

# Experiment vs. Beobachtungsstudie

Randomisiertes, kontrolliertes Experiment



# Ursache und Wirkung

## Opfer durch Ertrinken



# Ursache und Wirkung

## Opfer durch Ertrinken



## Eisverkauf

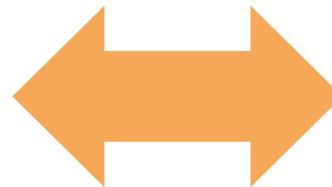


# Ursache und Wirkung

Opfer durch Ertrinken

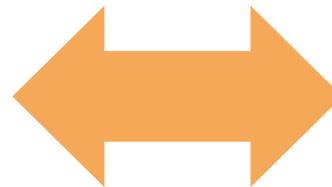


Eisverkauf



# Ursache und Wirkung

Opfer durch Ertrinken



Eisverkauf

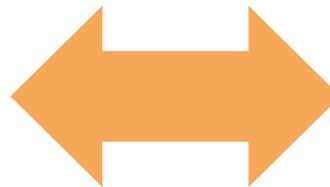


# Ursache und Wirkung

Opfer durch Ertrinken



?



Eisverkauf



# Ursache und Wirkung



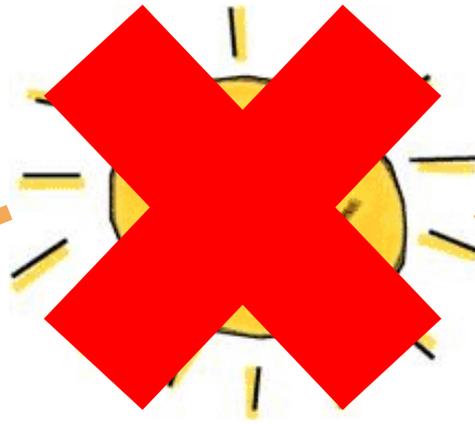
Opfer durch Ertrinken

Eisverkauf



# Ursache und Wirkung

Opfer durch Ertrinken

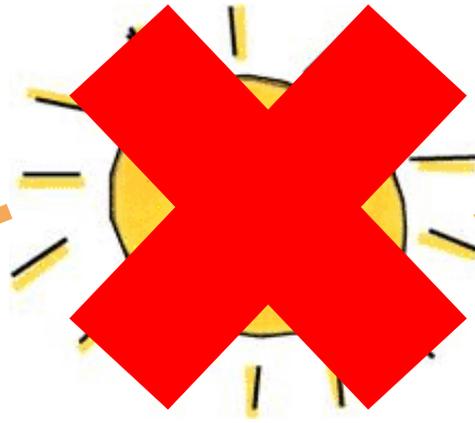


Eisverkauf



# Ursache und Wirkung

Opfer durch Ertrinken



Eisverkauf



# Kausaler Zusammenhang

≠

# Assoziation

# Wie findet man Kausalzusammenhaenge?

# Wie findet man Kausalzusammenhaenge?

Randomisiertes, kontrolliertes Experiment

# Kausaleffekt finden

Experiment



?



Experiment

# Kausaleffekt finden



## Experiment

## Kausaleffekt finden



Experiment

# Kausaleffekt finden



# Kausaleffekt finden



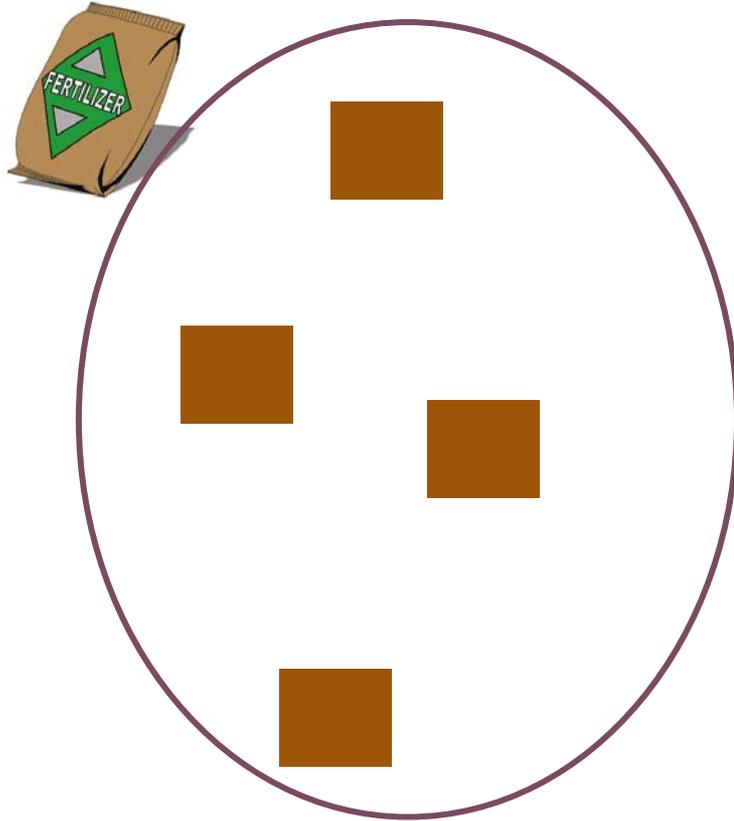
Duenger besser als kein Duenger?

Keine Ahnung!

Wie viele rote Blumen haette es ohne Duenger gegeben?

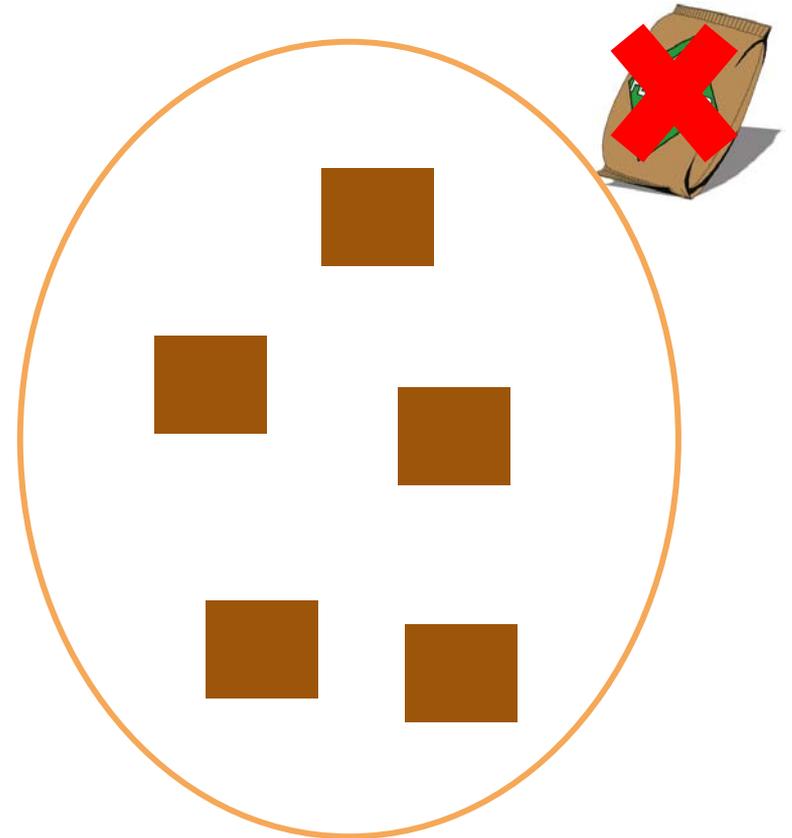
## Brauchen eine **Kontrollgruppe**

# Kausaleffekt finden



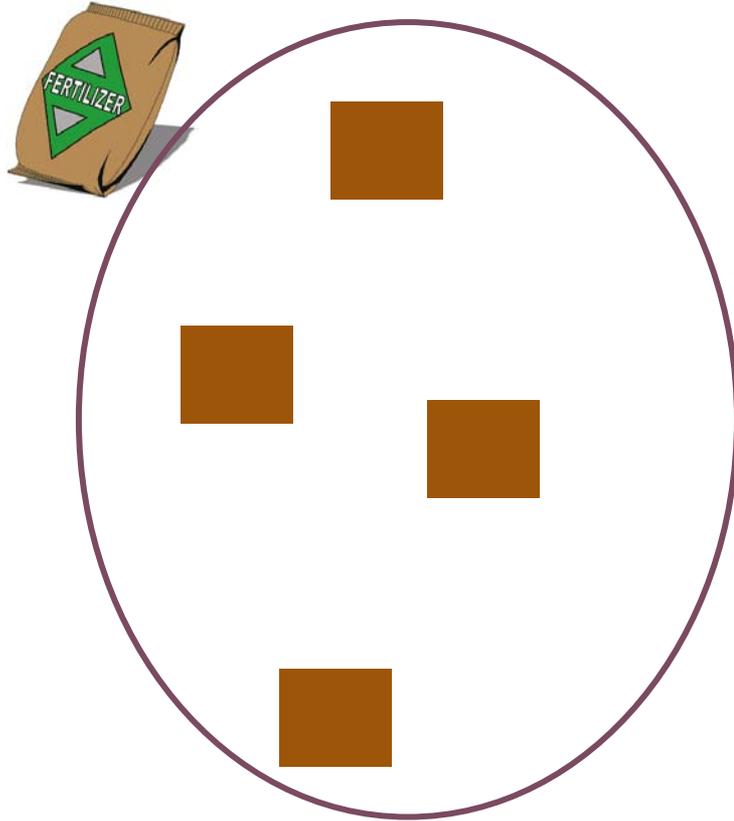
Behandlungsgruppe

Experiment

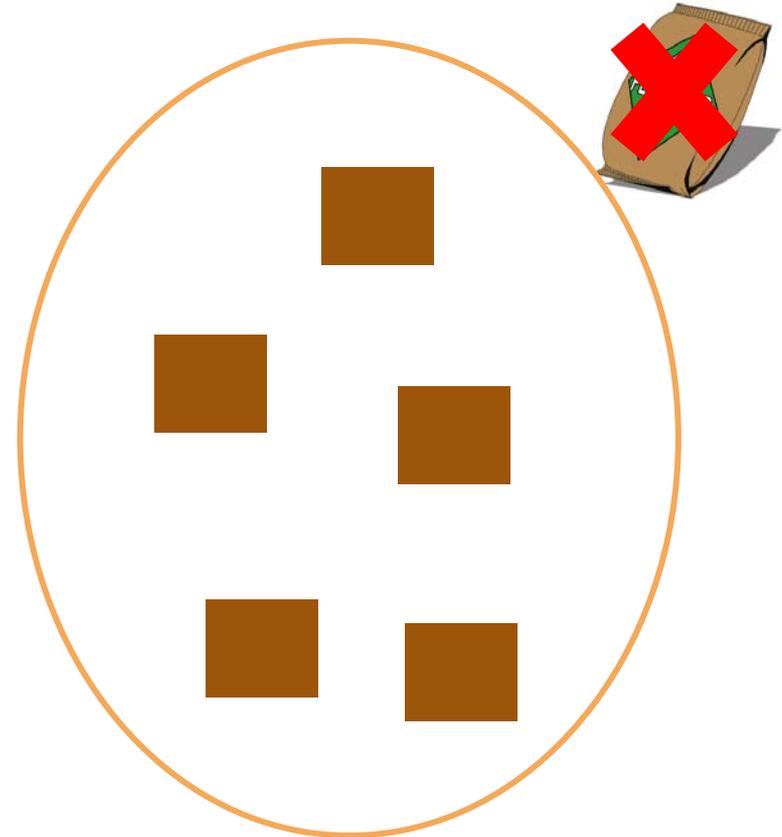


Kontrollgruppe

# Kausaleffekt finden



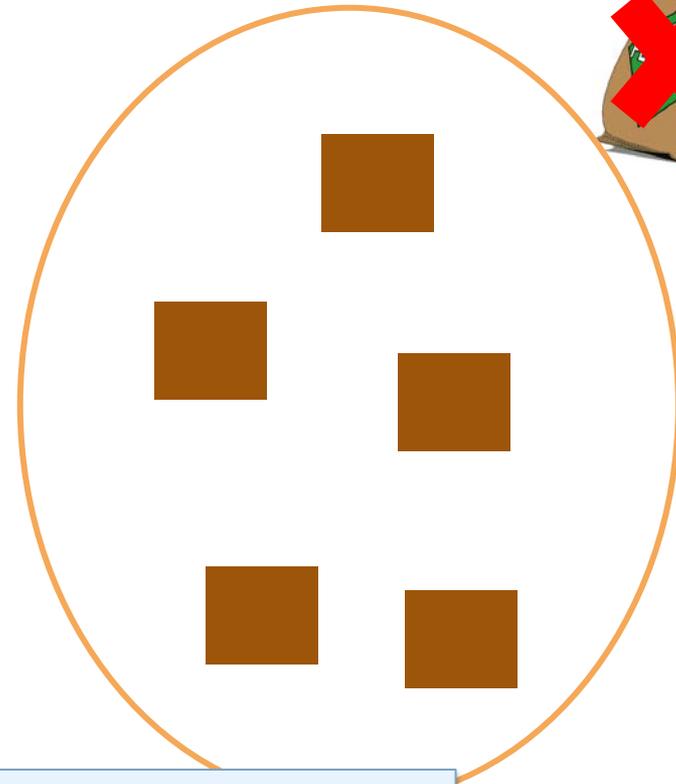
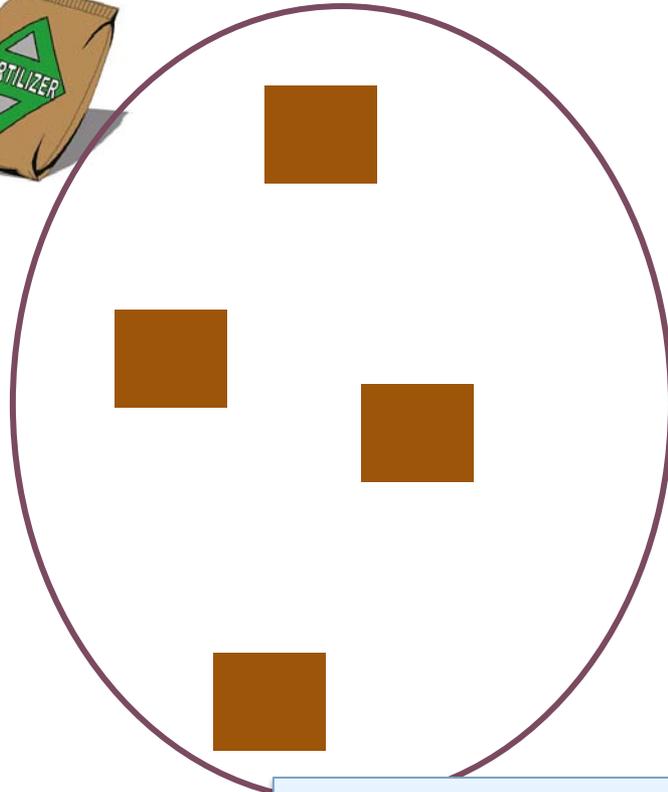
Experiment



Zwei Gruppen von Feldern in allem gleich  
(Bodenqualität, Wasser, Sonnenlicht, ...)

# Kausaleffekt finden

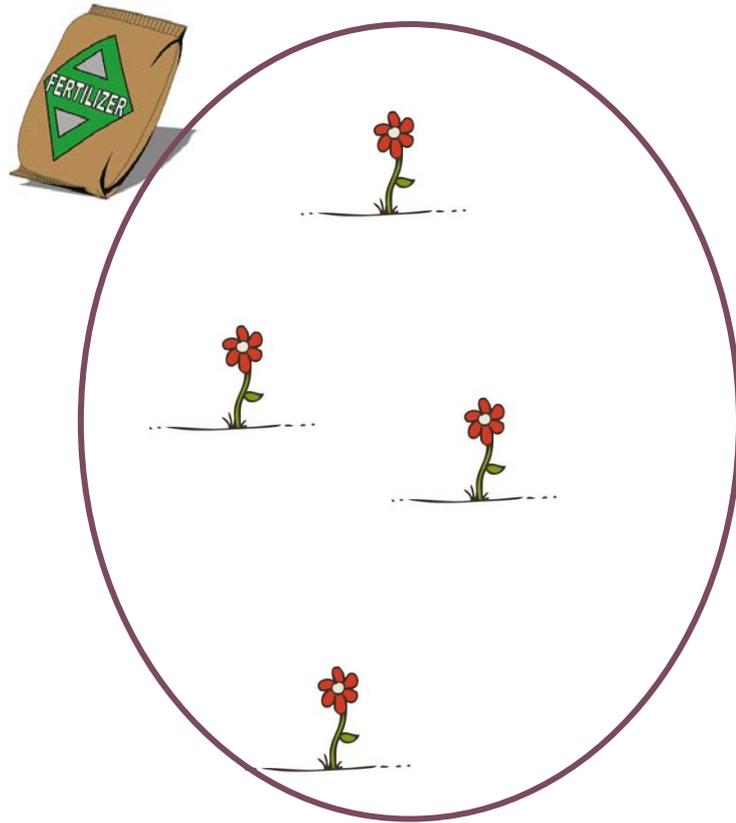
Experiment



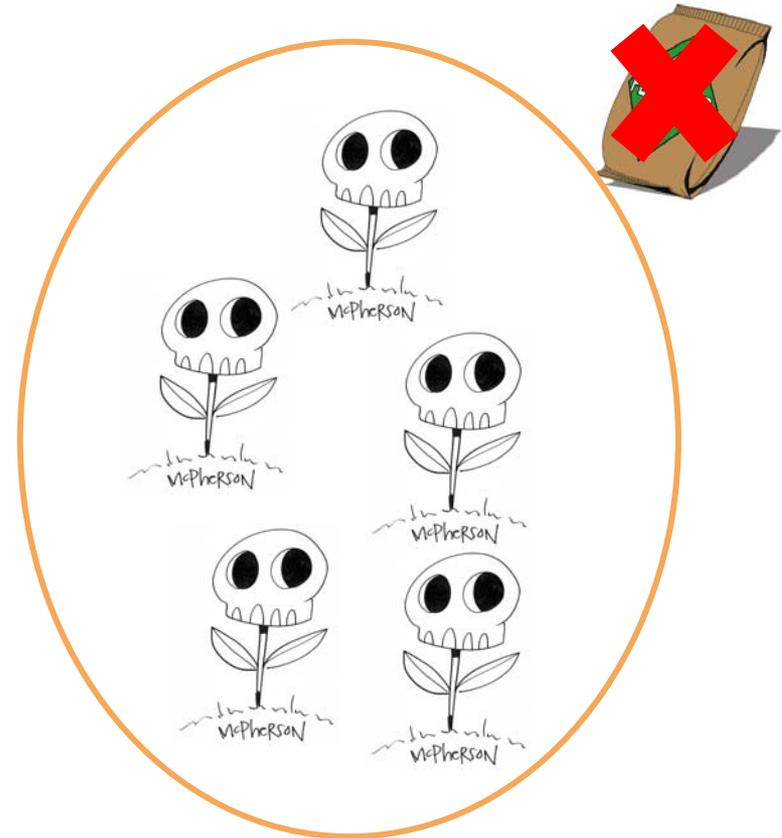
Zwei Gruppen von Feldern in allem gleich:  
(Bodenqualität, Wasser, Sonnenlicht, ...)

**Praxis: Zufällige Zuordnung der Felder**

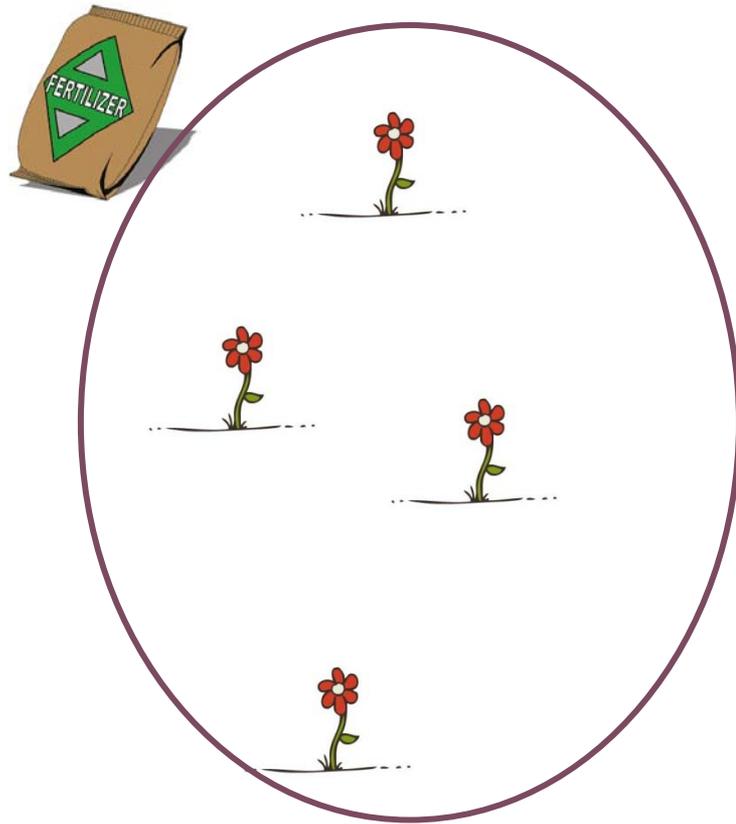
# Kausaleffekt finden



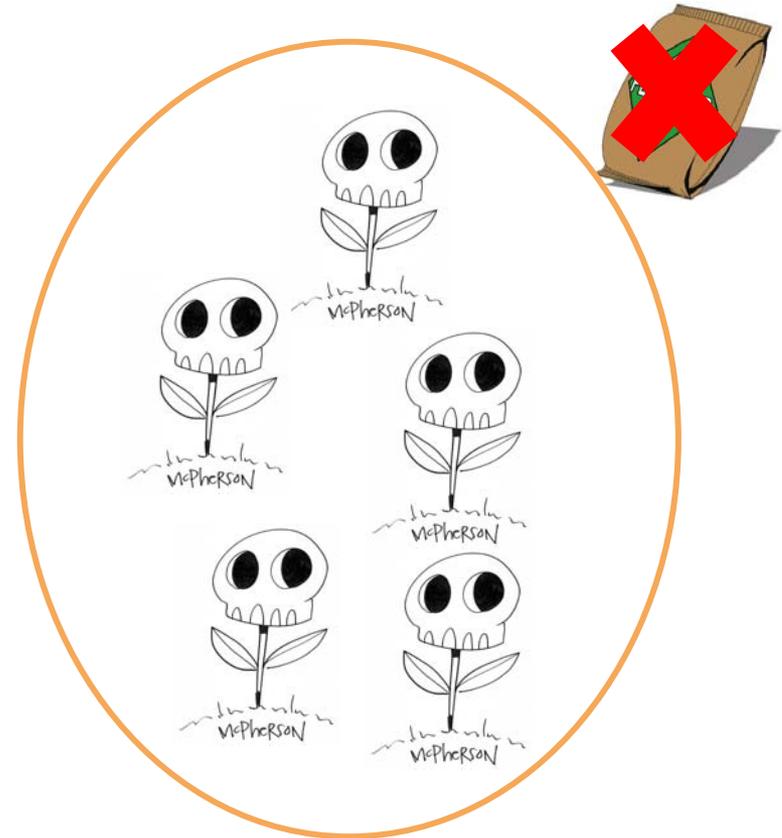
## Experiment



# Kausaleffekt finden



## Experiment



Ergebnis ist wegen Dünger,  
weil alles andere gleich war

## **Manchmal sind randomisierte, kontrollierte Experimente nicht machbar**

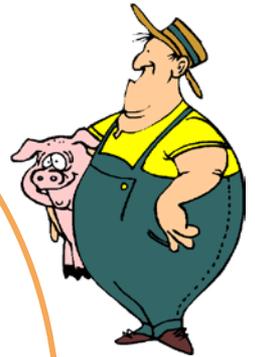
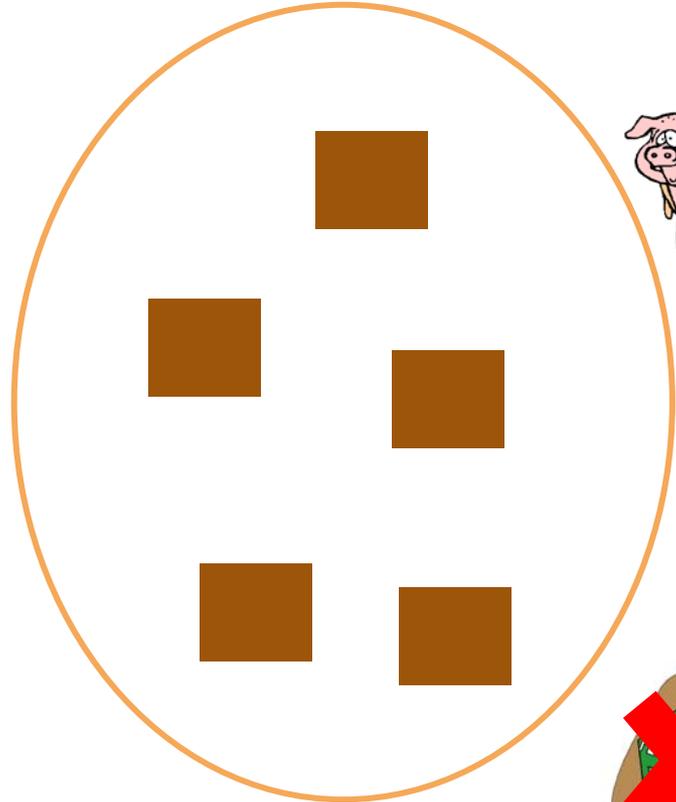
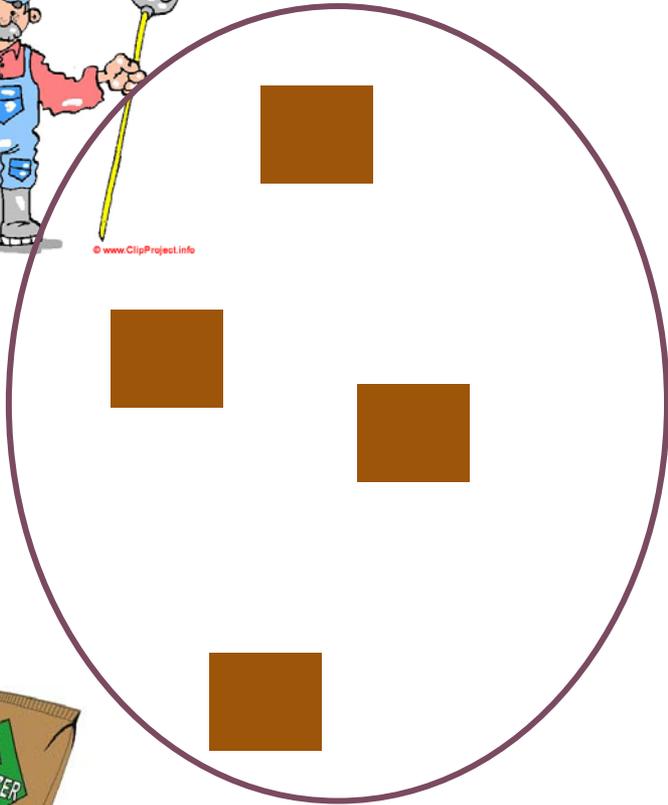
- zu teuer, zu zeitaufwendig (Genexpressionsdaten)
- unethisch, nicht machbar (HIV Behandlung, Rauchen)

Beobachtungsstudie

# Falls Experiment nicht machbar...

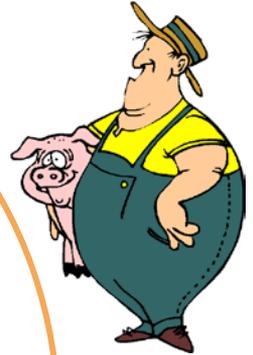
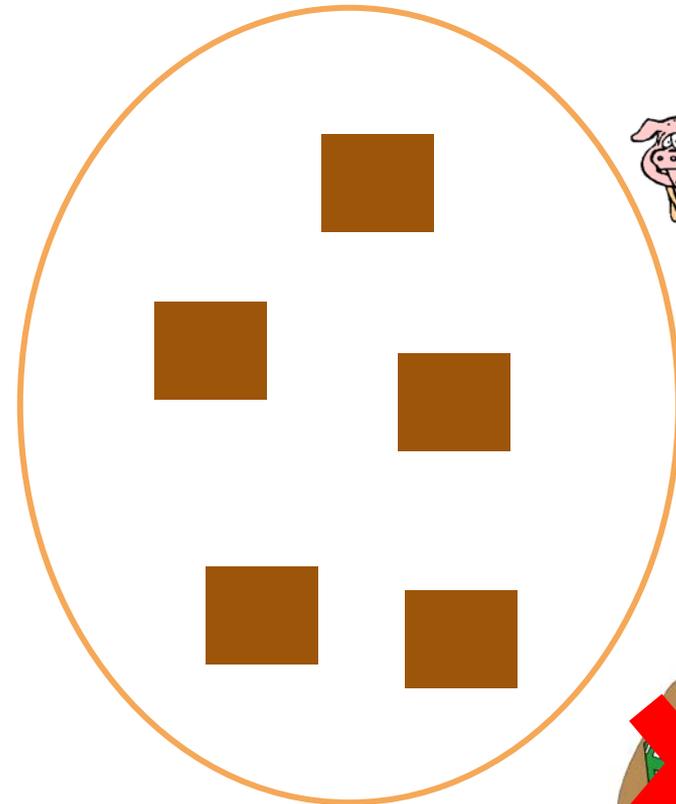
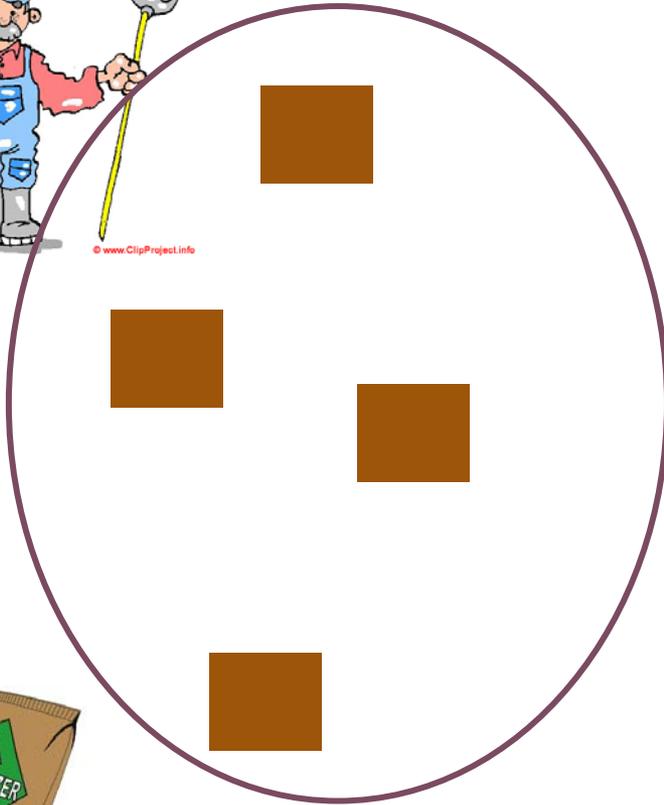
Beobachtungsstudie

... mache Beobachtungen.



## Beobachtungsstudie

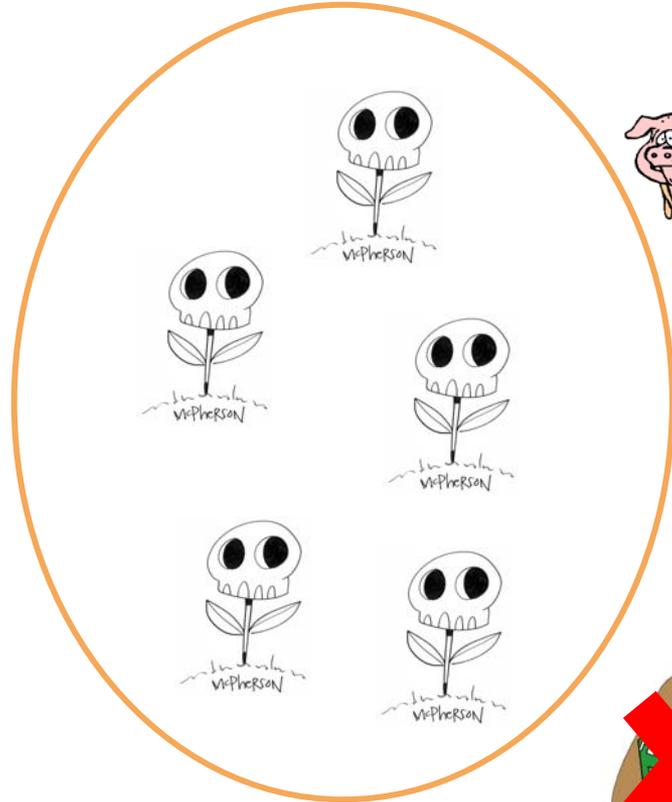
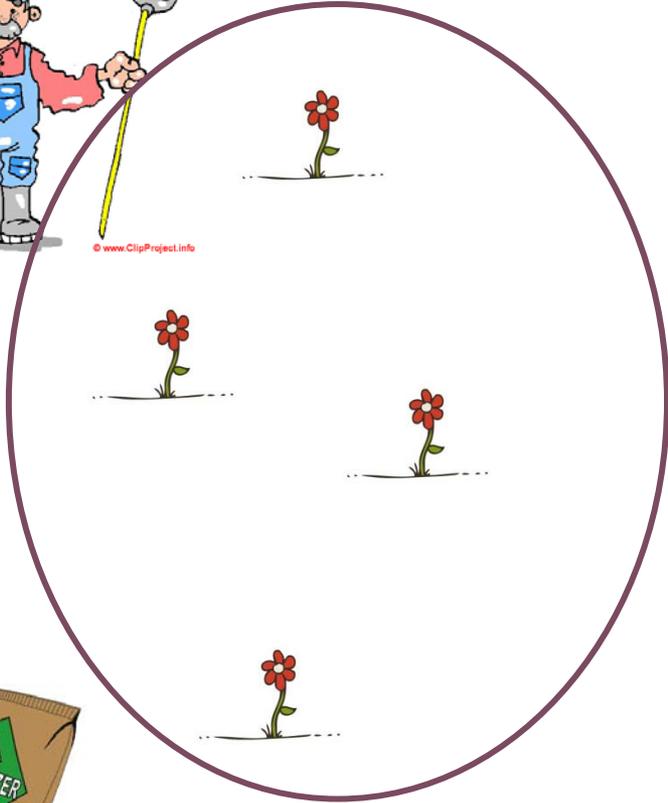
# ... mache Beobachtungen.



Es ist nicht garantiert, dass beide Gruppen  
in allen Aspekten gleich sind

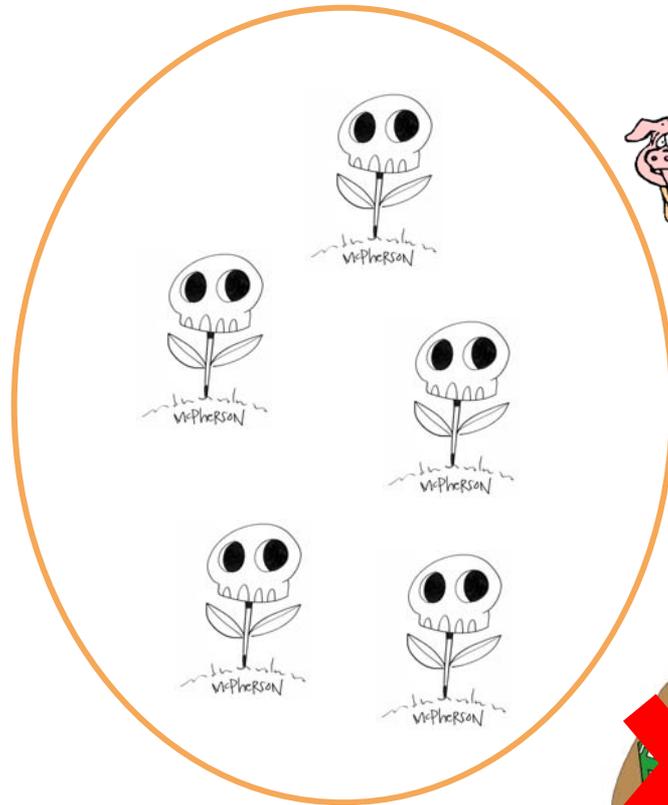
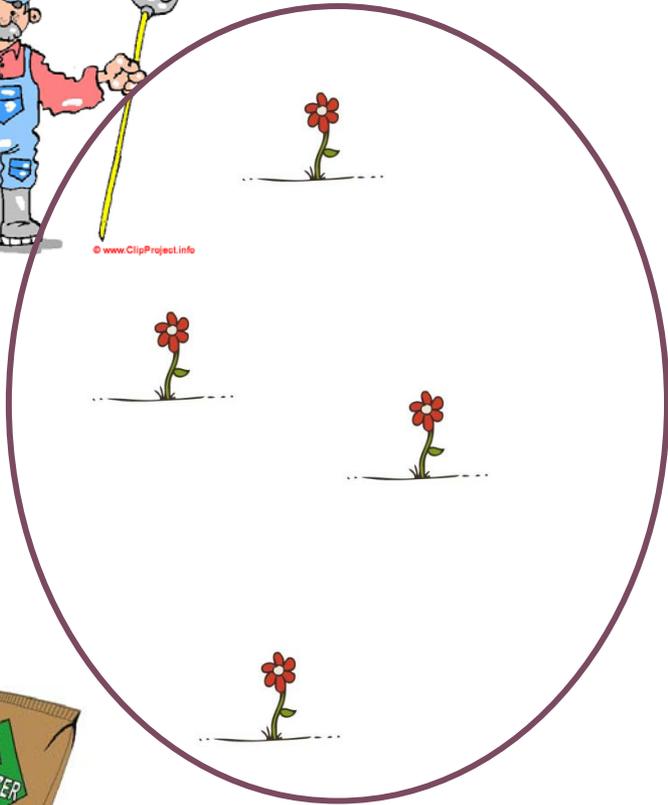
Beobachtungsstudie

... mache Beobachtungen.



Beobachtungsstudie

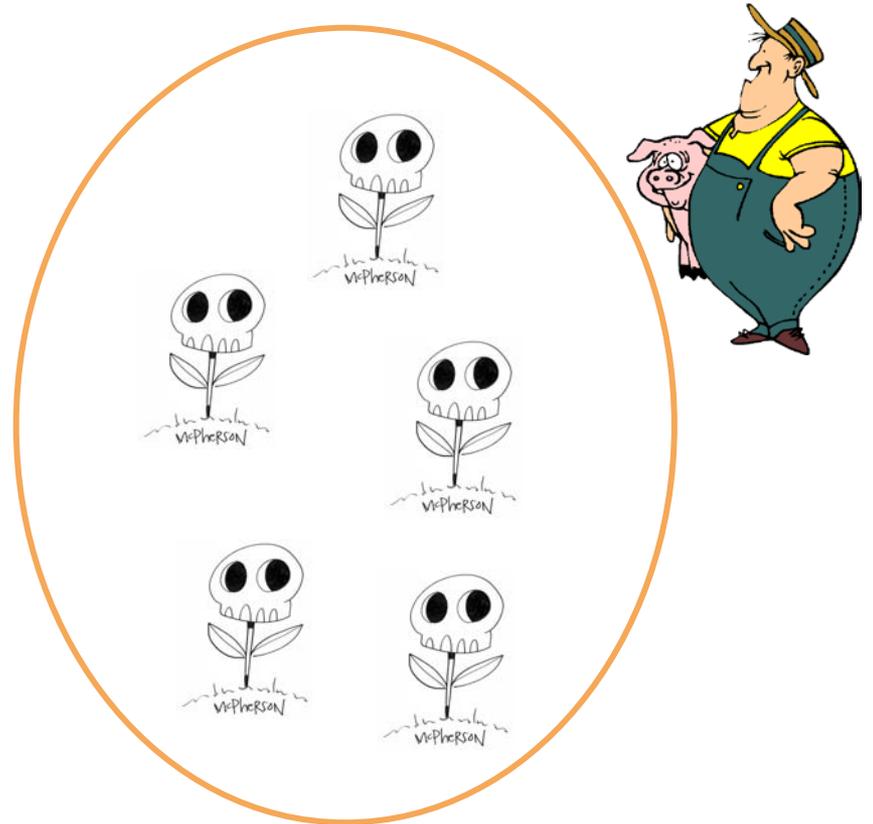
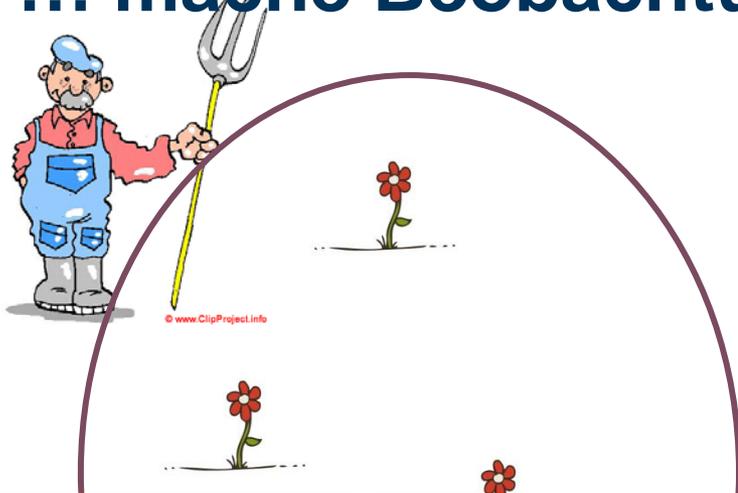
... mache Beobachtungen.



Ist das Ergebnis wegen Duenger?  
Keine Ahnung!

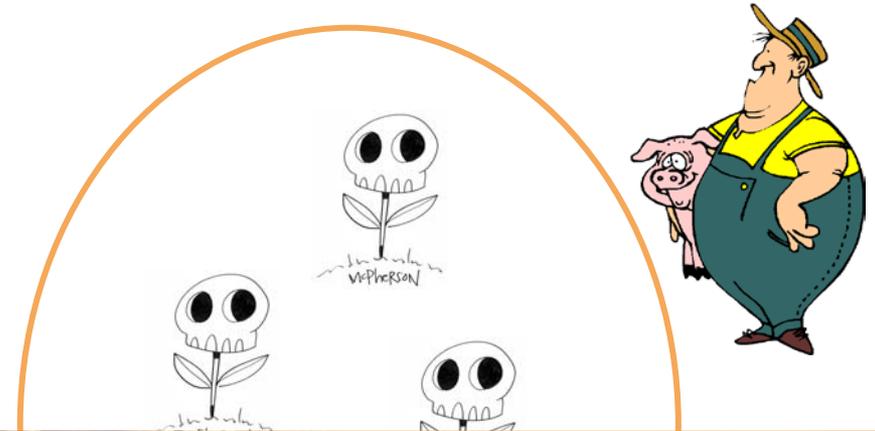
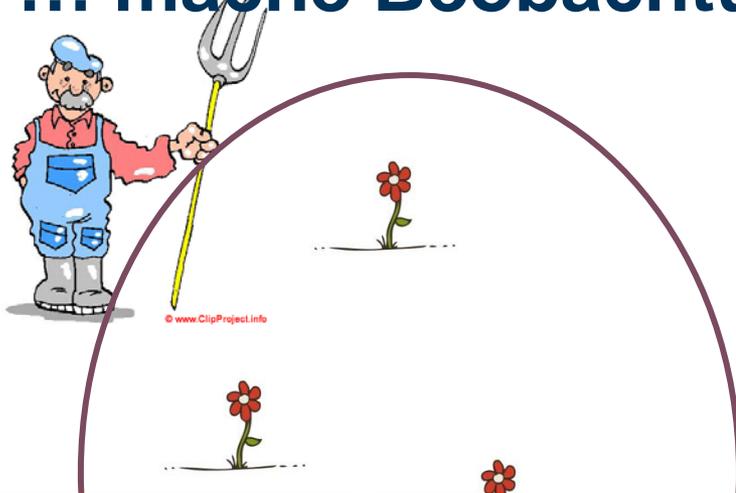
Beobachtungsstudie

... mache Beobachtungen.



Beobachtungsstudie

... mache Beobachtungen.



# Beobachtungsstudie

## Besser: Vergleiche Bauern, die in moeglichst vielen Punkten uebereinstimmen.



## Beobachtungsstudie

**Aber: Wir koennen nie sicher sein, dass es nicht doch noch irgendwelche relevanten Unterschiede zwischen den Gruppen gibt.**



# Zusammenfassung

- **Randomisierte, kontrollierte Experiment:** Beste Möglichkeit, Daten zu sammeln (“Goldstandard”)
- **Beobachtungsstudie:** Man muss skeptisch sein – kam der Effekt (viele schöne Blumen) durch die Behandlung (Dünger), oder durch einen Umstand, der in beiden Gruppen unterschiedlich war (Luftqualität)?

# Beispiel:

## Das grösste medizinische Experiment aller Zeiten

- 1954: Potenzieller Impfstoff gegen Polio
- Randomisiertes, kontrolliertes Experiment bei Kindern in 1. bis 3. Schulklasse

[<http://www.stat.luc.edu/StatisticsfortheSciences/MeierPolio.htm>]

	Anzahl Kinder	Polio bekommen
Behandlung	200.000	56
Kontrolle	200.000	142
Verweigert	350.000	92

# Beispiel: Polio Impfstoff

- 1954: Potenzieller Impfstoff gegen Polio
- Randomisiertes, kontrolliertes Experiment bei Kindern in 1. bis 3. Schulklasse

	Anzahl Kinder	Polio bekommen
Behandlung	200.000	56
Kontrolle	200.000	142
Verweigert	350.000	92

Kontrollgruppe hatte mehr Polio-Faelle: Koennte das Zufall sein?

# Beispiel: Polio Impfstoff

- 1954: Potenzieller Impfstoff gegen Polio
- Randomisiertes, kontrolliertes Experiment bei Kindern in 1. bis 3. Schulklasse

	Anzahl Kinder	Polio bekommen
Behandlung	200.000	56
Kontrolle	200.000	142
Verweigert	350.000	92

Kontrollgruppe hatte mehr Polio-Faelle: Koennte das Zufall sein?

**KAUM:  $p$ -Wert = 0.000000001 (diesen Test haben wir nicht besprochen)**

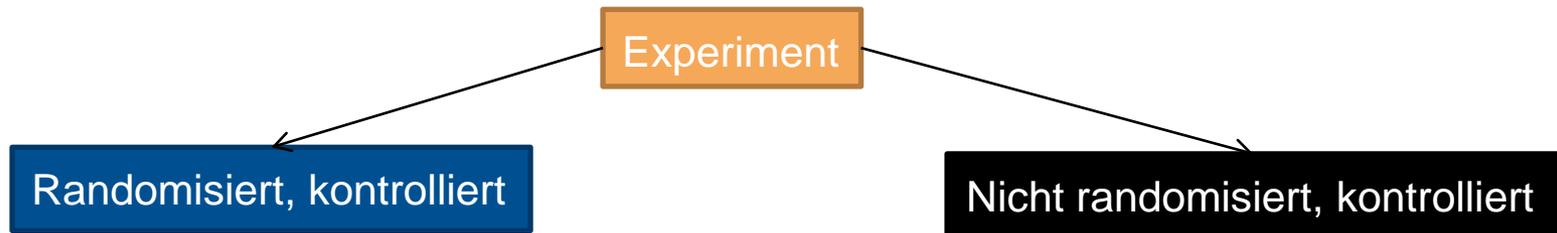
## Beispiel: Leberzirrhose – Shunt (Blutumleitung)

- Bringt die riskante Operation einen Vorteil?
- 51 klinische Studien untersucht: “Bringt die Operation einen Vorteil?”

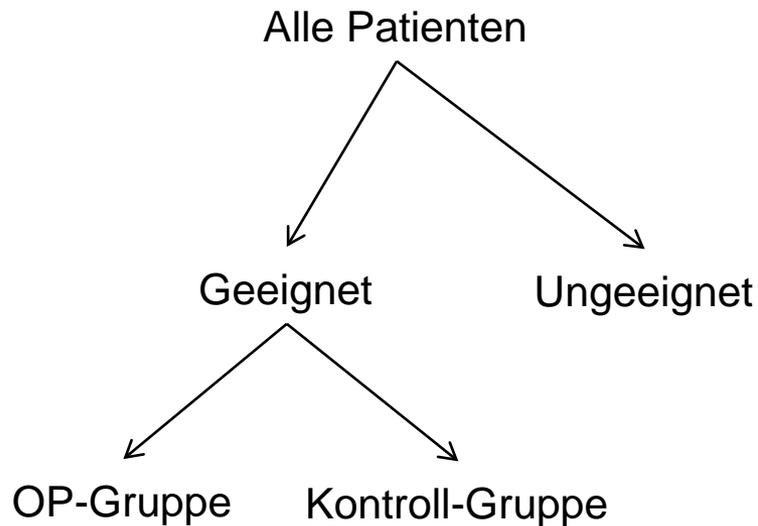
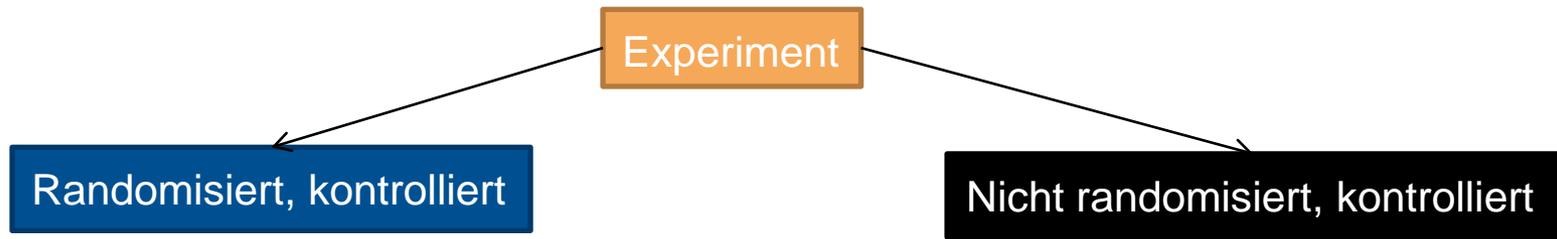
	Ja, sehr	Etwas	Nein
Keine Kontrollgruppe	24	7	1
Kontrollgruppe, nicht randomisiert	10	3	3
Kontrollgruppe, randomisiert	0	1	3

# Problem: Gesündere Patienten werden eher operiert

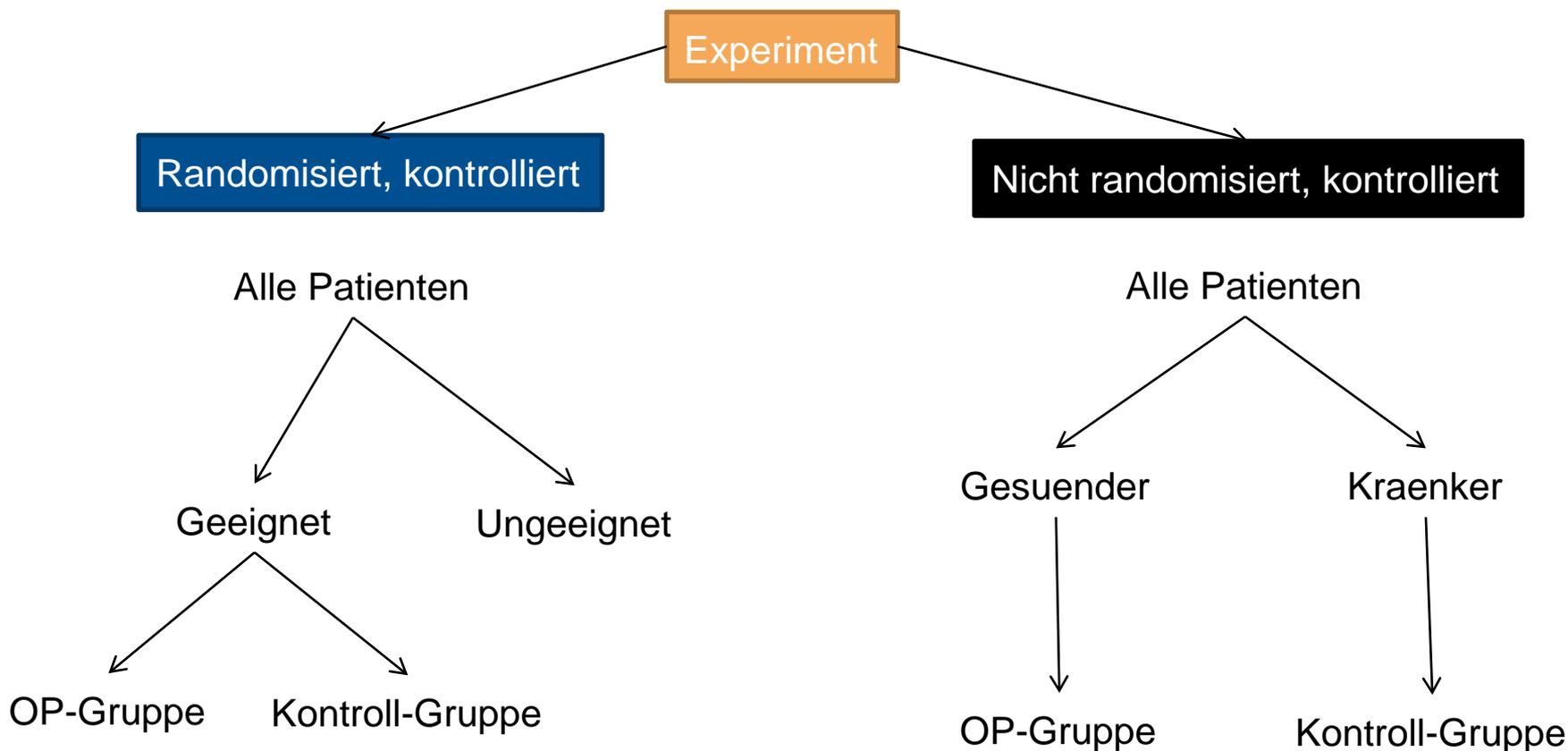
# Problem: Gesündere Patienten werden eher operiert



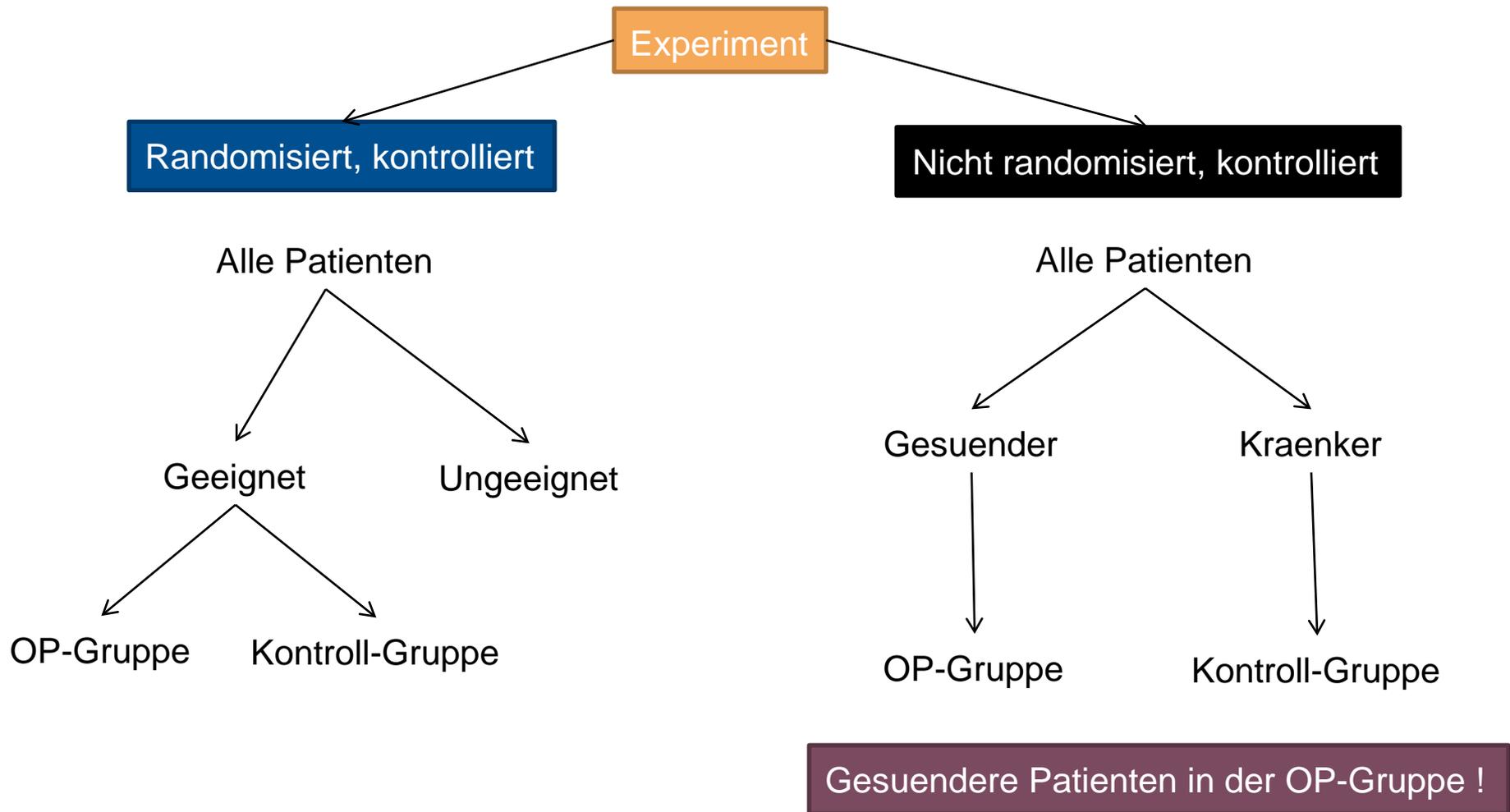
# Problem: Gesündere Patienten werden eher operiert



# Problem: Gesuendere Patienten werden eher operiert



# Problem: Gesuendere Patienten werden eher operiert



# Goldstandard in der Medizin:

## Randomisiertes, kontrolliertes, **doppelblindes** Experiment mit **Placebo**

- Placebo: Medikamentenattrappe ohne Wirkstoff

Placebo hat einen starken Effekt!

(J.A. Turner et.al., “The importance of placebo effects in pain treatment and research”, Journal of the American Medical Association, Vol. 271 (1994), pp. 1609 – 14)

- Doppelblind: Weder Patient noch Arzt weiss, ob er das Placebo oder das wirkliche Medikament erhaelt / verabreicht.  
(Nur Leiter der Studie weiss das.)