

# Vorlesungsplan: Grundlagen der Ökonometrie (mit Literaturangaben)

## 1. Einführung und Überblick [Vorlesung 1]

Literatur: S&W: Kap. 1, 3.5, Vorwort Kap. 4, Kap 4.1, 6.1; W: Kap. 1

Was ist Ökonometrie?, Kausalanalyse vs. Prognosen, Datenstrukturen, (multiple) Regressionsanalyse, experimentelle vs. Beobachtungsdaten

## 2. Kausalanalyse: Einführung [Vorlesungen 2-5]

S&W: Kap. 1.2, 3.5, Vorwort Kap. 4, Kap. 4.1, 4.4, 6.1, 13.1, Vorwort Kap. 13, App. 13.3;

A&P: Introduction und Kap. 1; (W: Kap. 2.1); Handout: Bedingter Erwartungswert und bedingte Erwartungswertfunktion

### 2.1 Grundlagen und Konzepte

kausale Effekte, randomisierte Kontrollexperimente und Schätzung des durchschnittlichen kausalen Effektes, potentielle Ergebnisse, Selektionsverzerrung

### 2.2 Ökonomisches Regressionsmodell

konstanter kausaler Effekt, lineares Modell für potentielle Ergebnisse

### 2.3 KQ-Schätzung des kausalen Effektes (Teil 1)

bedingte Erwartungswertfunktion (BEF), mittlere Unabhängigkeit, KQ-Annahme 1, KQ-Schätzung: einfaches Regressionsmodell, OVB-Problem

## 3. Multiple Regressionsanalyse [Vorlesungen 6-8]

S&W: Kap. 2.3, 2.5-2.6, 3.1, 4.1, 4.4-4.5, App. 4.4, Kap. (5.1), 5.4-5.5, 6.1-6.8, App. 6.2-6.3, 6.5, Kap. 18.2-18.3, 19.1-19.2, (19.4-19.5), App. 19.1, (19.2-19.3); W: Kap. (2.1), 6.3; Handouts: Matrixalgebra, Bedingter Erwartungswert und bedingte Erwartungswertfunktion

### 3.1 Statistisches Regressionsmodell

BEF, partielle Effekte, statistisches vs. ökonomisches Regressionsmodell

### 3.2 KQ-Schätzer

Herleitung, Interpretation,  $R^2$

### 3.3 KQ-Annahmen 1-4 und Eigenschaften des KQ-Schätzers

KQ-Annahmen, Erwartungstreue, asymptotische Eigenschaften

### 3.4 Bedingte mittlere Unabhängigkeit (BMU) und Kontrollvariablen: KQ-Schätzung des kausalen Effektes (Teil 2)

## 4. Schätzunsicherheit, Inferenz und Nichtlinearität [Vorlesungen 9-11]

S&W: Kap. 2.4, (3.2-3.3), (5.1-5.2), 7.1-7.4, 8, 19.3-19.4, App. 19.2; W: Kap. 3.4, 8.3

### 4.1 Schätzunsicherheit und Varianzschätzung

KQ-Annahme 5: bedingte Homoskedastizität, bedingte Homo- vs. Heteroskedastizität, Faktoren der Schätzunsicherheit, heteroskedastierobuste Varianzschätzung

### 4.2 Interpretation der Schätzergebnisse und Inferenz

statistische vs. ökonomische Signifikanz, Signifikanztest vs. Konfidenzintervall, verbundene Hypothesen,  $F$ -Test, White-Test auf Heteroskedastizität

#### 4.3 Nichtlineare Regressionsfunktionen

Polynomial- und Logregressionen, Interaktionseffekte

#### 5. Instrumentalvariablen-Schätzung kausaler Effekte [Vorlesungen 11-12]

S&W: Kap. 12.1, (12.2), 12.3, 12.5, App. 12.1-12.3

##### 5.1 Motivation

##### 5.2 IV-Schätzung mit einem Regressor und einem Instrument

##### 5.3 Validität von Instrumenten und Auswahl geeigneter Instrumente

#### 6. Zeitreihenanalyse [Vorlesungen 12-14]

S&W: Kap. 15.1-15.6, App. 15.3

##### 6.1 Einführung

##### 6.2 AR-Modelle: Prognosen und Autokorrelation

##### 6.3 Prognosen, Prognoseunsicherheit und Prognoseintervalle

##### 6.4 Bestimmung AR-Ordnung: Informationskriterien

Anmerkung: Kapitel und Appendizes in Klammern sind eine hilfreiche zusätzliche Lektüre. Die Zuordnung der Abschnitte zu den Vorlesungswochen ist vorläufig.

## Literatur

Die Veranstaltung stützt sich auf das Lehrbuch Stock, J.H. und Watson, M.W. (2019), *Introduction to Econometrics*, 4. Auflage, Pearson Education Limited, (S&W). Da sich in der vierten Auflage des Lehrbuches eine Reihe von relevanten Inhalten geändert haben würde ich empfehlen, möglichst die vierte und nicht die dritte Auflage zu verwenden. Neben den Exemplaren in der Lehrbuchsammlung ist die vierte Auflage auch als Online-Version über die Bibliothekswebseite abrufbar.

Wooldridge, J.M. (2025/2020/2016/2013), *Introductory Econometrics*, South-Western Cengage Learning (W) ist eine gute Alternative zu S&W. Es wird jedoch zunächst mit anderen Annahmen bezüglich des Regressionsmodells gearbeitet. Erst zu einem späteren Zeitpunkt werden die gleichen Annahmen wie in unserer Veranstaltung eingeführt. In jedem Fall könnten die Appendices B bis E sehr interessant für Sie sein. Sie beinhalten kompakte Zusammenfassungen zur Statistik, Wahrscheinlichkeitstheorie, Matrixalgebra sowie den Eigenschaften des KQ-Schätzers und deren Herleitungen. Eine Online-Version der siebten Auflage inklusive aller Appendices kann über die Unibibliothek genutzt werden.

Eine zusätzliche Referenz zur Kausalanalyse sind die Einführung und Kapitel 1 aus Angrist, J.D. und Pischke, J.-S. (2015), *Mastering 'Metrics*, Princeton University Press, (A&P). Eine pdf-Datei dieser Buchteile finden Sie in der Iliasgruppe zum Kurs. Zudem ist das Buch in begrenzter Anzahl in der Lehrbuchsammlung verfügbar.

Wir stellen Ihnen außerdem zwei Handouts zur Verfügung: zur Matrixalgebra sowie zum bedingten Erwartungswert und zur bedingten Erwartungswertfunktion.

## Detaillierte Anmerkungen zur Struktur des Kurses und zur Literatur

Der Kurs beginnt in diesem Jahr mit einer Einführung zur Kausalanalyse. Hierbei geht es um die Schätzung des (durchschnittlichen) kausalen Effektes eines Faktors auf eine Zielvariable. Die Kausalanalyse dominiert die aktuelle empirische und methodische Forschung in der Ökonometrie. Deshalb habe ich auch den weiteren Verlauf nochmals deutlicher an der Kausalanalyse ausgerichtet. Wir benötigen allerdings immer wieder statistische Konzepte. Folglich wird der Schwerpunkt zwischen Kausalanalyse und Statistik in den einzelnen Abschnitten der Vorlesung immer mal wieder variieren. So sind z.B. weite Teile des Abschnitts 3 deutlich statistisch geprägt.

Teil 2 zur Kausalanalyse führt das Konzept der *potentiellen Ergebnisse* (potential outcomes) in Verbindung mit randomisierten Kontrollexperimenten ein. Mit Hilfe der potentiellen Ergebnisse können wir diverse kausale Effekte definieren. Der Rahmen einer randomisierten Kontrollexperimentes erlaubt es uns, relativ einfach den durchschnittlichen kausalen Effekt erwartungstreu und konsistent zu schätzen. In der Empirie können wir jedoch oft nicht mit experimentellen Daten arbeiten. Zudem ist der interessierende kausale Faktor häufig nicht binär, wie in den Kontrollexperimenten, die wir betrachten. Deshalb verallgemeinern wir am Ende von Abschnitt 2 die Dinge hin zu einem „ökonomischen Regressionsmodell“ mit einem Regressor und diskutieren die praktischen Herausforderungen der KQ-Schätzung des relevanten kausalen Effektes.

Die mit dieser Schätzung verbundenen Herausforderungen führen dann zur multiplen Regressionsanalyse (Teil 3) als einem möglichen Lösungsansatz, um einen erwartungstreuen oder konsistenten Schätzer des interessierenden kausalen Effektes zu erhalten. Wir werden allerdings zunächst das multiple Regressionsmodell aus statistischer Sicht behandeln, und zwar mit Rückgriff auf das Konzept der bedingten Erwartungswertfunktion, dass wir in Teil 2 eingeführt haben. Schließlich kontrastieren wir dieses statistische Regressionsmodell mit dem ökonomischen Regressionsmodell. Nach einigen algebraischen und statistischen Betrachtungen zur KQ-Schätzung, kommen wir in Abschnitt 3.4 dann wieder zur KQ-Schätzung des (durchschnittlichen) kausalen Effektes zurück. Die bedingte mittlere Unabhängigkeitssannahme in Verbindung mit den so genannten Kontrollvariablen wird hier von zentraler Bedeutung sein.

Teil 4 sammelt diverse weitere Dinge zur multiplen Regressions- und Kausalanalyse. Ein Punkt, den ich in diesem Jahr besser herausarbeiten will, ist die ökonomische und statistische Interpretation der Schätzergebnisse unter Berücksichtigung der Schätzunsicherheit. Hier kommen verschiedene Aspekte zusammen, inklusive Konfidenzintervalle und Signifikanztests. Deshalb ergibt sich die vielleicht ungewöhnliche Zusammenstellung der Abschnitte 4.1 und 4.2. Im Abschnitt 4.3 führen wir dann nichtlineare Transformationen der Modellvariablen ein. So können wir auch nicht konstante kausale oder (statistische) partielle Effekte modellieren und z.B. erlauben, dass der kausale Effekt eines zusätzlichen Ausbildungsjahres auf den Stundenlohn für verschiedene Gruppen variieren kann. Teil 5 befasst sich dann mit der Instrumentalvariablen-Schätzung, einer Alternative zur KQ-Schätzung von kausalen Effekten.

Die Betrachtungen zur Regressions- und Kausalanalyse in den Teilen 2 bis 5 beziehen sich auf so genannte Querschnittsdaten, also z.B. Daten zu Individuen, Haushalten, Firmen etc., für einen festen Zeitraum. Der letzte Teil 6 der Vorlesung widmet sich hingegen der Modellierung von

Zeitreihendaten, also Daten zu einer oder mehreren Variablen über (viele) Zeitpunkte hinweg. Wir werden uns mit dem autoregressiven (AR) Modell beschäftigen. Dieses ist geeignet, um die Korrelation einer Variable über die Zeit (Autokorrelation) zu modellieren. Wir werden zudem sehen, wie wir das AR-Modell für Prognosen nutzen können.

Das für uns relevante Material ist in Stock und Watson (2020) recht verteilt. Deshalb finden Sie im Syllabus auch genauere Angaben zu den jeweils relevanten Abschnitten. In einem ersten Schritt können Sie zur Wiederholung der wesentlichen Aspekte der Inferenz und des einfachen linearen Regressionsmodells die Kapitel 2-5 durchgehen. Das hilft Ihnen zugleich, sich mit der Vorgehensweise und Notation des Lehrbuches vertraut zu machen. Später können Sie dann die relevanten Unterabschnitte noch einmal im Detail behandeln.

Wie erwähnt bauen wir im Einführungsteil zur Kausalanalyse auf randomisierten Kontrollexperimenten und dem Konzept der potentiellen Ergebnisse auf. Hierzu können Sie insbesondere die Abschnitte 3.5 und 13.1 sowie Appendix 13.3 in Stock und Watson lesen. Die Ausführungen sind dort aber recht knapp gehalten. Deshalb gilt zusätzlich die Einführung sowie Kapitel 1 des Buches 'Mastering Metrics' von Angrist und Pischke als relevante Literatur.

Die Teile 3 und 4 basieren auf den Kapiteln 6 bis 8 von Stock und Watson, sowie Teilen von Kapiteln 2-5, 18 und 19. Im Prinzip können Sie die Kapitel 6, 7 und 8 nacheinander durchgehen und die zugehörigen Inhalte der anderen Kapitel entsprechend heranziehen. Wichtige Ausführungen zur Varianz des KQ-Schätzer sowie kurze Darstellungen des White-Tests auf Heteroskedastizität finden Sie in den angegebenen Abschnitten des Lehrbuches von Wooldridge.

Beachten Sie, dass Stock und Watson, wie die meisten Einführungsbüchern zur Ökonometrie, nicht immer explizit zwischen statistischem und kausalem bzw. ökonomischen Modellrahmen unterscheiden. Entsprechend sind die verschiedenen Aspekte verwoben und es nicht immer klar, was eigentlich beschrieben wird. Zudem verzichten Stock und Watson darauf, das Konzept der bedingten Erwartungswertfunktion explizit einzuführen. Mit dem Hintergrundwissen aus der Vorlesung werden Sie aber sehen, dass sie dieses Konzept im „im Prinzip“ am Anfang der Kapitel 4 und 6 einführen bzw. nutzen.

Die Instrumentalvariablenabschätzung werden wir nur für den einfachen Fall eines endogenen Regressors und einer Instrumentalvariable behandeln. Sie können deshalb den Abschnitt 12.4 und gegebenenfalls Abschnitt 12.2 auslassen. Die Appendizes 12.1-12.3 sollten Sie aber in jedem Fall durchgehen. Das relevante Material zur Zeitreihenanalyse, insbesondere die Grundlagen zu autoregressiven Modellen und Prognosen finden Sie in den Abschnitten 15.1 bis 15.6 sowie Appendix 15.3 des Lehrbuches.

## Inhaltliche Vorkenntnisse

Ich gehe davon aus, dass Sie Grundkenntnisse zur induktiven Statistik (Schätzen, Testen) besitzen sowie mit bedingten Erwartungswerten, dem einfachen linearen Regressionsmodell und dem KQ-Schätzer vertraut sind. Zur Wiederauffrischung können Sie, wie oben erwähnt, Kapitel 2-5 aus Stock und Watson (2019) durchgehen. Alternativ bietet sich Abschnitt 7.2.2 und Teil 3 (Kap. 9-12.1) des Buches Stocker, T. und Steinke, I. (2016), *Statistik*, De Gruyter Oldenbourg, an.