

## ■ KAPITEL 1

# Einleitung

## 1.1 Über Ökonometrie

Wirtschaftswissenschaftler interessieren sich häufig für die Beziehungen zwischen unterschiedlichen messbaren Größen, zum Beispiel zwischen Gehalt und Ausbildungsgrad. Die wichtigste Aufgabe der Ökonometrie besteht darin, diese Beziehungen auf der Grundlage verfügbarer Daten und durch Verwendung statistischer Methoden in Zahlen auszudrücken und die resultierenden Ergebnisse auf geeignete Weise zu deuten, zu nutzen oder zu verwerten. Demzufolge ist Ökonometrie das Zusammenspiel von Wirtschaftstheorie, erhobenen Daten sowie statistischen Methoden. Das Zusammenspiel dieser drei macht die Ökonometrie so interessant, herausfordernd und – vielleicht auch – schwierig. Wie es vor einigen Jahren ein Seminarreferent ausdrückte: »Ohne Daten ist Ökonometrie wesentlich einfacher.«

Die traditionelle Ökonometrie konzentriert sich auf gesamtwirtschaftliche Zusammenhänge. Makroökonomische Modelle mit einigen bis zu mehreren hundert Gleichungen wurden für Politikfolgenabschätzung und Prognosen spezifiziert, geschätzt und genutzt. In diesem Bereich führten die jüngsten Entwicklungen in der Theorie, allen voran das Konzept der Kointegration, zu einer wachsenden Beachtung der Modellierung makroökonomischer Beziehungen und ihrer Dynamik, obwohl sie sich in der Regel auf bestimmte Aspekte der Wirtschaft konzentrieren. Seit den 1970er-Jahren werden ökonometrische Methoden verstärkt in mikroökonomischen Modellen zur Beschreibung des Verhaltens von Individuen, Haushalten oder Unternehmen angewendet – angeregt durch die Entwicklung angemessener ökonometrischer Modelle und Schätzer, die durch die Verfügbarkeit umfangreicher Datensätze in Erhebungen und die wachsenden Berechnungsmöglichkeiten Probleme wie einzelne abhängige Variablen und Stichprobenauswahl berücksichtigen.

In allerjüngster Zeit erfordert und fördert die empirische Analyse der Finanzmärkte viele theoretische Entwicklungen innerhalb der Ökonometrie. Derzeit spielt die Ökonometrie nahezu ohne Ausnahme eine wichtige Rolle in der empirischen Arbeit auf allen Gebieten der Ökonomie und in vielen Fällen ist es nicht länger ausreichend, ein paar Regressionen durchzuführen und die Ergebnisse zu interpretieren. Infolgedessen sind Fachbücher, die in die Ökonometrie einführen, für fortgeschrittene Anwender in der Regel unzureichend. Auf der anderen Seite sind die anspruchsvolleren Ökonometriefachbücher oft zu technisch oder detailliert, als dass der durchschnittliche Wirtschaftswissenschaftler die wesentlichen Ideen verstehen und die benötigte Information herausziehen kann. Es gibt also Bedarf an einem verständlichen Fachbuch, das die jüngsten und fortschrittlichsten Entwicklungen behandelt.



Die Beziehungen, an denen Wirtschaftswissenschaftler interessiert sind, werden formal in mathematischen Ausdrücken spezifiziert, die wiederum zu ökonometrischen oder statistischen Modellen führen. In solchen Modellen gibt es Raum für Abweichungen von den eindeutigen theoretischen Verhältnissen, die zum Beispiel auf Messfehlern, unvorhersehbarem Verhalten, Optimierungsfehlern oder unerwarteten Ereignissen beruhen. Ökonometrische Modelle können anhand einer Reihe von Kategorien klassifiziert werden.

Eine erste Modellklasse beschreibt die Beziehungen zwischen Gegenwart und Vergangenheit. Inwiefern ist zum Beispiel ein kurzfristiger Zinssatz abhängig von seiner eigenen Entwicklung? Diese Art von Modell, in der Regel als Zeitreihenmodell bezeichnet, verzichtet für gewöhnlich auf jegliche ökonomische Theorie und ist vor allem konzipiert, um Prognosen über zukünftige Werte sowie die entsprechenden Unsicherheiten oder Schwankungen abzugeben.

Eine zweite Modellart betrachtet Beziehungen zwischen wirtschaftlichen Größen über einen bestimmten Zeitraum hinweg. Diese Beziehungen liefern uns Informationen, inwiefern (aggregierte) ökonomische Größen im Laufe der Zeit in Beziehung zu anderen Größen schwanken. Was passiert zum Beispiel mit dem langfristigen Zinssatz, wenn die Zentralbank den kurzfristigen Zinssatz anpasst? Diese Modelle bieten oft Einblick in die ablaufenden wirtschaftlichen Prozesse.

Drittens gibt es Modelle, die Beziehungen zwischen verschiedenen Variablen beschreiben, die zu einem bestimmten Zeitpunkt für verschiedene Einheiten (zum Beispiel Haushalte oder Unternehmen) gemessen werden. Diese Art der Beziehung ist meistens dafür gedacht, zu erklären, warum diese Einheiten unterschiedlich sind oder sich unterschiedlich verhalten. So kann zum Beispiel untersucht werden, inwiefern Unterschiede beim Sparvermögen von Haushalten Unterschieden beim Haushaltseinkommen zugeschrieben werden können. Unter bestimmten Bedingungen können diese Querschnittsanalysen für die Betrachtung von »Was wäre, wenn ...?«-Fragen genutzt werden. Wie viel würde zum Beispiel ein gegebener oder ein durchschnittlicher Haushalt sparen, wenn das Einkommen um 1 Prozent ansteigen würde?

Und schließlich können Beziehungen zwischen verschiedenen Variablen betrachtet werden, die über einen längeren Zeitraum (mindestens zwei Monate) für verschiedene Einheiten gemessen wurden. Diese Beziehungen beschreiben gleichzeitig Unterschiede zwischen verschiedenen Individuen (warum spart Person 1 mehr als Person 2?) und Unterschiede im Verhalten eines bestimmten Individuums im Laufe der Zeit (warum spart Person 1 im Jahr 1992 mehr als im Jahr 1990?). Diese Art von Modell erfordert in der Regel Paneldaten, wiederholte Beobachtungen derselben Einheiten. Es ist bestens geeignet für die Analyse politischer Veränderungen auf individueller Ebene, vorausgesetzt, es kann davon ausgegangen werden, dass die Struktur des Modells bis in die (nahe) Zukunft konstant bleibt.

Die Aufgabe der Ökonometrie besteht darin, diese Beziehungen zu spezifizieren und zu quantifizieren. Das heißt, Ökonometriker arbeiten ein statistisches Modell aus, in der Regel basierend auf wirtschaftlicher Theorie, stellen es den Daten gegenüber und versuchen, eine Spezifikation zu entwickeln, die den erforderlichen Zielen gerecht wird. Die unbekannten Elemente in dieser Spezifikation, die Parameter, werden anhand einer Stichprobe zur Verfügung stehender Daten *geschätzt*. Eine andere Aufgabe der Ökonometriker besteht darin, zu beurteilen, inwiefern das entstehende Modell »geeignet« ist. Das heißt zu überprüfen, ob die auf Grundlage der Motivation der Schätzer (und ihrer Eigenschaften) gemachten Annahmen korrekt sind und ob das Modell für den beabsichtigten Zweck genutzt werden kann. Kann es zum Beispiel für die Prognose und Analyse politischer Veränderungen eingesetzt werden? Die Wirtschaftstheorie setzt



häufig voraus, dass für das zu bewertende Modell bestimmte Einschränkungen gelten. So geht die Effizienzmarkthypothese davon aus, dass sich Aktienmarktrenditen nicht aus ihrer eigenen Vergangenheit vorhersagen lassen. Ein wichtiges Ziel der Ökonometrie besteht in der Formulierung solcher Hypothesen hinsichtlich der Parameter in dem Modell sowie im Testen ihrer Validität.

Es gibt eine Vielzahl ökonometrischer Techniken und ihre Validität hängt oft entscheidend von der Validität der zugrunde liegenden Annahmen ab. Dieses Buch möchte den Leser durch den Dschungel von Schätzungen und Testverfahren führen, indem es nicht die Schönheit aller möglichen Bäume beschreibt, sondern diesen Dschungel auf einem strukturierten Weg durchquert, unnötige Seitenpfade meidet, die Gemeinsamkeiten der vorgefundenen unterschiedlichen Spezies hervorhebt und auf gefährliche Tücken hinweist. Der daraus resultierende Spaziergang ist hoffentlich angenehm und bewahrt den Leser davor, sich im Dschungel der Ökonometrie zu verirren.

## 1.2 Der Aufbau dieses Buches

Der erste Teil dieses Buches besteht aus den Kapiteln 2, 3 und 4. Wie die meisten Fachbücher beginnt es mit dem linearen Regressionsmodell und der OLS-Schätzmethode. Kapitel 2 liefert die Grundlagen dieser wichtigen Schätzmethode, wobei besonderes Gewicht auf die Validität unter leicht schwachen Bedingungen gelegt wird. Kapitel 3 konzentriert sich auf die Interpretation der Modelle und den Vergleich alternativer Spezifikationen. Kapitel 4 betrachtet zwei bestimmte Abweichungen von den Standardannahmen des linearen Modells: Autokorrelation und Heteroskedastizität der Fehlerterme. Es wird beschrieben, wie auf diese Phänomene hin überprüft werden kann, inwiefern sie die Validität der OLS-Schätzer beeinflussen, und wie das korrigiert werden kann. Dies beinhaltet eine kritische Untersuchung der Modellspezifikation, die Verwendung angepasster Standardfehler für die OLS-Schätzer sowie die Verwendung alternativer (GLS-)Schätzer. Diese drei Kapitel sind wesentlich für den verbleibenden Teil des Buches und sollten in jedem Seminar der Ausgangspunkt sein.

In Kapitel 5 wird eine weitere Abweichung von der Standardannahme des linearen Modells besprochen, die jedoch fatal für den OLS-Schätzwert ist. Sobald der Fehlerterm in diesem Modell mit einer oder mehr erklärenden Variablen korreliert, sind alle guten Eigenschaften der OLS-Schätzer nicht mehr wirksam und wir müssen zwangsläufig alternative Schätzungen verwenden. Dieses Kapitel bespricht Instrumentenvariablen (IV-)Schätzungen sowie die generalisierte Momentenmethode (GMM). Dieses Kapitel wird – zumindest dessen ersten Abschnitte – als wesentlicher Bestandteil jedes ökonometrischen Seminars empfohlen.

Kapitel 6 ist hauptsächlich theoretisch und erläutert die Maximum-Likelihood-Schätzung. Weil die maximale Likelihood in empirischen Arbeiten häufig wegen ihrer Abhängigkeit von Verteilungsannahmen kritisiert wird, bespreche ich sie nicht in den Eingangskapiteln, in denen es um Alternativen geht, die entweder stabiler als die Maximum-Likelihood oder (asymptotisch) gleichwertig sind. In Kapitel 6 liegt die besondere Betonung auf dem Testen von Fehlspezifikationen mittels der Lagrange-Multiplikator-Methode. Obwohl viele empirische Studien dazu neigen, die Verteilungsannahmen als gegeben anzunehmen, ist deren Validität entscheidend für die Konsistenz der eingesetzten Schätzwerte und sollte deshalb überprüft werden. Diese Tests



lassen sich häufig relativ leicht durchführen, obwohl die meiste Software sie (noch) nicht routinemäßig anbietet. Kapitel 6 ist entscheidend für das Verständnis von Kapitel 7 über beschränkt abhängige Variablenmodelle und einige kürzere Abschnitte in den Kapiteln 8 bis 10.

Der letzte Teil dieses Buches umfasst vier Kapitel. Kapitel 7 stellt Modelle vor, die in der Regel (aber nicht ausschließlich) in der Mikroökonomie verwendet werden, in denen die Variable diskret (zum Beispiel null oder eins), teilweise diskret (zum Beispiel null oder positiv) oder stetig ist. Dieser Teil setzt sich zudem mit der Sample-Selection-Problematik sowie der Schätzung des Treatment-Effekts auseinander; er geht dabei über die übliche Behandlung dieses Themas in Fachbüchern hinaus.

Kapitel 8 und 9 behandeln die Modellierung von Zeitreihen einschließlich Einheitswurzeln- und Kointegrationsmethoden sowie Fehlerkorrekturmodelle. Diese Kapitel können direkt im Anschluss an Kapitel 4 oder 5 gelesen werden, mit Ausnahme weniger Abschnitte, die sich auf die Maximum-Likelihood-Schätzung beziehen. Die Entwicklungen während der vergangenen 25 Jahre in der Theorie auf diesem Gebiet sind erheblich und viele der in jüngster Zeit erschienenen Fachbücher scheinen sich hauptsächlich darauf zu konzentrieren. In Kapitel 8 geht es um univariate Zeitreihenmodelle. In diesem Fall werden Modelle entwickelt, die eine ökonomische Variable anhand ihrer eigenen Vergangenheit erklären. Dazu gehören Arima-Modelle sowie GARCH-Modelle für die bedingte Varianz einer Zeitreihe. Multivariate Zeitreihenmodelle, die gleichzeitig mehrere Variablen berücksichtigen, werden in Kapitel 9 besprochen. Dazu gehören Vektorautoregressive Modelle (VAR), Kointegrationsmethoden sowie Fehlerkorrekturmodelle.

Abschließend behandelt Kapitel 10 Paneldatenmodelle. Paneldaten stehen uns zur Verfügung, wenn wiederholte Beobachtungen derselben Einheit (zum Beispiel Haushalte, Unternehmen oder Länder) vorliegen. Während des letzten Jahrzehnts wurde die Verwendung von Paneldaten in vielen Bereichen der Ökonomie wichtig. Mikroökonomische Panels von Haushalten oder Unternehmen sind leicht verfügbar und in Anbetracht der gesteigerten Rechenkapazität einfacher zu handhaben als in der Vergangenheit. Außerdem ist es zunehmend üblich geworden, Zeitreihen unterschiedlicher Länder zusammenzufassen. Einer der Gründe dafür liegt möglicherweise in der Überzeugung von Wissenschaftlern, dass Querschnittsvergleiche von Ländern interessante Informationen liefern, zusätzlich zu dem historischen Vergleich eines Landes mit seiner eigenen Vergangenheit. Dieses Kapitel beschäftigt sich außerdem mit den jüngsten Entwicklungen zu Einheitswurzeln und Kointegration in einer Paneldatenkonfiguration. Darüber hinaus beschäftigt sich ein Abschnitt gezielt mit wiederholten Querschnitten und Pseudo-Paneldaten.

Am Ende des Buches findet der Leser zwei kürzere Anhänge, in denen mathematische und statistische Ergebnisse behandelt werden, die an verschiedenen Stellen im Buch verwendet werden. Dazu gehört eine Darstellung relevanter Matrixalgebra und der Verteilungstheorie (Distributionstheorie). Insbesondere die Eigenschaften der (bivariaten) Normalverteilung, einschließlich bedingter Erwartungswerte, Varianzen sowie das Abschneiden werden besprochen.

Nach meiner Erfahrung ist das Material in diesem Buch zu umfangreich, um in einem einzigen Seminar besprochen zu werden. Auf der Grundlage der einzelnen Kapitel könnten verschiedene Seminare angesetzt werden. Ein typisches Aufbaustudium in angewandter Ökonometrie würde zum Beispiel die Kapitel 2, 3, 4 und Teile von Kapitel 5 behandeln und dann mit ausgewählten Abschnitten aus den Kapiteln 8 und 9 fortfahren, falls es um Zeitreihenanalyse geht, oder mit Abschnitt 6.1 und Kapitel 7 fortfahren, falls es um Querschnittsmodelle geht. Für fortgeschrittene Bachelor- oder Masterstudenten kann auch ein Seminar angeboten werden, das sich mit



den Kapiteln über Zeitreihen (Kapitel 8 und 9), den Kapiteln über Mikroökonomie (Kapitel 6 und 7) oder Paneldaten (Kapitel 10 mit ausgewählten Passagen aus den Kapiteln 6 und 7) beschäftigt.

In Anbetracht des Schwerpunkts und Umfangs dieses Buches musste ich viele Entscheidungen treffen, welches Material ich präsentiere und welches nicht. Grundsätzlich folgte ich der Regel, den Leser nicht mit Details zu langweilen, die ich für unwesentlich oder nicht von empirischer Relevanz hielt. Das Hauptziel bestand darin, einen allgemeinen und umfassenden Überblick der verschiedenen Methoden und Vorgehensweisen zu bieten, wobei das Augenmerk auf dem lag, was relevant für das Verstehen und Umsetzen empirischer Vorgehensweisen ist. Einige Themen werden nur kurz erwähnt und nicht umfassend besprochen. Um das auszugleichen, habe ich versucht, an geeigneten Stellen auf andere, weitergehende Fachbücher zu verweisen, die diese Themen abdecken.

### 1.3 Abbildungen und Übungen

In den meisten Kapiteln gibt es in den einzelnen Unterkapiteln eine Vielzahl von empirischen Darstellungen. Es ist zwar möglich, diese Abbildungen grundsätzlich zu überspringen, ohne dass das Verständnis leidet, allerdings liefern sie wichtige Aspekte im Hinblick auf die Implementierung der im vorhergehenden Text besprochenen Methodik. Zusätzlich habe ich versucht, Abbildungen zu liefern, die an sich ökonomisch interessant sind, indem sie Daten beinhalten, die typisch sind für aktuelle empirische Arbeiten und eine große Bandbreite unterschiedlicher Bereiche abdecken. Das bedeutet, dass die meisten Datensätze in kürzlich veröffentlichten empirischen Arbeiten verwendet wurden und sowohl in Bezug auf die Anzahl an Beobachtungen wie auch die Anzahl an Variablen ziemlich umfangreich sind. Angesichts der heute verfügbaren Rechnermöglichkeiten ist es für gewöhnlich kein Problem, derart große Datensätze zu verarbeiten.

Das Erlernen der Ökonometrie beschränkt sich nicht auf das Studieren eines Fachbuches. Praktische Erfahrung ist entscheidend für das Verständnis der verschiedenen Methoden ihrer Implementierung. Deshalb ermutige ich die Leser eindringlich, sich die Hände schmutzig zu machen und eine Reihe von Modellen mittels geeigneter oder auch weniger geeigneter Methoden zu bewerten sowie verschiedene Spezifikationstests durchzuführen. Da die moderne Software immer benutzerfreundlicher wird, ist die Berechnung selbst komplizierter Schätzer und Teststatistiken häufig überraschend einfach, manchmal sogar gefährlich einfach. Das heißt, dass Programme sogar mit falschen Daten, dem falschen Modell und der falschen Methodik zu Ergebnissen kommen, die scheinbar richtig sind. Um den Praktiker vor solchen Situationen zu bewahren, ist zumindest ein bisschen Erfahrung notwendig. Und dabei spielt dieses Buch eine wichtige Rolle.

Um den Leser anzuregen, mit Ist-Daten zu arbeiten und einige Modelle zu bewerten, findet er fast alle in diesem Buch verwendeten Datensätze auf der Website [www.wileyurope.com/college/verbeek](http://www.wileyurope.com/college/verbeek). Die Leser sind angehalten, die in diesem Text dokumentierten Modelle neu zu bewerten und zu überprüfen, ob ihre Ergebnisse dieselben sind, sowie mit alternativen Spezifikationen oder Methoden zu experimentieren. Einige der Übungen nutzen dieselben oder zusätzliche Datensätze und liefern eine Reihe spezifischer Probleme, die beleuchtet werden müssen. Es sollte betont werden, dass für Schätzmethoden, die eine numerische Optimierung erfordern,



alternative Programme, Algorithmen oder Umgebungen möglicherweise zu leicht abweichenden Ergebnissen führen. Allerdings sollten Sie Ergebnisse erzielen, die nahe bei den genannten liegen.

Ich empfehle nicht den Kauf eines bestimmten Softwarepakets. Für das lineare Regressionsmodell ist jedes Softwarepaket ausreichend. Für die anspruchsvolleren Techniken hat jedes Paket seine Vor- und Nachteile. In der Regel muss man abwägen zwischen Benutzerfreundlichkeit und Flexibilität. Menügeführte Programme erlauben oft nicht, etwas anderes zu berechnen als das vom Menü Vorgegebene. Wenn das Menü ausreichend umfangreich ist, stellt das vielleicht kein Problem dar. Befehlsgesteuerte Pakete erfordern mehr Vorgaben vom Benutzer, sind dafür aber meistens sehr flexibel. Für die Abbildungen in diesem Buch habe ich EvIEWS 7, RATS 8.0 und Stata 11.2 verwendet. Es stehen etliche alternative ökonometrische Programme zur Verfügung, einschließlich MicroFit, PcGive, TSP und SHAZAM; für komplexe oder maßgeschneiderte Methoden verwenden Ökonometriker GAUSS, Matlab, Ox, S-Plus und viele andere Programme sowie spezialisierte Software für spezifische Methodiken oder Modelltypen. Fachzeitschriften wie das *Journal of Applied Econometrics* und das *Journal of Economic Surveys* veröffentlichen regelmäßig Softwarebesprechungen.

Die am Ende jedes Kapitels enthaltenen Übungen bestehen aus einer Reihe von Fragen, die in erster Linie dazu gedacht sind, zu überprüfen, ob der Leser die wichtigsten Gedanken verstanden hat. Deshalb gehen sie in der Regel nicht in technische Details oder fragen nach Herleitungen oder Beweisen. Darüber hinaus sind etliche Übungen empirischer Natur und erfordern vom Leser die Nutzung von Ist-Daten, die auf der Website zu diesem Buch erhältlich sind.

