informationen darüber bei der Prozesskonstruktion berücksichtigt werden können (so dass anders als im Fall (a) Elemente während ihrer Mitgliedschaft in der Objektmenge identifizierbar bleiben). Wir sprechen dann von *transitorisch aggregierten* statistischen Prozessen. Ein wichtiges Beispiel bilden demographische Prozesse, bei denen sich eine Gesellschaft durch Geburten, Sterbefälle und Migrationen verändert (Definitionen erfolgen in Abschnitt 1.1 in Teil I).

6. *Längsschnittgesamtheiten und Prozesszeitachsen.* Offenbar können sich bei synchron aggregierten statistischen Prozessen die Objektmengen  $\Omega_t$  in jeder Zeitstelle verändern. Dagegen geht man bei diachron aggregierten statistischen Prozessen von einer *Längsschnittgesamtheit*  $\Omega$  aus, die für die Prozessdefinition als unveränderlich angenommen wird. Man kann sich vorstellen, dass jedem Element von  $\Omega$  zunächst ein individueller Prozess zugeordnet ist und dass der statistische Prozess aus einer Aggregation

<sup>13</sup>Diese Formulierung soll so verstanden werden, dass ggf. auch eine Kennzeichnung verwendet werden kann, die besagt, dass ein Objekt in einer Zeitstelle noch nicht oder nicht mehr existiert.

dieser individuellen Prozesse entsteht.

Natürlich verlaufen die individuellen Prozesse nicht unbedingt zeitlich parallel, und sie haben auch meistens unterschiedliche zeitliche Dauern, wie durch folgendes Bild illustriert wird:



In diesem Bild wird angenommen, dass die individuellen Prozesse bei drei Objekten in drei verschiedenen Zeitstellen einer historischen Zeitachse beginnen. Bezieht sich die Prozessdefinition z.B. auf Ehedauern, kann man sich vorstellen, dass es sich um drei Personen mit einem unterschiedlichen Heiratsdatum handelt. Das Bild macht auch deutlich, dass es zur Bildung einer Längsschnittgesamtheit drei Möglichkeiten gibt:

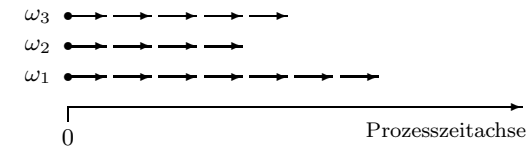
- Man kann Objekte zusammenfassen, bei denen der Prozess in der gleichen Zeitstelle beginnt (z.B. Personen, die im gleichen Jahr geheiratet haben, wenn man als Zeitstellen Jahre verwendet);
- man kann Objekte zusammenfassen, bei denen der Prozess in der gleichen Zeitstelle aufhört (z.B. Personen, die im gleichen Jahr geschieden worden sind); und
- man kann Objekte zusammenfassen, bei denen der Prozess irgendwann während eines längeren Zeitraums begonnen (oder aufgehört) hat.

In der Literatur wird meistens die erste Variante empfohlen; man spricht dann von einem *Kohortenansatz*, wobei unter einer *Kohorte* eine Gesamtheit von Menschen verstanden wird, bei denen ein Prozess (einer bestimmten Art) in der gleichen historischen Zeitstelle begonnen hat. Allerdings gibt es keine vollständig scharfe Abgrenzung zum Fall (c), denn man kann auch von längeren Zeitperioden ausgehen, in denen das eine Kohorte definierende Ereignis stattgefunden hat.<sup>14</sup> Immerhin gibt es einen deutlichen Unterschied zum Fall (b), insbesondere wenn man von individuellen Prozessen ausgeht, die sich in ihrer zeitlichen Dauer erheblich unterscheiden können.

Ein Kohortenansatz wird in der an Lebensverläufen orientierten Sozialforschung in erster Linie als ein Hilfsmittel zur Darstellung historischer Veränderungen in der Entwicklung von Lebensverläufen verwendet. Unabhängig davon, wie eine Längsschnittgesamtheit gebildet wird, geht es jedoch stets um einen statistischen Vergleich der für die Elemente der Ge-

<sup>14</sup>Dem entspricht z.B. folgende Definition von N.D. Glenn (1977, S. 8): „a cohort is defined as those people within a geographically or otherwise delineated population who experienced the same significant life event within a given period of time.“

samtheit erfassten individuellen Prozesse. Dafür wird in jedem Fall eine *Prozesszeitachse* verwendet, so dass man sich vorstellen kann, dass alle individuellen Prozesse in der gleichen Prozesszeitstelle beginnen und somit während ihrer Dauer synchron ablaufen. In unserem Beispiel kann der Übergang von einer historischen zu einer Prozesszeitachse folgendermaßen veranschaulicht werden:



Es wird also angenommen, dass bei jedem Objekt der Prozess in einer Zeitstelle  $t = 0$  beginnt. Dementsprechend wird in diesem Text zur numerischen Repräsentation einer diskreten Prozesszeitachse die Notation  $\mathcal{T}_0 := \{0, 1, 2, 3, \dots\}$  verwendet.

*7. Individuelle und aggregierte Prozesse.* Zur Erläuterung dieser Unterscheidung beziehen wir uns zunächst auf das Schema (5.3) für diachron aggregierte statistische Prozesse.

- Einerseits kann man sich dann bei jedem Objekt  $\omega \in \Omega$  auf einen diesem Objekt individuell zurechenbaren Prozess  $\{X_t(\omega) \mid t \in \mathcal{T}^*\}$  beziehen.<sup>15</sup> Offenbar kann ein solcher Prozess auch als eine Zeitreihe bzw. als Realisierung eines Zeitreihenschemas aufgefasst werden.
- Andererseits kann man sich auf einen *aggregierten Prozess* beziehen, der aus der statistischen Aggregation der individuellen Prozesse entsteht und durch die gemeinsame Verteilung der Variablen  $X_t$  oder daraus ableitbare Zeitreihen charakterisiert werden kann.

Daraus ergibt sich zugleich ein wichtiger Unterschied zu synchron aggregierten statistischen Prozessen, bei denen man sich nur auf eine zeitliche Folge von Verteilungen der Variablen  $X_t$ , nicht jedoch auf ihre gemeinsame Verteilung beziehen kann.<sup>16</sup> Ein weiterer bemerkenswerter Unterschied besteht darin, dass es in diesem Fall nicht möglich ist, sich in gedanklich bestimmter Weise auf korrespondierende individuelle Prozesse zu beziehen. Denn entweder, wie im Ansatz des Schemas (5.2), wird bereits bei der Prozessdefinition gar nicht von individuellen Prozessen ausgegangen;

<sup>15</sup>Bei dieser Schreibweise wird vorausgesetzt, dass es für alle Zeitstellen zumindest formal zurechenbare Zustände gibt. Natürlich ist es möglich, die Definition jedes individuellen Prozesses auf diejenigen Zeitstellen einzuschränken, in denen das betreffende Objekt existiert.

<sup>16</sup>Es sei angemerkt, dass solche zeitlichen Folgen von Verteilungen bei Rohwer und Pötter (2001, S. 192) missverständlich als „diachrone Zustandsverteilungen“ bezeichnet werden. Besser sollte von zeitlichen Folgen synchroner (Zustands-)Verteilungen gesprochen werden.

oder es wird zwar von individuellen Prozessen ausgegangen, dann jedoch von der diachronen Identität der diese individuellen Prozesse konstituierenden Objekte abstrahiert.

Man kann sich leicht klarmachen, dass mit dieser Abstraktion ein erheblicher Informationsverlust verbunden sein kann. Zur Illustration kann bereits eine Gesamtheit dienen, die nur aus zwei Personen ( $\omega_1$  und  $\omega_2$ ) besteht, die sich in zwei verschiedenen Zuständen (etwa 0 = erwerbstätig und 1 = arbeitslos) befinden können. Dann können zwei Prozessvarianten etwa folgendermaßen aussehen:

$t$	0	1	2	3	4	5	6
$\omega_1$	1	0	1	0	1	0	1
$\omega_2$	0	1	0	1	0	1	0

$t$	0	1	2	3	4	5	6
$\omega_1$	0	0	0	0	0	0	0
$\omega_2$	1	1	1	1	1	1	1

Offenbar unterscheiden sich die beiden Varianten, denn im ersten Fall sind beide Personen abwechselnd erwerbstätig und arbeitslos, wohingegen im zweiten Fall eine Person nie, die andere Person immer arbeitslos ist. Dennoch würde bei einer synchronen Aggregation in beiden Fällen der gleiche statistische Prozess entstehen.

### 5.3 Handlungsprozesse

Dieser Abschnitt ist noch nicht fertig.

## Kapitel 6

# Regeln und dynamische Modelle

### 6.1 Verwendungen des Regelbegriffs

1. Eingrenzung des Regelbegriffs.
2. Unterscheidungen durch Verwendungszwecke.
3. Normative Regeln.
4. Unterschiedliches Reden von Normen.
5. Konstitutive Regeln.
6. Prognostische und poetische Regeln.
7. Poetische und normative Regeln.
8. Regeln kennen, verwenden, beachten, befolgen.

### 6.2 Nomologische und poetische Modelle

1. Bezugsprobleme dynamischer Modelle.
2. Nomologische und poetische Modelle.
3. Ein formaler Rahmen für dynamische Modelle.
4. Offene und geschlossene Modellkonzeptionen.
5. Deterministische und stochastische Modelle.
6. Summarische und sequentielle Modelle.
7. Prozessklärungen durch Prozesse.
8. Zum Verständnis nomologischer Regeln.

### 6.3 Modelle für einfache Zeitreihen

1. Einfache Zeitreihen.
2. Spekulative und deskriptive Trendbegriffe.
3. Beispiele für Trendfunktionen.
4. Wofür Trendfunktionen verwendet werden können.
5. Summarische und sequentielle Modelle.
6. Modelle zur Fortschreibung einfacher Zeitreihen.
7. Offene und geschlossene Modelle.

### 6.4 Modelle für statistische Prozesse

1. Unterschiedliche Modellansätze für statistische Prozesse.
2. Makro-Modelle für statistische Prozesse.
3. Verweildauernvariablen als statistische Prozesse.
4. Mikro-Modelle für statistische Prozesse.

Ein wichtiges Hilfsmittel der empirischen Sozialforschung sind *dynamische Modelle*, womit in diesem Text Modelle gemeint sind, die dem Zweck dienen, (reale oder fiktive) Prozesse darzustellen und in ihrem Ablauf einschätzbar zu machen. In diesem Kapitel besprechen wir mögliche Bezugsprobleme und skizzieren einige unterschiedliche Varianten dynamischer Modelle. Wir beginnen mit einer kurzen Diskussion einiger unterschiedlicher Verwendungsweisen des Regelbegriffs. Dann werden nomologische und poetische Konzeptionen dynamischer Modelle unterschieden.

Schließlich werden in den beiden letzten Abschnitten nomologische Modellsätze für einfache Zeitreihen und für statistische Prozesse besprochen.

## 6.1 Verwendungen des Regelbegriffs

In diesem Abschnitt besprechen wir einige unterschiedliche Verwendungen des Regelbegriffs. Dabei gehen wir von einem weiten Wortverständnis aus, so dass der Begriff auch normative Regeln umfasst.

1. *Eingrenzung des Regelbegriffs.* Die Brockhaus-Enzyklopädie (Studienausgabe 2001, Band 18, S.159) gibt folgende Erläuterung: „Regel [aus mlat. regula >Ordensregel<, von lat. regula >Richtholz<, >Richtschnur<; >Regel<], 1) *allg.*: Richtlinie, Norm, Vorschrift.“ Weitere Erläuterungen betreffen spezielle Wortverwendungen, von denen hier abgesehen werden kann. Bemerkenswert ist, dass es viele weitere Worte mit einer ähnlichen Bedeutung gibt: Anweisung, Rezept, Verfahren, Methode, Maxime, Kanon, Gesetz; außerdem kann das Wort in zahlreichen Wortverbindungen verwendet werden, z.B. kann man von Spielregeln, Ordensregeln und Verkehrsregeln sprechen. Es erscheint aussichtslos, eine Wortbedeutung zu fixieren, die allen Verwendungsmöglichkeiten gerecht werden kann. In diesem Text orientiere ich mich an folgenden Überlegungen zum Wortgebrauch:

- a) Regeln können als *gedankliche Hilfsmittel zur Orientierung im Denken und Handeln* verstanden werden;<sup>1</sup> also als Hilfsmittel für menschliche Tätigkeiten, aber als *gedankliche* Hilfsmittel im Unterschied zu materiellen Hilfsmitteln wie z.B. Straßen und Computern.
- b) Als Hilfsmittel für Tätigkeiten sind Regeln von den Tätigkeiten, in denen Menschen Regeln verwenden – ihnen folgen, sich an ihnen orientieren, mit ihrer Hilfe Tätigkeiten strukturieren oder argumentieren oder Erwartungen bilden –, zu unterscheiden. Zum Beispiel ist ein Kochrezept von den Tätigkeiten zu unterscheiden, in denen man dem Rezept entsprechend ein Gericht zubereitet. (Dies ist einer der Gründe dafür, dass die Darstellung einer Regel nicht mit einer Beschreibung von Tätigkeiten identifiziert werden kann; gleichwohl kann es natürlich zur Erläuterung einer Regel oft sinnvoll sein, auf entsprechende Tätigkeiten hinzuweisen.)
- c) Regeln haben (meistens) unbestimmt viele Anwendungsfälle. Die Anforderung, in einer bestimmten Situation etwas Bestimmtes zu tun, ist deshalb keine Regel; wohl aber könnte eine Regel in der Anweisung bestehen, dass immer dann, wenn eine Situation einer bestimmten Art vorliegt, etwas Bestimmtes getan werden soll.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>In der philosophischen Literatur hat insbesondere L. Wittgenstein dieses Verständnis von Regeln hervorgehoben; eine Einführung findet man bei A. Kemmerling (1975).

<sup>2</sup>Wir setzen jedoch nicht voraus, dass es *unbestimmt* viele Anwendungsfälle gibt, und

- d) Dass es eine Regel gibt, soll zunächst nur bedeuten, dass sie formuliert werden kann und dass vorstellbar ist, dass sie verwendet werden könnte. Der Begriff einer Regel impliziert somit keine Festlegungen oder Annahmen über ihre Geltung (so dass auch die Frage, was die Geltung einer Regel bedeuten soll, zunächst offen bleiben kann).

Wir verwenden also einen weit gefassten Regelbegriff, der sich nicht von vornherein nur auf einen bestimmten Typ von Regeln bezieht.

2. *Unterscheidungen durch Verwendungszwecke.* Man kann Regeln unter verschiedenen Aspekten unterscheiden. Geht man davon aus, dass Regeln Hilfsmittel zur theoretischen und praktischen Orientierung sind, liegt es nahe, auf unterschiedliche Verwendungszwecke zu achten. Ohne Anspruch auf Vollständigkeit können in dieser Hinsicht folgende Unterscheidungen getroffen werden:

- *Normative Regeln*, durch die festgelegt wird, wie sich Menschen oder andere Lebewesen oder Dinge verhalten sollen oder wie sie beschaffen sein sollen.
- *Konstitutive Regeln*, durch die Bedeutungen von Objekten, Verhaltensweisen oder Situationen festgelegt werden.
- *Prognostische Regeln*, durch die angegeben wird, wie sich bestimmte, in der menschlichen Erfahrungswelt identifizierbare Objekte oder Sachverhalte (unter bestimmten Bedingungen) verhalten.
- *Poietische Regeln*, durch die angegeben wird, wie Menschen durch ihre Tätigkeiten bestimmte Sachverhalte bewirken können.
- *Nomologische Regeln*, die zur Konstruktion von (dynamischen) Modellen verwendet werden.

Im Folgenden werden wir einige dieser unterschiedlichen Arten von Regeln etwas näher besprechen. Dabei wird sich auch zeigen, dass sich die angeführten Charakterisierungen nicht unbedingt ausschließen. Nomologische Regeln werden erst später bei der Diskussion von Modellen besprochen.

3. *Normative Regeln.* Allgemein kann man von einer *normativen Aussage* (oder gleichbedeutend von einer *Norm*) sprechen, wenn durch die Aussage angegeben wird, wie ein Objekt, ein Sachverhalt, ein Verhalten oder eine Tätigkeit, ggf. unter bestimmten Bedingungen, beschaffen sein soll. Um eine normative Regel handelt es sich, wenn sich die normative Aussage auf (unbestimmt) viele Anwendungsfälle bezieht. Offenbar gibt es auch normative Aussagen, die keine normativen Regeln sind, wie z.B. die normativen Aussagen in einem Pflichtenheft, das sich auf die Herstellung eines singulären Artefakts bezieht. Uns interessieren hier nur normative Regeln.

betrachten z.B. auch die therapeutische Empfehlung eines Arztes, während eines bestimmten Zeitraums regelmäßig bestimmte Medikamente einzunehmen, als eine Regel.

Exemplarisch kann man an Verkehrsregeln denken, z.B. an die Regel, dass Autofahrer vor einer roten Ampel anhalten sollen. Natürlich können normative Regeln mehr oder weniger große Spielräume für situationsabhängige Entscheidungen vorsehen, wie man sich z.B. anhand von Arbeitsverträgen verdeutlichen kann.

Es muss auch bedacht werden, dass sich normative Regeln nicht nur auf menschliches Verhalten beziehen können. So gibt es z.B. normative Regeln, die sich auf das Verhalten oder auf Eigenschaften von Tieren beziehen. Weiterhin kann man an technische Normen denken, durch die Eigenschaften bzw. Verhaltensweisen technischer Artefakte festgelegt werden. Zwar bedarf es stets menschlicher Tätigkeiten, um das durch die normative Regel geforderte Verhalten zu realisieren (z.B. durch eine der Norm entsprechende Konstruktion und Verwendung der Artefakte); insofern sind die *Subjekte normativer Regeln* (wie übrigens auch aller anderen Arten von Regeln) stets Menschen. Davon unabhängig kann jedoch von den Sachverhalten oder Verhaltensweisen gesprochen werden, die durch eine Regel normiert werden sollen; sie werden im Folgenden als *thematischer Bezug einer normativen Regel* bezeichnet.<sup>3</sup>

Von grundsätzlicher Bedeutung ist, dass durch normative Regeln keine Aussagen über die Beschaffenheit von Sachverhalten in der menschlichen Erfahrungswelt getroffen werden. Eine normative Regel legt fest, wie ein Sachverhalt oder ein Verhalten (unter bestimmten Bedingungen) beschaffen sein *soll*. Es ist auch klar, dass das, was durch eine normative Regel gefordert wird, nicht durch die Regel selbst bewirkt werden kann. Zum Beispiel kann die normative Regel, dass Autofahrer vor einer roten Ampel anhalten sollen, nicht bewirken, dass dies auch tatsächlich geschieht.

4. *Unterschiedliches Reden von Normen.* In der sozialwissenschaftlichen Literatur wird in unterschiedlichen Bedeutungen von „(sozialen) Normen“ gesprochen.

- a) In einer ersten Bedeutungsvariante sind normative Regeln gemeint, allerdings oft mit einem auf menschliches Verhalten eingeschränkten thematischen Bezug. Dem entspricht z.B. folgende Erläuterung von Judith Blake und Kingsley Davis in einem Handbuch-Artikel über „Norms, Values, and Sanctions“ (1964, S. 456): „the term [norm] is employed [...] to designate any standard or rule that states what human beings should or should not think, say, or do under given circumstances.“ Ähnliche Definitionen findet man auch bei anderen Autoren.<sup>4</sup>

<sup>3</sup>Auf diesen thematischen Bezug bezieht sich wohl auch meistens die Unterscheidung zwischen *sozialen* Regeln (für das Verhalten von Menschen) und *technischen* Regeln (für das Verhalten und die Eigenschaften technischer Artefakte); es gibt jedoch auch andere Unterscheidungsvorschläge, z.B. bei B. Joerges (1989).

<sup>4</sup>Außer der Einschränkung des thematischen Bezugs auf menschliches Verhalten wird von einigen Autoren auch vorausgesetzt, dass Normen „gelten“. So heißt es z.B. bei H. P. Bahrtdt (1994, S. 49): „Normen sind allgemein geltende und in ihrer Allgemeinheit

- b) Eine zweite Bedeutungsvariante knüpft an empirische Aussagen über normative Meinungen an, die sich einzelnen Menschen zurechnen lassen. Als Beispiel sei auf Karl-Dieter Opp hingewiesen, der unter Normen „geäußerte Erwartungen“ versteht (1983, S. 4). Tatsächlich meint Opp nicht Erwartungen in der üblichen Bedeutung dieses Worts, sondern normative Meinungen,<sup>5</sup> wie folgende Erläuterung zeigt:

„Zur Vermeidung von Mißverständnissen sei nachgetragen, daß Erwartungen *in verschiedenen Situationen* geäußert werden können. Wenn z.B. eine Person meint, man solle sonntags in die Kirche gehen, dann mag sie dies einem Interviewer sagen, sie mag dies gegenüber jemandem, der kein „Kirchgänger“ ist, zum Ausdruck bringen, oder auch in einem Gespräch über religiöse Fragen äußern.“ (Opp 1983, S. 15)

Bei diesem Ansatz werden also Aussagen über Normen als Aussagen über normative Meinungen oder Überzeugungen, die man bei den Mitgliedern einer Gesellschaft ermitteln kann, aufgefasst.

- c) Eine dritte Variante knüpft an Vorstellungen über Verhaltensregelmäßigkeiten an. Folgende Formulierung von Heinrich Popitz (1967, S. 22) verdeutlicht diesen Sprachgebrauch:

„Als Verhaltensnormen bezeichnen wir Verhaltensweisen, die von allen oder einer bestimmten Kategorie von Gesellschafts- bzw. Gruppenmitgliedern in einer bestimmten Situation regelmäßig wiederholt und im Fall der Abweichung durch eine negative Sanktion gegen den Abweicher bekräftigt werden. Wir beziehen uns also auf ein *tatsächlich ablaufendes Verhalten*, nicht auf ein gewünschtes oder als verbindlich gedachtes und auch nicht auf subjektiv erwartetes Verhalten.“

Es gibt also mindestens drei unterschiedliche Weisen, in denen von (sozialen) Normen gesprochen wird. Deshalb sei noch einmal betont, dass in diesem Text das Wort ‘Norm’ gleichbedeutend mit ‘normative Aussage’ verwendet wird. Somit können auch normative Regeln als Normen, die in der sprachlichen Form einer Regel formuliert sind, aufgefasst werden.

5. *Konstitutive Regeln.* Die Idee, konstitutive Regeln als einen eigenständigen Typ von Regeln zu konzipieren, wurde insbesondere von John R. Searle verbreitet. In einer frühen Arbeit über Sprechakte hat Searle den Grundgedanken folgendermaßen erläutert:

„I want to clarify a distinction between two different sorts of rules, which I shall call *regulative* and *constitutive* rules. I am fairly confident about the distinction, but do not find it easy to clarify. As a start, we might say that regulative rules

verständlich mittelbare Vorschriften für menschliches Handeln [...].“ Die Annahme, dass Normen „gelten“, definitivisch vorauszusetzen, ist jedoch unzweckmäßig, denn sie verstellt die Frage, ob und ggf. wie Normen „gelten“.

<sup>5</sup>Das potentiell irreführende Konfundieren von normativen Meinungen und „Erwartungen“ findet man in der soziologischen Literatur häufiger; z.B. beginnt Francesca M. Cancian (1975, S. 1) ihre Untersuchung über Normen mit der Bemerkung: „Norms can be loosely defined as shared conceptions of appropriate or expected action.“

regulate antecedently or independently existing forms of behavior; for example, many rules of etiquette regulate inter-personal relationships which exist independently of the rules. But constitutive rules do not merely regulate, they create or define new forms of behavior. The rules of football or chess, for example, do not merely regulate playing football or chess, but as it were they create the very possibility of playing such games. The activities of playing football or chess are constituted by acting in accordance with (at least a large subset of) the appropriate rules. Regulative rules regulate a pre-existing activity, an activity whose existence is logically independent of the rules. Constitutive rules constitute (and also regulate) an activity the existence of which is logically dependent on the rules.“ (Searle 1969, S. 33f.)

Allerdings gelangt man nicht ohne weiteres zu einer klaren Unterscheidung. Zum Beispiel gibt es Regeln für Fußballspiele; aber wäre es unmöglich, Fußball zu spielen, wenn es diese Regeln nicht gäbe? Zwar ist richtig, dass man ohne diese Regeln nicht *ihnen gemäß* Fußball spielen könnte, aber dieses Argument könnte ebenso bei regulativen Regeln angeführt werden. Gäbe es beispielsweise keine Verkehrsregeln, könnte man sich im Straßenverkehr nicht *ihnen gemäß* verhalten. Insofern liefert Searles Überlegung keine ausreichende Begründung für eine Unterscheidung zwischen regulativen und konstitutiven Regeln.<sup>6</sup>

Um zu einer sinnvollen Definition zu gelangen, kann jedoch an folgende sprachliche Form angeknüpft werden, die Searle (1969, S. 35) für konstitutive Regeln vorgeschlagen hat: *X counts as Y in context C*. Orientiert man sich an diesem Schema, dienen konstitutive Regeln dem Zweck, Objekten, Verhaltensweisen oder Situationen Bedeutungen zu verleihen. Zum Beispiel: Definitionen sprachlicher Ausdrücke, die Regeln des ASCII-Codes zur Fixierung der Bedeutung von Bit-Mustern und die Regeln, durch die die Bedeutung von Lichtsignalen im Straßenverkehr oder von Schallsignalen in der Schifffahrt festgelegt werden. Versteht man konstitutive Regeln in diesem Sinn, kann man auch noch einmal die anfangs zitierte Überlegung von Searle verfolgen. Denn man kann offenbar sagen, dass es durch konstitutive Regeln möglich wird, Tätigkeiten, Objekten oder Situationen eine intersubjektiv vermittelbare Bedeutung *zu geben*.<sup>7</sup> Wir werden im Weiteren von dieser Definition ausgehen; wenn von konstitutiven Regeln gesprochen wird, sind also stets Regeln gemeint, durch die Bedeutungen festgelegt werden.

6. *Prognostische und poietische Regeln*. Im Unterschied zu normativen und konstitutiven Regeln dienen prognostische Regeln dem Zweck, einschätzbar zu machen, was unter bestimmten Bedingungen wahrscheinlich der Fall gewesen ist oder sein wird. Prognostische Regeln beziehen sich also auf Prozesse in der menschlichen Erfahrungswelt. Instruktiv ist ein Vergleich

<sup>6</sup>Man vgl. hierzu auch die Kritik bei Max Black (1962, S. 123f.).

<sup>7</sup>Allerdings können die von Searle angeführten Beispiele (Spielregeln für Schach und Fußball) nicht mehr ohne weiteres als konstitutive Regeln verstanden werden.

mit normativen Regeln, zum Beispiel:

- (1) Ein Autofahrer *soll* vor einer roten Ampel anhalten.
- (2) Ein Autofahrer *wird (wahrscheinlich)* vor einer roten Ampel anhalten.

Im ersten Fall handelt es sich um eine normative, im zweiten Fall um eine prognostische Regel. Es ist offensichtlich, dass weder (2) aus (1) noch umgekehrt (1) aus (2) ableitbar ist.

Eine wichtige Variante prognostischer Regeln entsteht, wenn das Zustandekommen des durch die Regel vorausgesagten Sachverhalts auch von Tätigkeiten derjenigen Person (oder Personen) abhängt, auf die als Subjekt der Regelverwendung Bezug genommen wird. Solche Regeln zeigen, wie Menschen durch Tätigkeiten bestimmte Wirkungen erzielen können, und ich nenne sie deshalb *poietische Regeln*; zum Beispiel: Indem man ein Streichholz an einer rauhen Fläche reibt, kann man es zur Entzündung bringen. Offenbar hängt das Ergebnis auch davon ab, wie sich ein menschlicher Akteur verhält.

So allgemein formuliert gilt die Aussage allerdings auch für viele prognostische Regeln, die keine poietischen Regeln sind, z.B. für die oben unter (2) angegebene Regel. Denn was geschehen wird, wenn sich ein Autofahrer einer roten Ampel nähert, hängt offenbar auch und vor allem von seinem Verhalten ab. Aber im Unterschied zum Streichholz-Beispiel kann man mit dieser Regel keine Wirkungen hervorbringen; das Geschehen, auf das sich die Regel bezieht, läuft in einen Fall unabhängig, im anderen Fall nicht unabhängig von dem Verhalten *derjenigen* Personen ab, die sich mithilfe der Regel orientieren. Also kann man unterscheiden:

- a) Prognostische Regeln, die aus einer Beobachterperspektive formuliert werden können; und
- b) poietische Regeln, die aus einer Akteursperspektive formuliert werden müssen und bei denen das Geschehen, auf das sich die Regel bezieht, auch von Tätigkeiten eines als Akteur konzipierten Subjekts der Regelverwendung abhängt.

Natürlich darf nicht vergessen werden, dass auch bei vielen (nicht allen) prognostischen Regeln, die aus einer Beobachterperspektive formuliert werden können, das Geschehen, auf das sich die Regel bezieht, von menschlichen Tätigkeiten abhängt.

7. *Poietische und normative Regeln*. Obwohl poietische Regeln als ein Sonderfall prognostischer Regeln betrachtet werden können, muss andererseits bedacht werden, dass sie auch Ähnlichkeiten mit normativen Regeln aufweisen. Man muss es „richtig machen“, um mithilfe und entsprechend der Regel die beabsichtigte Wirkung zu erzielen. Darauf zu achten, ist wichtig, denn das Kennen- und Verwendenlernen poietischer Regeln ist für das menschliche Leben von grundlegender Bedeutung. Man kann wohl vermuten, dass sich die meisten Menschen in den meisten ihrer Tätigkeiten

an vorgängig gelernten poiетischen Regeln orientieren. Bei dieser Aussage setze ich natürlich einen weit gefassten Begriff poiетischer Regeln voraus und beziehe mich nicht nur auf technische Regeln. Zum Beispiel kann man auch an Regeln für Fussball- oder Schachspiele, an Regeln für korrektes Sprechen und Schreiben und an Regeln zur Berechnung statistischer Mittelwerte und Korrelationen denken. All dies sind poiетische Regeln, die *auch* als normative Regeln betrachtet werden können.

Insofern wäre es auch falsch, poiетische und normative Regeln als unterschiedliche Arten von Regeln zu unterscheiden. Denn die meisten normativen Regeln können auch als poiетische Regeln betrachtet werden. Die Bedeutung dieser Betrachtungsweise wird sichtbar, wenn man darauf achtet, dass den Geltungsansprüchen normativer Regeln keine kausale Wirksamkeit zukommt, sondern dass ihre Realisierung voraussetzt, dass menschliche Akteure ihr Verhalten an den normativen Regeln orientieren.

8. *Regeln kennen, verwenden, beachten, befolgen.* Regeln können für unterschiedliche Zwecke verwendet werden. Allgemein können sie als gedankliche Hilfsmittel zur Orientierung im Denken und Handeln charakterisiert werden. Je nachdem, um welche Arten von Regeln es sich handelt, können die Verwendungsweisen auch spezifischer charakterisiert werden. So kann man bei prognostischen Regeln davon sprechen, dass sie für Voraussagen verwendet werden können; andererseits kann man bei normativen Regeln oft davon sprechen, dass sich Menschen ihnen entsprechend oder von ihnen abweichend verhalten können. Die Formulierung, dass Menschen in ihrem Verhalten Regeln „folgen“, trifft also keineswegs alle Formen, in denen Menschen Regeln unterschiedlicher Art verwenden.

Prognostische Regeln können auch zur Bildung von Erwartungen verwendet werden.<sup>8</sup> Hierin liegt einer der Unterschiede zu normativen Regeln, die nicht ohne weiteres zur Bildung von Erwartungen verwendet werden können. Zum Beispiel liefert die normative Regel, dass Autofahrer vor einer roten Ampel anhalten sollen, für sich genommen keine Informationen darüber, wie sich Autofahrer vor roten Ampeln tatsächlich verhalten. Man benötigt vielmehr eine korrespondierende prognostische Regel, die sich auf das tatsächliche Verhalten von Autofahrern bezieht.

Wie auch immer Regeln verwendet werden, ihre Verwendung setzt ihre Kenntnis voraus. Damit ein Mensch eine Regel zur Orientierung im Denken und Handeln verwenden kann, muss er sie kennen. Damit ist zwar nicht gemeint, dass Regeln stets bewusst verwendet werden müssen; denn es gibt zahlreiche Beispiele, in denen die Orientierung an einer Regel – nachdem sie gelernt worden ist – in Form einer Gewohnheit, ohne ein explizites

<sup>8</sup>Wir unterscheiden zwischen Voraussagen und Erwartungen. *Voraussagen* sind Aussagen und haben als solche keinen bestimmten individuellen Subjektbezug. Dagegen beziehen sich *Erwartungen* darauf, was jeweils bestimmte Menschen in bestimmten Situationen erwarten. Während Voraussagen (post factum) wahr oder falsch sein können, werden Erwartungen erfüllt oder enttäuscht.

Bewusstsein der Regelanwendung geschieht. Dies setzt aber nicht nur ein vorgängiges Erlernen der Regel voraus, sondern auch, dass die Regel bei Bedarf formuliert und zum Gegenstand von Überlegungen gemacht werden kann. Mindestens in diesem Sinn muss ein Mensch eine Regel kennen, um davon sprechen zu können, dass er die Regel verwenden, beachten, befolgen oder sich an ihr orientieren kann.

Es soll also nicht genügen, dass ein Mensch sich einer Regel entsprechend verhält. Das kann ggf. aus einer Beobachterperspektive festgestellt werden, liefert aber für sich genommen noch keinen hinreichenden Grund für die Annahme, dass der betreffende Mensch sein Verhalten an einer Regel orientiert. Dem entspricht eine Unterscheidung zwischen „fitting“ und „guiding“ bei W. V. Quine (1972, S. 442):

„Behavior *fits* a rule whenever it conforms to it; whenever the rule truly describes the behavior. But the behavior is not *guided* by the rule unless the behavior knows the rule and can state it. This behavior *observes* the rule.“

Ähnliche Unterscheidungen wurden von anderen Autoren vorgeschlagen, u.a. von R. D. Gumb (1972, S. 41).<sup>9</sup>

## 6.2 Nomologische und poiетische Modelle

1. *Bezugsprobleme dynamischer Modelle.* Wie eingangs gesagt wurde, dienen dynamische Modelle dem Zweck, reale oder fiktive Prozesse darzustellen und in ihrem Ablauf einschätzbar zu machen. Etwas genauer können drei Zwecke unterschieden werden:

- Der Zweck eines dynamischen Modells kann in erster Linie darin bestehen, mit seiner Hilfe bestimmte Vorstellungen über einen fiktiven oder in der Vergangenheit tatsächlich abgelaufenen Prozess zu gewinnen. Wir sprechen in diesem Fall von einem *darstellenden Modell*.
- Ein dynamisches Modell kann dem Zweck dienen, hypothetische Aussagen über den Ablauf eines (oft, aber nicht unbedingt zukünftigen) Prozesses zu formulieren und deutlich zu machen, wie sie von Bedingungen abhängig sind. Wir sprechen in diesem Fall von einem *Modell für Projektionen*.
- Ein dynamisches Modell kann hauptsächlich dazu dienen, einen analytischen Rahmen bereitzustellen, um darüber nachzudenken, wie und wodurch mögliche Prozesse zustandekommen und von Bedingungen abhängen. Wir sprechen dann von einem *analytischen Modell*.

<sup>9</sup>Dagegen ist eingewendet worden, dass Menschen ihr Verhalten an einer Regel orientieren (und insofern die Regel „kennen“) können, ohne unbedingt in der Lage zu sein, eine explizite sprachliche Formulierung der Regel anzugeben. Eine ausführliche Diskussion findet man bei John Fisher (1975).

Offenbar handelt es sich um mögliche Zwecke dynamischer Modelle, die sich nicht unbedingt ausschließen.

2. *Nomologische und poiëtische Modelle.* Unabhängig von dem besonderen Zweck eines dynamischen Modells kann stets gefragt werden, *wie* und *wodurch* die Prozesse entstehen, die durch das Modell dargestellt und reflektierbar gemacht werden sollen.

Allerdings ist die Wodurch-Frage, die sich auf Akteure oder abstrakt auf „Triebkräfte“ eines Prozesses bezieht, in vielen Anwendungskontexten problematisch, und auch deshalb beschränken sich Modellkonstruktionen oft (fast immer) auf die Frage, *wie* Prozesse ablaufen. Auf diese Frage bezieht sich auch die Idee, dass Prozesse in ihrem Ablauf „durch Regeln bestimmt“ sein können. Wir sprechen dann von *nomologischen Modellen*, womit also Modelle gemeint sind, die von der Annahme ausgehen, dass die zu modellierenden Prozesse teilweise oder vollständig „durch Regeln bestimmt“ sind.

Diese Formulierung ist allerdings, wie bereits in Abschnitt II-5.1 (§ 5) bemerkt wurde, ambivalent, und es sollte deshalb betont werden: Wenn bei einem nomologischen Modell von „durch Regeln bestimmten“ Prozessen gesprochen wird, bezieht sich diese Aussage auf die mithilfe des Modells konstruierten Prozesse, also auf die Prozesse einer artifiziellen Modellwelt (in der, wie man auch sagen könnte, die Regeln gleichsam als Gesetze gelten, die der Modellstruktur seiner Modellwelt vorgeschrieben hat). Aussagen dieser Art implizieren infolgedessen nicht, dass auch die in der Realität ablaufenden Prozesse „durch Regeln bestimmt“ sind.

Nomologische Modelle setzen auch keine bestimmte Konzeptualisierung von Prozessen voraus und können auch für Handlungsprozesse entwickelt werden. Die Überlegungen dieses Kapitels betreffen jedoch nur nomologische Modelle, die an das allgemeine Zeitreihenschema anknüpfen.

3. *Ein formaler Rahmen für dynamische Modelle.* Wir knüpfen an die Ausführungen in Abschnitt II-5.2 an. Ausgangspunkt ist eine diskrete Zeitachse  $\mathcal{T}$ , die als eine geordnete Menge von Zeitstellen konzipiert und formal mit der Menge der ganzen Zahlen identifiziert wird. Zur Definition von Zeitreihen wird eine zusammenhängende Teilmenge  $\mathcal{T}^* \subset \mathcal{T}$  verwendet, wobei die Anzahl der Zeitstellen in  $\mathcal{T}^*$  endlich oder unendlich sein kann. In jedem Fall gibt es jedoch eine kleinste Zeitstelle, so dass man auch eine Prozesszeitachse  $\mathcal{T}^* := \{0, 1, 2, 3, \dots\}$  verwenden kann. Hier von ausgehend kann das allgemeine Zeitreihenschema durch eine Funktion  $X : \mathcal{T}^* \rightarrow \tilde{\mathcal{X}}$  dargestellt werden. Eine Zeitreihe  $X$  ist somit formal eine Funktion, die jeder Zeitstelle  $t \in \mathcal{T}^*$  einen Wert  $X(t)$  in einem Wertebereich  $\tilde{\mathcal{X}}$  zuordnet. Dabei gibt es keinerlei einschränkende Bedingungen für die Funktion  $X$  bzw. ihren Wertebereich  $\tilde{\mathcal{X}}$ . Der Wertebereich kann mehrdimensional sein, und es ist auch möglich, zeitliche Folgen statistischer Variablen zu erfassen (wobei dann die Elemente von  $\tilde{\mathcal{X}}$  ebenfalls Funktionen sind).

Durch das Zeitreihenschema erhält man also zunächst einen allgemeinen begrifflichen Rahmen zur Konzeption möglicher Prozesse. Um zu dynamischen Modellen zu gelangen, müssen Annahmen über das Zustandekommen der Prozesse hinzugefügt werden. In diesem Kapitel werden nur nomologische Modelle besprochen, die davon ausgehen, dass Prozessabläufe „durch Regeln bestimmt“ sind.

4. *Offene und geschlossene Modellkonzeptionen.* Dynamische Modelle unterscheiden sich auch darin, ob bzw. wie sie einen Kontext berücksichtigen. Ein *geschlossenes dynamisches Modell* kann allgemein durch ein Schema der folgenden Art dargestellt werden:

$$X(0) \longrightarrow X(1) \longrightarrow X(2) \longrightarrow X(3) \longrightarrow X(4) \longrightarrow$$

Dabei soll der Pfeil  $\longrightarrow$  einen zeitlichen Übergang andeuten, der „durch eine Regel bestimmt“ wird. Von einem *geschlossenen* Modell wird gesprochen, weil nur der Anfangszustand  $X(0)$  nicht innerhalb des Modells bestimmt wird; oder anders formuliert: Mit Ausnahme des Anfangszustands hängt der Prozess nur von Bedingungen ab, deren Zustandekommen innerhalb des Modells erklärt werden kann. Ein *offenes dynamisches Modell* kann dagegen in folgender Form dargestellt werden:

$$\begin{array}{ccccccccc} X(0) & \longrightarrow & X(1) & \longrightarrow & X(2) & \longrightarrow & X(3) & \longrightarrow & X(4) & \longrightarrow \\ & \nearrow & & \nearrow & & \nearrow & & \nearrow & & \\ & Y(0) & & Y(1) & & Y(2) & & Y(3) & & \end{array}$$

In diesem Fall hängt der durch  $X(t)$  repräsentierte Prozess auch von den Zuständen  $Y(t)$  eines anderen (Teil-)Prozesses ab, über deren Zustandekommen innerhalb des Modells keine Annahmen getroffen werden.<sup>10</sup> Um zu bestimmten Verläufen des  $X$ -Prozesses zu gelangen, muss also in diesem Fall nicht nur der Anfangszustand  $X(0)$ , sondern außerdem der gesamte  $Y$ -Prozess vorausgesetzt werden.<sup>11</sup>

5. *Deterministische und stochastische Modelle.* Bei nomologischen Modellansätzen geht man von der Vorstellung aus, dass die zu modellierenden

<sup>10</sup>Offenbar kann man wahlweise von zwei separaten Prozessen oder von zwei Teilprozessen eines gemeinsamen Prozesses sprechen.

<sup>11</sup>Es sei betont, dass sich hier die Adjektive ‘offen’ und ‘geschlossen’ auf Modelle beziehen, nicht jedoch auf „reale Systeme“ (vgl. Abschnitt II-4.1), wie z.B. in der folgenden Überlegung von W. Stegmüller (1983, S. 156): „Ein System kann *absolut abgeschlossen* sein, wenn die darin vorkommenden Prozesse überhaupt keiner äußeren Einwirkung unterliegen. Strenggenommen gibt es nur ein einziges derartiges System: das Universum. Ein System  $S$  ist *relativ abgeschlossen*, wenn entweder die äußeren Einwirkungen für die Prozesse innerhalb von  $S$  ohne Relevanz sind oder wenn sie konstanter Natur sind, so dass man sie bei der Formulierung von Gesetzen für die Übergänge von Zuständen von  $S$  vernachlässigen kann.“ Somit liegt die von Stegmüller nicht diskutierte Frage nahe, ob es wenigstens „relativ abgeschlossene“ reale Systeme gibt. Sie kann jedoch vermieden werden, wenn man sich von vornherein nur auf Modelle bezieht.



Prozesse nach gewissen Regeln ablaufen. Zur Konzeption solcher Regeln gibt es hauptsächlich zwei unterschiedliche Möglichkeiten.

- *Deterministische Regeln* liefern für jeden möglichen Zustand auf eindeutige Weise einen nachfolgenden Zustand.
- *Stochastische Regeln* liefern für jeden möglichen Zustand eine Wahrscheinlichkeitsverteilung für mindestens zwei mögliche nachfolgende Zustände.

Dementsprechend unterscheiden wir *deterministische* und *stochastische Modelle*. Wir betrachten dies als zwei Varianten nomologischer Modelle, identifizieren also nomologische Modelle nicht von vornherein mit deterministischen Modellen.

Eine weitere Differenzierungsmöglichkeit betrifft die Zeitabhängigkeit der Regeln. Bei den bisher verwendeten schematischen Formulierungen für geschlossene Modelle hängt  $X(t+1)$  nur vom vorangehenden Zustand  $X(t)$  ab, frühere Zustände sind jedenfalls nicht direkt relevant. Offenbar kann man auch annehmen, dass  $X(t+1)$  nicht nur von  $X(t)$ , sondern auch von  $X(t-1), \dots, X(t-k)$  abhängt. Wir sprechen dann von einer *Regel mit einem  $k$ -stufigen Gedächtnis*; als Spezialfall erhält man eine *gedächtnislose Regel*, wenn  $k=0$  ist.<sup>12</sup> (Analoge Definitionen können für offene Modelle verwendet werden.)

*6. Summarische und sequentielle Modelle.* In einer gewissen Analogie zu summarischen und sequentiellen Prozessdarstellungen (vgl. Abschnitt I-2.1, §1) kann man auch bei dynamischen Modellen zwei Ansätze unterscheiden:

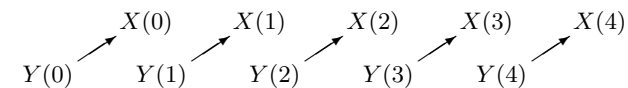
- *Summarische Modellansätze*, die sich unmittelbar auf Aspekte des gesamten Prozesses beziehen, und
- *sequentielle Modellansätze*, die die zeitstellenspezifischen Werte  $X(t)$  eines Prozesses sequentiell unter Rückgriff auf die jeweilige Vorgeschichte des Prozesses zu erklären versuchen.

Wenn unspezifisch von „dynamischen Modellen“ gesprochen wird, sind meistens sequentielle Modellansätze gemeint; offenbar verweisen auch die oben in §3 verwendeten Pfeildarstellungen nur auf sequentielle Modellansätze. Orientiert man sich jedoch an der zu Beginn dieses Kapitels gegebenen weiten Definition, können dynamische Modelle auch in summa-

<sup>12</sup>Auf den ersten Blick scheinen sich die Möglichkeiten zur Formulierung nomologischer Modelle durch die Verwendung von Regeln mit einem Gedächtnis wesentlich zu vergrößern. Es ist deshalb bemerkenswert, dass das in gewisser Weise nicht der Fall ist. Genauer gesagt: Ein nomologisches Modell, in dem Regeln mit einem  $k$ -stufigen Gedächtnis verwendet werden, kann stets in ein Modell mit gedächtnislosen Regeln transformiert werden. Es ist nur erforderlich, den Zustandsraum  $\mathcal{X}$  durch ein Gedächtnis (formal identisch mit  $\mathcal{X}^k$ ) zu ergänzen; dann kann offenbar die Abhängigkeit von den vergangenen  $k$  Zuständen auch als eine Abhängigkeit vom gegenwärtigen Zustand des Gedächtnisses dargestellt werden.

rischer Form konzipiert werden. Exemplarisch kann man an Regressionsmodelle denken, die sich unmittelbar auf summarische Kennzahlen eines Prozesses (wie etwa seine Dauer oder die Anzahl von Ereignissen einer gewissen Art während eines gewissen Zeitraums) beziehen. Ein weiteres Beispiel bilden Trendfunktionen für einfache Zeitreihen, mit denen wir uns im nächsten Abschnitt beschäftigen.

*7. Prozesserklärungen durch Prozesse.* Eine weitere Möglichkeit besteht darin, einen Prozess als eine Folge eines anderen, parallelaufenden Prozesses zu erklären. Dabei sind grundsätzlich sowohl summarische als auch sequentielle Ansätze vorstellbar. Bei sequentiellen Ansätzen kann man sich meistens an einem Bild der folgenden Art orientieren:



Das Bild soll andeuten, dass die Werte des  $X$ -Prozesses nur durch einen Rückgriff auf (gleichzeitige oder vorangegangene) Werte eines parallelaufenden  $Y$ -Prozesses erklärt werden sollen.<sup>13</sup> Das Bild zeigt auch, dass es sich um eine Variante der oben in §3 besprochenen offenen Modellansätze handelt.

Natürlich gibt es unterschiedliche Formen, in denen ein Prozess von einem anderen Prozess abhängig sein kann. Insbesondere können notwendige und kontingente Abhängigkeitsbeziehungen unterschieden werden. Ein begrifflich notwendiger Zusammenhang wird z.B. verwendet, wenn die zunehmende Bevölkerungsdichte in einem bestimmten Gebiet durch eine Bevölkerungszunahme erklärt wird. Als ein weniger triviales Beispiel wird in Kapitel 4 (in Teil I) ein demographisches Modell besprochen, bei dem die Bevölkerungsentwicklung durch einen Rückgriff auf für die Modellbildung vorausgesetzte Geburten-, Mortalitäts- und Migrationsprozesse erklärt wird.

Anders verhält es sich, wenn z.B. Ermüdungserscheinungen durch eine anhaltende anstrengende Tätigkeit oder wenn Veränderungen in der Vegetation eines Gebietes durch anhaltende Klimaveränderungen erklärt werden. In diesen Fällen gibt es nur kontingente Zusammenhänge zwischen den Prozessen, und es muss in jedem Fall gesondert überlegt werden, ob und ggf. wie eine kausale Deutung vorgenommen werden kann.

<sup>13</sup>Offenbar könnte man auch Regeln der Form  $Y(t) \rightarrow X(t+1)$  verwenden. Bei einer diskreten Zeitachse kommt der Unterscheidung keine grundsätzliche Bedeutung zu, da die Zeitstellen selbst eine mehr oder weniger große zeitliche Ausdehnung aufweisen.

### 6.3 Modelle für einfache Zeitreihen

Im Anschluss an die allgemeinen Ausführungen des vorangegangenen Abschnitts gehen wir im Folgenden etwas genauer auf Modelle für einfache Zeitreihen ein.

*1. Einfache Zeitreihen.* Wie in Abschnitt II-5.2 erläutert wurde, sprechen wir von einer einfachen Zeitreihe bzw. von einem einfachen Zeitreihenschema  $X : \mathcal{T}^* \rightarrow \mathcal{X}$ , wenn  $X(t)$  nur einfache Werte annehmen kann, die durch reelle Zahlen repräsentiert werden können. Der Wertebereich  $\mathcal{X}$  kann dann als eine Teilmenge der reellen Zahlen angesehen werden, und das Zeitreihenschema kann auch in der Form  $X : \mathcal{T}^* \rightarrow \mathbf{R}$  dargestellt werden. Bestimmte Zeitreihen ergeben sich als Realisierungen dieses Schemas und können als Folgen reeller Zahlen betrachtet werden (abkürzend wird oft  $x_t$  anstelle von  $X(t)$  verwendet).

Als Beispiele kommen hauptsächlich zwei Arten einfacher Zeitreihen in Betracht. Einerseits Zeitreihen, deren Werte sich unmittelbar auf Eigenschaften bestimmter Objekte oder Raumstellen beziehen; zum Beispiel: die Entwicklung des Körpergewichts einer Person. Andererseits können die Werte einer einfachen Zeitreihe aus den Werten einer anderen, komplexeren Zeitreihe abgeleitet sein. Dabei kann es sich sowohl um vektorielle Zeitreihen als auch um statistische Prozesse handeln. Insbesondere werden einfache Zeitreihen oft verwendet, um bestimmte Aspekte statistischer Prozesse zu charakterisieren. So kann z.B. die Entwicklung von Einkommensverteilungen durch eine einfache Zeitreihe für das Durchschnittseinkommen charakterisiert werden.

*2. Spekulative und deskriptive Trendbegriffe.* Eine Variante der Modellbildung für einfache Zeitreihen knüpft an den Trendbegriff an. Zum Verständnis ist zunächst zwischen spekulativen und deskriptiven Verwendungen des Trendbegriffs zu unterscheiden. Bei spekulativen Wortverwendungen sind irgendwelche Prozesse gemeint, die gewissermaßen als unpersönliche Akteure das Schicksal der durch sie bewegten Menschen und Objekte bestimmen. Ob bzw. wie dieser Idee eine klare Bedeutung gegeben werden kann, ist offenbar fragwürdig. Eine vollständig andere Bedeutung hat dagegen der deskriptive Trendbegriff, der sich auf die Werte einer einfachen Zeitreihe bezieht, die für die Trendkonstruktion als bereits realisierte und bekannte Werte vorausgesetzt werden. Wir orientieren uns an folgender Definition: Ein *deskriptiver Trend* einer Zeitreihe  $X : \mathcal{T}^* \rightarrow \mathbf{R}$  ist eine daraus abgeleitete Funktion  $m : \mathcal{T}^* \rightarrow \mathbf{R}$ , die als eine vereinfachende Repräsentation der ursprünglichen Zeitreihe betrachtet werden kann.

Ein deskriptiver Trend ist also formal eine Funktion der Zeit, und man kann gleichbedeutend auch von einer *Trendfunktion* sprechen. Durch diese Bezeichnung wird auch deutlich gemacht, dass Trends keine selbständig in der Realität ablaufende Prozesse sind, sondern Konstruktionen zur Repräsentation historischer oder fiktiver Prozesse.

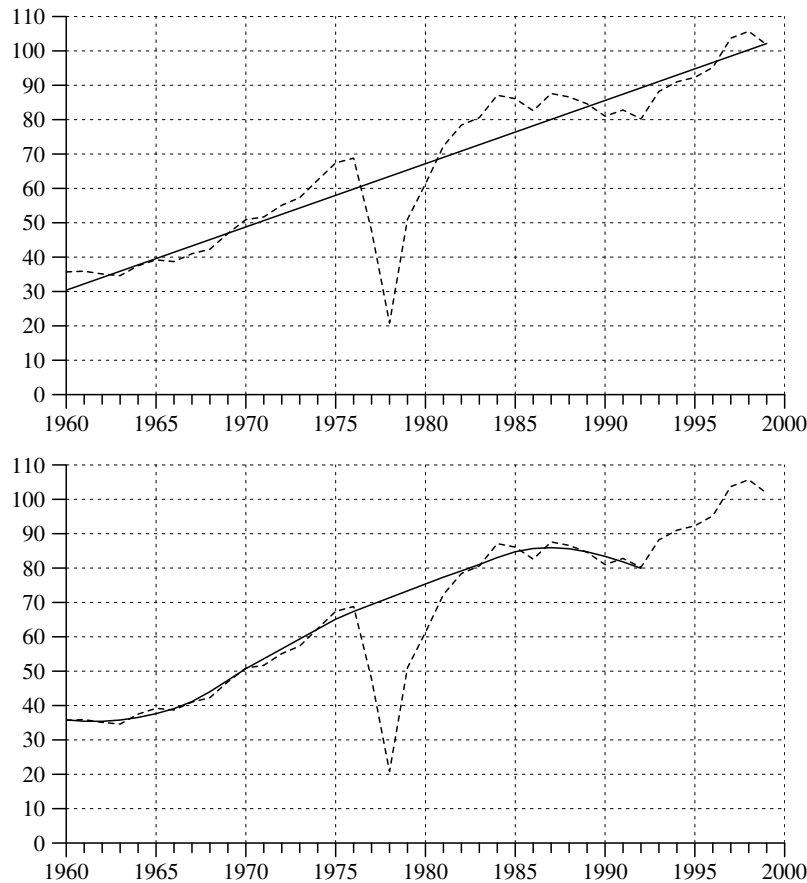
**Tabelle 6.3-1** Scheidungsziffern ( $x_t =$  Anzahl Ehescheidungen pro 10000 Ehen im Jahr  $t$ ) im Gebiet der BRD (in den Grenzen vor 1990). Quelle: Statistisches Bundesamt: Bevölkerung und Wirtschaft 1872–1972, S. 114; Fachserie 1, R. 1, 1982, S. 114, und 1999, S. 61.

$t$	$x_t$	$t$	$x_t$	$t$	$x_t$	$t$	$x_t$	$t$	$x_t$
1960	35.7	1968	42.3	1976	68.8	1984	87.1	1992	80.2
1961	35.9	1969	46.9	1977	47.7	1985	86.1	1993	88.2
1962	35.1	1970	50.9	1978	20.8	1986	82.6	1994	91.0
1963	34.6	1971	51.7	1979	51.0	1987	87.6	1995	92.3
1964	37.5	1972	55.1	1980	61.3	1988	86.6	1996	95.2
1965	39.2	1973	57.3	1981	72.3	1989	84.6	1997	103.7
1966	38.7	1974	62.4	1982	78.4	1990	81.0	1998	105.7
1967	41.0	1975	67.4	1983	80.6	1991	82.8	1999	101.8

*3. Beispiele für Trendfunktionen.* Um die Definition und ihre durch die Formulierung „vereinfachende Repräsentation“ angedeutete Unschärfe zu verdeutlichen, betrachten wir die Entwicklung der jährlichen Scheidungsziffern (Anzahl der Ehescheidungen eines Jahres pro 10000 Ehen) im Gebiet der BRD (in den Grenzen vor 1990) im Zeitraum von 1960 bis 1999. Tabelle 6.3-1 zeigt die vom Statistischen Bundesamt publizierten Daten. Die Daten können offenbar als Werte einer Zeitreihe  $x_t$  ( $t = 1960, \dots, 1999$ ) betrachtet und graphisch dargestellt werden. Abb. 6.3-1 zeigt den Verlauf der Zeitreihe als eine gestrichelte Linie. Außerdem zeigt das obere Schaubild einen *linearen Trend*, der aus den Daten der Zeitreihe mit der Methode der kleinsten Quadrate berechnet wurde. Es handelt sich wiederum um eine Zeitreihe, eine Funktion der Zeit, die jedoch einen einfacheren – in diesem Fall einen besonders einfachen, nämlich linearen – Verlauf aufweist, aber gleichwohl als eine Repräsentation der ursprünglichen Zeitreihe betrachtet werden kann.

Dies ist ein Beispiel für einen deskriptiven Trend. Offenbar könnte man auch viele andere Trendfunktionen konstruieren, die die gegebenen Daten vereinfachend repräsentieren. Zum Beispiel könnte man den vorübergehenden Rückgang der Scheidungsziffern in den Jahren 1977–80 als eine Ausnahmerecheinung betrachten und die entsprechenden Daten aus der Trendberechnung ausklammern. Außerdem könnten statt linearer auch nicht-lineare Trendfunktionen berechnet werden. Zur Illustration zeigt das untere Schaubild in Abb. 6.3-1 eine Trendfunktion, die als eine sog. glättende Splinefunktion mit den Werten für den Zeitraum 1960–92 (ohne die Jahre 1977–80) berechnet worden ist.<sup>14</sup> Offenbar gelangt man zu einer anderen Darstellung. Während das obere Schaubild einen linear ansteigenden Trend suggeriert, deutet das untere Schaubild unter Beschränkung auf den

<sup>14</sup>Die Berechnung erfolgte mit der `sp1`-Prozedur des Statistikprogramms TDA.



**Abb. 6.3-1** Die gestrichelten Linien zeigen die Scheidungsziffern entsprechend den Daten in Tabelle 6.3-1. Das obere Schaubild zeigt außerdem eine lineare Trendfunktion, das untere Schaubild eine glättende Splinefunktion, für deren Berechnung nur die Werte von 1960 bis 1992 (ohne die Jahre 1977–80) verwendet wurden.

Zeitraum bis 1992 einen zunächst S-förmig ansteigenden, schließlich wieder sinkenden Trend an.

4. *Wofür Trendfunktionen verwendet werden können.* Obwohl Trendfunktionen stets nur mehr oder weniger willkürlich konstruiert werden können, sind sie für eine Reihe von Zwecken nützlich.

- In erster Linie können sie verwendet werden, um Zeitreihen, die sich auf längere Zeiträume beziehen, vereinfachend darzustellen. Sie sind dann ein Hilfsmittel, um summarische Beschreibungen zu ermöglichen.
- Weiterhin sind (implizite) Trendkonstruktionen oft eine Voraussetzung

für Fragestellungen, die sich auf die Entwicklung eines Prozesses beziehen. Und zwar einerseits in globaler Hinsicht: Fragt man z.B., wie es zu dem lang anhaltenden Anstieg der Scheidungsziffern während des Zeitraums von 1960 bis 1999 gekommen ist, wird offenbar nicht nur auf einen Trend Bezug genommen, sondern außerdem ein alternativer Trend – in diesem Beispiel eine gleichbleibende Entwicklung der Scheidungsziffern – zur Definition einer Abweichung (die erklärt werden sollte) herangezogen.

Andererseits aber auch in lokaler Hinsicht, denn erst durch eine Konstruktion von Trendfunktionen wird es möglich, lokale Entwicklungen einer Zeitreihe als Abweichungen von einem Trend zu beschreiben. Spricht man z.B. von einem „vorübergehenden Rückgang der Scheidungsziffern in den Jahren 1977–80“, setzt dies implizit oder explizit die Orientierung an einer Trendfunktion voraus.

- Schließlich können Trendfunktionen auch als ein Ausgangspunkt für Projektionen möglicher Werte einer Zeitreihe verwendet werden, für die keine Daten vorhanden sind. Dabei muss es sich nicht unbedingt um Projektionen zukünftiger Werte handeln, sie können sich auch auf vergangene oder intermediäre Zeitstellen beziehen, für die aus irgendwelchen Gründen keine Daten vorhanden sind. Natürlich sind Projektionen, die auf einer Fortschreibung von Trendfunktionen beruhen, problematisch und liefern oft keine verlässlichen Voraussagen.

5. *Summarische und sequentielle Modelle.* Denkt man an die in Abschnitt II-6.2 (§ 6) eingeführte Unterscheidung, handelt es sich bei Trendfunktionen um summarische Modelle; sie liefern summarische Repräsentationen für den gesamten Zeitraum, für den eine Zeitreihe definiert ist. Davon unterscheiden sich sequentielle Modelle, die folgendermaßen charakterisiert werden können:

Ein *sequentielles Modell* für eine einfache Zeitreihe  $x_0, x_1, x_2, \dots$  ist ein Modell, mit dem für jeden Wert  $x_t$  (wobei  $t > 0$  ist) ein Näherungswert  $y_t$  erzeugt werden kann, und zwar so, dass zur Erzeugung von  $y_t$  keine Kenntnis von  $x_t$  oder späterer Werte der ursprünglichen Zeitreihe erforderlich ist.

Um zu einem Näherungswert für  $x_t$  zu gelangen, können also bei einem sequentiellen Modell nur Werte der ursprünglichen Zeitreihe verwendet werden, die in Zeitstellen vor  $t$  realisiert worden sind. Somit ist auch klar, dass Trendfunktionen in den meisten Fällen nicht als sequentielle Modelle verstanden werden können (obwohl auch sie Näherungswerte für die ursprüngliche Zeitreihe liefern). Insbesondere sind Trendfunktionen, die mit Methoden der Regressionsrechnung oder mit lokalen Glättungsverfahren berechnet werden, keine sequentiellen Modelle.

6. *Modelle zur Fortschreibung einfacher Zeitreihen.* Ein sequentielles Mo-

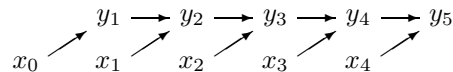
dell besteht im Wesentlichen aus einer Regel, mit deren Hilfe für jede Zeitstelle  $t > 0$  ein Näherungswert  $y_t$  für den Wert  $x_t$  der ursprünglichen Zeitreihe erzeugt werden kann. Dafür können Informationen über  $y_0, \dots, y_{t-1}$  und  $x_0, \dots, x_{t-1}$  verwendet werden. Natürlich sind auch Regeln vorstellbar, die nur einen Teil dieser Information ausnutzen.

Wir sprechen von einem sequentiellen Modell zur Fortschreibung einfacher Zeitreihen, wenn zur Berechnung von  $y_t$  mindestens der vorangegangene Zeitreihenwert  $x_{t-1}$  verwendet wird. In diesem Fall wird also zur Erzeugung eines Näherungswerts für  $x_t$  auf eine Kenntnis des vorangegangenen Werts  $x_{t-1}$  und ggf. weiterer vorangegangener Werte zurückgegriffen. Hier sind drei einfache Beispiele:

- $y_t = x_{t-1}$ . In diesem Fall wird als Näherung für  $x_t$  der vorangegangene Zeitreihenwert verwendet.
- $y_t = (x_{t-1} + x_{t-2})/2$ . In diesem Fall wird als Näherung für  $x_t$  der Mittelwert der beiden vorangegangenen Zeitreihenwerte verwendet.
- $y_t = 2x_{t-1} - x_{t-2}$ . In diesem Fall wird zum vorangegangenen Zeitreihenwert die Veränderung  $x_{t-1} - x_{t-2}$  addiert.

In den meisten Fällen wird es bei allen möglichen Regeln zu Fehlern, d.h. Abweichungen zwischen  $y_t$  und  $x_t$ , kommen. Bezieht man sich auf einen Zeitraum von  $t'$  bis  $t''$ , erhält man durch  $\sum_{t=t'}^{t''} |x_t - y_t|$  ein Maß für den gesamten absoluten Fehler während dieses Zeitraums. Dieser Fehler kann jedoch erst berechnet werden, wenn die Werte der Zeitreihe für den gesamten Zeitraum bekannt sind; es ist deshalb nicht möglich, sequentielle Modelle zu konstruieren, die diesen Fehler minimieren. Bestenfalls kann man sich an Vermutungen über den möglichen oder wahrscheinlichen Verlauf einer Zeitreihe orientieren.<sup>15</sup>

*7. Offene und geschlossene Modelle.* Es ist bemerkenswert, dass Modelle zur Fortschreibung einfacher Zeitreihen offene Modelle sind. Als externer Prozess dient in diesem Fall die jeweils in der Vergangenheit der aktuellen Zeitstelle realisierte Zeitreihe selbst, wie durch folgendes Bild illustriert wird:



Ggf. müssten weitere Pfeile hinzugefügt werden, wenn zur Berechnung von  $y_t$  auch noch Zeitreihenwerte verwendet werden, die vor  $t - 1$  realisiert worden sind.

<sup>15</sup>Auf solchen Vermutungen bzw. Annahmen beruhen auch (stochastische) Zeitreihenmodelle, die – relativ zu den vorausgesetzten Annahmen – gewisse Optimalitätseigenschaften aufweisen.

## 6.4 Modelle für statistische Prozesse

*1. Unterschiedliche Modellansätze für statistische Prozesse.* Ein auch für die Sozialstrukturforschung wichtiger Spezialfall dynamischer Modelle entsteht, wenn sich die Modellbildung auf statistische Prozesse bezieht. Wie in Abschnitt II-5.2 besprochen wurde, können dabei drei Varianten unterschieden werden. Geht man von einem Zeitreihenschema  $X : \mathcal{T}^* \rightarrow \tilde{\mathcal{X}}$  aus, kann man sich in allen drei Fällen vorstellen, dass  $X_t$  die statistische Variable ist, die den statistischen Prozess in der Zeitstelle  $t$  repräsentiert. Für die Modellbildung entsteht dann folgende Alternative:

- Einerseits kann man die für ein nomologisches Modell erforderlichen Regeln für die Verteilungen der statistischen Variablen konzipieren. Dies entspricht einer statistischen Betrachtungsweise, die sich nur für Verteilungen und daraus ableitbare Größen interessiert, so dass man in diesem Fall von *Makro-Modellen* (für statistische Prozesse) sprechen kann.
- Andererseits kann man versuchen, Regeln zu konzipieren, mit deren Hilfe man von den individuellen Werten einer Variablen  $X_t$  zu den individuellen Werten einer nachfolgenden Variablen  $X_{t+1}$  gelangen kann. Da sich solche Regeln auf die individuellen Elemente der Referenzmengen der statistischen Variablen beziehen müssen, kann man von *Mikro-Modellen* (für statistische Prozesse) sprechen.

*2. Makro-Modelle für statistische Prozesse.* Wiederum können offene und geschlossene Ansätze unterschieden werden. Folgendes Schema deutet die Konzeption eines geschlossenen Makro-Modells an:

$$P_{[X_0]} \rightarrow P_{[X_1]} \rightarrow P_{[X_2]} \rightarrow P_{[X_3]} \rightarrow P_{[X_4]} \rightarrow$$

An diese Darstellung knüpft auch eine oft verwendete Methode zur Formulierung von Regeln an, indem folgende Gleichung für den Zusammenhang zwischen zeitlich aufeinander folgenden Verteilungen benutzt wird:

$$P_{[X_{t+1}]} = \sum_{\tilde{x}} P_{[X_{t+1}|X_t=\tilde{x}]} P_{[X_t]}(\tilde{x}) \quad (6.1)$$

Kennt man die allgemeine Regressionsfunktion  $\tilde{x} \rightarrow P_{[X_{t+1}|X_t=\tilde{x}]}$ , kann man die Verteilung von  $X_{t+1}$  aus der Verteilung von  $X_t$  ableiten. Ähnlich kann bei einem offenen Modell vorgegangen werden. In schematischer Form sieht der Modellansatz dann folgendermaßen aus:

$$\begin{array}{ccccccc} P_{[X_0]} & \rightarrow & P_{[X_1]} & \rightarrow & P_{[X_2]} & \rightarrow & P_{[X_3]} & \rightarrow & P_{[X_4]} & \rightarrow \\ & \nearrow & & \nearrow & & \nearrow & & \nearrow & & \\ & P_{[Y_0]} & & P_{[Y_1]} & & P_{[Y_2]} & & P_{[Y_3]} & & \end{array}$$

Auch in diesem Fall können Regeln durch einen Rückgriff auf allgemeine Regressionsfunktionen formuliert werden, indem von folgender Gleichung ausgegangen wird:

$$P_{[X_{t+1}]} = \sum_{\tilde{x}} \sum_{\tilde{y}} P_{[X_{t+1}|X_t=\tilde{x}, Y_t=\tilde{y}]} P_{[X_t, Y_t]}(\tilde{x}, \tilde{y}) \quad (6.2)$$

Sie zeigt auch, dass zur Ableitung der Verteilung von  $X_{t+1}$  eine Kenntnis der *gemeinsamen* Verteilung von  $X_t$  und  $Y_t$  erforderlich ist.<sup>16</sup>

3. *Verweildauervariablen als statistische Prozesse.* Da in der Sozialstrukturforschung oft Verweildauervariablen verwendet werden (vgl. Abschnitt I-2.1), sollte man sich klarmachen, dass in formal äquivalenter Weise auch statistische Prozesse, also zeitliche Folgen statistischer Variablen, betrachtet werden können. Um das deutlich zu machen, beziehen wir uns auf eine Verweildauervariable  $(T, D) : \Omega \rightarrow \mathcal{T}_0 \times \tilde{\mathcal{D}}$ . Dabei ist  $\mathcal{T}_0 = \{0, 1, 2, 3, \dots\}$  eine Prozesszeitachse, und  $\tilde{\mathcal{D}}$  repräsentiert die möglichen Folgezustände, in die gewechselt werden kann und die im Folgenden durch die Zahlen  $1, \dots, m$  bezeichnet werden. Ergänzend wird der Ausgangszustand der Episode als Zustand 0 bezeichnet.

Hiervon ausgehend kann nun auch ein diachron aggregierter statistischer Prozess mit der Referenzmenge  $\Omega$  definiert werden, nämlich eine Folge statistischer Variablen  $X_t : \Omega \rightarrow \{0, 1, \dots, m\}$ , wobei sich  $t$  auf die Zeitachse  $\mathcal{T}_0$  bezieht, deren Werte folgendermaßen definiert sind:<sup>17</sup>

$$X_t(\omega) := \begin{cases} 0 & \text{wenn } T(\omega) \geq t \\ D(\omega) & \text{wenn } T(\omega) < t \end{cases}$$

Offenbar können auch umgekehrt die Werte der Verweildauervariablen  $(T, D)$  aus den Werten dieses statistischen Prozesses abgeleitet werden; insofern handelt es sich um formal äquivalente Darstellungen.

Aus der Verteilung der Verweildauervariablen kann auch sogleich eine Regel für die Fortschreibung des statistischen Prozesses gewonnen werden. Definiert man nämlich für jeden möglichen Folgezustand  $d \in \tilde{\mathcal{D}}$  eine zustandsspezifische Übergangsrate<sup>18</sup>

$$r_d(t) := \frac{|\{\omega \in \Omega \mid T(\omega) = t, D(\omega) = d\}|}{|\{\omega \in \Omega \mid T(\omega) \geq t\}|}$$

und verwendet man ergänzend die Bezeichnung  $r_0(t) := 1 - \sum_{d=1}^m r_d(t)$ , gilt für  $d = 0, 1, \dots, m$  folgende Gleichung:

$$P_{[X_{t+1}]}(d) = P_{[X_t]}(d) + r_d(t) P_{[X_t]}(0) \quad (6.3)$$

<sup>16</sup>Diese gemeinsame Verteilung könnte wiederum aus  $P_{[Y_t]}$  und einer Regressionsfunktion  $\tilde{y} \rightarrow P_{[X_t|Y_t=\tilde{y}]}$  abgeleitet werden.

<sup>17</sup>Dabei gehen wir von folgender Konvention aus: Wenn  $(T, D)(\omega) = (t, d)$  ist, also in der Zeitstelle  $t$  ein Übergang in den Folgezustand  $d$  stattfindet, wird dieser Folgezustand zum ersten Mal in der Zeitstelle  $t+1$  eingenommen. In der Zeitstelle  $t = 0$  befinden sich somit alle Mitglieder von  $\Omega$  im Ausgangszustand 0; auch diejenigen, bei denen bereits in dieser Zeitstelle ein Übergang in einen Folgezustand stattfindet.

<sup>18</sup>Wir verwenden hier die  $r_d(t)$  als Abkürzung für die in Abschnitt I-2.1 (§ 6) eingeführte Schreibweise  $r_{[T,D=d]}(t)$ .

Auf diese Weise entsteht eine einfache Möglichkeit zur Formulierung von Makro-Modellen für diachron aggregierte statistische Prozesse.

4. *Mikro-Modelle für statistische Prozesse.* Eine einfache Formulierung ist möglich, wenn man sich auf einen diachron aggregierten statistischen Prozess  $X_t : \Omega \rightarrow \tilde{\mathcal{X}}$  beziehen kann, bei dem sich die Längsschnittgesamtheit  $\Omega$  im Zeitablauf nicht verändert.<sup>19</sup> Die Regeln eines Mikro-Modells beziehen sich auf die individuellen Elemente dieser Gesamtheit. Im Unterschied zu Makro-Modellen, bei denen fast ausschließlich deterministische Regeln verwendet werden, können nun, wie in Abschnitt II-6.2 (§ 5) besprochen wurde, zwei Varianten unterschieden werden:

- Für *deterministische Mikro-Modelle* werden Regeln verwendet, mit deren Hilfe für jedes Objekt  $\omega$  und jede Zeitstelle  $t$  aus einem Zustand  $X_t(\omega)$  ein neuer Zustand  $X_{t+1}(\omega)$  abgeleitet werden kann.
- Für *stochastische Mikro-Modelle* werden Zufallsgeneratoren verwendet, mit deren Hilfe für jedes Objekt  $\omega$  und jede Zeitstelle  $t$  unter Berücksichtigung des Zustands  $X_t(\omega)$  ein neuer Zustand  $X_{t+1}(\omega)$  erzeugt werden kann.

Mit nur geringfügigen Modifikationen können entsprechende Regelvarianten für offene Mikro-Modelle formuliert werden. Für beide Varianten gibt es auch eine weitere wichtige Unterscheidung:

- Einerseits, wie in den vorab verwendeten Formulierungen, kann man Modellansätze konzipieren, bei denen  $X_{t+1}(\omega)$  nur von  $X_t(\omega)$  (und in einem offenen Modell auch von  $Y_t(\omega)$ ) abhängig ist. Man kann dann von einem *Mikro-Modell mit atomistischen Regeln* sprechen.
- Andererseits kann man Modellansätze konzipieren, bei denen  $X_{t+1}(\omega)$  nicht nur von  $X_t(\omega)$  (und ggf. von  $Y_t(\omega)$ ) abhängig ist, sondern außerdem vom Zustand einer Umgebung von  $\omega$  in der Zeitstelle  $t$ , der wiederum von Eigenschaften anderer Elemente von  $\Omega$  abhängig ist. Dann kann von einem *Mikro-Modell mit kontextabhängigen Regeln* gesprochen werden.

Wir werden uns mit diesen unterschiedlichen Möglichkeiten später genauer beschäftigen. Dabei wird sich auch zeigen, dass stochastische Mikro-Modelle mit atomistischen Regeln eine große Ähnlichkeit mit Makro-Modellen für statistische Prozesse aufweisen.

<sup>19</sup>Wir werden später besprechen, dass Mikro-Modelle auch für Prozesse, bei denen sich die Zusammensetzung der Referenzmengen im Zeitablauf verändert, formuliert werden können.

## Kapitel 7

# Statistische Bedingungsanalysen

### 7.1 Bedingte Verteilungen

1. Definition bedingter Verteilungen.
2. Statistische Regressionsrechnung.
3. Beispiel: Autofahrer an einer Ampel.
4. Beispiel: Ausgaben privater Haushalte.
5. Statistische und substantielle Bedingungen.
6. Bezugnahmen auf substantielle Prozesse.

### 7.2 Statistische Regressionsmodelle

1. Regressionsmodelle.
2. Parametrische Modellansätze.
3. Berechnungsverfahren.
4. Modellfunktionen für Mittelwertregressionen.

### 7.3 Statistische Strukturen als Bedingungen?

1. Erläuterungen zur Fragestellung.
2. Reflexion einer möglichen Verwechslung.
3. Wie man von strukturellen Bedingungen sprechen kann.
4. Das Problem der Mikro-Relevanz statistischer Strukturen.

In diesem Kapitel beschäftigen wir uns mit der Frage, wie statistische Begriffsbildungen und Methoden zur Ermittlung von Bedingungsverhältnissen verwendet werden können. Der erste Abschnitt erklärt zunächst den grundlegenden Begriff einer bedingten Verteilung und daran anschließend Regressionsfunktionen. Im zweiten Abschnitt werden Regressionsmodelle zur Darstellung von Regressionsfunktionen besprochen. Dann geht es im dritten Abschnitt um die Frage, ob bzw. in welcher Bedeutung auch statistische Strukturen als Bedingungen (sozialer Prozesse) betrachtet werden können.

## 7.1 Bedingte Verteilungen

*1. Definition bedingter Verteilungen.* Grundlegend für alle analytischen Verwendungen statistischer Methoden ist der Begriff einer *bedingten Verteilung*. Wir verwenden allgemein die Notation

$$P_{[\text{Variablen} | \text{Bedingungen}]}$$

womit die Verteilung derjenigen Variablen gemeint ist, die vor dem Bedingungsstrich | stehen, und zwar eingeschränkt auf diejenige Teilgesamtheit

der Referenzmenge  $\Omega$ , bei der die hinter dem Bedingungsstrich genannten Bedingungen erfüllt sind. Bedingte Verteilungen sind also, wie alle Häufigkeitsverteilungen, Funktionen; bestimmte numerische Werte (Häufigkeiten) erhält man erst, wenn man sich auf den Wert der Funktion bei einem bestimmten Argument bezieht (das in runden Klammern an den Funktionsnamen angehängt wird).

Zur Illustration beziehen wir uns auf die im Abschnitt II-3.1 verwendete zweidimensionale Variable

$$(X, Y) : \Omega \longrightarrow \tilde{\mathcal{X}} \times \tilde{\mathcal{Y}}$$

bei der  $X$  das Geschlecht und  $Y$  das Alter von 10 Personen erfasst (die Daten findet man in Tabelle II-3.1-1). Einige Beispiele für bedingte Verteilungen, die in diesem Fall gebildet werden können, sind die folgenden:

- $P_{[Y|X=0]}$ . Dies ist die Verteilung der Variablen  $Y$  bei derjenigen Teilgesamtheit, bei der die Variable  $X$  den Wert 0 hat; es handelt sich also um die Altersverteilung der Männer. Wie gesagt, ist dies eine Funktion. Ein bestimmter Wert wäre etwa  $P_{[Y|X=0]}(Y \geq 25) = 0.5$ , d.h. 50% der Männer sind mindestens 25 Jahre alt. In analoger Bedeutung ist  $P_{[Y|X=1]}$  die Altersverteilung der Frauen.
- $P_{[X|Y \geq 25]}$  ist die Verteilung von  $X$  bei den Personen, die mindestens 25 Jahre alt sind. Also ist z.B.  $P_{[X|Y \geq 25]}(1) = 0.5$ , d.h. 50% der mindestens 25 Jahre alten Personen sind weiblich.
- $P_{[Y|Y \geq 25, X=1]}$  ist die Altersverteilung der Frauen, die mindestens 25 Jahre alt sind. Dieses Beispiel zeigt auch, dass Variablen gleichzeitig vor und hinter dem Bedingungsstrich verwendet werden können.

*2. Statistische Regressionsrechnung.* Wenn von statistischer Regressionsrechnung gesprochen wird, sind allgemein Methoden zur Darstellung bedingter Verteilungen gemeint. Ein Verständnis gewinnt man durch eine Unterscheidung allgemeiner und spezieller Regressionsfunktionen.<sup>1</sup> Ausgangspunkt ist eine zweidimensionale Variable  $(X, Y) : \Omega \longrightarrow \tilde{\mathcal{X}} \times \tilde{\mathcal{Y}}$  (wobei sowohl  $X$  als auch  $Y$  mehrdimensional sein können). Dann wird eine der beiden Komponenten als *unabhängige*, die andere als *abhängige Variable* bestimmt; wir wählen für die folgende Darstellung  $X$  als unabhängige und  $Y$  als abhängige Variable. Schließlich kann eine *allgemeine Regressionsfunktion* definiert werden, die jedem möglichen Merkmalswert  $\tilde{x} \in \tilde{\mathcal{X}}$  die bedingte Verteilung  $P_{[Y|X=\tilde{x}]}$  zuordnet.

Der Zweck dieser Konstruktion besteht darin, dass man ermitteln möchte, wie die Verteilung der abhängigen Variablen durch jeweils spezielle Werte der unabhängigen Variablen bedingt wird. Allerdings sind allgemeine Regressionsfunktionen gewissermaßen Funktionen zweiter Ordnung, da

<sup>1</sup>Eine ausführliche Diskussion findet man bei Rohwer und Pötter (2001, Teil II).

es sich bei ihren Werten um bedingte Verteilungen, also wiederum um Funktionen handelt. Folgendes Bild veranschaulicht dies:

$$\underbrace{\tilde{x} \longrightarrow (\tilde{y} \longrightarrow \text{P}_{[Y|X=\tilde{x}]}(\tilde{y}))}_{\text{allgemeine Regressionsfunktion}}$$

bedingte Verteilung

Eine allgemeine Regressionsfunktion ordnet jedem möglichen Wert  $\tilde{x}$  der unabhängigen Variablen  $X$  eine bedingte Verteilung zu, die jedoch selbst eine Funktion ist, die jedem möglichen Wert  $\tilde{y}$  der abhängigen Variablen  $Y$  eine bedingte Häufigkeit  $\text{P}_{[Y|X=\tilde{x}]}(\tilde{y})$  zuordnet.

Somit entsteht die Frage, wie man Regressionsfunktionen darstellen kann. Die meisten Vorschläge folgen einem einfachen Grundgedanken, der darin besteht, als Werte einer Regressionsfunktion nicht bedingte Verteilungen im Sinne von Funktionen zu verwenden, sondern Zahlen, durch die die bedingten Verteilungen charakterisiert werden können. Regressionsfunktionen nehmen dann folgende Form an:

$$\tilde{x} \longrightarrow \text{Charakterisierung von } \text{P}_{[Y|X=\tilde{x}]}$$

Dadurch werden Regressionsfunktionen zu gewöhnlichen Funktionen; wir nennen sie *spezielle Regressionsfunktionen*. Durch eine spezielle Regressionsfunktion wird jedem Merkmalswert  $\tilde{x} \in \tilde{\mathcal{X}}$  eine bestimmte Zahl zugeordnet, die die bedingte Verteilung  $\text{P}_{[Y|X=\tilde{x}]}$  charakterisiert.

Offenbar können spezielle Regressionsfunktionen auf fast beliebig viele Weisen definiert werden. Hauptsächlich werden jedoch die folgenden drei Charakterisierungen verwendet:

- Bedingte Mittelwerte; spezielle Regressionsfunktionen sehen dann folgendermaßen aus:  $\tilde{x} \longrightarrow \text{M}(Y|X = \tilde{x})$ . Jedem Merkmalswert  $\tilde{x} \in \tilde{\mathcal{X}}$  wird der durch ihn bedingte Mittelwert der abhängigen Variablen zugeordnet.
- Bedingte Quantile; spezielle Regressionsfunktionen haben dann die Gestalt:  $\tilde{x} \longrightarrow \text{Q}_p(Y|X = \tilde{x})$ . Jedem Merkmalswert  $\tilde{x} \in \tilde{\mathcal{X}}$  werden ein oder mehrere durch ihn bedingte Quantile der Verteilung der abhängigen Variablen zugeordnet.<sup>2</sup>
- Bedingte Häufigkeiten; spezielle Regressionsfunktionen haben in diesem Fall die Form:  $\tilde{x} \longrightarrow \text{P}_{[Y|X=\tilde{x}]}(\tilde{y})$ . Hier gibt es für jeden Merkmalswert  $\tilde{y} \in \tilde{\mathcal{Y}}$  eine spezielle Regressionsfunktion, die jedem Merkmalswert  $\tilde{x} \in \tilde{\mathcal{X}}$  die durch ihn bedingte Häufigkeit für den Merkmalswert  $\tilde{y} \in \tilde{\mathcal{Y}}$  zuordnet.

<sup>2</sup>Sei  $Y$  irgendeine statistische Variable mit der Verteilungsfunktion  $F_{[Y]}$ . Dann ist das durch  $\text{Q}_p(Y)$  bezeichnete  $p$ -Quantil der Verteilung von  $Y$  eine Zahl, für die näherungsweise gilt:  $F_{[Y]}(\text{Q}_p(Y)) \approx p$ . Dementsprechend ist  $\text{Q}_p(Y|X = \tilde{x})$  das  $p$ -Quantil der durch  $X = \tilde{x}$  bedingten Verteilung von  $Y$ .

3. *Beispiel: Autofahrer an einer Ampel.* Um die Verwendung von Regressionsfunktionen zu verdeutlichen, beginnen wir mit einem einfachen Beispiel: Autofahrer, die sich einer Straßenkreuzung nähern, an der es eine Ampel gibt. Angenommen, wir beobachten für einen gewissen Zeitraum die Straßenkreuzung. Die Beobachtungen können als Werte einer zweidimensionalen Variablen  $(X, Y) : \Omega \longrightarrow \tilde{\mathcal{X}} \times \tilde{\mathcal{Y}}$  repräsentiert werden. Die Elemente von  $\Omega$  sind die Situationen, in denen sich ein Autofahrer der Ampel nähert.  $X$  erfaßt, ob die Ampel rot (1) oder nicht rot (0) ist;  $Y$  erfaßt, ob das Auto anhält (1) oder nicht anhält (0). Insgesamt sind 100 Situationen beobachtet und folgende Werte festgestellt worden:

$\tilde{x}$	$\tilde{y}$	Anzahl
0	0	47
0	1	0
1	0	3
1	1	50

D.h. bei ‘rot’ haben 50 Autos angehalten, 3 sind jedoch weitergefahren; und bei ‘nicht rot’ sind die Autos ausnahmslos weitergefahren.

In diesem Beispiel sind die Daten so überschaubar, dass es nicht erforderlich ist, Regressionsfunktionen zu berechnen; trotzdem kann man es tun. Man muss sich dann zunächst entscheiden, welche der beiden Variablen als unabhängig und welche als abhängig betrachtet werden soll. Trotz der formalen Symmetrie liegt es in diesem Beispiel natürlich nahe,  $X$  als unabhängige und  $Y$  als abhängige Variable zu betrachten. Eine allgemeine Regressionsfunktion ordnet dann jedem möglichen Wert von  $X$  (dem Ampelsignal) eine durch ihn bedingte Verteilung von  $Y$  (des Verhaltens der Autofahrer) zu. Stattdessen kann man auch spezielle Regressionsfunktionen bilden, wobei es sich in diesem Beispiel anbietet, Anteilswerte zu verwenden, z.B. den Anteil der Autofahrer, die ihr Auto anhalten.

Bereits an diesem einfachen Beispiel kann man sich auch verdeutlichen, dass Regressionsfunktionen keine Abbildungen in den Merkmalsraum der abhängigen Variablen sind; sie unterscheiden sich also von Funktionen der Form  $g : \tilde{\mathcal{X}} \longrightarrow \tilde{\mathcal{Y}}$ . Bei diesem Schema liefert die Funktion  $g$  für jeden Wert  $\tilde{x} \in \tilde{\mathcal{X}}$  einen Wert  $g(\tilde{x})$ , der ein Element des Merkmalsraums  $\tilde{\mathcal{Y}}$  ist. Offenbar gilt dies nicht für allgemeine Regressionsfunktionen, deren Werte bedingte Verteilungen sind. Aber auch die Werte spezieller Regressionsfunktionen können im allgemeinen nicht sinnvoll als Werte des Merkmalsraums der abhängigen Variablen interpretiert werden. Das ist wiederum unmittelbar deutlich, wenn (wie in unserem Beispiel) die bedingten Verteilungen durch Häufigkeiten (Anteilswerte) charakterisiert werden. Ein irreführender Eindruck kann höchstens bei der Mittelwertregression entstehen, bei der jedem Wert der unabhängigen Variablen der Mittelwert der durch ihn bedingten Verteilung der abhängigen Variablen zugeordnet wird. Aber auch wenn es sich dabei um einen bestimmten Wert im Merk-

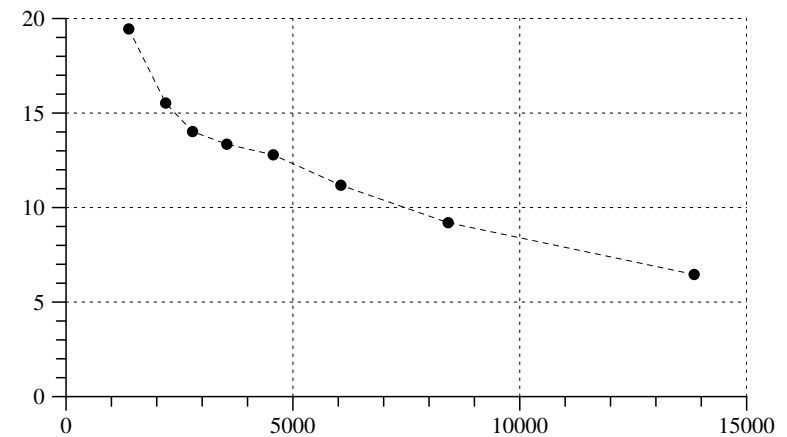
**Tabelle 7.1-1** Ausgaben privater Haushalte für Nahrungsmittel (einschl. Getränke und Tabakwaren), differenziert nach dem klassifizierten monatlichen Haushaltsnettoeinkommen in DM. Angaben nach der Einkommens- und Verbrauchsstichprobe 1998. Quelle: Statistisches Jahrbuch 2001, S. 573.

Einkommensklasse von ... bis unter	Ausgabefähiges Einkommen	Ausgaben für Nahrungsmittel	
		in DM	in %
unter 1800	1383	269	19.45
1800 – 2500	2196	341	15.53
2500 – 3000	2788	391	14.02
3000 – 4000	3543	473	13.35
4000 – 5000	4566	584	12.79
5000 – 7000	6057	677	11.18
7000 – 10000	8422	775	9.20
10000 – 35000	13843	894	6.46

malsraum der abhängigen Variablen handelt (was im allgemeinen nicht der Fall sein muss), muss ein Mittelwert in seiner Bedeutung (nämlich als Charakterisierung einer statistischen Verteilung) von einem individuell zurechenbaren Merkmalswert unterschieden werden.

4. *Beispiel: Ausgaben privater Haushalte.* Jetzt betrachten wir ein anderes Beispiel, in dem es sowohl für die unabhängige als auch für die abhängige Variable einen quantitativen Merkmalsraum gibt. Die Variable  $(X, Y)$  bezieht sich in diesem Beispiel auf eine Gesamtheit privater Haushalte; die unabhängige Variable  $X$  erfasst das in einem bestimmten Monat für Ausgaben verfügbare Einkommen, und die abhängige Variable  $Y$  erfasst die in diesem Monat getätigten Ausgaben für Nahrungsmittel (einschließlich Getränke und Tabakwaren). Da es sich um eine quantitative abhängige Variable handelt, bietet sich eine Mittelwertregression  $\tilde{x} \rightarrow M(Y|X = \tilde{x})$  an, durch die jedem möglichen Wert  $\tilde{x}$  der unabhängigen Variablen der Mittelwert der Nahrungsausgaben der Haushalte mit dem verfügbaren Einkommen  $\tilde{x}$  zugeordnet wird.

Für die Berechnung dieser Regressionsfunktion wären allerdings Individualdaten erforderlich, die uns nicht zur Verfügung stehen. Stattdessen verwenden wir die in Tabelle 7.1-1 angegebenen Daten, die aus der Einkommens- und Verbrauchsstichprobe (EVS) des Jahres 1998 stammen. Die Haushalte wurden vom Statistischen Bundesamt nach ihrem monatlichen Haushaltsnettoeinkommen den in der Tabelle angegebenen Einkommensklassen zugeordnet, dann wurden für jede Einkommensklasse der durchschnittliche für Ausgaben verfügbare Einkommen und der Durchschnittswert der Ausgaben für Nahrungsmittel berechnet. Somit wird durch diese Rechnungen bereits eine Mittelwertregression durchgeführt: den durchschnittlichen verfügbaren Einkommen werden durchschnittliche Ausgaben für Nahrungsmittel zugeordnet. Natürlich kann man stattdessen auch die durchschnittlichen Anteile der Ausgaben für Nahrungsmittel



**Abb. 7.1-1** Anteile der Ausgaben für Nahrungsmittel ( $y$ -Achse: in %) als Funktion des für Ausgaben verfügbaren Haushaltseinkommens ( $x$ -Achse: in DM). Daten aus der EVS 1998 (Tabelle 7.1-1).

tel als eine Funktion des verfügbaren Einkommens betrachten; Abb. 7.1-1 zeigt dies in Form einer graphischen Darstellung. Durch die Daten der Tabelle 7.1-1 sind zwar nur die als Punkte eingezeichneten Funktionswerte begründbar. Man kann aber vermuten, dass eine nicht-parametrische Regression mit den zugrundeliegenden Individualdaten einen zur gestrichelt eingezeichneten Linie sehr ähnlichen Funktionsverlauf liefern würde.

5. *Statistische und substantielle Bedingungen.* Schließlich stellt sich die Frage, ob und ggf. wie die bei der Bildung bedingter Verteilungen formal zur Konditionierung verwendeten Variablen auch in irgendeinem substantiellen Sinn als Bedingungen interpretiert werden können. Man sollte sich klarmachen, dass der begriffliche Rahmen der Regressionsrechnung dies weder voraussetzt noch impliziert. Denn bei der Bildung einer bedingten Verteilung  $P_{[Y|Bedingung]}$  bezieht sich die hinter dem Bedingungsstrich angeführte Bedingung nicht auf einen Prozess, sondern spezifiziert nur eine Referenzmenge, nämlich diejenige Teilmenge der Objektmenge  $\Omega$ , für die die Verteilung von  $Y$  ausgewiesen werden soll. Um dagegen bei einer Regressionsrechnung Werte der unabhängigen Variablen als effektive Bedingungen interpretieren zu können, wäre es erforderlich, zunächst einen substantiellen Prozess zu konzipieren, durch den Werte der abhängigen Variablen entstehen – um dann darlegen zu können, wie dieser substantielle Prozess von Werten der unabhängigen Variablen abhängt.

Allerdings setzt die Regressionsrechnung nicht einmal die Existenz eines solchen substantiellen Prozesses voraus, was man schon daraus erkennt, dass unabhängige und abhängige Variablen beliebig vertauscht werden können. Insbesondere liefert die Regressionsrechnung keine begrifflichen Hilfsmittel zur Repräsentation substantieller Prozesse. Sofern man sich ge-



danklich auf solche Prozesse beziehen möchte, müssen sie vielmehr jenseits der statistischen Begriffsbildungen und Rechnungen vorstellbar gemacht werden; oder anders formuliert: die Ergebnisse einer Regressionsrechnung müssen im Hinblick auf einen irgendwie vorstellbar gemachten substantiellen Prozess „interpretiert“ werden.

Betrachten wir das oben angeführte Beispiel, in dem sich Autofahrer einer Ampel nähern. Ob die Autos anhalten oder nicht, wird offenbar nicht durch die Ampelsignale bewirkt, sondern hängt vom Verhalten der Autofahrer ab. Ein Ampelsignal bildet nur einen Aspekt einer Situation, in der sich ein Autofahrer so oder so verhält, und tatsächlich schränkt es nicht einmal seine effektiven Handlungsmöglichkeiten ein. Um zu erklären, wie Ampelsignale gleichwohl als Bedingungen verstanden werden können, muss man sich also in irgendeiner Weise darauf beziehen, wie sie von Autofahrern wahrgenommen und verarbeitet werden.

6. *Bezugnahmen auf substantielle Prozesse.* Ebenso muss in dem zweiten Beispiel auf menschliche Tätigkeiten Bezug genommen werden, um zu verstehen, wie Ausgaben für Nahrungsmittel zustande kommen und u.a. vom jeweils verfügbaren Haushaltseinkommen abhängen. Entsprechend gilt bei vielen Anwendungen der Regressionsrechnung in der Sozialstrukturforschung, dass bei der Konzeption substantieller Prozesse auf Akteure Bezug genommen werden muss. Nicht immer, aber in diesen Fällen kann man sich an einem Schema der folgenden Art orientieren:

$$\begin{array}{ccc} \boxed{\text{Substantielle Prozesse (durch Akteure)}} & \rightarrow & \tilde{y} \\ \uparrow & & \\ \tilde{x} & & \end{array} \quad (7.1)$$

An den Prozessen, durch die bestimmte Werte ( $\tilde{y}$ ) der abhängigen Variablen  $Y$  entstehen, sind Akteure beteiligt; und es stellt sich dann die Frage, ob und ggf. wie bestimmte Werte ( $\tilde{x}$ ) der unabhängigen Variablen  $X$  als Bedingungen für Verhaltensweisen und Tätigkeiten der Akteure, soweit diese am Zustandekommen von Werten der abhängigen Variablen beteiligt sind, interpretiert werden können.

Somit stellt sich auch die Frage, ob es möglich ist, an dieser Stelle mehr zu erreichen als eine weitgehend unverbindliche nachträgliche Interpretation der durch eine Regressionsfunktion ermittelten Zusammenhänge. Zu überlegen wäre, ob und ggf. wie für die substantiellen Prozesse, auf die sich eine Regressionsrechnung immer nur *implizit* beziehen kann, durch substantielle (nicht statistische) Modelle eine *explizite* Repräsentation gefunden werden kann.<sup>3</sup> Wir werden uns mit dieser Idee später ausführlicher

<sup>3</sup>Von einem *substantiellen Modell* wird in diesem Text gesprochen, wenn das Modell eine explizite Repräsentation eines substantiellen Prozesses in der in Abschnitt II-3.3 (§7) erläuterten Bedeutung intendiert. Im Vergleich zu einem allgemeinen Reden von „theoretischen Modellen“ ist also eine spezifischere Bedeutung gemeint.

beschäftigen.<sup>4</sup>

## 7.2 Statistische Regressionsmodelle

1. *Regressionsmodelle.* Regressionsmodelle dienen zur Darstellung und Berechnung spezieller Regressionsfunktionen. Wir unterscheiden zwei Konzeptionen:

- *Statistische Regressionsmodelle* beziehen sich auf Regressionsfunktionen, die (wie im vorangegangenen Abschnitt) für statistische Variablen definiert werden können.
- *Stochastische Regressionsmodelle* beziehen sich auf Regressionsfunktionen, die gedanklich auf Zufallsvariablen (reale oder fiktive Zufallsgeneratoren) bezogen werden.

Da Zufallsvariablen bzw. die ihnen korrespondierenden Wahrscheinlichkeitsverteilungen unterschiedlich verstanden und in unterschiedlichen Kontexten verwendet werden können, gibt es auch unterschiedliche Varianten und Deutungen stochastischer Regressionsmodelle. Darauf wird später genauer eingegangen. Zunächst beschäftigen wir uns nur mit statistischen Regressionsmodellen.<sup>5</sup> Für ihre Verwendung als Hilfsmittel zur Darstellung spezieller Regressionsfunktionen gibt es hauptsächlich folgende Gründe. Sie werden verwendet,

- um zu einfacheren Darstellungen von Regressionsfunktionen zu gelangen;
- um Regressionsfunktionen auch mit unvollständigen Daten berechnen zu können;
- um mithilfe von (ggf. unvollständigen) Daten theoretisch vermutete Regressionsfunktionen berechenbar und beurteilbar zu machen; und
- um Schätzwerte für eine abhängige Variable zu gewinnen, die bei bestimmten (beobachteten oder hypothetisch angenommenen) Werten einer unabhängigen Variablen vermutet werden können.

2. *Parametrische Modellansätze.* Es gibt unterschiedliche Ansätze zur Konstruktion von Regressionsmodellen. Oft werden *parametrische Regressionsmodelle* verwendet. Zur Erläuterung beziehen wir uns auf eine zweidimensionale statistische Variable  $(X, Y) : \Omega \rightarrow \tilde{\mathcal{X}} \times \tilde{\mathcal{Y}}$  und betrachten  $Y$

<sup>4</sup>Wichtige Hinweise findet man auch in der Literatur, u.a. in den Bemerkungen von Raymond Boudon (1979) über „generating models“ und in Überlegungen von Peter Hedström und Richard Swedberg über „social mechanisms“ (1996).

<sup>5</sup>Sie sind auch stets gemeint, wenn ohne nähere Bestimmung von Regressionsmodellen gesprochen wird; andernfalls wird ausdrücklich von *stochastischen* Regressionsmodellen gesprochen.

als abhängige,  $X$  als unabhängige Komponente. Eine spezielle Regressionsfunktion ist dann eine Funktion  $g : \mathcal{X} \rightarrow \mathbf{R}$ , so dass  $g(x)$  eine spezifische Charakterisierung der bedingten Verteilung  $P_{[Y|X=x]}$  liefert (vgl. §2 im vorangegangenen Abschnitt). Die Konstruktion eines parametrischen Regressionsmodells besteht nun darin, die Funktion  $g$  näherungsweise durch eine einfachere Modellfunktion  $\tilde{g} : \mathcal{X} \rightarrow \mathbf{R}$  darzustellen, die ihrerseits von gewissen Parametern abhängt. Wir schreiben dies in der Form  $\tilde{g}(x; \theta)$ , wobei vor dem Semikolon das Argument der Funktion steht und dahinter ein Verweis auf die Parameter der Funktion folgt.<sup>6</sup> Das Ziel besteht darin, einen bestimmten Parameterwert  $\hat{\theta}$  zu finden, so dass gilt:

$$\text{für alle } x \in \mathcal{X}: \tilde{g}(x; \hat{\theta}) \approx g(x)$$

Dann kann  $\tilde{g}$  als eine Modellfunktion aufgefasst werden, die die ursprüngliche Regressionfunktion  $g$  mehr oder weniger gut repräsentiert.

Ein besonders einfaches Beispiel ist die lineare Mittelwertregression. In diesem Fall hat die Regressionsfunktion die Gestalt  $g(x) := M(Y|X = x)$ , und man verwendet zur Darstellung die Modellfunktion

$$\tilde{g}(x; \alpha, \beta) := \alpha + x\beta$$

so dass der durch die Modellfunktion geschätzte durch  $x$  bedingte Mittelwert von  $Y$  zu einer linearen Funktion von  $x$  wird.

3. *Berechnungsverfahren.* Die Konstruktion eines parametrischen Regressionsmodells besteht somit aus folgenden Schritten:

- Zuerst wird eine parametrische Modellfunktion  $\tilde{g}(x; \theta)$  spezifiziert.<sup>7</sup>
- Dann wird ein Verfahren festgelegt, mit dem aufgrund von Daten ein bestimmter Parameterwert  $\hat{\theta}$  berechnet werden kann.
- Schließlich wird die Berechnung mit den vorhandenen Daten praktisch durchgeführt, so dass eine bestimmte Modellfunktion  $\tilde{g}(x; \hat{\theta})$  entsteht.

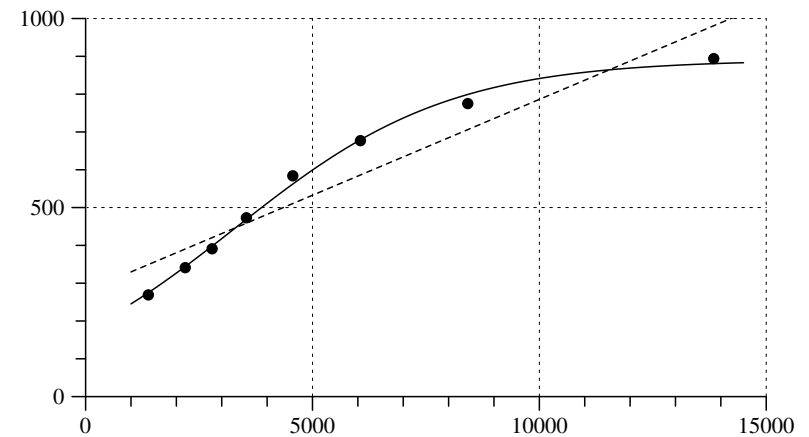
Zur Berechnung von Parameterwerten werden hauptsächlich zwei Verfahren verwendet: die Methode der kleinsten Quadrate und die Maximum-Likelihood-Methode.<sup>8</sup> Im nächsten Paragraphen wird die erste dieser Methoden anhand eines Beispiels erläutert.

4. *Modellfunktionen für Mittelwertregressionen.* Die Methode der kleinsten Quadrate, auch LS-Methode genannt (wobei LS als Abkürzung für Least

<sup>6</sup>Für die Notation der Parameter werden meistens griechische Buchstaben verwendet; beispielsweise  $\theta$ , aber auch  $\alpha$ ,  $\beta$  und andere.

<sup>7</sup>Je nachdem handelt es sich um eine Funktionsform, wenn  $\theta$  als eine logische Variable aufgefasst wird, oder um eine Funktion, wenn für  $\theta$  irgendein bestimmter Wert angenommen wird.

<sup>8</sup>Eine ausführliche Diskussion findet man bei Rohwer und Pötter (2001, Kap. 9).



**Abb. 7.1-2** Ausgaben für Nahrungsmittel ( $y$ -Achse: in DM) als Funktion des für Ausgaben verfügbaren Haushaltseinkommens ( $x$ -Achse: in DM). Daten aus der EVS 1998 (Tabelle 7.1-1). Ausderdem eingezeichnet sind die Modellfunktionen  $\tilde{g}_1$  (gestrichelt) und  $\tilde{g}_2$  (durchgezogene Linie).

Squares dient), kann am besten anhand von Modellen für Mittelwertregressionen erläutert werden. Als Beispiel verwenden wir noch einmal die Ausgaben privater Haushalte für Nahrungsmittel (Daten in Tab. 7.1-1). Als unabhängige Variable ( $X$ ) wird das ausgabenfähige Einkommen, als abhängige Variable werden die Ausgaben für Nahrungsmittel betrachtet.

Wir beginnen mit einer linearen Modellfunktion  $\tilde{g}(x; \alpha, \beta) := \alpha + x\beta$ . Um bestimmte Parameterwerte mit der LS-Methode zu berechnen, wird die Zielfunktion

$$f_{LS}(\alpha, \beta) := \sum_i (y_i - \tilde{g}_1(x_i; \alpha, \beta))^2$$

minimiert, wobei sich der Index  $i$  auf die zu verwendenden Daten bezieht. Die Parameterwerte, die diese Zielfunktion, das sog. LS-Kriterium, minimieren, werden durch  $\hat{\alpha}$  und  $\hat{\beta}$  bezeichnet. Verwendet man die Daten aus Tabelle 7.1-1, erhält man die Parameterwerte  $\hat{\alpha} = 279.10$  und  $\hat{\beta} = 0.0507$ , also die Modellfunktion

$$\tilde{g}_1(x) = 279.10 + 0.0507x$$

Für jedes mögliche Haushaltseinkommen  $x$  liefert  $\tilde{g}_1(x)$  einen Schätzwert für den entsprechenden bedingten Mittelwert  $M(Y|X = x)$  der abhängigen Variablen, in diesem Fall der Ausgaben für Nahrungsmittel. Abb. 7.1-2 zeigt den Verlauf der Modellfunktion als gestrichelte Linie.

Diese lineare Funktion eignet sich offensichtlich nicht besonders gut, um die Daten zu repräsentieren. Eine bessere Modellfunktion sollte ausdrücken können, dass – wie durch die Daten nahegelegt wird – der Anteil

der Ausgaben mit steigendem Einkommen kleiner wird. Als ein Beispiel betrachten wir die Modellfunktion

$$\tilde{g}_2(x; \alpha, \beta, \gamma) := \gamma \operatorname{logit}(\alpha + x\beta)$$

wobei

$$\operatorname{logit}(x) := \frac{\exp(x)}{1 + \exp(x)}$$

die *Logit-Funktion* ist. Bestimmte Werte für die Parameter  $\alpha$ ,  $\beta$  und  $\gamma$  können wieder mit der LS-Methode berechnet werden. Mit den Daten aus Tab. 7.1-1 erhält man die Werte  $\hat{\alpha} = -1.3900$ ,  $\hat{\beta} = 0.000422$  und  $\hat{\gamma} = 890.926$ . Abb. 7.1-2 zeigt die diesen Parameterwerten entsprechende Modellfunktion als durchgezogene Linie. Offenbar erlaubt sie eine bessere Darstellung der Daten.

### 7.3 Statistische Strukturen als Bedingungen?

In diesem Anhang gehen wir etwas genauer auf die bereits in Abschnitt II-3.3 erwähnte Frage ein: ob bzw. in welcher Weise auch statistische Strukturen als Bedingungen für soziale Prozesse verstanden werden können.

1. *Erläuterungen zur Fragestellung.* Die Regressionsrechnung kann zeigen, wie statistische Verteilungen (Strukturen) von Werten statistischer Variablen abhängig sind. Eine andere Frage ist, ob und ggf. in welcher Weise statistische Strukturen selbst als Bedingungen für soziale Prozesse aufgefasst werden können. Dass mit einem allgemeinen Reden von Strukturen oft Vorstellungen dieser Art verbunden werden, braucht wohl kaum ausführliche Belege. Allerdings sollte man darauf achten, wie in diesem Zusammenhang sinnvoll von Bedingungen gesprochen werden kann. Zur Verdeutlichung des Problems können folgende Ausführungen von William H. Sewell (1992, S. 1f.) dienen:

„Structure“ is one of the most important and most elusive terms in the vocabulary of current social science. [...] The term structure empowers what it designates. Structure, in its nominative sense, always implies structure in its transitive verbal sense. Whatever aspect of social life we designate as structure is posited as “structuring” some other aspect of social existence – whether it is class that structures politics, gender that structures employment opportunities, rhetorical conventions that structure texts or utterances, or modes of production that structure social formations.“

In gewisser Weise scheint Sewell in diesen Ausführungen betonen zu wollen, dass er Strukturen für wichtige Bedingungen des gesellschaftlichen Lebens hält. Seine Formulierungen legen allerdings die Vorstellung nahe, dass Strukturen nicht Bedingungen, sondern Kräfte sind, die bestimmte Wirkungen ausüben können. Dieses mögliche Missverständnis sollte von

vornherein vermieden werden. Sicherlich sind statistische Strukturen (Verteilungen) keine Kräfte, die irgendetwas bewirken könnten (und wir werden später sehen, dass sich auch relational definierte Strukturen nicht als Kräfte interpretieren lassen).<sup>9</sup>

Es ist nicht nur wichtig, Bedingungen und Ursachen zu unterscheiden, sondern auch darauf zu achten, *wofür* irgendwelche Sachverhalte als Bedingungen verstanden werden sollen. Im gegenwärtigen Kontext geht es zunächst darum, ob statistische Strukturen zumindest in einigen Fällen als Darstellungen von *Handlungsbedingungen* von Akteuren verstanden werden können. Anhand von Beispielen kann man sich dann auch den Unterschied zu Determinanten menschlichen Verhaltens verdeutlichen.

2. *Reflexion einer möglichen Verwechslung.* Unsere Fragestellung bezieht sich darauf, ob und ggf. wie statistische Strukturen, also *Verteilungen*, als Handlungsbedingungen interpretiert werden können. Davon ist zu unterscheiden, dass es sicherlich möglich ist, mithilfe statistischer Variablen Handlungsbedingungen zu erfassen. Ein einfaches Beispiel kann das verdeutlichen. Als statistische Gesamtheit  $\Omega$  werden Haushalte betrachtet, so dass mit einer statistischen Variablen  $X$  erfasst werden kann, ob es in den Haushalten eine Waschmaschine gibt oder nicht:

$$X(\omega) := \begin{cases} 1 & \text{wenn es im Haushalt } \omega \text{ eine Waschmaschine gibt} \\ 0 & \text{andernfalls} \end{cases}$$

Offenbar bezieht sich diese Variable auf Handlungsbedingungen der Menschen, die in den Haushalten leben. Andererseits ist jedoch klar, dass *die Verteilung* der Variablen  $X$  *keine* Handlungsbedingung ist. Ob in einem Haushalt eine Waschmaschine genutzt werden kann, hängt (in diesem statistisch konstruierten Beispiel) nur davon ab, ob es *in diesem* Haushalt eine Waschmaschine gibt, nicht jedoch von dem Anteil der Haushalte mit einer Waschmaschine in der Gesamtheit  $\Omega$ .

Ähnlich verhält es sich in vielen anderen Fällen, in denen sich eine statistische Variable auf Handlungsbedingungen von Menschen bezieht. Die Darstellung einer statistischen Struktur liefert dann Informationen über die Verteilung von Handlungsbedingungen in einer Gesellschaft. Zugleich ist jedoch klar, dass in diesen Fällen die statistische Struktur selbst keine Handlungsbedingung ist. Zu überlegen bleibt nur, ob es auch Fälle gibt, in denen statistische Verteilungen selbst als „strukturelle Bedingungen“ für

<sup>9</sup>Dass es bei Sewell dieses Missverständnis gibt, zeigt sich nicht nur in der oben zitierten Passage, sondern auch in einer seiner Fragestellungen: „The most fundamental problem is that structural or structuralist arguments tend to assume a far too rigid causal determinism in social life.“ Offenbar unterstellt Sewell, dass es zumindest in einem gewissen Ausmaß einen solchen „kausalen Determinismus“ geben könnte. (Man erinnere sich auch an die in Abschnitt II-3.3 (§ 4) zitierte Bemerkung von Blau, in der er davon spricht, dass Makrostrukturen einen „impact on social life“ haben können.)

Handlungsmöglichkeiten interpretiert werden können.<sup>10</sup>

3. *Wie man von strukturellen Bedingungen sprechen kann.* Dies hängt auch von dem jeweils verwendeten Strukturbegriff ab. Hier beziehen wir uns auf einen statistischen Strukturbegriff, also auf die Verteilung einer statistischen Variablen  $X : \Omega \rightarrow \tilde{\mathcal{X}}$ . Wie kann davon gesprochen werden, dass *die Verteilung*  $P_{[X]}$  eine Bedingung für ... ist? Man kann drei Fälle unterscheiden:

- Zunächst kann man an irgendeinen bestimmten Akteur denken, nennen wir ihn  $A$ , und sich vorstellen, dass durch  $P_{[X]}$  eine Handlungsbedingung dieses Akteurs charakterisiert wird. Dies setzt zwar nicht unbedingt voraus, dass der Akteur zur Referenzmenge der Variablen  $X$  gehört, wohl aber muss angenommen werden, dass sich  $P_{[X]}$  auf eine Situation bezieht, in der sich  $A$  befindet oder befinden kann. Als Beispiel kann man sich vorstellen, dass  $P_{[X]}$  die Verteilung von Mädchen und Jungen in einer Schulklasse angibt, die von  $A$  unterrichtet wird.
- Dies Beispiel führt auch zu einer zweiten Möglichkeit, von strukturellen Bedingungen zu sprechen. Denn man kann offenbar sagen, dass  $P_{[X]}$  für jedes Mitglied der Schulklasse  $\Omega$  eine Charakterisierung seiner Situation liefert. Zwar mag die Art und Weise, in der  $P_{[X]}$  eine Handlungsbedingung darstellt, für jedes  $\omega \in \Omega$  unterschiedlich sein, abhängig von  $\omega$ 's Eigenschaften (in diesem Beispiel u.a. von  $\omega$ 's Geschlecht); wichtig ist jedoch, dass man in diesem Fall von einer Handlungsbedingung für die *individuellen* Mitglieder von  $\Omega$  sprechen kann.
- Eine dritte Möglichkeit entsteht, wenn man  $P_{[X]}$  nicht mehr auf Situationen beziehen kann, in denen sich die Mitglieder von  $\Omega$  befinden. Zur Illustration bleiben wir bei unserem Beispiel, nehmen jetzt aber an, dass  $\Omega$  aus zwei Schulklassen besteht, aus  $\Omega_1$ , in der es nur Mädchen gibt, und aus  $\Omega_2$ , in der es nur Jungen gibt. Offenbar liefert in diesem Beispiel  $P_{[X]}$ , also das Verhältnis von Mädchen und Jungen in der Gesamtheit  $\Omega = \Omega_1 \cup \Omega_2$ , keine informative Charakterisierung der jeweiligen Handlungsbedingungen in den beiden Schulklassen.

4. *Das Problem der Mikro-Relevanz statistischer Strukturen.* Die eben angeführten Möglichkeiten orientierten sich an der Frage, ob und ggf. wie statistische Strukturen als Handlungsbedingungen von Akteuren verstanden werden können. Allgemeiner kann man sich darauf beziehen, ob und ggf. wie statistische Strukturen als Bedingungen dafür verstanden werden

<sup>10</sup>Dabei soll sich das Reden von Bedingungen für Handlungsmöglichkeiten normalerweise auf die Mitglieder der jeweils betrachteten statistischen Gesamtheit beziehen; im Unterschied zu externen Akteuren, etwa Unternehmen oder staatlichen Einrichtungen, die sich in ihren Aktivitäten auf statistische Gesamtheiten beziehen können und insofern an Strukturaussagen über diese Gesamtheiten interessiert sein können (z.B. an Informationen über die Ausstattung von Haushalten mit Waschmaschinen, um entsprechende Werbekampagnen zu planen).

können, wie sich irgendwelche Objekte (Elemente einer Referenzmenge  $\Omega$ ) verhalten oder was mit ihnen geschieht (wenn man z.B. an strukturelle Bedingungen für eine Verbreitung von Krankheiten durch Infektionen denkt). Um eine solche Annahme zu begründen, muss man zeigen können, dass und wie die statistische Struktur für jedes individuelle Objekt (aus  $\Omega$ ) eine Bedingung für sein Verhalten ist. – Ich nenne dies das *Problem der Mikro-Relevanz statistischer Strukturen*; die folgende schematische Darstellung kann zur Verdeutlichung dienen:

$$P_{[X]} \begin{cases} \nearrow \omega_1 & \longrightarrow Y(\omega_1) \\ \vdots \\ \searrow \omega_n & \longrightarrow Y(\omega_n) \end{cases} \quad (7.2)$$

Das Problem betrifft die Pfeile, die von der statistischen Struktur  $P_{[X]}$  zu den Objekten  $\omega_1, \dots, \omega_n$  (bzw. zu den Situationen, in denen sie sich befinden) führen. Um zu zeigen, dass  $P_{[X]}$  eine Bedingung für die individuellen Objekte ist, muss diesen Pfeilen eine bestimmte Bedeutung gegeben werden. Dabei ist natürlich die in § 2 besprochene Unterscheidung wichtig, auf die hier deshalb noch einmal verwiesen werden soll:

- a) Der Wert, den eine abhängige Variable  $Y$  bei einem Objekt  $\omega$  annimmt, hängt auch *von einem Wert*  $X(\omega)$  einer unabhängigen Variable  $X$  ab. Diese Vermutung entspricht dem üblichen Ansatz einer Regressionsfunktion durch die Formulierung  $x \rightarrow P_{[Y|X=x]}$ .
- b) Der Wert, den eine abhängige Variable  $Y$  bei einem Objekt  $\omega$  annimmt, hängt auch *von der Verteilung* einer unabhängigen Variable  $X$  ab. Damit eine solche Vermutung in einer Regressionsfunktion erfasst werden kann, muss allerdings in irgendeiner Weise eine neue statistische Variable, etwa  $X^*$  konstruiert werden, so dass  $X^*(\omega)$  angibt, wie die Verteilung von  $X$  *in einer Umgebung von*  $\omega$  beschaffen ist.

Man kann es auch so sagen: Im ersten Fall (a) hängt der bei einem Objekt  $\omega$  realisierte Wert von  $Y$  davon ab, welche Position  $\omega$  innerhalb der statistischen Struktur  $P_{[X]}$  einnimmt; im zweiten Fall (b) hängt jedoch  $Y(\omega)$  von der Beschaffenheit dieser statistischen Struktur selbst ab (soweit durch sie eine reale Umgebung von  $\omega$  charakterisiert wird). Offenbar schließen sich beide Möglichkeiten nicht aus.

# Literatur

- Abraham, M. 2005. Mitarbeit statt Mithelfende Familienangehörige – Ein Vorschlag zur Ergänzung des Standardinstruments für die Erhebung der beruflichen Stellung. ZUMA-Nachrichten 56, 10–36.
- Alchian, A. A. 1950. Uncertainty, Evolution and Economic Theory. *Journal of Political Economy* 58, 211–221.
- Alt, C. 1991. Stichprobe und Repräsentativität. In: H. Bertram (Hg.), *Die Familie in Westdeutschland*, 497–531, Opladen: Leske+Budrich.
- Anton, H., Rorres, C. 1991. *Elementary Linear Algebra. Applications Version*. New York: Wiley.
- Arndt, H. 1980. *Wirtschaftliche Macht*. München: Beck.
- Arrow, K. J. 1963. *Social Choice and Individual Values (2th Edition)*. New Haven: Yale University Press.
- Atteslander, P. 1976. Sozialwissenschaftliche Aspekte von Raumordnung und Raumplanung. In: Ders. (Hg.), *Soziologie und Raumplanung*, 10–71. Berlin: de Gruyter.
- Bähr, J. 1997. *Bevölkerungsgeographie*. Stuttgart: Ulmer.
- Bahrdt, H. P. 1994. *Schlüsselbegriffe der Soziologie*. 6. Aufl. München: Beck.
- Balzer, W. 1997. *Die Wissenschaft und ihre Methoden. Grundsätze der Wissenschaftstheorie*. München: Alber.
- Bärsch, C.-E. 1987. Der Institutionenbegriff in der deutschen Rechtswissenschaft und das dem Grundgesetz gemäße Verständnis von Institutionen. In: G. Göhler (Hg.), *Grundfragen der Theorie politischer Institutionen*, 107–131. Opladen: Westdeutscher Verlag.
- Bates, F. L., Peacock, W. G. 1989. Conceptualizing Social Structure: The Misuse of Classification in Structural Modeling. *American Sociological Review* 54, 565–577.
- Baumert, J., Cortina, K. S., Leschinsky, A. 2005. Grundlegende Entwicklungen und Strukturprobleme im allgemein bildenden Schulwesen. In: K. Cortina u.a. (Hg.), *Das Bildungswesen in der Bundesrepublik Deutschland*. 2. Aufl., 52–147. Reinbek: Rowohlt Taschenbuch Verlag.
- Benevolo, L. 1999. *Die Stadt in der europäischen Geschichte*. München: Beck.
- Berger, P. L., Luckmann, T. 1995. *Die gesellschaftliche Konstruktion der Wirklichkeit*. Dt. Übers. der 5. Aufl. von 1977. Frankfurt: Fischer.
- Bien, W., Marbach, J. 1991. Haushalt – Verwandtschaft – Beziehungen: Familienleben als Netzwerk. In: H. Bertram (Hg.), *Die Familie in Westdeutschland*, 3–44. Opladen: Leske+Budrich.
- Bien, W., Marbach, J., Templeton, R. 1992. Social Networks of Single-person Households. In: C. Marsh, S. Arber (eds.), *Families and Households*, 157–173. London: Macmillan.
- Black, M. 1962. Models and Metaphors. *Studies in Language and Philosophy*. Ithaca: Cornell University Press.
- Blake, J., Davis, K. 1964. Norms, Values, and Sanctions. In: R. E. L. Faris (ed.), *Handbook of Modern Sociology*, 456–484. Chicago: Rand McNally.
- Blau, P. M. 1974. Parameters of Social Structure. *American Sociological Review* 39, 615–635.
- Blau, P. M. 1977. A Macrosociological Theory of Social Structure. *American Journal of Sociology* 83, 26–54.
- Blau, P. M. 1994a. *Structural Contexts of Opportunities*. Chicago: University of Chicago Press.
- Blaut, J. M. 1971. Space, Structure and Maps. *Tijdschrift voor Economische en Sociale Geografie* 62, 18–21.
- Blossfeld, H.-P., Huinink, J. 1989. Die Verbesserung der Bildungs- und Berufschancen von Frauen und ihr Einfluß auf den Prozeß der Familienbildung. *Zeitschrift für Bevölkerungswissenschaft* 15, 383–404.
- Blossfeld, H.-P., Rohwer, G. 2002. *Techniques of Event History Modeling (2nd ed.)*. Mahwah: Lawrence Erlbaum.
- Böckenförde, E.-W. 1972. Die Bedeutung der Unterscheidung von Staat und Gesellschaft im demokratischen Sozialstaat der Gegenwart. In: Ders. (Hg.), *Staat und Gesellschaft*, 395–431. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft 1976.
- Bodzenta, E. 1979. Sozialstruktur im Wandel – am Beispiel Österreichs. In: K. Salamun (Hg.), *Sozialphilosophie als Aufklärung*, 379–398. Tübingen: Mohr.
- Böhme, H., Matussek, P., Müller, L. 2000. *Orientierung Kulturwissenschaft*. Reinbek: Rowohlt Taschenbuch Verlag.
- Bollnow, O. F. 2000. *Mensch und Raum*. 9. Aufl. Stuttgart: Kohlhammer.
- Bossel, H. 1992. *Modellbildung und Simulation*. Braunschweig: Vieweg.
- Boudon, R. 1979. Generating Models as a Research Strategy. In: R. K. Merton, J. S. Coleman, P. H. Rossi (eds.), *Qualitative and Quantitative Social Research*, 51–64. New York: Free Press.
- Boudon, R., Bourricaud, F. 1992. *Soziologische Stichworte*. Opladen: Westdeutscher Verlag.
- Bourdieu, P. 1985. Sozialer Raum und »Klassen«. *Leçon sur la leçon. Zwei Vorlesungen*. Übers. B. Schwibs. Frankfurt: Suhrkamp.
- Bourdieu, P. 1991. Physischer, sozialer und angeeigneter physischer Raum. In: M. Wentz (Hg.), *Stadt-Räume*, 25–34. Frankfurt: Campus.
- Bowles, S., Gintis, H. 1983. The Power of Capital: On the Inadequacy of the Conception of the Capitalist Economy as "Private". *Philosophical Forum* 14, 225–245.
- Braudel, F. 1992. *Schriften zur Geschichte 1. Gesellschaften und Zeitstrukturen*. Stuttgart: Klett-Cotta.
- Braybrooke, D. 1996. The Representation of Rules in Logic and Their Definition. In: D. Braybrooke (ed.), *Social Rules. Origin, Character, Logic, Change*, 3–19. Boulder: Westview Press.
- Bretz, M. 2000. Methoden der Bevölkerungsvorausberechnung. In: U. Mueller, B. Nauck, A. Diekmann (Hg.), *Handbuch der Demographie*, Band 1, 643–681. Berlin: Springer-Verlag.
- Bretz, M., Niemeyer, F. 1992. Private Haushalte gestern und heute. Ein Rückblick auf die vergangenen 150 Jahre. *Wirtschaft und Statistik* 40, 73–81.
- Bubner, R. 1984. *Geschichtsprozesse und Handlungsnormen*. Frankfurt: Suhrkamp.
- Busche, H. 1998. *Teleologie; teleologisch. Historisches Wörterbuch der Philosophie*, Bd. 10, 970–977. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft.
- Büschges, G., Abraham, M., Funk, W. 1998. *Grundzüge der Soziologie*. 3. Aufl. München: Oldenbourg.
- Cancian, F. M. 1975. What are Norms? A Study of Beliefs and Action in a Maya Community. Cambridge: Cambridge University Press.
- Cantor, G. 1962. *Gesammelte Abhandlungen mathematischen und philosophischen Inhalts*. Hrsg. von E. Zermelo. Hildesheim: Georg Olms.
- Carnap, R. 1966. *An Introduction to the Philosophy of Science*. Edited by M. Gardner. New York: Dover 1995.
- Caswell, H. 2001. *Matrix Population Models*. 2nd. ed. Sunderland, Mass.: Sinauer.
- Coddington, A. 1973. Bargaining as a Decision Process. *Swedish Journal of Economics* 75, 397–413.
- Coleman, J. S. 1974. *Power and the Structure of Society*. New York: Norton & Comp. [Dt.: *Macht und Gesellschaftsstruktur*. Tübingen: Mohr 1979.]
- Cortina, K. S., Baumert, J., Leschinsky, A., Mayer, K. U., Trommer, L. (Hg.) 2005. *Das Bildungswesen in der Bundesrepublik Deutschland*. 2. Aufl. Reinbek: Rowohlt Taschenbuch Verlag.
- Cox, D. R., Wermuth, N. 1996. *Multivariate Dependencies – Models, Analysis and Interpretation*. London: Chapman & Hall.
- Dahl, R. A. 1957. The Concept of Power. *Behavioral Science* 2, 201–215.
- Danto, A. C. 1965. *Analytical Philosophy of History*. Dt.: *Analytische Philosophie der Geschichte*. Frankfurt: Suhrkamp 1980
- Daston, L. 1998. Die Kultur der wissenschaftlichen Objektivität. In: O. G. Oexle (Hg.), *Naturwissenschaft, Geisteswissenschaft, Kulturwissenschaft: Einheit – Gegensatz – Komplementarität? 9–39*. Göttingen: Wallstein.
- Demetrius, L. 1971. Primitivity Conditions for Growth Matrices. *Mathematical Biosciences* 12, 53–58.
- Descartes, R. 1644. *Die Prinzipien der Philosophie*. Hrsg. von A. Buchenau. Hamburg: Meiner 1992.
- Dierkes, M., Zapf, W. 1994. *Institutionenvergleich und Institutionendynamik: Einleitende Überlegungen*. In: W. Zapf, M. Dierkes (Hg.), *Institutionenvergleich und Institutionendynamik*, 7–12. Berlin: Edition Sigma.
- Dietrich, H. 1998. Möglichkeiten und Grenzen der empirischen Erfassung von „Scheinselbständigkeit“. In: J. Schupp, F. Büchel, M. Diewald, R. Habich (Hg.), *Arbeitsmarktstatistik zwischen Realität und Fiktion*, 131–165. Berlin: Edition Sigma.
- Dinkel, R. H. 1984. Sterblichkeit in Perioden- und Kohortenbetrachtung. *Zeitschrift für Bevölkerungswissenschaft* 10, 477–500.
- Dinkel, R. H. 1992. Kohortensterbetafeln für die Geburtsjahrgänge ab 1900 bis 1962 in den beiden Teilen Deutschlands. *Zeitschrift für Bevölkerungswissenschaft* 18, 96–116.
- Dretske, F. 1988. *Explaining Behavior. Reasons in a World of Causes*. Cambridge: MIT Press.
- Duncan, G. J., Hill, M. S. 1985. Conceptions of Longitudinal Households. Fertile or Futile? *Journal of Economic and Social Measurement* 13, 361–375.

- Durkheim, E. 1888. Einführung in die Sozialwissenschaft an der Universität Bordeaux 1887-1888. In: Frühe Schriften zur Begründung der Sozialwissenschaft (hrsg. u. übers. v. L. Heisterberg), 25–52. Darmstadt: Luchterhand 1981.
- Durkheim, E. 1898. Note on Social Morphology. In: Ders., On Institutional Analysis (ed. M. Traugott), 88–90. Chicago: University of Chicago Press 1978.
- Durkheim, E. 1984. Die Regeln der soziologischen Methode. Dt. Übers. der 2. Aufl. von 1895. Hrsg. und Einl. von R. König. Frankfurt: Suhrkamp.
- Edinger, K.-E. 1998. Sozialstruktur, soziale Ungleichheit, soziale Schichtung. Paderborn: Schöningh.
- Elias, N. 1996. Was ist Soziologie? 9. Aufl. Weinheim: Juventa.
- Esser, H. 1993. Soziologie. Allgemeine Grundlagen. Frankfurt: Campus.
- Faber, K.-G. 1971. Theorie der Geschichtswissenschaft. München: Beck.
- Fisher, J. 1975. Knowledge of Rules. Review of *Metaphysics* 28, 237–260.
- Freeman, L. C. 1992. The Sociological Concept of „Group“: An Empirical Test of Two Models. *American Journal of Sociology* 98, 152–166.
- Frey, G. 1961. Symbolische und ikonische Modelle. In: H. Freudenthal (ed.), *The Concept and the Role of the Model in Mathematics and Natural and Social Sciences*, 89–97. Dordrecht: Reidel.
- Friedrichs, J. 1977. Stadtanalyse. Soziale und räumliche Organisation der Gesellschaft. Reinbek: Rowohlt.
- Fürstenberg, F. 1966. „Sozialstruktur“ als Schlüsselbegriff der Gesellschaftsanalyse. *Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie* 18, 439–453.
- Galouye, D. F. 1965. Welt am Draht. München: Goldmann.
- Gantmacher, F. R. 1971. Matrizenrechnung (Teil II). Berlin: Deutscher Verlag der Wissenschaften.
- Ganz, J. S. 1971. Rules. A Systematic Study. The Hague: Mouton.
- Gatrell, A. 1983. Distance and Space. A Geographical Perspective. Oxford: Clarendon Press.
- Gehlen, A. 1958. Über Kultur, Natur und Natürlichkeit. In: G. Funke (Hg.), *Konkrete Vernunft*, 113–123. Bonn: Bouvier.
- Geiger, T. 1931. Gesellschaft. In: A. Vierkandt (Hg.), *Handwörterbuch der Soziologie*, 201–211. Stuttgart: Enke.

- Geiger, T. 1932. Die soziale Schichtung des deutschen Volkes. Stuttgart: Enke (Reprint 1987).
- Geißler, C. 1997. Netzwerke als soziale Infrastruktur – Generationen und Haushalte im Leistungsverbund. In: U. Meier (Hg.), *Vom Oikos zum modernen Dienstleistungshaushalt*, 163–183. Frankfurt: Campus.
- Geißler, R. (Hg.) 1994. Soziale Schichtung und Lebenschancen in Deutschland. 2. Aufl. Stuttgart: Enke.
- Gibbs, J. P. 1965. Norms: The Problem of Definition and Classification. *American Journal of Sociology* 70, 586–594.
- Gibbs, J. P. 1989. Control. Sociology's Central Notion. Chicago: University of Illinois Press.
- Giddens, A. 1988. Die Konstitution der Gesellschaft. Grundzüge einer Theorie der Strukturierung. Frankfurt: Campus.
- Glenn, N. D. 1977. Cohort Analysis. Beverly Hills: Sage.
- Göhler, G. 1997. Der Zusammenhang von Institution, Macht und Repräsentation. In: Ders. (Hg.), *Institution – Macht – Repräsentation*, 11–62. Baden-Baden: Nomos.
- Goldman, A. I. 1972. Toward a Theory of Social Power. In: S. Lukes (ed.), *Power*, 156–202. Oxford: Basil Blackwell.
- Goldthorpe, J. H. 2000. On Sociology. Numbers, Narratives, and the Integration of Research and Theory. Oxford: Oxford University Press.
- Grieswelle, D. 1974. Allgemeine Soziologie. Gegenstand, Grundbegriffe und Methode der Soziologie. Stuttgart: Kohlhammer.
- Griffin, L. J. 1993. Narrative, Event-Structure Analysis, and Causal Interpretation in Historical Sociology. *American Journal of Sociology* 98, 1094–1133.
- Hall, A. D., Fagen, R. E. 1956. Definition of System. *General Systems* 1, 18–28.
- Hamm, B. 1982. Einführung in die Siedlungssoziologie. München: Beck.
- Hansen, K. P. (Hg.) 1993. Kulturbegriff und Methode. Der stille Paradigmenwechsel in den Geisteswissenschaften. Tübingen: Gunter Narr Verlag.
- Harris, M. 1989. Kulturanthropologie. Ein Lehrbuch. Frankfurt: Campus.
- Hart, H. L. A. 1973. Der Begriff des Rechts. Frankfurt: Suhrkamp.
- Hebert, R. F., Link, A. N. 1982. The Entrepreneur. *Mainstream Views and Radical Critiques*. New York: Praeger.
- Hedström, P., Swedberg, R. 1996. Social Mechanisms. *Acta Sociologica* 39, 281–308.

- Heise, D. R. 1989. Modelling Event Structures. *Journal of Mathematical Sociology* 14, 139–169.
- Henderson, L. D. 1983. The Fourth Dimension and Non-Euclidean Geometry in Modern Art. Princeton: Princeton University Press.
- Hendry, D. F., Richard, J.-F. 1982. On the Formulation of Empirical Models in Dynamic Econometrics. *Journal of Econometrics* 20, 3–33.
- Henecka, H. P. 2000. Grundkurs Soziologie. 7. Aufl. Opladen: Leske + Budrich.
- Herlyn, U. 1990. Zur Aneignung von Raum im Lebensverlauf. In: L. Bertels, U. Herlyn (Hg.), *Lebenslauf und Raumerfahrung*, 7–34. Opladen: Leske + Budrich.
- Hernes, G. 1976. Structural Change in Social Processes. *American Journal of Sociology* 82, 513–547.
- Hillmert, S. 2003. „Ausbildungs- und Berufsverläufe der Geburtskohorten 1964 und 1971 in Westdeutschland“: die jüngste Teilstudie der Lebensverlaufsstudie als Scientific Use File. *ZA-Information* 53, 167–177.
- Hobbes, T. 1651. Leviathan oder Stoff, Form und Gewalt eines bürgerlichen und kirchlichen Staates. Hrsg. von I. Fetscher. Frankfurt: Ullstein 1976.
- Homans, G. C. 1951. The Human Group. London: Routledge & Kegan Paul.
- Homans, G. C. 1961. Social Behavior. Its Elementary Forms. New York: Harcourt, Brace & World.
- Homans, G. C. 1969. Prologue. The Sociological Relevance of Behaviorism. In: R. L. Burgess, D. Bushell (eds.), *Behavioral Sociology*, 1–24. New York: Columbia University Press.
- Homans, G. C. 1976. What Do We Mean by Social „Structure“? In: P. M. Blau (ed.), *Approaches to the Study of Social Structure*, 53–65. London: Open Books.
- Hooker, C. A. 1971. The Relational Doctrines of Space and Time. *British Journal for the Philosophy of Science* 22, 97–130.
- Horigan, S. 1988. Nature and Culture in Western Discourses. London: Routledge.
- Hradil, S. 1987. Sozialstrukturanalyse in einer fortgeschrittenen Gesellschaft. Von Klassen und Schichten zu Lagen und Milieus. Opladen: Leske + Budrich.
- Huinink, J. 1987. Soziale Herkunft, Bildung und das Alter bei der Geburt des ersten Kindes. *Zeitschrift für Soziologie* 16, 367–384.

- Huinink, J. 1988. Die demographische Analyse der Geburtenentwicklung mit Lebensverlaufdaten. *Allgemeines Statistisches Archiv* 72, 359–377.
- Huinink, J. 1989. Das zweite Kind. Sind wir auf dem Weg zur Ein-Kind-Familie? *Zeitschrift für Soziologie* 18, 192–207.
- Huinink, J. 1998. Ledige Elternschaft junger Frauen und Männer in Ost und West. In: R. Metzke, K. Mühler, K.-D. Opp (eds.), *Der Transformationsprozess. Analysen und Befunde aus dem Leipziger Institut für Soziologie*, 301–320. Leipzig: Leipziger Universitätsverlag.
- International Statistical Institute 1986. Declaration on Professional Ethics. *International Statistical Review* 54, 227–242.
- Jauss, H. R. 1973. Versuch einer Ehrenrettung des Ereignisbegriffs. In: R. Koselleck, W.-D. Stempel (Hg.), *Geschichte – Ereignis und Erzählung*, 554–560. München: Fink.
- Joas, H. 2001. Die soziologische Perspektive. In: Ders. (Hg.), *Lehrbuch der Soziologie*, 11–38. Frankfurt: Campus.
- Joerges, B. 1989. Technische Normen – Soziale Normen? *Soziale Welt* 40, 242–258.
- Johansen, L. 1979. The Bargaining Society and the Inefficiency of Bargaining. *Kyklos* 32, 497–522.
- Kant, I. 1786. Metaphysische Anfangsgründe der Naturwissenschaft. In: *Werke in 10 Bänden*, hrsg. von W. Weischedel, Band 8, 9–135. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft 1968.
- Kemmerling, A. 1975. Regel und Geltung im Lichte der Analyse Wittgensteins. *Rechtstheorie* 6, 104–131.
- Kendall, M., Stuart, A. 1977. The Advanced Theory of Statistics. Vol. 1 (4th ed.). London: Charles Griffin & Comp.
- Kiwit, D., Voigt, S. 1995. Überlegungen zum institutionellen Wandel unter Berücksichtigung des Verhältnisses interner und externer Institutionen. *Ordo* 46, 117–147.
- KMK 2005. Das Bildungswesen in der Bundesrepublik Deutschland 2003. Hrsg. vom Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der BRD, bearbeitet von G. Jonen und T. Eckhardt.
- König, R. 1958a. Grundformen der Gesellschaft: Die Gemeinde. Reinbek: Rowohlt Taschenbuch Verlag.
- König, R. (Hg.) 1958b. Fischer-Lexikon Soziologie. Frankfurt: Fischer Bücherei.
- Kottmann, P. 1987. Verrechtlichung und Bevölkerungsweisen im industriellen Deutschland. *Historical Social Research*, No. 41, 28–39.
- Krackhardt, D. 1987. Cognitive Social Structures. *Social Networks* 9, 109–134.

- Kroeber, A. L., Parsons, T. 1958. The Concepts of Culture and of Social System. *American Sociological Review* 23, 582–583.
- Krug, W., Nourney, M., Schmidt, J. 1999. *Wirtschafts- und Sozialstatistik. Gewinnung von Daten.* München: Oldenbourg.
- Kunz, D. 1987. *Praktische Wirtschaftsstatistik.* Stuttgart: Kohlhammer.
- Lambert, J. H. 1988. *Texte zur Systematologie und zur Theorie der wissenschaftlichen Erkenntnis.* Hrsg. von G. Siegwart. Hamburg: Meiner.
- Lamberts, W. 1984. *Wettbewerbswirtschaft in der Krise? Mitteilungen des Rheinisch-Westfälischen Instituts für Wirtschaftsforschung* 5, 1–13.
- Läpple, D. 1991. *Essay über den Raum.* In: H. Häußermann u.a., *Stadt und Raum. Soziologische Analysen*, 157–207. Pfaffenweiler: Centaurus.
- Lasswell, H. D., Kaplan, A. 1950. *Power and Society. A Framework for Political Inquiry.* New Haven: Yale University Press 1969.
- Laumann, E. O. 1966. *Prestige and Association in an Urban Community.* New York: Bobbs-Merrill.
- Law, A. M., Kelton, W. D. 1991. *Simulation Modeling and Analysis.* New York: McGraw-Hill.
- Lazarsfeld, P. F., Menzel, H. 1969. *On the Relation Between Individual and Collective Properties.* In: A. Etzioni (ed.), *A Sociological Reader on Complex Organizations*, 499–516. New York: Holt, Rinehart & Winston.
- Leff, G. 1969. *History and Social Theory.* London: Merlin Press.
- Lepsius, M. R. 1976. *Zum Verhältnis von Geschichtswissenschaft und Soziologie.* In: H. M. Baumgartner, J. Rüsen (Hg.), *Seminar: Geschichte und Theorie*, 118–138. Frankfurt: Suhrkamp.
- Leslie, P. H. 1945. *On the Use of Matrices in Certain Population Mathematics.* *Biometrika* 33, 183–212.
- Lévi-Strauss, C. 1953. *Social Structure.* In: A. L. Kroeber (ed.), *Anthropology Today*, 524–553. Chicago: University of Chicago Press.
- Linde, H. 1972. *Sachdominanz in Sozialstrukturen.* Tübingen: Mohr-Siebeck.
- Lindenberg, S. 1977. *Individuelle Effekte, kollektive Phänomene und das Problem der Transformation.* In: K. Eichner, W. Habermehl (Hg.), *Probleme der Erklärung sozialen Verhaltens*, 46–84. Meisenheim: Hain.
- Lindner, F. 1900. *Die unehelichen Geburten als Sozialphänomen. Ein Beitrag zur Statistik der Bevölkerungsbewegung im Königreich Bayern.* Leipzig: Deichert'sche Verlagsbuchhandlung.
- Lipp, W., Tenbruck, F. H. 1979. *Zum Neubeginn der Kulturosoziologie.* *Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie* 31, 393–421.
- Lippe, P. v. d. 1996. *Wirtschaftsstatistik.* 5. Aufl. Stuttgart: Lucius & Lucius.
- Löw, M. 2001. *Raumsoziologie.* Frankfurt: Suhrkamp.
- Longford, N. T. 1993. *Random Coefficient Models.* Oxford: Clarendon Press.
- López, J., Scott, J. 2000. *Social Structure.* Buckingham: Open University Press.
- Ludiz, P. C. 1972. *Der Strukturbegriff in der marxistischen Gesellschaftslehre.* In: Ders. (Hg.), *Soziologie und Sozialgeschichte*, 419–447. Opladen: Westdeutscher Verlag.
- Luhmann, N. 1972. *Funktion IV.* In: *Historisches Wörterbuch der Philosophie*, Band 2, 1142–43. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft.
- Luhmann, N. 1980. *Temporalstrukturen des Handlungssystems.* In: W. Schluchter (Hg.), *Verhalten, Handeln und System. Talcott Parsons' Beitrag zur Entwicklung der Sozialwissenschaften*, 32–67. Frankfurt: Suhrkamp.
- Manicas, P. T. 1982. *The Human Sciences: A Radical Separation of Psychology and the Social Sciences.* In: P. F. Secord (ed.), *Explaining Human Behavior*, 155–173. Beverly Hills: Sage.
- Markl, H. 1998. *Homo Sapiens. Zur fortwirkenden Naturgeschichte des Menschen.* Münster: Rhema.
- Marsden, P. V., Laumann, E. O. 1984. *Mathematical Ideas in Social Structural Analysis.* *Journal of Mathematical Sociology* 10, 271–294.
- Marsden, P. V., Lin, N. 1982. *Introduction.* In: Dies. (Hg.), *Social Structure and Network Analysis*, 9–11. Beverly Hills: Sage.
- Martin, J. L. 2003. *What Is Field Theory?* *American Journal of Sociology* 109, 1–49.
- Matthes, B. 2003. *Das Teilprojekt „Ostdeutsche Lebensverläufe im Transformationsprozess (LV-Ost)“ der Deutschen Lebensverlaufsstudie.* *ZA-Information* 53, 156–166.
- Maurer, R. 1973. *Kultur.* In: H. Krings, H. M. Baumgartner, C. Wild (Hg.), *Handbuch philosophischer Grundbegriffe*, Bd. 3, 823–832. München: Kösel.
- Mayer, K. U. 1990. *Lebensverläufe und sozialer Wandel. Anmerkungen zu einem Forschungsprogramm.* In: Ders. (Hg.), *Lebensverläufe und sozialer Wandel*, 7–21. Opladen: Westdeutscher Verlag.
- Mayer, K. U., Blossfeld, H.-P. 1990. *Die gesellschaftliche Konstruktion sozialer Ungleichheit im Lebensverlauf.* In: A. Berger, Stefan Hradil (Hg.), *Lebenslagen, Lebensläufe, Lebensstile*, 297–318. Göttingen: Schwartz.
- Meyer, K., Rückert, G. R. 1974. *Allgemeine Sterbetafel 1970/72. Wirtschaft und Statistik*, Heft 7, 465–475, 392\*–395\*.
- Mayer, T. F. 1975. *Mathematical Models of Group Structure.* New York: Bobbs-Merrill.
- Mehrtens, H. 1990. *Moderne Sprache Mathematik.* Frankfurt: Suhrkamp.
- Meier, C. 1978. *Fragen und Thesen zu einer Theorie historischer Prozesse.* In: K.-G. Faber, C. Meier (Hg.), *Historische Prozesse*, 11–66. München: Deutscher Taschenbuch-Verlag.
- Merton, R. K. 1957. *Social Theory and Social Structure.* Glencoe: Free Press.
- Meulemann, H. 1990. *Schullaufbahnen, Ausbildungskarrieren und die Folgen im Lebensverlauf.* In: K. U. Mayer (Hg.), *Lebensverläufe und sozialer Wandel*, 89–117. Opladen: Westdeutscher Verlag.
- Mill, J. S. 1875. *Über Religion. Natur. Die Nützlichkeit der Religion. Theismus. Drei nachgelassene Essays.* Dt. von E. Lehmann. Berlin: Franz Duncker.
- Moscovici, S. 1982. *Versuch über die menschliche Geschichte der Natur.* Frankfurt: Suhrkamp.
- Mueller, U. 1993. *Bevölkerungsstatistik und Bevölkerungsdynamik.* Berlin: de Gruyter.
- Mueller, U. 2000. *Die Maßzahlen der Bevölkerungsstatistik.* In: U. Mueller, B. Nauck, A. Diekmann (Hg.), *Handbuch der Demographie*, Bd. 1, 1–91. Berlin: Springer-Verlag.
- Müller, H.-P. 1992. *Sozialstruktur und Lebensstile. Der neuere theoretische Diskurs über soziale Ungleichheit.* Frankfurt: Suhrkamp.
- Müller, H.-P. 1994. *Kultur und Gesellschaft. Auf dem Weg zu einer neuen Kulturosoziologie?* *Berliner Journal für Soziologie*, 135–156.
- Müller, W., Haun, D. 1994. *Bildungsungleichheit im sozialen Wandel.* *Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie* 46, 1–42.
- Nave-Herz, R. 1994. *Familie heute. Wandel der Familienstrukturen und Folgen für die Erziehung.* Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft.
- Nikles, B., Weiß, J. (Hg.) 1975. *Gesellschaft. Organismus – Totalität – System.* Hamburg: Hoffmann und Campe.
- Oakeshott, M. 1983. *On History and Other Essays.* Oxford: Basil Blackwell.
- Oaklander, L. N., Smith, Q. (eds.) 1994. *The New Theory of Time.* New Haven: Yale University Press.
- Olkin, I., Gleser, L. J., Derman, C. 1980. *Probability Models and Applications.* New York: Macmillan Publ.
- Opp, K.-D. 1983. *Die Entstehung sozialer Normen.* Tübingen: Mohr-Siebeck.
- Opp, K.-D., Hummell, H. J. 1973. *Soziales Verhalten und soziale Systeme.* Frankfurt: Athenäum.
- Oppitz, M. 1975. *Notwendige Beziehungen. Abriß der strukturalen Anthropologie.* Frankfurt: Suhrkamp.
- Ort, C.-M. 2003. *Kulturbegriffe und Kulturtheorien.* In: A. Nünning, V. Nünning (Hg.), *Konzepte der Kulturwissenschaften*, 19–38. Stuttgart: J. B. Metzler.
- Pappi, F. U. 1987. *Die Netzwerkanalyse aus soziologischer Perspektive.* In: Ders. (Hg.), *Methoden der Netzwerkanalyse*, 11–37. München: Oldenbourg.
- Perpeet, W. 1976. *Kultur, Kulturphilosophie.* In: *Historisches Wörterbuch der Philosophie*, Bd. 4, 1309–1324. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft.
- Peterson, R. A. 1979. *Revitalizing the Culture Concept.* *Annual Review of Sociology* 5, 137–166.
- Pohl, K. 1995. *Design und Struktur des deutschen FFS. Materialien zur Bevölkerungswissenschaft*, Heft 82a. Wiesbaden: Bundesinstitut für Bevölkerungsforschung.
- Popitz, H. 1961. *Soziale Normen.* *European Journal of Sociology* 2, 185–198.
- Popitz, H. 1967. *Der Begriff der sozialen Rolle als Element der soziologischen Theorie.* Tübingen: Mohr-Siebeck.
- Popitz, H. 1980. *Die normative Konstruktion von Gesellschaft.* Tübingen: Mohr-Siebeck.
- Popitz, H. 1995. *Der Aufbruch zur Artifizialen Gesellschaft. Zur Anthropologie der Technik.* Tübingen: Mohr-Siebeck.
- Popp, H. 1993. *Kulturgeographie ohne Kultur? In: K. P. Hansen (Hg.), Kulturbegriff und Methode. Der stille Paradigmenwechsel in den Geisteswissenschaften*, 115–131. Tübingen: Gunter Narr Verlag.

- Prendergast, C., Knottnerus, J.D. 1994. Recent Developments in the Theory of Social Structure: Introduction and Overview. In: J.D. Knottnerus, C. Prendergast (eds.), *Current Perspectives in Social Theory*, Suppl. 1, 1–26. Greenwich: JAI Press.
- Pressat, R. 1972. *Demographic Analysis. Methods, Results, Applications*. Transl. from French by J. Matras. Foreword by N. Keyfitz. Chicago: Aldine & Atherton.
- Proebsting, H. 1984. *Entwicklung der Sterblichkeit. Wirtschaft und Statistik*, Heft 1, 13–24, 438\*–440\*.
- Quine, W.V. 1972. *Methodological Reflections on Current Linguistic Theory*. In: D. Davidson, G. Harman (eds.), *Semantics of Natural Language*, 442–454. Dordrecht: Reidel.
- Radcliffe-Brown, A.R. 1940. *On Social Structure*. In: Ders., *Structure and Function in Primitive Society*, 188–211. London: Cohen & West 1952.
- Reinhold, G. (Hg.) 2000. *Soziologie-Lexikon*. 4. Aufl. München: Oldenbourg.
- Richards, E.G. 1998. *Mapping Time. The Calendar and its History*. Oxford: Oxford University Press.
- Riedel, M. 1990. *System, Struktur*. In: O. Brunner, W. Conze, R. Koselleck (Hg.), *Geschichtliche Grundbegriffe*, Bd. 6, 285–322. Stuttgart: Klett-Cotta.
- Rinne, H. 1996. *Wirtschafts- und Bevölkerungsstatistik*. 2. Aufl. München: Oldenbourg.
- Ritsert, J. 2000. *Gesellschaft. Ein unergründlicher Grundbegriff der Soziologie*. Frankfurt: Campus.
- Rohwer, G. 2004. *Verweildauern und Übergangsraten bei mehreren Folgezuständen*. Bochum.
- Rohwer, G., Pötter, U. 2001. *Grundzüge der sozialwissenschaftlichen Statistik*. Weinheim: Juventa.
- Rohwer, G., Pötter, U. 2002a. *Methoden sozialwissenschaftlicher Datenkonstruktion*. Weinheim: Juventa.
- Rohwer, G., Pötter, U. 2002b. *Wahrscheinlichkeit. Begriff und Rhetorik in der Sozialforschung*. Weinheim: Juventa.
- Rohwer, G., Pötter, U. 2003. *Demography of Germany*.
- Röttgers, K. 1983. *Der Ursprung der Prozessidee aus dem Geiste der Chemie*. *Archiv für Begriffsgeschichte* 27, 93–157.
- Russell, B. 1938. *Macht*. Wien: Europa-Verlag 1973.
- Ryle, G. 1949. *The Concept of Mind*. Dt.: *Der Begriff des Geistes*. Stuttgart: Reclam 1982.
- Sack, R.D. 1973. *A Concept of Physical Space in Geography*. *Geographical Analysis* 5, 16–34.
- Sack, R.D. 1980. *Conceptions of Space in Social Thought*. London: Macmillan.
- Schäfers, B. (Hg.) 1995. *Grundbegriffe der Soziologie*, 4. Aufl. Opladen: Leske + Budrich.
- Scharfe, M. 2002. *Menschenwerk. Erkundungen über Kultur*. Köln: Böhlau.
- Schelsky, H. 1970. *Zur soziologischen Theorie der Institution*. In: ders. (Hg.), *Zur Theorie der Institution*, 9–26. Düsseldorf: Bertelsmann Universitätsverlag.
- Scheuch, E.K., Kutsch, T. 1975. *Grundbegriffe der Soziologie, Band 1: Grundlegung und elementare Phänomene*. 2. Aufl. Stuttgart: Teubner.
- Schmid, C. 2000. *Zugang zu den Daten der Demographie*. In: U. Mueller, B. Nauck, A. Diekmann (Hg.), *Handbuch der Demographie, Band 1*, 476–523. Berlin: Springer-Verlag.
- Schütz, W. 1977. *100 Jahre Standesämter in Deutschland. Kleine Geschichte der bürgerlichen Eheschließung und der Buchführung des Personenstandes*. Frankfurt: Verlag für Standesamtswesen.
- Schwartz, J.T. 1961. *Lectures on the Mathematical Method in Analytical Economics*. New York: Gordon and Breach.
- Schwarz, K. 1964. *Allgemeine Sterbetafel für die Bundesrepublik Deutschland 1960/62. Wirtschaft und Statistik*, Heft 7.
- Searle, J.R. 1969. *Speech Acts. An Essay in the Philosophy of Language*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Sewell, W.H. 1992. *A Theory of Structure: Duality, Agency, and Transformation*. *American Journal of Sociology* 98, 1–29.
- Siegiwart, G. 1988. *Einleitung*. In: J.H. Lambert, *Texte zur Systematologie und zur Theorie der wissenschaftlichen Erkenntnis*, vii–xcvii. Hamburg: Meiner.
- Simmel, G. 1903. *Soziologie des Raumes*. In: *Schriften zur Soziologie*, 221–242. Frankfurt: Suhrkamp 1983.
- Simmel, G. 1908. *Soziologie. Untersuchungen über die Formen der Vergesellschaftung*. Berlin: Duncker & Humblot.
- Smelser, N.J. 1988. *Social Structure*. In: Ders. (Hg.), *Handbook of Sociology*, 103–129. Newbury Park: Sage.
- Smith, B.C. 1996. *On the Origin of Objects*. Cambridge: MIT Press.
- Solow, R. 1952. *On the Structure of Linear Models*. *Econometrica* 20, 29–46.
- Soper, K. 1995. *What is Nature? Culture, Politics and the non-Human*. Oxford: Blackwell.
- Sorokin, Pitirim A. 1959. *Social and Cultural Mobility*. New York: Free Press.
- Sraffa, P. 1963. *Production of Commodities by Means of Commodities. Prelude to a Critique of Economic Theory*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Statistisches Bundesamt 1972. *Bevölkerung und Wirtschaft 1872–1972*. Herausgegeben anlässlich des 100-jährigen Bestehens der zentralen amtlichen Statistik. Wiesbaden: Kohlhammer.
- Statistisches Bundesamt 1985. *Bevölkerung gestern, heute und morgen*. Bearbeitet von Helmut Proebsting. Wiesbaden: Kohlhammer.
- Stegmüller, W. 1983. *Erklärung, Begründung, Kausalität (Probleme und Resultate der Wissenschaftstheorie und Analytischen Philosophie, Band I)*. Berlin: Springer-Verlag.
- Stein, A. von der 1968. *Der Systembegriff in seiner geschichtlichen Entwicklung*. In: A. Diemer (Hg.), *System und Klassifikation in Wissenschaft und Dokumentation*, 1–14. Meisenheim: Hain.
- Steiner, H.-G. 1969. *Aus der Geschichte des Funktionsbegriffs*. *Der Mathematikunterricht* 15, 13–39.
- Strohmeier, K., Schultz, A., Strohmeier, H. 2005. *Familienforschung für die Familienpolitik. Wandel der Familie und sozialer Wandel als politische Herausforderungen*. Bochum.
- Swidler, A. 1986. *Culture in Action: Symbols and Strategies*. *American Sociological Review* 51, 273–286.
- Tuma, N.B., Huinink, J. 1990. *Postwar Fertility Patterns in the Federal Republic of Germany*. In: K.U. Mayer, N.B. Tuma (eds.), *Event History Analysis in Life Course Research*, 146–169. Madison: University of Wisconsin Press.
- Taylor, E.B. 1873. *Die Anfänge der Cultur. Untersuchungen über die Entwicklung der Mythologie, Philosophie, Religion, Kunst und Sitte*. Dt. Übers. von J.W. Spengel u. F. Poske. Band 1. Leipzig: C. F. Winter.
- Voss, T. 1985. *Rationale Akteure und soziale Institutionen*. München: Oldenbourg.
- Wagenführ, R. 1970. *Wirtschafts- und Sozialstatistik. Band 1*. Freiburg: Rudolf Haufe.
- Wagner, M. 1996. *Lebensverläufe und gesellschaftlicher Wandel: Die westdeutschen Teilstudien*. *ZA-Informationen* 38, 20–27.
- Wagner, M. 2001. *Kohortenstudien in Deutschland*. In: *Kommission zur Verbesserung der informationellen Infrastruktur zwischen Wissenschaft und Statistik (Hg.), Wege zu einer besseren informationellen Infrastruktur*. Baden-Baden: Nomos.
- Wasserman, S., Faust, K. 1994. *Social Network Analysis: Methods and Applications*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Weber, M. 1921. *Wirtschaft und Gesellschaft*. 1. Halbband, 5. Aufl., hrsg. von J. Winckelmann. Tübingen: Mohr-Siebeck 1976.
- Weber, M. 1922. *Gesammelte Aufsätze zur Wissenschaftslehre*. 6. Aufl. Tübingen: Mohr-Siebeck 1985.
- Weinberger, O. 1988. *Norm und Institution. Eine Einführung in die Theorie des Rechts*. Wien: Manzschke Verlags- und Universitätsbuchhandlung.
- Weinberger, O. 1996. *Alternative Handlungstheorie*. Wien: Böhlau.
- Weizsäcker, C.F. v. 1977. *Der Garten des Menschlichen. Beiträge zur geschichtlichen Anthropologie*. München: Hanser.
- Werlen, B. 1993. *Gibt es eine Geographie ohne Raum? Zum Verhältnis von traditioneller Geographie und zeitgenössischen Gesellschaften*. *Erdkunde* 47, 241–255.
- Werlen, B. 1997. *Gesellschaft, Handlung und Raum. Grundlagen handlungstheoretischer Sozialgeographie*. 3. Aufl. Stuttgart: Franz Steiner.
- Werlen, B. 2000. *Sozialgeographie. Eine Einführung*. Stuttgart: Paul Haupt.
- Weymann, A. 2001. *Interaktion, Sozialstruktur und Gesellschaft*. In: H. Joas (Hg.), *Lehrbuch der Soziologie*, 93–121. Frankfurt: Campus.
- White, D.M. 1972. *The Problem of Power*. *British Journal of Political Science* 2, 479–490.
- Wiese, L. v. 1933. *System der allgemeinen Soziologie als Lehre von den sozialen Prozessen und den sozialen Gebilden der Menschen (Beziehungslehre)*. München: Duncker & Humblot.
- Winch, P. 1958. *The Idea of a Social Science*. Dt.: *Die Idee der Sozialwissenschaft und ihr Verhältnis zur Philosophie*. Frankfurt: Suhrkamp 1966.
- Windolf, P. 1997. *Eigentum und Herrschaft. Elite-Netzwerke in Deutschland und Großbritannien*. *Leviathan* 25, 76–106.
- Windolf, P. 1998. *Elite Networks in Germany and Britain*. *Sociology* 32, 321–351.



- Windolf, P., Beyer, J. 1995. Kooperativer Kapitalismus. Unternehmensverflechtungen im internationalen Vergleich. Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie 47, 1–36.
- Windolf, P., Beyer, J. 1996. Co-operative Capitalism: Corporate Networks in Germany and Britain. British Journal of Sociology 47, 205–231.
- Windolf, P., Nollert, M. 2001. Institutionen, Interessen, Netzwerke Unternehmensverflechtung im internationalen Vergleich. Politische Vierteljahresschrift 42, 51–78.
- Wirth, E. 1979. Theoretische Geographie. Grundzüge einer Theoretischen Kulturgeographie. Stuttgart: Teubner.
- Wittgenstein, L. 1921. Tractatus logico-philosophicus. Frankfurt: Edition Suhrkamp 1963.
- Wright, G. H. von 1963. Norm and Action. A Logical Inquiry. London. [Dt.: Norm und Handlung. Eine logische Untersuchung. Königstein: Scriptor 1979.]
- Wright, G. H. von 1971. Explanation and Understanding. New York: Cornell University Press. Dt.: Erklären und Verstehen. Königstein: Athenäum 1984.
- Wrong, D. H. 1979. Power. Its Forms, Bases and Uses. Oxford: Basil Blackwell.
- Würzberger, P., Störtzbach, B., Stürmer, B. 1986. Volkszählung 1987. Rechtliche Grundlagen nach dem Urteil des Bundesverfassungsgerichts vom 15. Dezember 1983. Wirtschaft und Statistik, Heft 12, 927–957.
- Zapf, W. 1995. Entwicklung und Sozialstruktur moderner Gesellschaften. In: H. Korte, B. Schäfers (Hg.), Einführung in Hauptbegriffe der Soziologie, 181–193. Opladen: Leske + Budrich.
- Zilsel, E. 1942. The Genesis of the Concept of Physical Law. Philosophical Review 51, 245–279.
- Abraham, M., 181
- Anton, H., 107
- Atteslander, P., 132
- Bahrndt, H. P., 11, 232
- Balzer, W., 16
- Bates, F. L., 178
- Benevolo, L., 157
- Beyer, J., 211
- Bien, W., 117, 121
- Black, M., 234
- Blake, J., 232
- Blau, P. M., 137, 174, 176, 177
- Blaut, J. M., 174
- Blossfeld, H.-P., 46, 85, 224
- Böckenförde, E.-W., 14
- Bodzenta, E., 173
- Böhme, H., 140
- Bollnow, O. F., 134
- Bosse, H.-P., 72, 99
- Bossel, H., 16
- Boudon, R., 163, 257
- Bourdieu, P., 138
- Bourricaud, F., 163
- Bretz, M., 95, 118
- Büschges, G., 181
- Busche, H., 186
- Cancian, F. M., 233
- Cantor, G., 162
- Danto, A. C., 216
- Daston, L., 219
- Davis, K., 232
- Demetrius, L., 107
- Derman, C., 15
- Dierkes, M., 155, 158
- Dinkel, R. H., 54
- Duncan, G. J., 116
- Durkheim, E., 14, 136
- Edinger, K.-E., 173
- Elias, N., 13
- Esser, H., 11
- Faber, K.-G., 220
- Fagen, R. E., 183
- Faust, K., 202, 209
- Fisher, J., 237
- Freeman, L. C., 208, 209
- Frey, G., 16
- Friedrichs, J., 10
- Frobenius, G., 104
- Funk, W., 181
- Fürstenberg, F., 173
- Galouye, D. F., 133
- Gantmacher, F. R., 105
- Gatrell, A., 131
- Gehlen, A., 143
- Geiger, T., 10, 11
- Geißler, C., 117
- Giddens, A., 134
- Glenn, N. D., 226
- Gleser, L. J., 15
- Granovetter, M., 209
- Gumb, R. D., 237
- Hall, A. D., 183
- Hamm, B., 135
- Hansen, K. P., 139
- Harris, M., 141
- Hedström, P., 257
- Henderson, L. D., 131
- Hendry, D. F., 16
- Hernes, G., 196
- Hill, M. S., 116
- Homans, G. C., 157, 174, 198, 206
- Hooker, C. A., 131
- Horingan, S., 143
- Hradil, S., 174
- Huinink, J., 83, 85
- Hummel, H. J., 197
- Jauss, H.-R., 217
- Joas, H., 166, 203
- Joerges, B., 232
- Kant, I., 139
- Kemmerling, A., 230
- Kendall, M., 162
- Kiwit, D., 144
- Knottnerus, J. D., 205
- König, R., 10, 14, 137, 173
- Kottmann, P., 83
- Krackhardt, D., 197
- Krug, W., 118
- Kutsch, T., 174
- Lambert, J. H., 184, 186
- Läpple, D., 130
- Laumann, E. O., 203, 208
- Leff, G., 217
- Lepsius, R. M., 216
- Leslie, P. H., 97
- Lévi-Strauss, C., 11, 177
- Lexis, W., 24
- Lin, N., 203

Linde, H., 14, 153  
 Lindenberg, S., 180  
 Lindner, F., 83  
 Lipp, W., 141  
 López, J., 141  
 Löw, M., 130, 134, 135

Marbach, J., 117, 121  
 Markl, H., 143  
 Marsden, P. V., 203, 208  
 Martin, J. L., 155  
 Matussek, P., 140  
 Maurer, R., 143  
 Mayer, K. U., 83  
 Mehtens, H., 130  
 Meier, C., 217  
 Merton, R. K., 166  
 Meyer, K., 58  
 Mill, J. S., 142  
 Moscovici, S., 143  
 Mueller, U., 28, 173  
 Müller, H.-P., 137, 141  
 Müller, L., 140

Nave-Herz, R., 116  
 Niemeyer, F., 118  
 Nikles, B., 11  
 Nollert, M., 211  
 Nourney, M., 118

Oakeshott, M., 217  
 Oaklander, L. N., 217  
 Olkin, I., 15  
 Opp, K.-D., 197, 233  
 Oppitz, M., 177  
 Ort, C.-M., 139

Pötter, U., 46, 95, 163, 165, 166, 179,  
 180, 201, 223, 224, 227, 251, 258  
 Pappi, F. U., 197, 203  
 Paul, C., 58  
 Peacock, W. G., 178  
 Perpeet, W., 139  
 Peterson, R. A., 141  
 Popitz, H., 11, 15, 233  
 Popp, H., 140  
 Prendergast, C., 205  
 Pressat, R., 173  
 Proebsting, H., 63

Quine, W. V., 237

Röttgers, K., 215  
 Radcliffe-Brown, A. R., 11, 177, 203  
 Reinhold, G., 141  
 Richard, J.-F., 16

Richards, E. G., 221  
 Riedel, M., 183  
 Rinne, H., 29, 118  
 Ritsert, J., 11  
 Rohwer, G., 46, 95, 163, 165, 166, 179,  
 180, 201, 223, 224, 227, 251, 258  
 Rorres, C., 107  
 Rückert, G. R., 58  
 Ryle, G., 220

Sack, R. D., 130, 136  
 Schütz, W., 29  
 Scharfe, M., 141  
 Schelsky, H., 160  
 Scheuch, E. K., 174  
 Schmid, C., 29  
 Schmidt, J., 118  
 Schultz, A., 117  
 Schwartz, J. T., 109  
 Schwarz, K., 58  
 Scott, J., 141  
 Searle, J. R., 233  
 Sewell, W. H., 260  
 Siegwart, G., 184  
 Simmel, G., 11  
 Smith, B. C., 219  
 Smith, Q., 217  
 Soper, K., 142  
 Sorokin, P. A., 137  
 Störtzbach, B., 29  
 Stürmer, B., 29  
 Stegmüller, W., 239  
 Stein, A. von der, 183  
 Steiner, H.-G., 166  
 Strohmeier, H., 117  
 Strohmeier, K. P., 117  
 Stuart, A., 162  
 Swedberg, R., 257

Templeton, R., 121  
 Tenbruck, F. H., 141  
 Tuma, N. B., 85  
 Tylor, E. B., 141

Voigt, S., 144  
 Voss, T., 155

Würzberger, P., 29  
 Wagner, M., 84  
 Wasserman, S., 202, 209  
 Weber, M., 198, 201  
 Weizsäcker, C. F. v., 139  
 Weiß, J., 11  
 Werlen, B., 133, 139  
 Weymann, A., 203  
 Wiese, L. v., 138

Windolf, P., 211  
 Wirth, E., 16  
 Wittgenstein, L., 196, 230  
 Wolff, C., 186

Zapf, W., 155, 158, 175

# Stichwortverzeichnis

- Äquivalenzrelation, 191
- Ablaufschema, 218
- Adjazenzmatrix, 191
- ALLBUS, 8, 119
- Altenquotient, 112
- Alter
  - demographisches, 26
  - exaktes, 25
  - gewöhnliches, 26
- Alter bei der Geburt des ersten Kindes, 85
- Aussageform
  - relationale, 188
- Beziehungen
  - ereignisförmige, 198
  - komparative, 198
  - kontextabhängige, 198
  - modale Betrachtung, 199
- Biographieschema, 223
- Bruttoreproduktionsrate, 74
- Datenerzeugender Prozess, 178, 179
- Demographische Prozesse
  - Buchführungsgleichungen, 23
  - Definitionen, 21
- Dynamische Modelle, 229
  - analytische, 237
  - darstellende, 237
  - für Projektionen, 237
  - geschlossene, 239
  - offene, 239
  - sequentielle, 240
  - summarische, 240
  - Verwendungszwecke, 237
- Episoden, 47
- Ereignisse
  - allgemeiner Begriff, 217, 224
  - als Zustandswechsel, 224
- Erwartungen, 236
- Familienbegriff, 116
- Familiensurvey des DJI, 8, 121
- Fernere Lebenserwartung, 56
- Geburten
  - nicht-eheliche, 83
- Geburtenrückgang
  - langfristiger, 72
- Geburtenrate
  - allgemeine, 70
- Geburtenziffer
  - allgemeine, 28, 70
  - altersspezifische, 72, 77
  - kumulierte, 77
  - zusammengefasste, 73, 77
- Geodeterminismus, 133
- Gesamtheiten
  - als Mengen, 162
  - empirische, 164
  - fiktive, 164
  - Repräsentation, 163, 164
- Gesellschaftsbegriff
  - Definition, 12
  - statistischer, 12
- Graphen, 192
  - bewertete, 194
  - gerichtete, 193
  - graphische Darstellung, 192
  - ungerichtete, 192
- Graphische Darstellung
  - von Graphen, 192
- Häufigkeitsfunktion, 50
- Handlungsprozesse, 215
- Haushalte
  - Definition, 115
  - und Familien, 116
- Institutionen
  - ihr Apparat, 154
  - ihr Personal, 152
  - und Organisationen, 153
- Institutionenbegriff
  - modaler, 147
- Interaktion, 198
- Intrinsische Wachstumsrate, 98
- Kante, 192
  - gerichtete, 193
- Kaplan-Meier-Verfahren, 87
- Kartesisches Produkt, 189
- Kernfamilie, 116
- Knoten, 192
- Kohorten
  - allgemeiner Begriff, 226
  - Geburtskohorten, 53, 76
- Kohortenansatz, 48, 76, 226
- Kohorten-Sterbetafel, 54
- Kulturbegriff
  - poietischer, 143
- Lebenserwartung, 56
- Lebensverlaufsdaten
  - des MPIB, 8, 83
  - Leslie-Modell, 97
  - Lexis-Diagramm, 24
  - Logit-Funktion, 260
- Median, 55
- Mengenbegriff, 162
- Mereologische Begriffe, 149
- Merkmalsmengen, 168
- Merkmalsraum, 131, 137, 165
- Mikro-Makro-Schema, 180
- Mikrozensus, 118
- Mittelwert, 56
  - bedingter, 56
- Modale Betrachtungsweise, 146
  - von Beziehungen, 199
- Modellbegriff
  - allgemeine Definition, 16
- Modelle
  - substantielle, 256
  - deterministische, 240
  - dynamische, 229
  - Makro-Modelle, 247
  - Mikro-Modelle, 247
  - nomologische, 238
  - stochastische, 240
- Naturbegriff, 139
- Nettoreproduktionsrate, 74
- Netzwerk
  - allgemeiner Begriff, 196
  - ego-zentriertes, 122, 210
  - knotenzentriertes, 210
  - persönliches, 122
  - personell konstituiertes, 205
  - personelles, 205
  - soziales, 202
- Norm, 231
- Normative Aussage, 231
- Normative Regeln, 231
- Ordnungsbegriff, 184
- Organisationen
  - als Institutionen, 153
  - Begriffsbildung, 153
  - ihr Apparat, 154
- Organisierte Tätigkeiten, 152
- Partition, 191
- Perioden-Sterbetafel, 54
- Personelle Netzwerke, 205
- Poietische Regeln, 235
- Potenzmenge, 168
- Prozessbegriffe, 214
- Prozessdarstellung
  - sequentielle, 47
  - summarische, 47
- Prozesse
  - datenerzeugende, 178
  - Handlungs-, 215
  - historische, 216
  - mechanische, 219
  - statistische, 225
  - substantielle, 179, 256
  - und Ereignisse, 217
  - wiederholbare, 47, 218
- Prozesszeitachse, 48, 221, 227
- Ratenfunktion, 52
  - zustandsspezifische, 53
- Raum
  - sozialer, 134
  - topographischer, 170
- Raumbegriff, 129
- Raumstellen, 170
- Rechts zensierte Daten, 86
- Regeln
  - Begriffsbestimmung, 230
  - konstitutive, 231, 233
  - nomologische, 231
  - normative, 231
  - poietische, 231, 235
  - prognostische, 231
- Regelpfeil
  - logischer, 191
- Regressionsfunktion
  - allgemeine, 247, 251
  - spezielle, 252
- Regressionsmodelle
  - Beispiele, 258
  - Berechnungsverfahren, 258
  - parametrische, 257
  - statistische, 257
  - stochastische, 257
- Regressionsrechnung, 251
- Relation, 188
  - reflexive, 191
  - symmetrische, 191
  - transitive, 191
- Relationale Aussagen, 188
- Relationale Variable, 190, 195
  - mehrdimensionale, 195
- Sachverhalte
  - statistische, 174
- Soziale Akteure, 202
- Soziale Morphologie, 136
- Sozialer Raum
  - empirischer Begriff, 134
  - metaphorisches Reden, 137
- Sozialstatistik, 164
- Sozialstrukturbegriffe

- statistische, 175
- Stabile Altersverteilung, 98
- Statistische Prozesse, 225
  - diachron aggregierte, 225
  - synchron aggregierte, 225
  - transitorisch aggregierte, 225
- Statistische Sachverhalte, 174
- Statistische Verteilung, 167
- Sterbetafel
  - abgekürzte, 58
  - allgemeine, 57
  - Kohorten-, 54
  - Perioden-, 54
- Sterbeziffer
  - allgemeine, 28
  - altersspezifische, 53
- Strukturbegriff
  - relationaler, 174, 197
  - statistischer, 173
- Survivorfunktion, 52
- Systembegriff
  - abstrakter, 183
  - poietischer, 186
  - reflektierender, 186
  - traditioneller, 184
  
- Teleologie, 186
- Teleologische
  - Betrachtungsweise, 185
- Transformationsproblem, 180
- Trend
  - deskriptiver, 242
  - spekulativer, 242
- Trendfunktion, 242
  
- Übergangsrate, 53, 248
  
- Variable
  - logische, 188
  - räumliche, 171
  - raumbezogen, 171
- Variablen
  - logische, 165
  - mehrdimensionale, 166
  - relationale, 190, 195
  - statistische, 165, 222
- Veränderungsrate, 28
  - durchschnittliche, 28
- Verhaltensregelmäßigkeiten
  - Begriff, 156
- Verteilung
  - bedingte, 250
- Verteilungsfunktion, 51
- Verteilungsfunktionen, 43
- Verweildauervariablen, 48, 248
- Voraussagen, 236
  
- Wachstumsrate, 28
  
- Zeitachse
  - diskrete, 221, 238
  - historische, 221
  - stetige, 221
- Zeitreihen, 222
  - einfache, 222
  - funktionale, 222
  - vektorielle, 222
- Zeitreihenschema, 222, 238
- Zeitstellen, 221
- Zustandsraum, 223