

Verkehrsökonomie Bachelor-Kurs

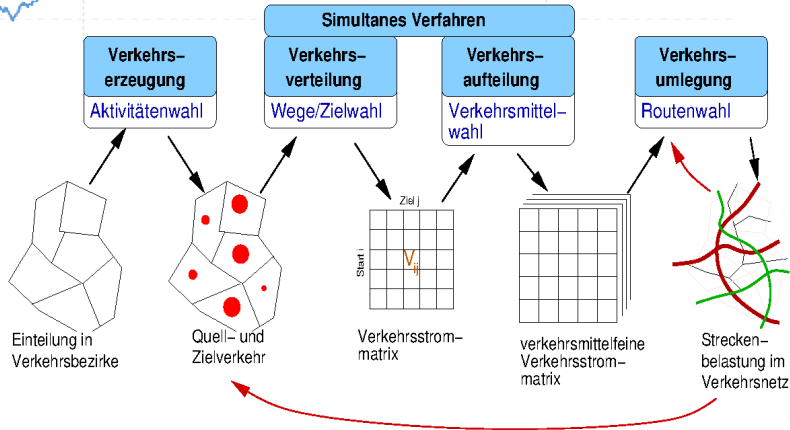
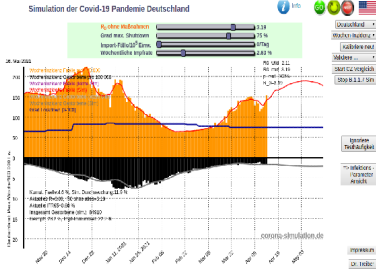
Vorlesung 01: Einführung

100,000

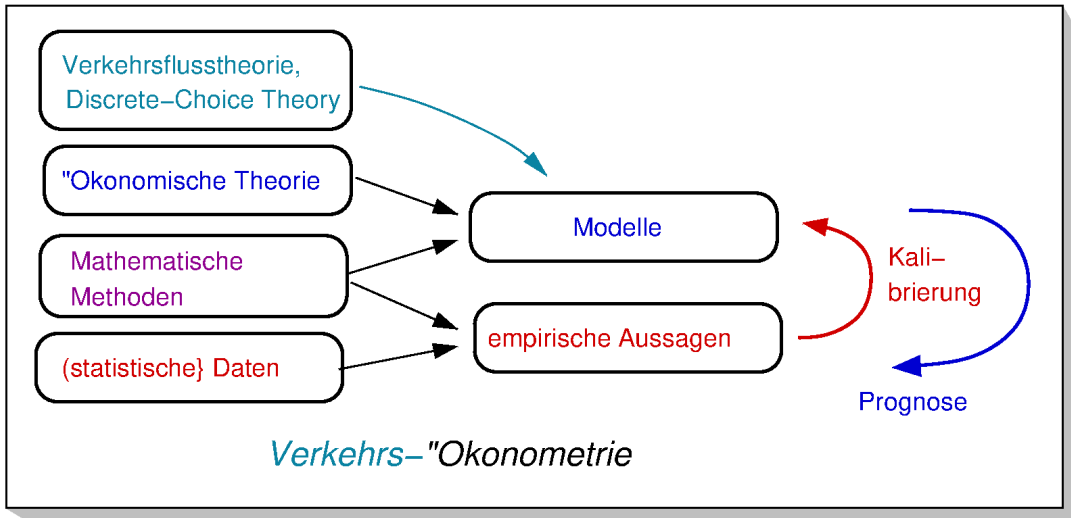
10,000

1,000

100

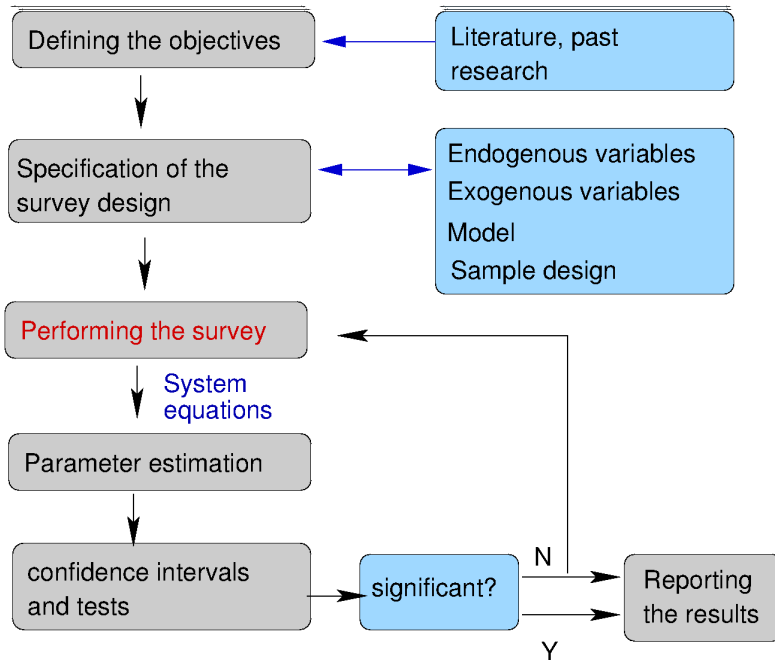


1.1 Was ist Ökonometrie?

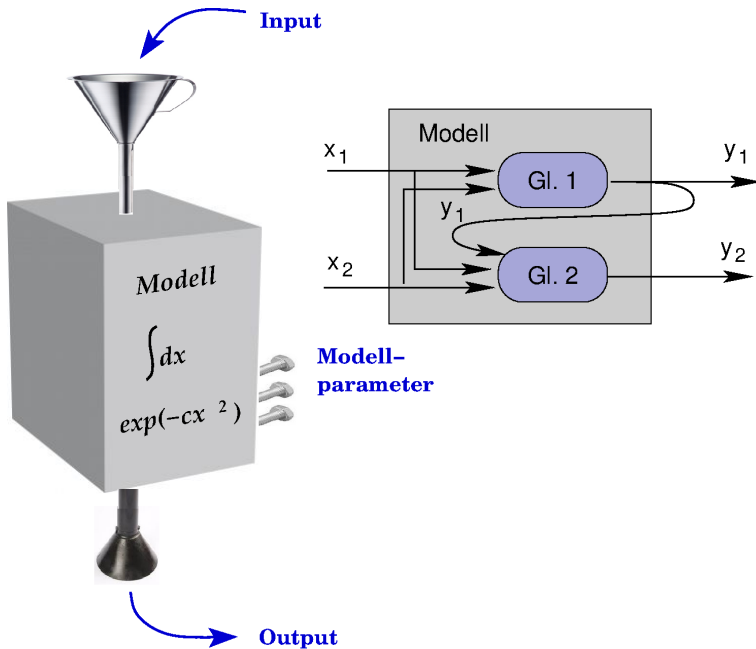


Der Begriff **Verkehrsökonomie** beinhaltet alle mathematischen Modelle und statistischen Methoden, um quantitativ empirische (Verkehrs-) Daten hinsichtlich ökonomischer Auswirkungen zu analysieren.

1.2 Allgemeine Vorgehensweise bei der ökonomischen Analyse



1.3 Informationsfluss eines (ökonometrischen) mathematischen Modells



1.4 Kriterien bei der Modellauswahl

Generell beschreibt die Ökonometrie einen **quantitativen** Sachverhalt \Rightarrow ihre grundlegende Sprache ist die *Mathematik* und das grundlegende Konzept das **(mathematische) Modell**

- ▶ Das Modell muss den Daten und dem Sachverhalt angemessen sein:
 - ▶ Analyse des Treibstoff- bzw. Energieverbrauchs \rightarrow reellwertiger Output \rightarrow z.B. **Regressionsmodelle**
 - ▶ Verkehrsmittel- oder Routenwahl \rightarrow diskreter nominalskalierter Output \rightarrow z.B. **Logistische Regression** oder **Modelle der diskreten Wahltheorie**
 - ▶ Klassifikation von täglichen Verkehrsnachfrageprofilen (z.B. Werktags, Sonntags, Feiertage, ...) \rightarrow z.B. **Diskriminanzanalyse**
- ▶ Umgekehrt müssen bei einer Modellierung mit der diskreten Wahltheorie die Fragen eine Alternativenmenge (engl. **choice set**) entsprechen, für die gilt ...
 - ▶ *exklusiv*: Höchstens eine Antwort ist zulässig,
 - ▶ *vollständig*: Mindestens eine Antwort ist wahr \Rightarrow genau eine Antwortzulässig,
 - ▶ hinreichend *verschiedenartige* Optionen.
- ? Frage nach der Schulbildung?
- ? Für einen Weg von A nach B gibt es zwei Routen, die sich nur um einen Umweg zu einer Bäckerei unterscheiden. Welches Kriterium wird verletzt??

1.5 Komponenten eines ökonometrischen Modells

$$Y_k = f_k(\tilde{x}_1, \dots, \tilde{x}_m, \dots, \tilde{x}_M, \beta_0, \dots, \beta_j, \dots, \beta_J) + \epsilon_k = f_k(\tilde{\mathbf{x}}, \boldsymbol{\beta}) + \epsilon_k$$

- ▶ Ein Modell beinhaltet eine oder mehrere **mathematische Gleichungen**
 $Y_k = f_k(\tilde{\mathbf{x}}, \boldsymbol{\beta}) + \epsilon_k$, welche den Output Y_k als eine Funktion des Inputs $\tilde{\mathbf{x}}$ erklärt
- ▶ Während die **Struktur** durch die Gleichungen festgelegt ist, dienen die **Modellparameter** $\boldsymbol{\beta}$ zur *Einstellung* bzw. **Kalibrierung** des Modells an einen konkreten Sachverhalt
- ▶ Ein Modell kann **stochastisch** ($\epsilon_k \neq 0$) oder **deterministisch** ($\epsilon_k = 0$) sein
- ▶ Obige Formulierung hat höchste Allgemeinheit und schließt *alle* vorstellbaren ökonometrischen Modelle ein.

1.5.1 Endogene Variable

- ▶ Die **endogenen Variablen** Y_k stellen den Modelloutput dar. Der name kommt vom griechischem Präfix *endo* ($\epsilon\nu\delta$) und dem Suffix *gen* ($\gamma\epsilon\nu\omicron\varsigma$), bedeutet also wörtlich *aus dem Inneren [des Modells] kommend*.
- ▶ In der Systemtheorie/Informatik entsprechen die endogenen Variablen dem **Output**,
- ▶ mathematisch sind sie die **abhängigen Variablen**,
- ▶ logisch sind sie die **erklärten Variablen**

Beispiel Verkehrsmittelwahl: Y_k : #Entscheidungen für Verkehrsmodus k (z.B. zu Fuß, Rad, ÖV, Auto, multi-modal/andere Modi)

Welche Bedingungen sind an die Y_k zu stellen, damit die Alternativenmenge (choice set) exklusiv und vollständig ist?

Antwort: $Y_k \in \{0, 1\}$, $\sum_k Y_k = 1$

1.5.2 Exogene Variablen

Die **exogenen Variablen** \tilde{x}_k stellen den Modellinput dar

- ▶ Der Name kommt vom Griechischen *exo* ($\epsilon\xi\omega$) und *gen* ($\gamma\epsilon\nu\omicron\varsigma$) mit der Bedeutung *von außen kommend*
- ▶ In der Systemtheorie/Informatik entsprechen die exogenen Variablen dem **Input**,
- ▶ mathematisch sind sie die **unabhängigen Variablen**,
- ▶ logisch sind sie die **erklärenden Variablen**
- ▶ eine additive feste Funktion von exogenen Variablen wird als **Faktor** bezeichnet.

Merke: Da die exogenen Variablen erklärende Einflüsse/Faktoren beschreiben, werden sie üblicherweise als *deterministisch* angenommen wobei alle Zufallseinflüsse auf die **unbestimmten Anteile** ϵ_k ausgelagert werden

Beispiel Verkehrsmittelwahl: \tilde{x}_m sind beispielsweise alternativenspezifische Variable wie Reisezeiten und -kosten der verschiedenen Modi, aber auch **sozioökonomische Merkmale** wie Alter, Geschlecht, Dauerkartenbesitz oder Einkommen.

1.5.3 Unbestimmte Anteile

Die **unbestimmten Anteile** ϵ_k , also als **Residualterme** (von lat. *residuum*: Rest) oder **Zufallsanteile** bezeichnet, beschreiben pauschal all das, was nicht bekannt ist bzw. nicht durch die exogenen Variablen erklärt werden kann:

Scio nescio (Ich weiß, dass ich nicht weiß)

Mögliche Gründe für ϵ_k :

- ▶ Das Modell enthält nicht alle exogenen Variablen (**Achtung: Gefahr einer Verzerrung!**)
- ▶ Das Modell enthält zwar alle relevanten exogenen Variablen, bündelt sie aber nicht dem Sachverhalt angemessen zu linearen Faktoren (z.B. Treibstoffverbrauch als lineare Funktion der Geschwindigkeit)
- ▶ Fehler/Ungenauigkeiten in den Daten
- ▶ Im Falle menschlicher Entscheidungen:

man \neq machine; homo \neq homo oeconomicus

Beispiel Verkehrsmittelwahl bzw. Modal Split :

- ▶ Nichtberücksichtigung des Wetters oder des zusätzlichen Nutzens eines Umwegs an einer Bäckerei vorbei (z.B. nicht möglich bei der Wahl ÖV),
- ▶ Restriktion des Modus aufgrund der Wegeketten

1.5.4 Modellparameter

Die **Modellparameter** β_j , $j = 0, \dots, J$ dienen als *Stellschrauben*, um ein Modell fester Struktur (**qualitative Festlegung**) an den konkreten Sachverhalt anzupassen (**quantitative Festlegung**)

- ▶ Die Parameter werden anhand von *Lern-Datensätzen* in einem **Kalibrierung** genannten Prozess bestimmt
- ▶ Um die *Aussage- bzw. Vorhersagekraft* eines Modells zu testen, wird das kalibrierte Modell mit neuen **Test-Datensätzen** mit bekannten Output “gefüttert” und in einem **Validierung** genannten Prozess die modellierten endogenen Variablenwerte mit den Datenwerten verglichen
- ▶ Im Gegensatz zu den exogenen Variablen, die von Anwendung zu Anwendung unterschiedlich sind, bleiben die Parameter nach der Kalibrierung *fest*

Die Existenz wohl-validierter Modelle ist *raison d' être* der Ökonometrie als Solche!

Beispiel Verkehrsmittelwahl: Modellparameter bzw. Kombinationen davon charakterisieren beispielsweise den **impliziten Zeitwert** (engl. **value of time (VoT)**) in €/h