

# Vorlesungsplan: Grundlagen der Ökonometrie (mit Literaturangaben)

## 1. Einführung und Überblick [Vorlesung 1]

Was ist Ökonometrie?, Kausalanalyse vs. Prognosen, Datenstrukturen, (multiple) Regressionsanalyse, experimentelle vs. Beobachtungsdaten, S&W: Kap. 1, 3.5, Vorwort Kap. 4, Kap 4.1, 6.1; W: Kap. 1

## 2. Lineare Regressionsanalyse [Vorlesungen 2-5]

2.1 Lineares Regressionsmodell und bedingte Erwartungswertfunktion, S&W: Kap. 2.3, Vorwort Kap. 4, 4.1, 4.4, App. 4.4, (W: Kap. 2.1), Kap. 6.2, Kap.19.1, App. 19.1; Handout zum bedingten Erwartungswert und Erwartungswertfunktion, (Handout zur linearen Projektion)

2.2 KQ-Schätzer, S&W: Kap. 6.3, App. 6.3, Kap. 19.1

Herleitung, Interpretation,  $R^2$

2.3 KQ-Annahmen und Eigenschaften des KQ-Schätzers, S&W: Kap. 2.3, 2.5-2.6, 3.1, 4.5, App. 4.3, Kap. (5.1), 5.4-5.5, 6.4-6.7, App. 6.2, 18.2-18.3, 19.1-19.2, (19.4-19.5), App. 19.2, (19.3); W: Kap. 3.4

Allgemeine und erweiterte KQ-Annahmen (Multikollinearität, bedingte Homo- vs. Heteroskedastizität), Erwartungstreue, asymptotische Eigenschaften des KQ-Schätzers, Schätzunsicherheit, heteroskedastierobuste Varianzschätzung

## 3. Inferenz und Nichtlinearität [Vorlesungen 6-7]

3.1 Inferenz, S&W: Kap. 2.4, (3.2-3.3, 3.6), (5.1-5.2), 7.1-7.4, 19.3-19.4, App. 19.2; W: Kap. 8.3

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

3.2 Nichtlineare Regressionsfunktionen, S&W: Kap. 8; W: Kap. 9.1

RESET-Test auf Linearität, Polynomialregression, Logregressionen, Interaktionseffekte

## 4. Kausalanalyse: Konzeptioneller Rahmen [Vorlesung 8-9]

4.1 Grundlagen und Konzepte, S&W: Kap. 1.2, 3.5, Vorworte Kap. 4 und 13, Kap 4.1, Kap. 13.1, App. 13.3, A&P: Introduction und Kap. 1

kausale Effekte, randomisierte Kontrollexperimente, potentielle Ergebnisse, Selektionsverzerrung

4.2 Lineares Kausalmodell, S&W: Kap. 4.4, Kap. 6.1, 6.5

kausale BEF, Kausalmodell mit konstantem kausalen Effekten, KQ-Annahme 1: Kausalmodell vs. Regressionsmodell

5. Schätzung kausaler Effekte [Vorlesungen 10-12]
  - 5.1 Einfaches lineares Regressionsmodell: KQ-Annahme 1 und OVB-Problem, S&W: Kap. 6.1, App. 6.1
  - 5.2 Multiple Regressionsmodell: bedingte mittlere Unabhängigkeit (BMU) und Kontrollvariablen, S&W: Kap. 6.8, App. 6.5; W: Kap. 6.3
  - 5.3 Instrumentalvariablenschätzung, S&W: Kap. 12.1, (12.2), 12.3, 12.5, App. 12.1-12.3  
Motivation, IV-Schätzung mit einem Regressor und einem Instrument, Validität von Instrumenten, Auswahl geeigneter Instrumente
6. Zeitreihenanalyse S&W: Kap. 15.1-15.6, App. 15.3 [Vorlesungen 13-14]
  - 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. Falls Sie dennoch mit der dritten Auflage arbeiten, dann beachten Sie bitte, dass das Material der Kapitel 15, 18 und 19 der vierten Auflage in den Kapiteln 14, 17 und 18 der dritten Auflage enthalten ist.

Wooldridge, J.M. (2020/2016/2013/2006), *Introductory Econometrics*, South-Western Cengage Learning (W) ist eine gute Alternative zu S&W. Es wird jedoch zunächst mit anderen Modellannahmen 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). Das Buch ist in begrenzter Anzahl in der Lehrbuchsammlung verfügbar. Wir stellen Ihnen zudem drei Handouts zur Verfügung: zur Matrixalgebra, bedingten Erwartungswertfunktion und linearen Projektion.

## **Detaillierte Anmerkungen zur Struktur des Kurses und zur Literatur**

Der Kurs gliedert sich im Prinzip in drei große Blöcke: Regressionsanalyse und Inferenz (Teile 2 und 3), Kausalanalyse (Teile 4 und 5) sowie Zeitreihenanalyse (Teil 6). Der Block zur Regressionsanalyse fokussiert auf statistische und algebraische Aspekte. Das Regressionsmodell wird hier als statistisches Modell eingeführt, um die mittlere Abhängigkeit einer Variable (abhängige Variable) von anderen Variablen (erklärende Variablen, Regressoren) zu beschreiben. Diese Modellierung basiert auf der so genannten bedingten Erwartungswertfunktion (BEF). Die Verknüpfung mit der BEF ist der dominierende Ansatz in der Ökonometrie, um das Regressionsmodell statistisch zu fundieren. Die Alternative zur BEF ist die lineare Projektion. Diese werden wir aber nur kurz behandeln. Ich versuche den statistischen Teil auf die Inhalte zu fokussieren, die über Ihre Statistikvorlesungen hinausgehen.

Die Kausalanalyse bekommt ab diesem Jahr mehr Raum im Kurs. Um die verschiedenen Aspekte der Kausalanalyse besser zu verstehen, ist es aus meiner Sicht wichtig zwischen einem Kausalmodell und dem statistischen Regressionsmodell zu unterscheiden. Insofern kommt neben der Datenebene und der statistischen Modellebene also eine dritte Ebene, das Kausalmodell hinzu. Wir werden zunächst das Konzept der *potentiellen Ergebnisse* (potential outcomes) in Verbindung mit randomisierten Kontrollexperimenten einführen. Das Konzept der potentiellen Ergebnisse ist das dominierende in der Ökonometrie, um Kausalität und kausale Effekte zu beschreiben bzw. zu definieren. Im weiteren führen wir dann das lineare Kausalmodell aufbauend auf den potentiellen Ergebnissen ein. Diese Modell hat die gleiche Struktur wie ein lineares Regressionsmodell, stellt jedoch konzeptionell ein anderes Objekt dar. Wir betrachten dann in Teil 5 drei mögliche Ansätze, um kausale Effekte konsistent zu schätzen. Die Konsistenz des jeweiligen Schätzers verlangt aber entsprechende Annahmen, die empirisch leider oft nicht plausibel sind.

Die Betrachtungen zur Regressions- und Kausalanalyse beziehen sich auf so genannten Querschnittsdaten, also z.B. Daten zu Individuen, Haushalten, Firmen etc. für einen festen Zeitraum. Der dritte Block widmet sich hingegen der Modellierung von Zeitreihendaten, also Daten zu einer oder mehrerer Variablen über (viele) Zeitpunkte hinweg. Wir werden uns lediglich 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 unseren Kurs 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 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.

Der Block zur Regressionsanalyse und Inferenz basiert auf den Kapiteln 6, 7 und 8, sowie Teilen

von Kapiteln 4, 5, 18 und 19. Im Prinzip können Sie die Kapitel 6 (außer 6.8.), 7 und 8 nacheinander durchgehen und die zugehörigen Inhalte der anderen Kapitelentsprechend heranziehen. Wichtige Ausführungen zur Varianz des KQ-Schätzer sowie kurze Darstellungen des White-Tests auf Heteroskedastizität und des RESET-Tests auf Nichtlinearität finden Sie in den angegebenen Abschnitten des Lehrbuches von Wooldridge.

In Einführungsbüchern zur Ökonometrie, so auch in Stock und Watson, wird keine explizite Unterscheidung zwischen dem statistischen und kausalen Modellrahmen vorgenommen. Entsprechend sind die verschiedenen Aspekte verwoben und es nicht immer klar, was eigentlich beschrieben wird. Letztlich weichen wir aber nur bei der Interpretation der KQ-Annahme 1 grundsätzlicher von der Darstellung in Stock und Watson ab. Die Interpretation im Abschnitt 6.5 macht nur für den Fall einer kausalen Modellstruktur Sinn. Wir interpretieren die KQ-Annahme 1 zunächst aus statistischer Sicht als Linearitätsannahme bezüglich der BEF.

Wie bereits angedeutet, behandeln wir die Kausalanalyse im zweiten Block ausführlicher als in den Kapiteln 4 und 6 von Stock und Watson. Das dient zum einen dem besseren Verständnis. Zum anderen wird dies der enormen Bedeutung der Kausalanalyse in der empirischen Wirtschaftsforschung gerecht. Wir bauen in Teil 4 auf randomisierten Kontrollexperimenten und dem Konzept 'potentieller Ergebnisse', im englischen *potential outcomes*, auf. Hierzu können Sie insbesondere die Abschnitte 3.5 und 13.1 sowie Appendix 13.3 in Stock und Watson lesen. Eine alternative Einführung zur Kausalanalyse, zu Kontrollexperimenten und zum Konzept potentieller Ergebnisse finden Sie in der Einführung sowie Kapitel 1 des Buches 'Mastering Metrics' von Joshua A. Angrist und Jörn-Steffen Pischke. Tiefgründiger ist die Darstellung in den Kapiteln 2 und 3 von 'Mostly Harmless Econometrics' von den gleichen Autoren. Dieses Buch ist allerdings eher für Doktoranden oder Masterstudierende gedacht.

Im Teil 5 befassen wir uns dann mit der Schätzung kausaler Effekte sowie verbundenen Annahmen und Problemen. Im Zusammenhang mit dem einfachen und multiple Regressionsmodell sind insbesondere die Verzerrung (Inkonsistenz) durch ausgelassene Variablen, bedingte mittlere Unabhängigkeitsannahme (BMU-Annahme) sowie das Konstrukt von Kontrollvariablen von zentraler Bedeutung. Das entsprechende Material finden Sie in den Abschnitten 6.1 und 6.5 sowie den Appendices 6.1 und 6.5 des Lehrbuches von Stock und Watson. Schließlich führen wir die Instrumentalvariablenschätzung als alternativen Ansatz zur Schätzung kausaler Effekte ein. Wir werden die Instrumentalvariablenschätzung aber 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 Appendices 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 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 Teil 3 (Kap. 9-12.1) des Buches Stocker, T. und Steinke, I. (2016), *Statistik*, De Gruyter Oldenbourg, an. Teil 3 sollte den VWL-Studierenden aus Statistik II vertraut sein.