

# Versuchsplanung

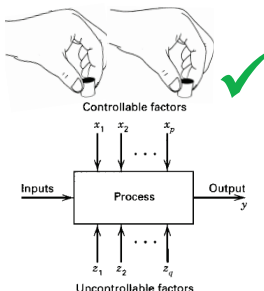
Peter Büchel

HSLU TA

Stoc: Block 07

# Versuchsplanung : Experiment versus Erhebung

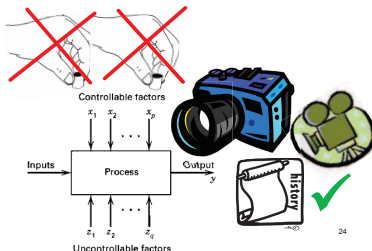
- *Experiment* : Kontrolle über (einige) Einflussgrößen, die systematisch variiert werden



- *Beispiele:*
  - ▶ Klinische Versuche: z.B. Impfstoff gegen Polio
  - ▶ Physikalisches Experiment: Schwingkreis mit unterschiedlichen Anregungsfrequenzen

# Versuchsplanung : Experiment versus Erhebung

- *Erhebung* : Subjekte/Objekte im Rahmen einer existierenden Situation beobachtet
- Einflussgrößen *nicht* direkt einstellbar



## Beispiele:

- ▶ Konsumverhalten : Fleischkonsum pro Haushalt pro Jahr
- ▶ Luftqualität in Mensa

# Verschiedene Sorten von Erhebungen

- Querschnitts-Studie

- ▶ Zeitaufnahme (Snapshot) einer Population zu einem bestimmten Zeitpunkt
- ▶ Bsp. Fleischkonsum pro Haushalt pro Jahr

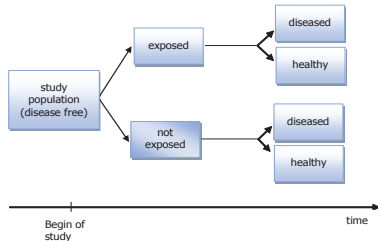
- Prospektive Kohortenstudie

- ▶ „Was wird passieren, wenn...?“
- ▶ Bsp. Risiko von Rauchern, an Lungenkrebs zu erkranken

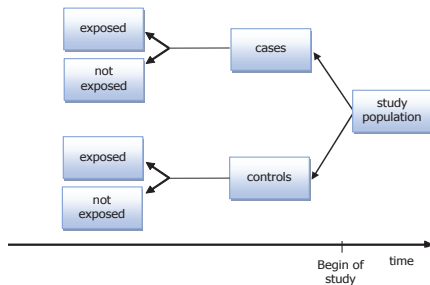
- Retrospektive Fall-Kontroll-Studie

- ▶ „Warum hat es sich auf diese Art und Weise entwickelt?“
- ▶ Bsp.: Vergleich zwischen gesunden und kranken Menschen in Bezug auf ihre Lebensart

# Prospektive Kohortenstudie versus Retrospektive Fall-Kontroll-Studie



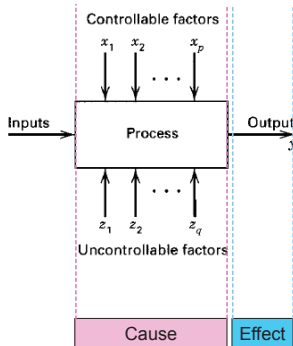
Prospektive Kohortenstudie



Retrospektive Fall-Kontroll-Studie

# Ursache-Wirkung Beziehung

- Typischerweise werden Daten gesammelt, um eine Kausalität (Ursache-Wirkungsbeziehung) herzustellen:

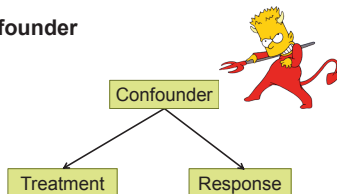


- Mit Experimenten sind kausale Zusammenhänge i.A. viel einfacher nachzuweisen als mit Erhebungen

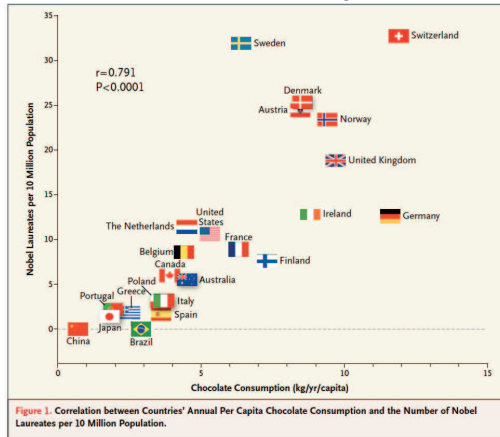
# Kausalität und Erhebungen

- In *Erhebung*: weder Kontrolle über Einflussgrößen noch über Mechanismus, wie Versuchsobjekte den unterschiedlichen Behandlungsgruppen zugeordnet werden - im Gegensatz zu Experimenten
- Unter Umständen beeinflussen versteckte Einflussgrößen sowohl die „Behandlungsart“ wie auch die Zielgröße → *confounders*
- In einer Erhebung wird unter Umständen eine Beziehung zwischen Behandlungsart und Zielgröße festgestellt, obwohl es keine Ursache-Wirkungsbeziehung gibt

**Confounder**



# Beispiel von zufälligen Beziehungen: Nobelpreisdichte versus Schokoladenkonsum



New England Journal of Medicine

<http://www.tylervigen.com/spurious-correlations>



# Ziele der statistischen Versuchsplanung

- *Ziel:* Planung des Experiments, so dass die Daten mit statistischen Methoden zielführend ausgewertet werden können
- *Aspekte der Versuchsplanung:*
- *Vergleich von Behandlungen:*
  - ▶ Bsp.: sechs Weizensorten werden verglichen bezüglich ihres Ertrages und ihrer Resistenz gegen versalzene Böden
- *Variablen-Screening:*
  - ▶ Falls viele potentiell einflussreiche Grössen in einem System: In Screening-Experiment werden wichtige Grössen identifiziert

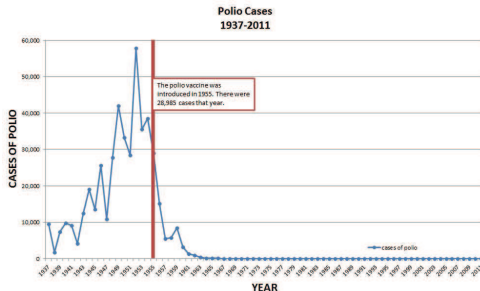
# Ziele der statistischen Versuchsplanung

- *Bestimmen von optimalen Einstellungen:*
  - ▶ Einstellung suchen, die zu einem optimalen Prozessverhalten (z.B. Ertrag) führt
- *Systemrobustheit:*
  - ▶ Optimierung der Systemeinstellungen, so dass das System oder der Prozess möglichst unempfindlich gegen unkontrollierbare Störungen ist

# Grundelemente der Versuchsplanung - Beispiel Polio

- Polio verursachte in der ersten Hälfte des letzten Jahrhunderts Hunderttausende von Todesfällen
- 1950: Entwicklung diverser Impfstoffe, darunter jener von Jonas Salk
- 1954: Gesundheitsbehörden beschliessen, eine klinische Studie zur Wirksamkeit des Impfstoffes durchzuführen
- Wie sollte die Wirksamkeit des Impfstoffes „gemessen“ werden?
- Naives Vorgehen:
  - ▶ Wir verabreichen einer sehr grossen Anzahl von Kindern den Impfstoff
  - ▶ Vergleich der Auftretenshäufigkeit von Polio mit Auftretenshäufigkeit vom vorangehenden Jahr
  - ▶ *Problem:* Polio ist eine sich epidemisch verbreitende Krankheit

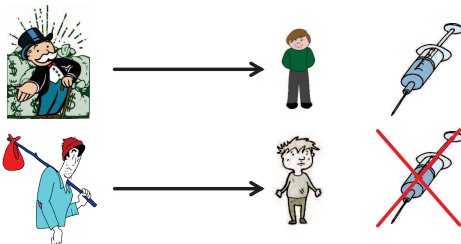
# Versuchsplan - Beispiel Polio



- Wir könnten aufgrund von diesem naiven Versuchsplan nicht zwischen dem Effekt vom Jahr und dem Effekt des Impfstoffes unterscheiden
- Effekte sind vermischt (eng. *confounded*)
- *Kontrollgruppe*

# Kontrollgruppe - Beispiel Polio

- *Frage:* Wie bilden wir die Kontrollgruppe?
- *Vorschlag:* Kinder, deren Eltern in die Studie einwilligen, kommen in die Behandlungsgruppe, die anderen in die Kontrollgruppe
- *Einwand:*



- Reiche Eltern willigen eher in die Studie ein; deren Kinder sind aus Hygienegründe weniger resistent gegen Polio
- *Lösung:* *Randomisierung* - zufällige Zuordnung der Kinder mit Einwilligung der Eltern in Kontroll- und Behandlungsgruppe

# Randomisierte Doppelblind-Studie : Beispiel Polio

- Kindern in der Kontrollgruppe wurde ein Placebo verabreicht - weder Kinder noch behandelnde Ärzte wissen, ob es sich um ein Placebo oder um den zu testenden Impfstoff handelt → *Doppelblind-Studie*
- Grund: Sicherstellen, dass der Effekt beim Versuch auf Impfstoff zurückzuführen ist und nicht auf die „Idee“, behandelt zu werden

	Group size	Rate (= per 100'000)
Treatment	200'000	28
Control	200'000	71
No consent	350'000	46



- Hochsignifikanter Unterschied* zwischen den Infektionsraten zwischen Behandlungsgruppe und Kontrollgruppe

# Grundelemente der Versuchsplanung

- Unterscheidung zwischen *primären* und *sekundären* Variablen
  - ▶ *Primäre* Variablen: erklärende Variablen, die direkt mit der Fragestellung der Studie zusammenhängen (Prüf-Faktor)
  - ▶ *Sekundäre* Variablen: erklärende Variablen, die nicht direkt mit Fragestellung zusammenhängen, aber kontrollierbar sind (Stör-Faktor)
- *Blockbildung*: Unterscheidung zwischen homogenen *Untersuchungseinheiten* (Teilmengen der Versuchseinheiten), z.B.
  - ▶ Produktions-Los, Herkunft von Rohmaterialien, Altersgruppen von Patienten, Schulklassen, Ställe, Äcker, Würfe von Versuchstieren usw.
  - ▶ Unterscheidung zwischen Behandlungseffekt und Blockeffekt
- *Randomisierung*: Zufällige Zuordnung von Versuchseinheiten zu Behandlungsart → Schutz vor Confounding ; Bsp. Polio-Impfung
- *Wiederholungen* führt zu höherer Genauigkeit der Schätzung

- *Vollständig randomisierter Versuchsplan:*
  - ▶ Plan mit einer Faktor-Variablen (= primärer Faktor) mit mehreren Stufen
  - ▶ Pro Stufe wird eine oder mehrere Messungen gemacht, aber immer gleich viele
- *Block-Design:*
  - ▶ Neben primärem Faktor wird auch ein sekundärer Stör-Faktor berücksichtigt. Falls jede Stufe des ersten Faktors (z.B. Behandlung) in jedem Block mindestens einmal zur Anwendung kommt → *Versuchsplan mit vollständigen Blöcken*



- *Vollständiger faktorieller Versuchsplan:*
  - ▶ Plan enthält  $k$  Faktoren (Variablen) mit zwei oder mehr Stufen
  - ▶ *vollständiger faktorieller Versuchsplan* : enthält alle Kombinationen der Versuchsbedingungen
- $2^k$ -faktorieller Versuchsplan: jeweils nur zwei Stufen (z.B. „hoch“ gegen „tief“) pro Faktor