

M-FE Forschungsmethoden und Evaluation

*Evaluation der Wirksamkeit psychologischer Interventionen
anhand von Regressions-Diskontinuitäts-Analysen (RDA)*

Dominik Deffner

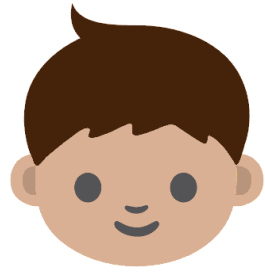


1. **Intuition:** Was ist RDA?
2. **Anwendung:** Wann ist RDA geeignet?
3. **Kausale Logik:** Warum kann RDA funktionieren?
4. **Schätzung:** Was ist der Estimand und wie wird er geschätzt?
5. *Praktische Übung in R*



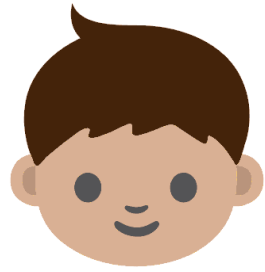
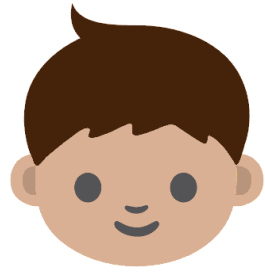
https://github.com/DominikDeffner/Lehrprobe_RDA/





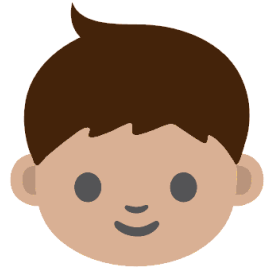
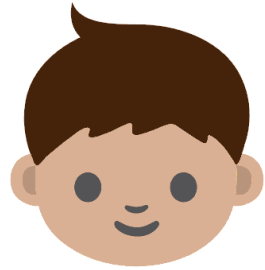
Maria A.

*\$30k erwartetes Einkommen
Breite Gesundheitsversorgung
Chance auf Bildung
Sicherheit und Infrastruktur*



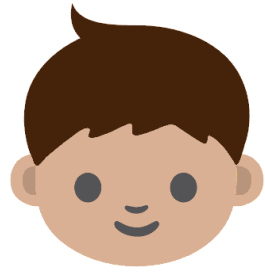
Maria A.

*\$30k erwartetes Einkommen
Breite Gesundheitsversorgung
Chance auf Bildung
Sicherheit und Infrastruktur*



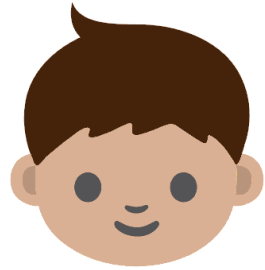
Maria B.

*\$5k erwartetes Einkommen
Niedrigere Lebenserwartung
Kein Hauptschulabschluss
Hohe Kriminalität*



Maria A.

*\$30k erwartetes Einkommen
Breite Gesundheitsversorgung
Chance auf Bildung
Sicherheit und Infrastruktur*



Maria B.

*\$5k erwartetes Einkommen
Niedrigere Lebenserwartung
Kein Hauptschulabschluss
Hohe Kriminalität*

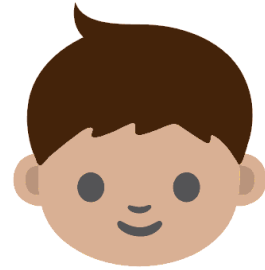
An aerial photograph showing the border region of Nogales, Arizona, USA. The top half of the image shows a relatively undeveloped, arid landscape with some sparse vegetation and a few scattered buildings. A major highway runs diagonally across the upper portion. The bottom half of the image shows a dense, urban area with a grid-like street pattern and numerous small, closely packed buildings. A horizontal line, likely the international border, runs across the middle of the image, separating the two distinct landscapes.

Nogales, Arizona, USA

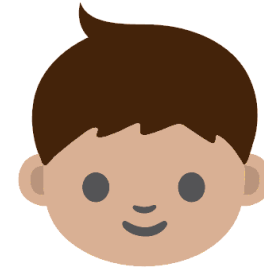
Nogales, Sonora, Mexiko



Beinahe identische...
...Geographie
...Klima
...Rohstoffe
...Sozialisation

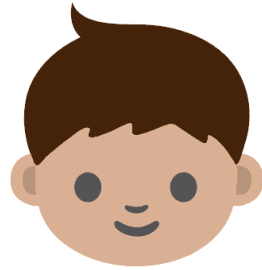


Maria A.



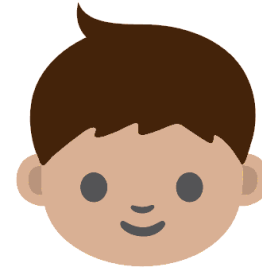
Maria B.





Maria A.

*Beinahe identische...
...Geographie
...Klima
...Rohstoffe
...Sozialisation*

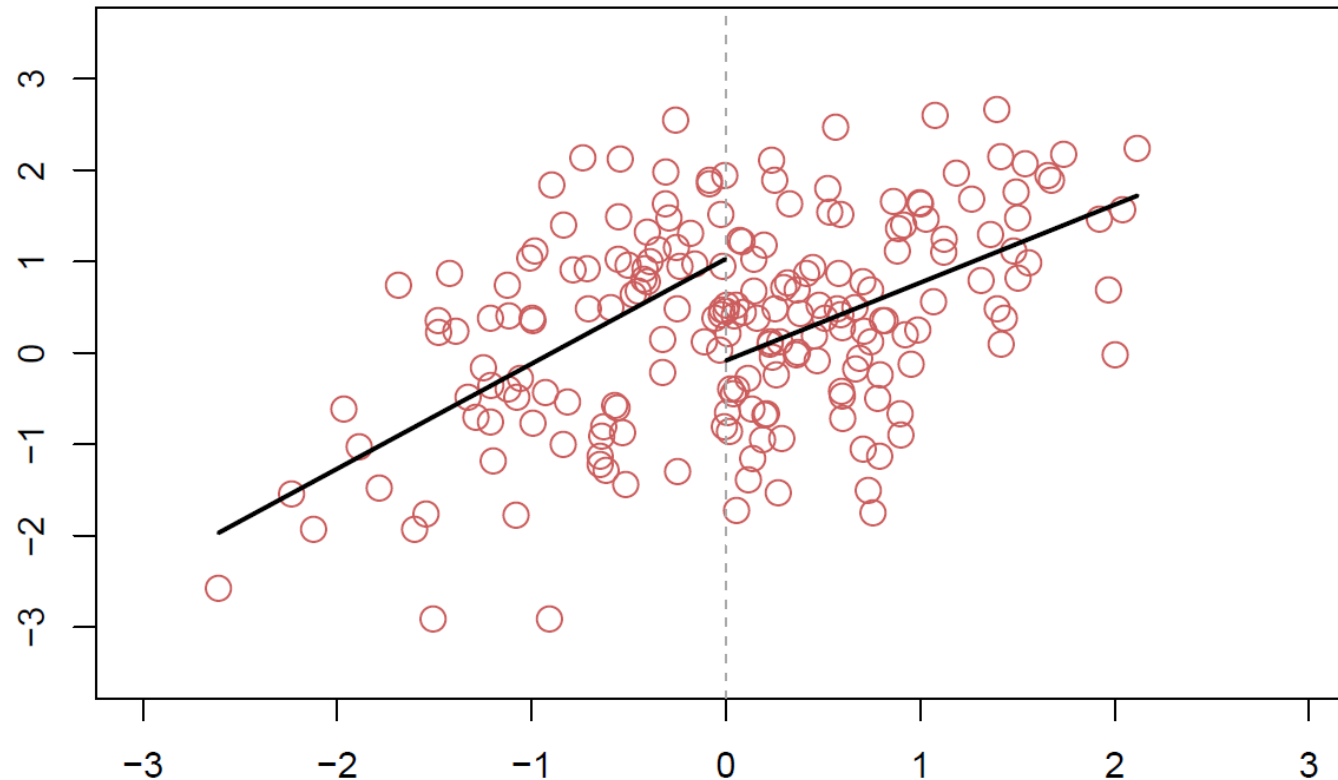


Maria B.

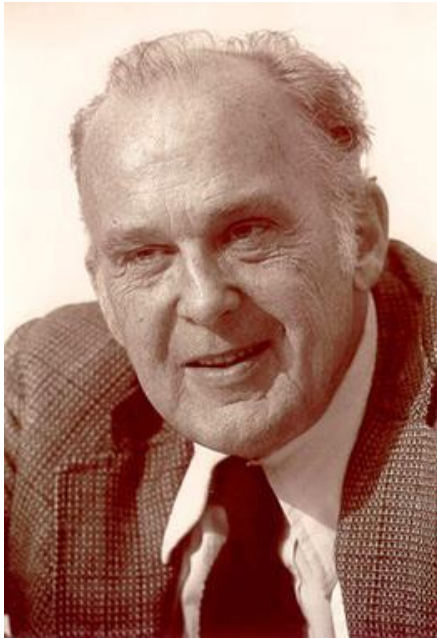
*Grenze als natürliches
Quasi-Experiment*



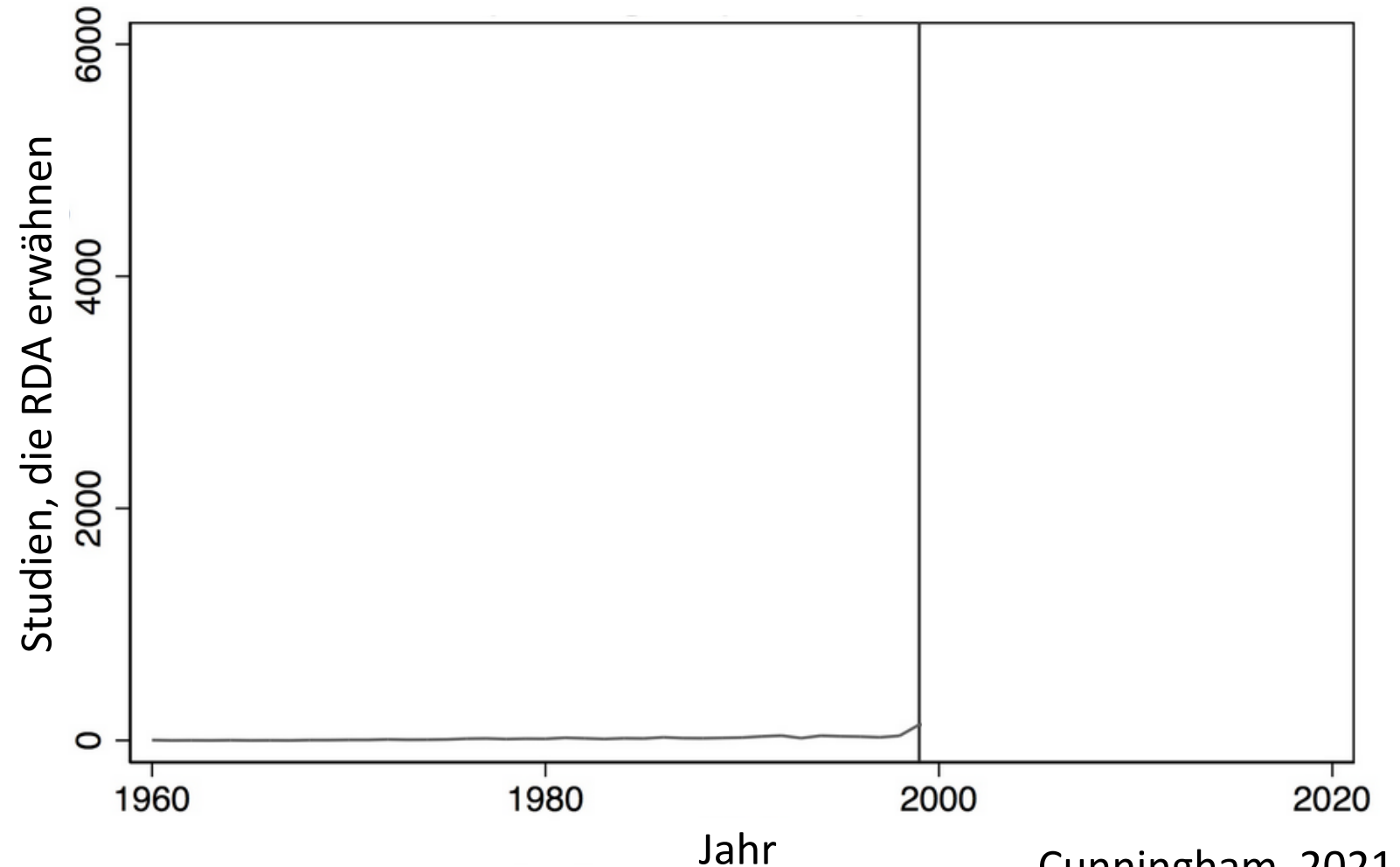
Regressions-Diskontinuitäts-Analysen in der Evaluation psychologischer Interventionen



Regressions-Diskontinuitäts-Analysen in der Evaluation psychologischer Interventionen

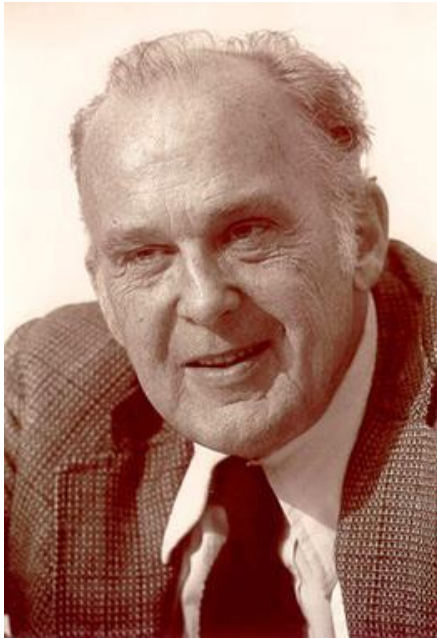


Donald T. Campbell

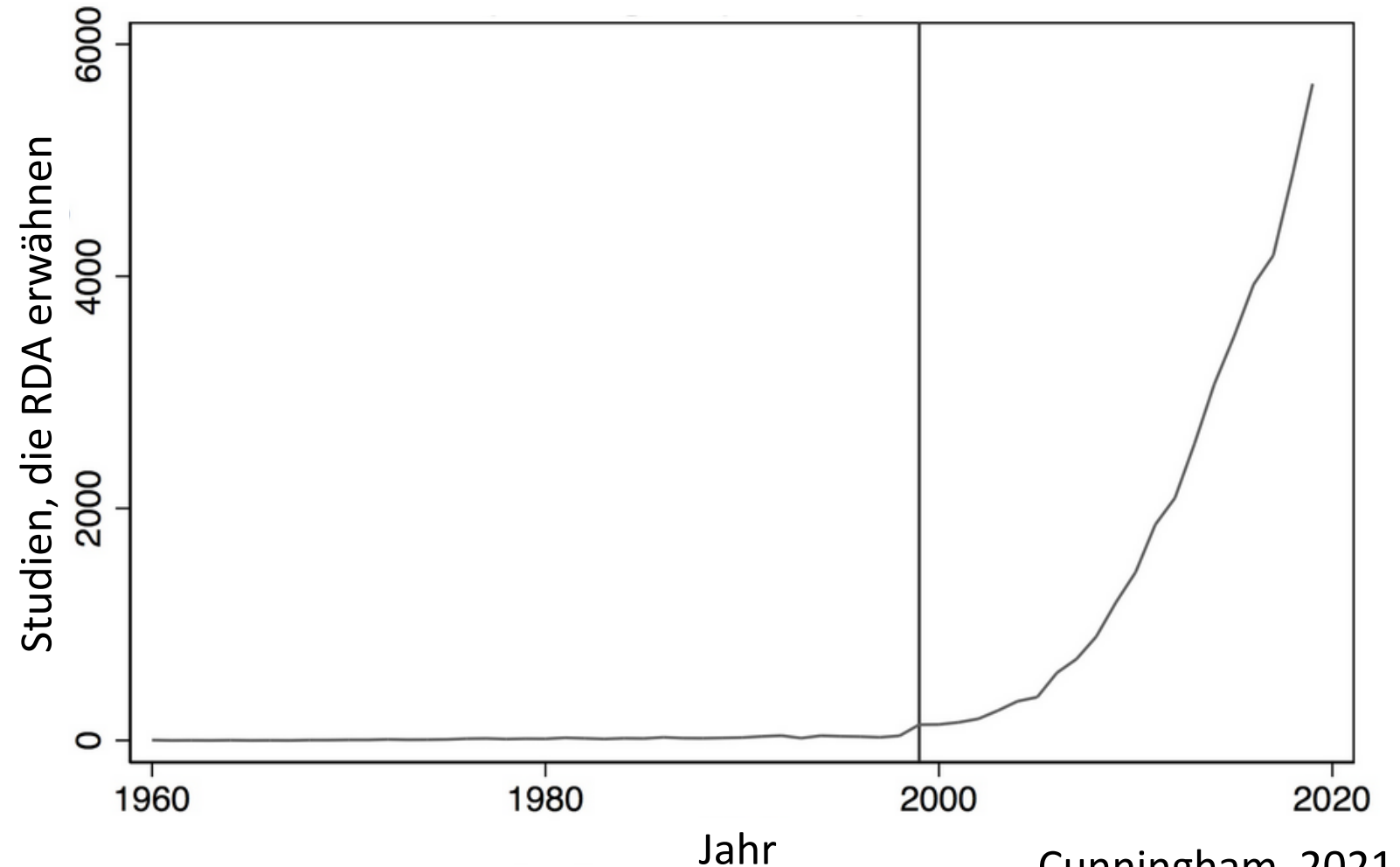


Cunningham, 2021

Regressions-Diskontinuitäts-Analysen in der Evaluation psychologischer Interventionen



Donald T. Campbell



Cunningham, 2021

An aerial photograph of a city, likely Johannesburg, showing a dense urban area with a grid-like street pattern and a large, open, brownish area in the upper left. A white rectangular box is superimposed over the center of the image, containing text and a bulleted list.

Am besten geeignet bei Regeln oder Vorgehen
mit klaren Grenzwerten:

- Hochbegabtenförderung ab **IQ von 130**
 - Medikamentöse Therapie bei schwerer Depression (z.B. **BDI \geq 29**)
 - Substitution bei Suchterkrankungen **ab bestimmten Marker-Scores**
 - Personalentwicklungsmaßnahme **ab bestimmtem Umsatz**
- ...

HESSEN



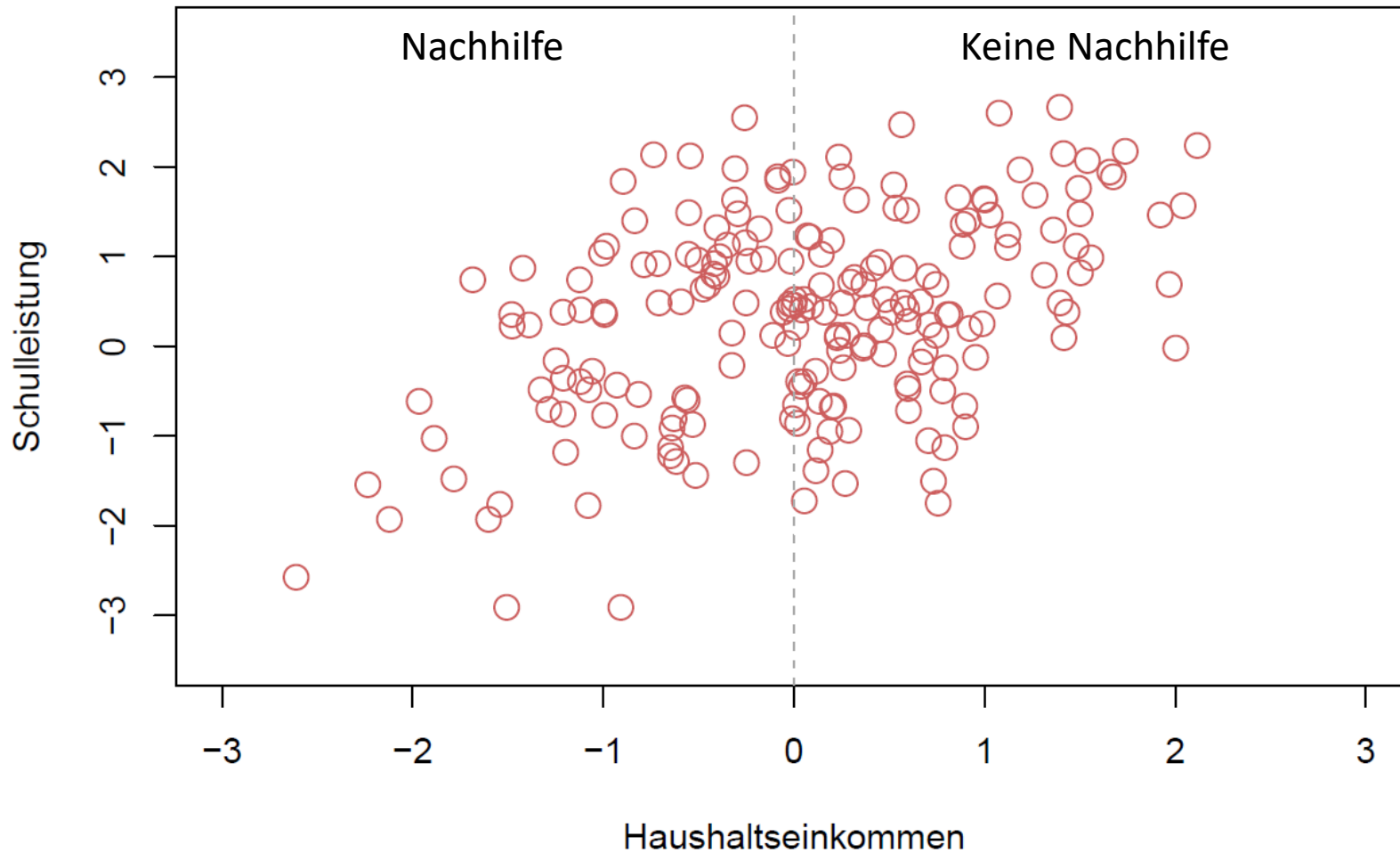
**Hessisches
Kultusministerium**

Die Hessische Landesregierung implementiert an
Modellschulen verpflichtenden Nachhilfeunterricht für
Kinder mit geringem Haushaltseinkommen.


```
N <- 200                                #Stichprobengröße
X <- rnorm(N)                           #Haushaltseinkommen ("running variable")
c0 <- 0                                 #Cutoff wert
I <- ifelse(X < c0, 1, 0)                #Dummy Variable für Intervention
b_X <- 1                                #Effekt von Haushaltseinkommen
b_I <- 1                                #Effekt der Intervention
Y <- rnorm(N,b_X*X + b_I*I, 1)          #Simuliere Schulleistung
```



```
N <- 200                                #Stichprobengröße
X <- rnorm(N)                            #Haushaltseinkommen ("running variable")
c0 <- 0                                  #Cutoff wert
I <- ifelse(X < c0, 1, 0)                 #Dummy Variable für Intervention
b_X <- 1                                 #Effekt von Haushaltseinkommen
b_I <- 1                                 #Effekt der Intervention
Y <- rnorm(N, b_X*X + b_I*I, 1)          #Simuliere Schulleistung
```



HESSEN

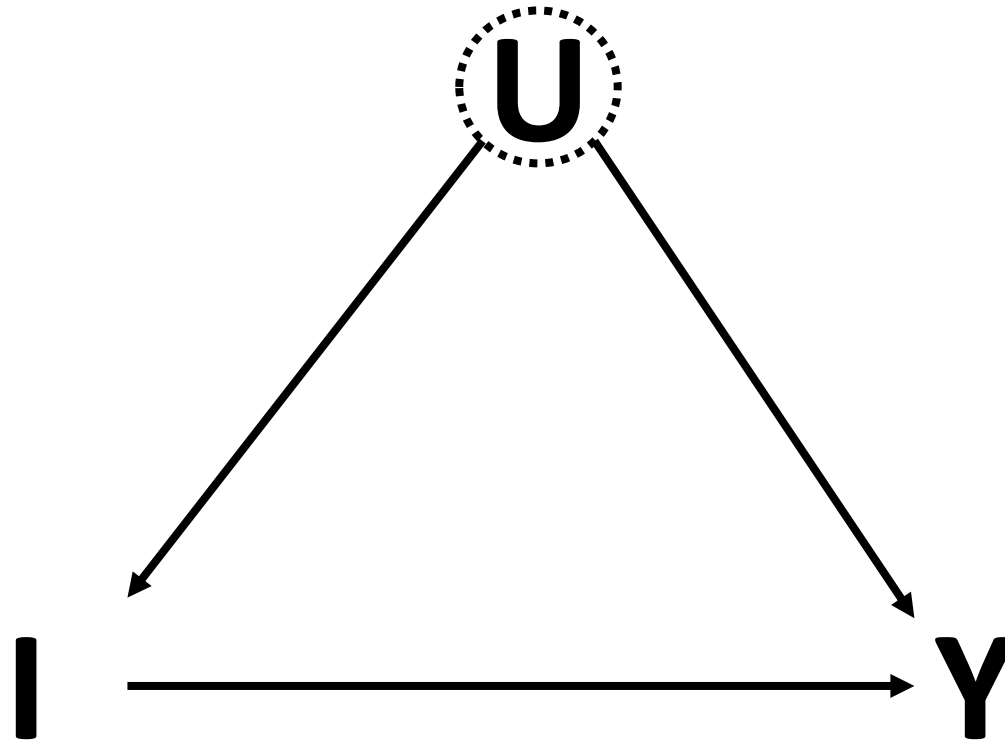


Hessisches
Kultusministerium

Evaluationsauftrag:

Führt die Nachhilfeintervention zu
verbesserten Schulleistungen?

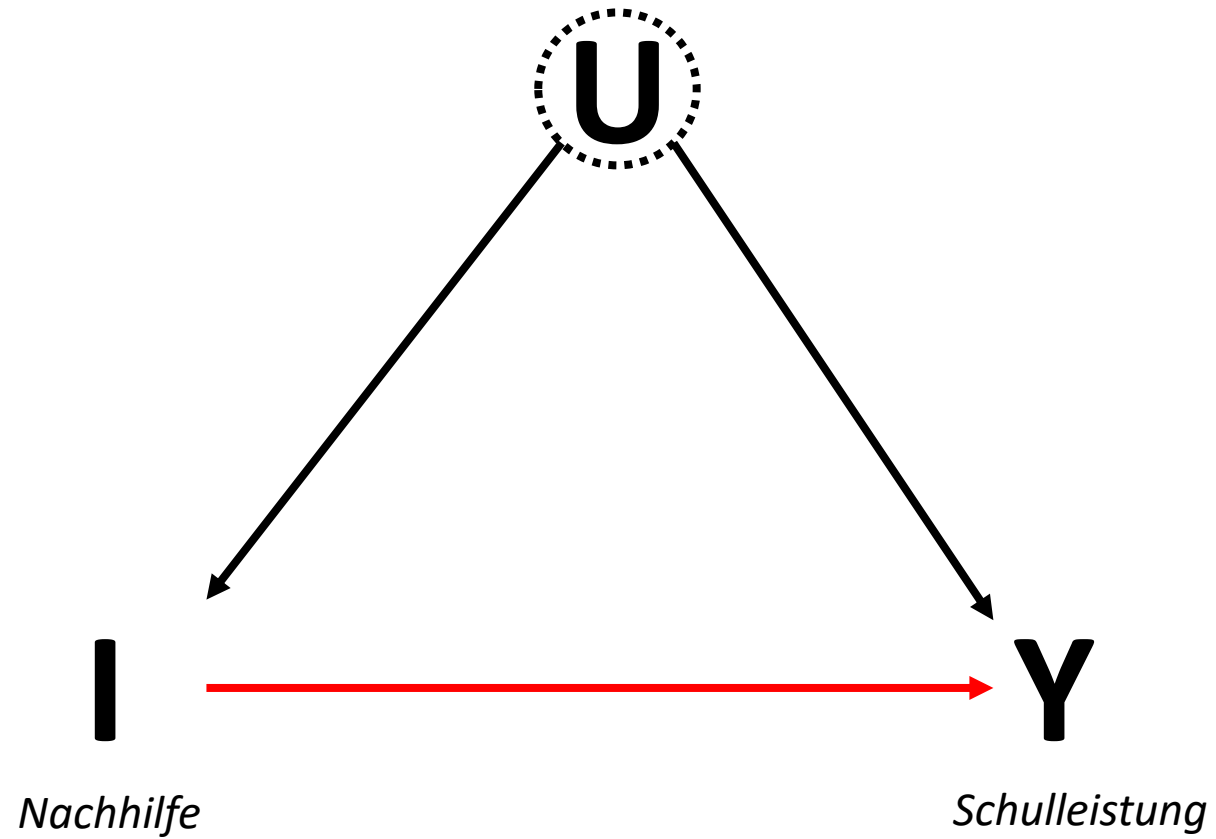
Directed Acyclic Graphs (DAGs)



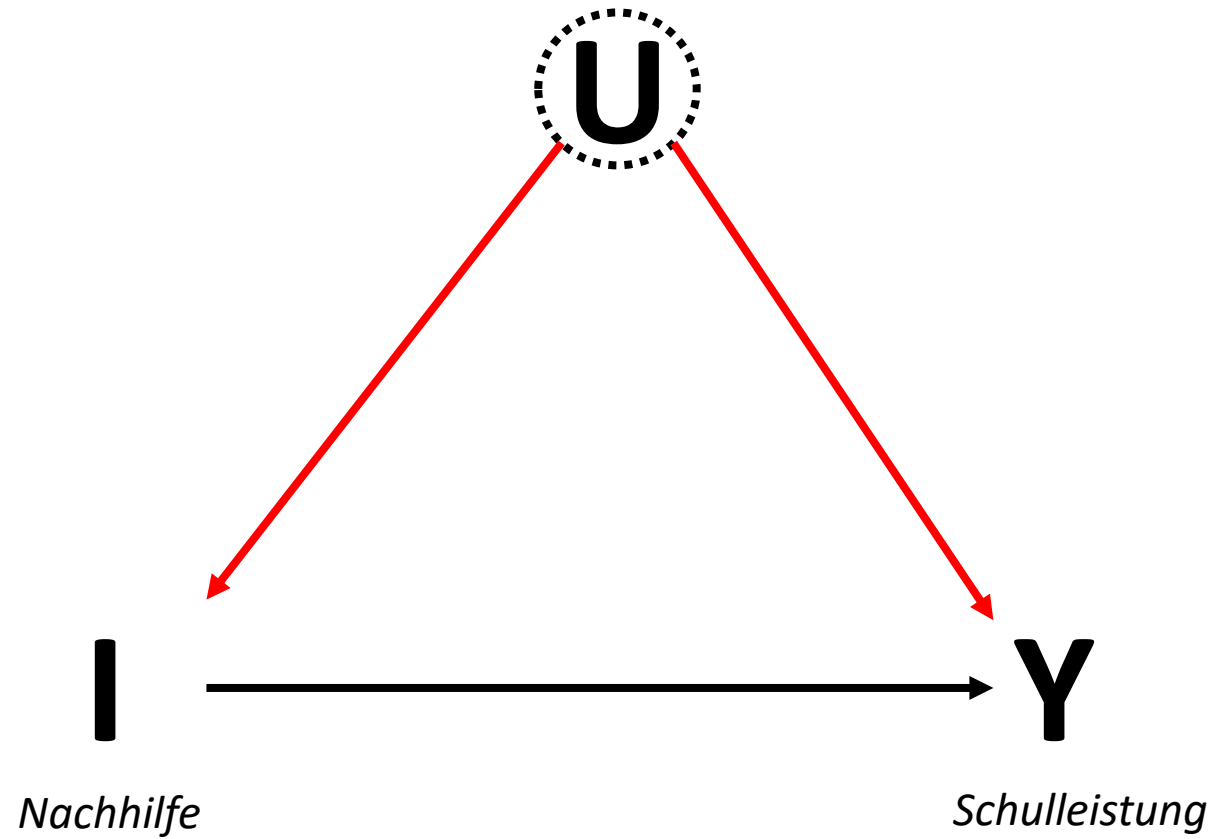
$$I = f(U)$$

$$Y = f(I, U)$$

SES, Wohnort, soziales Netzwerk, Intelligenz, Kultur.....



SES, Wohnort, soziales Netzwerk, Intelligenz, Kultur.....



*Evaluator*innen*

SES, Wohnort, soziales Netzwerk, Intelligenz, Kultur.....

E

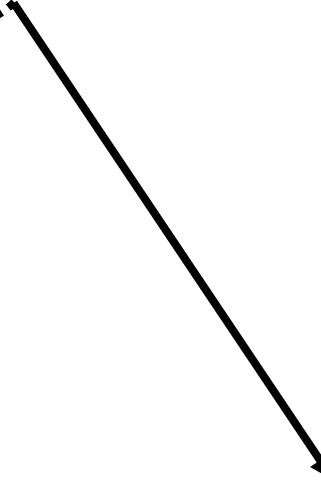
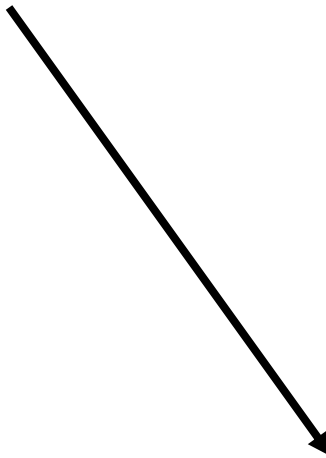
U

I

Y

Nachhilfeintervention

Schulleistung



*Evaluator*innen*

SES, Wohnort, soziales Netzwerk, Intelligenz, Kultur.....

E HESSEN



Nachhilfeintervention

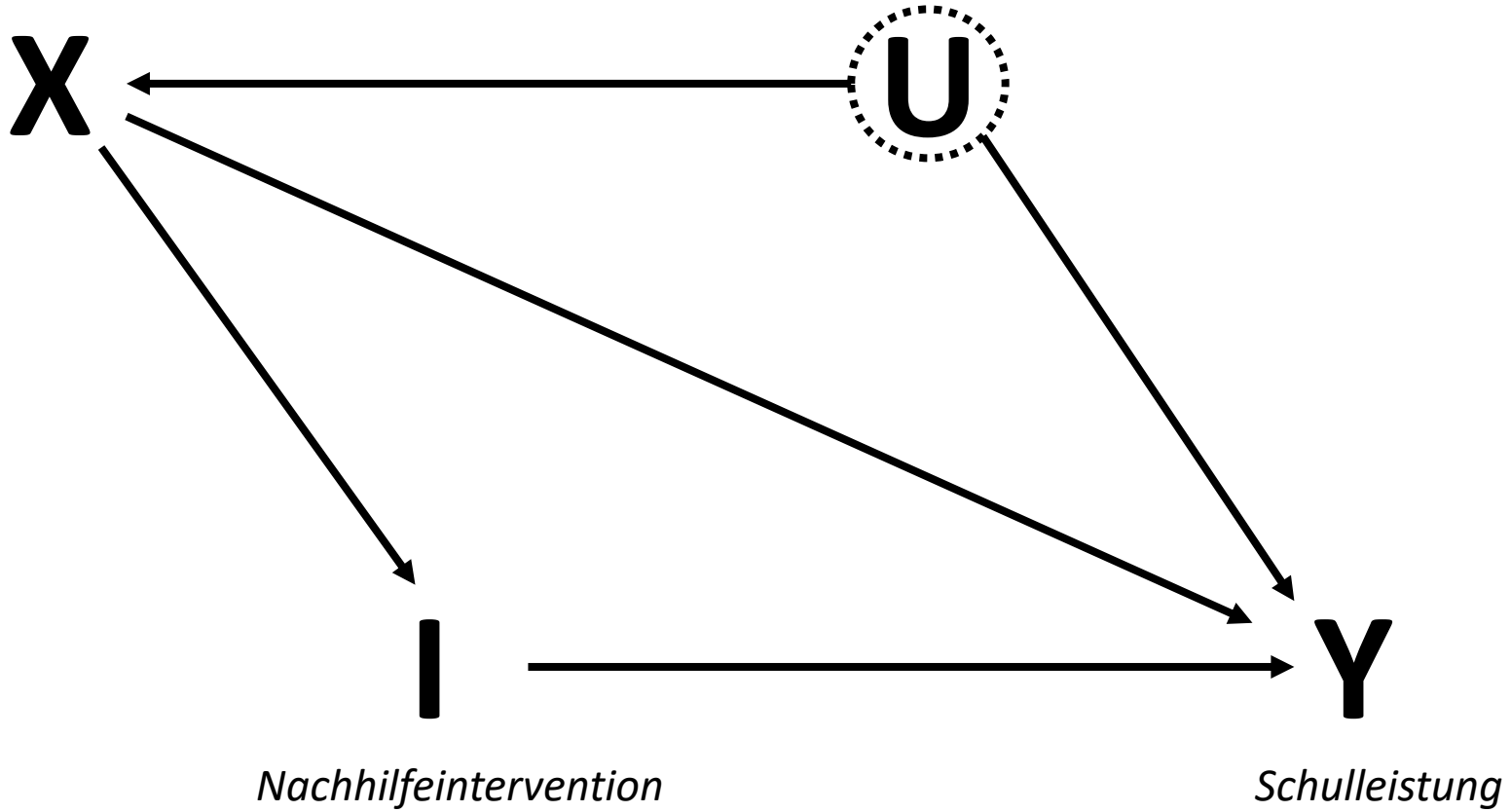


**Hessisches
Kultusministerium**

Schulleistung

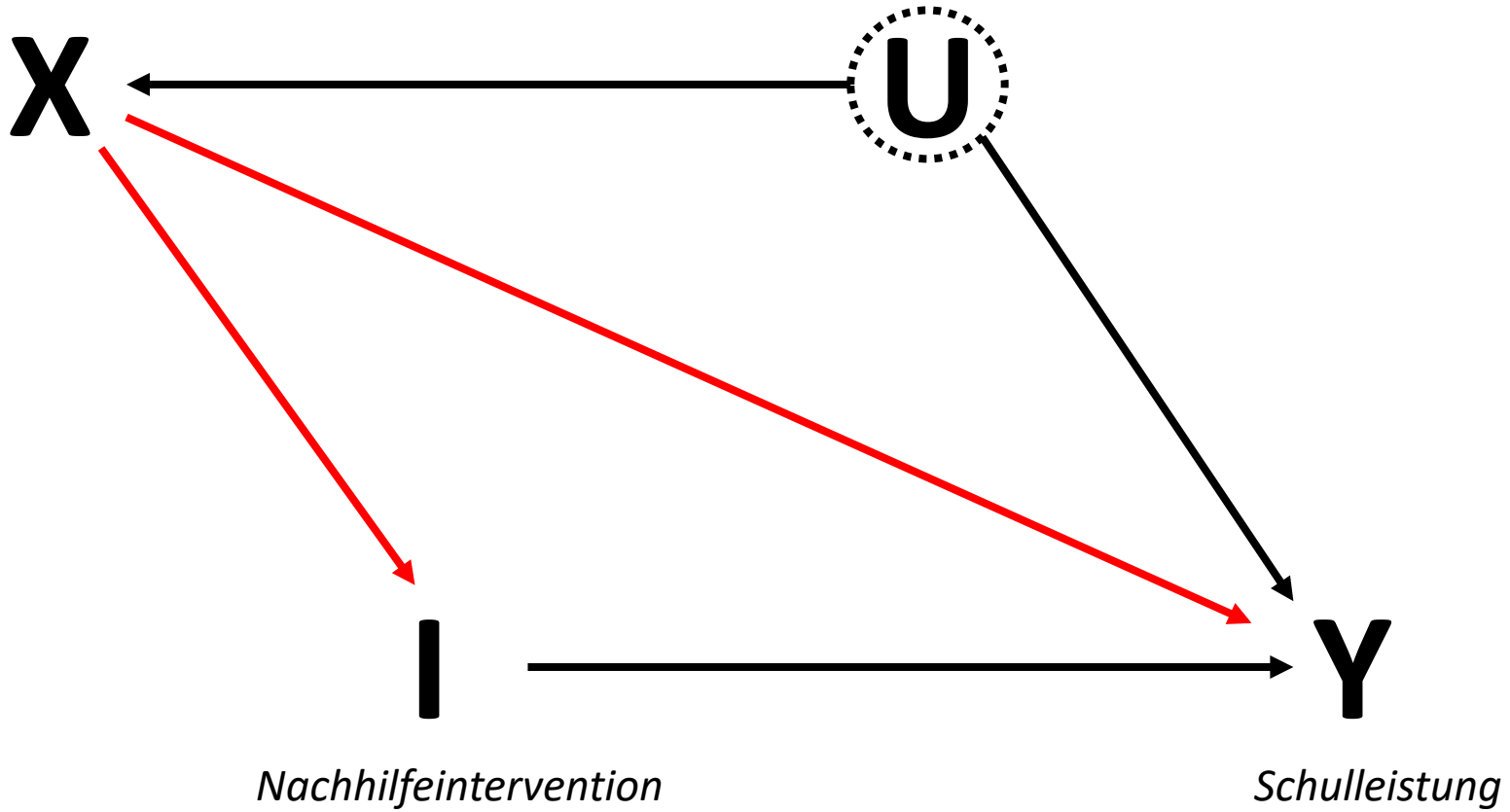
Haushaltseinkommen

SES, Wohnort, soziales Netzwerk, Intelligenz, Kultur.....



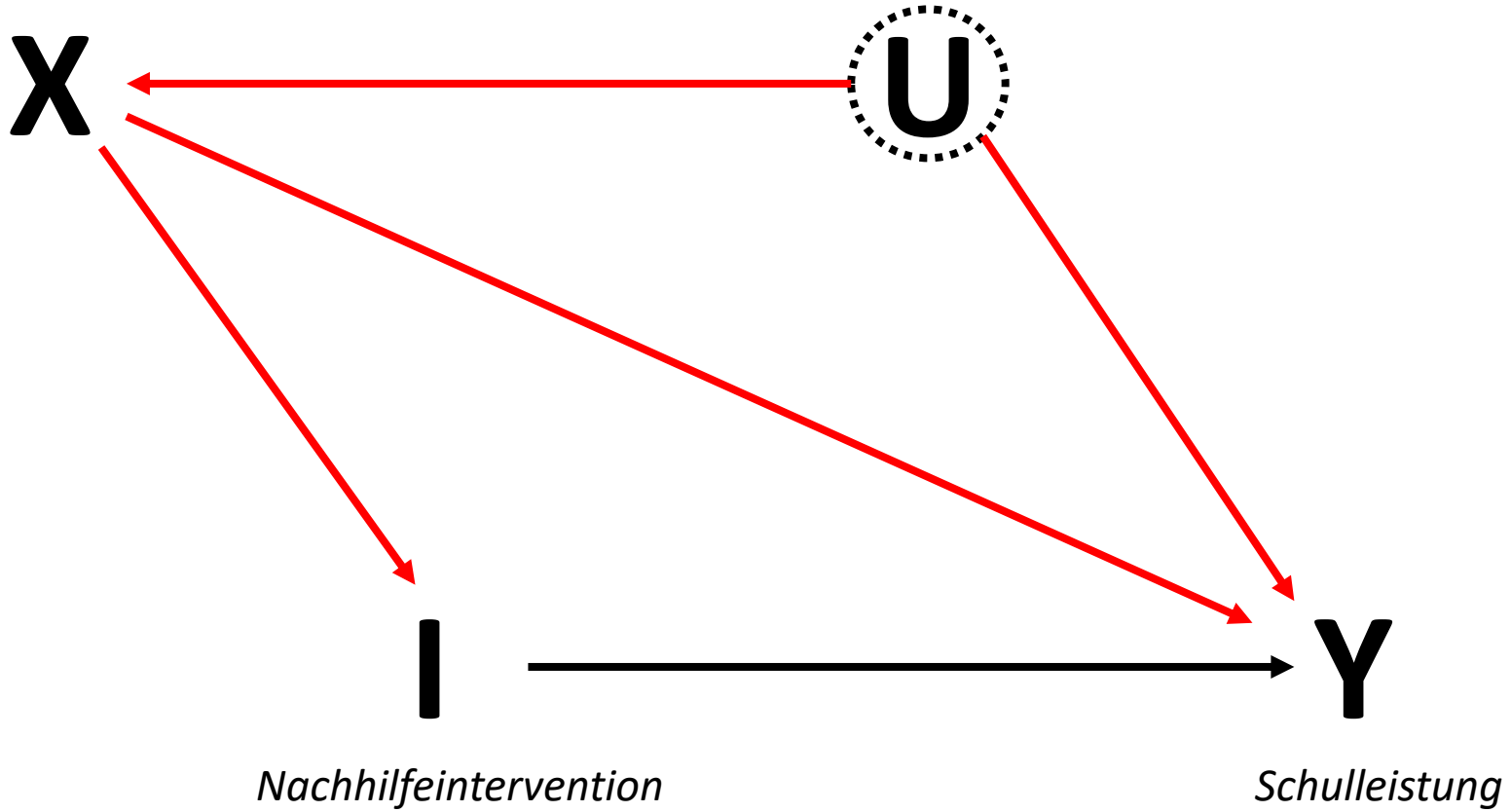
Haushaltseinkommen

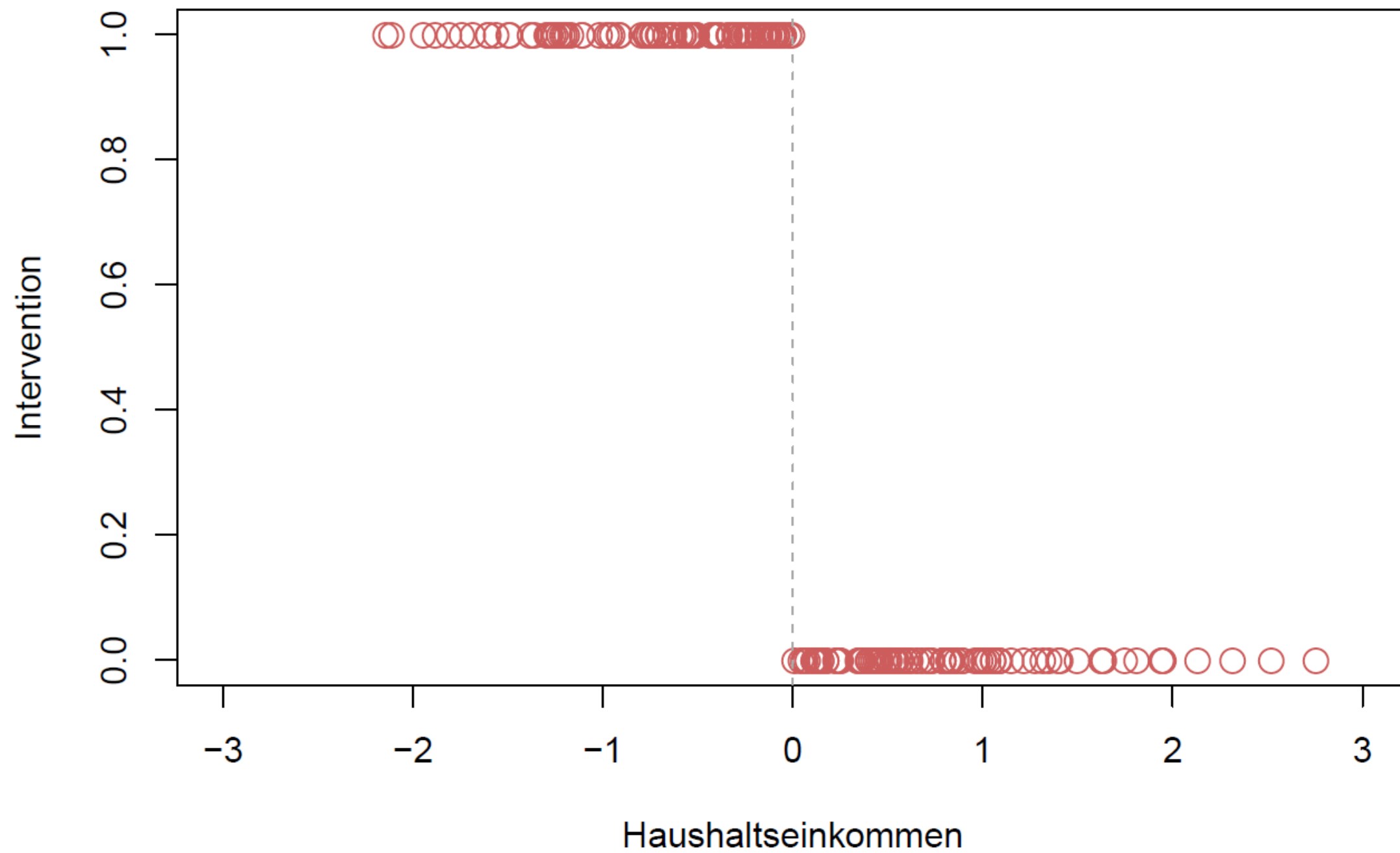
SES, Wohnort, soziales Netzwerk, Intelligenz, Kultur.....

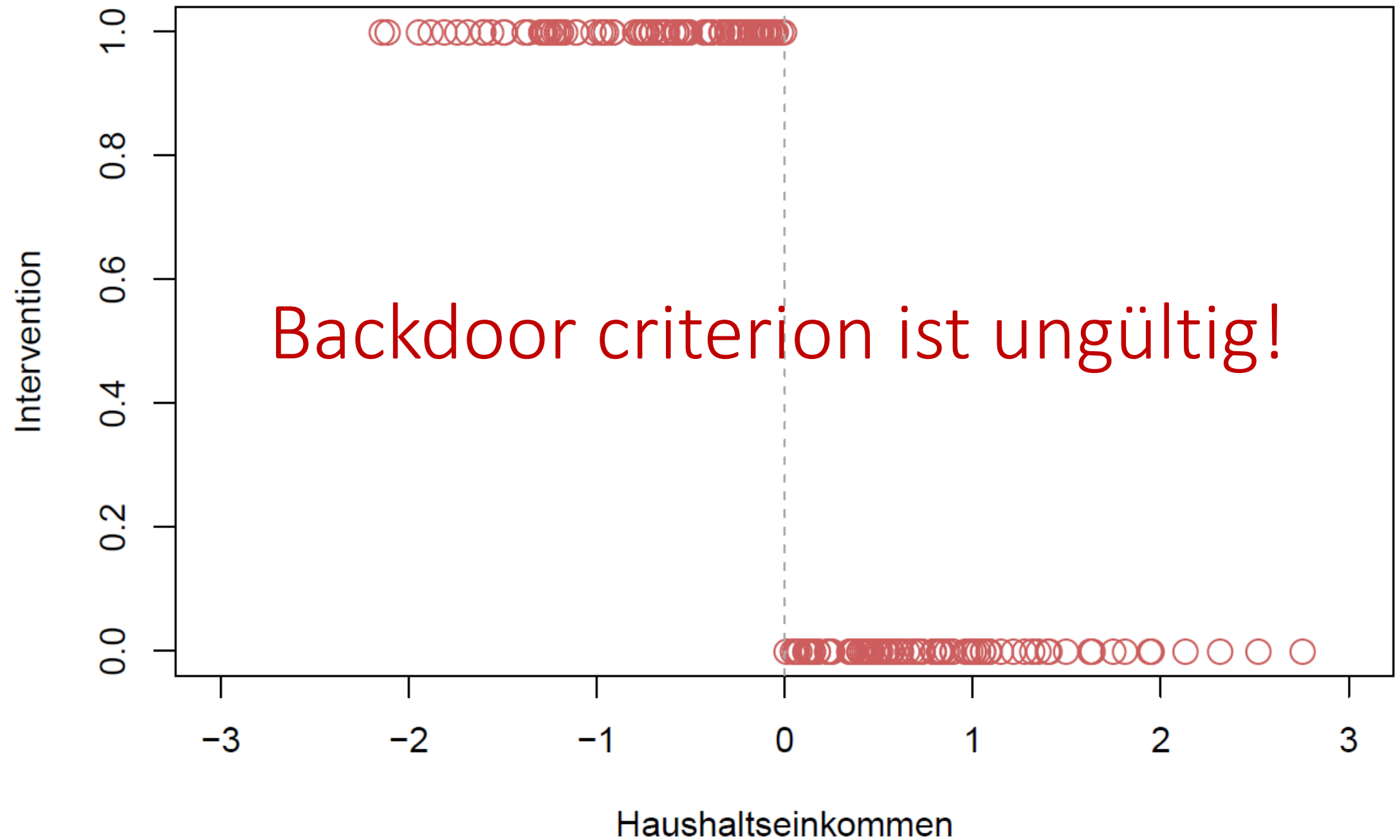


Haushaltseinkommen

SES, Wohnort, soziales Netzwerk, Intelligenz, Kultur.....







*Evaluator*innen*

SES, Wohnort, soziales Netzwerk, Intelligenz, Kultur.....

E

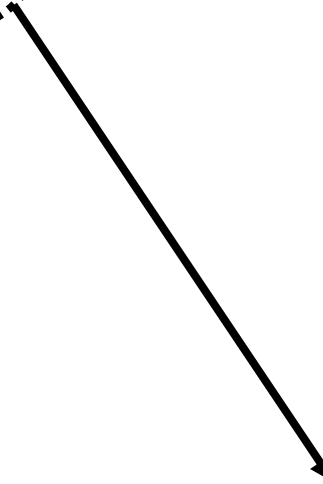
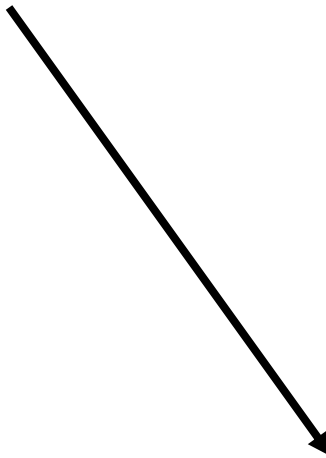
U

I

Y

Nachhilfeintervention

Schulleistung





*Haushaltseinkommen
am cutoff*

SES, Wohnort, soziales Netzwerk, Intelligenz, Kultur.....

X -> c0

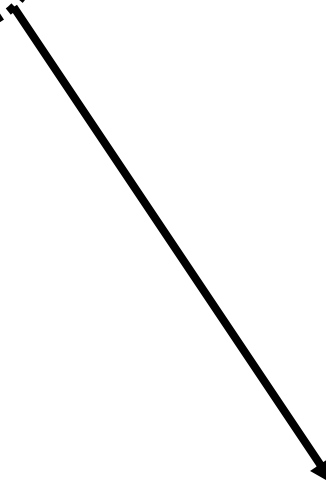
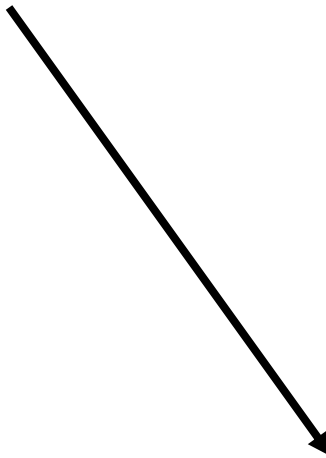
U

I

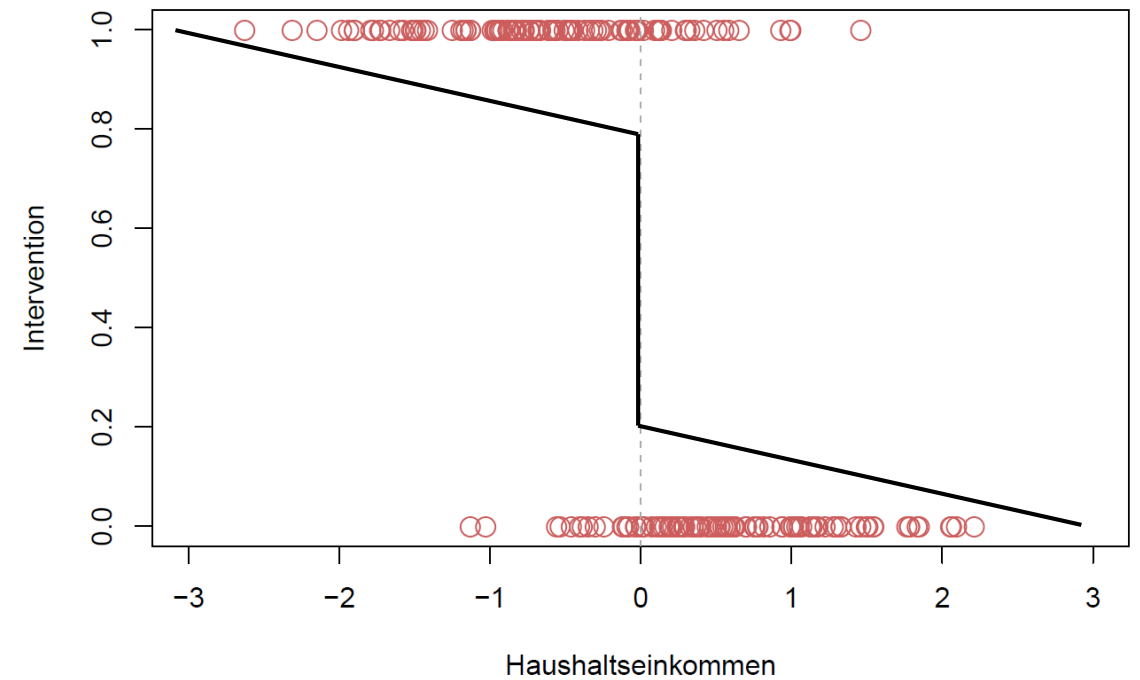
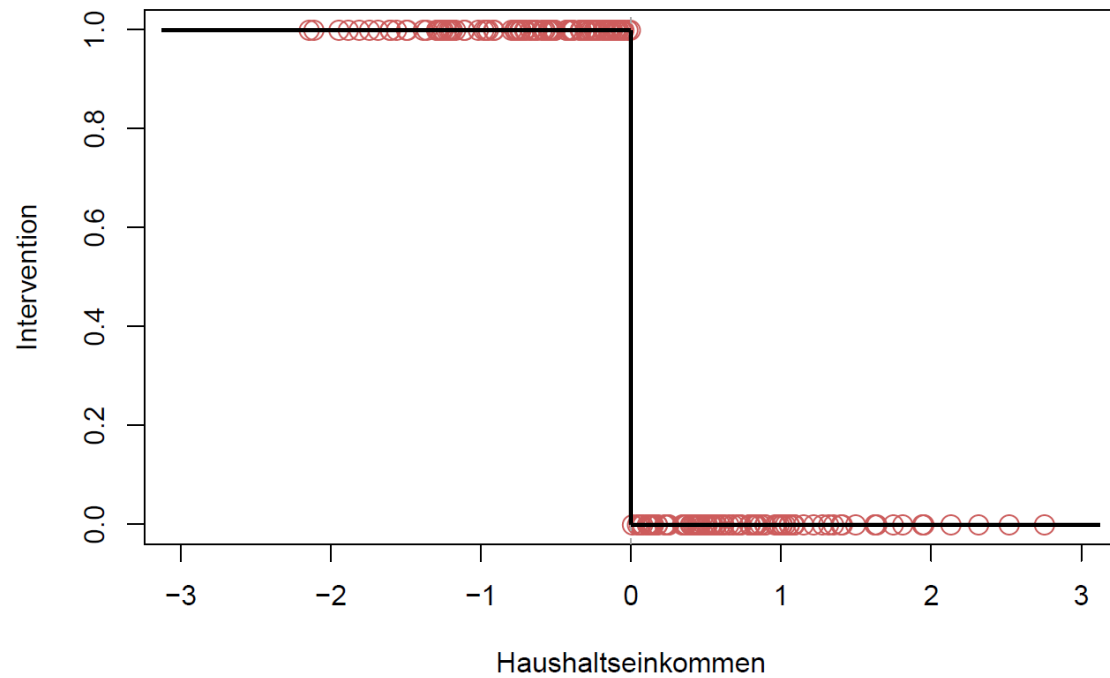
Y

Nachhilfeintervention

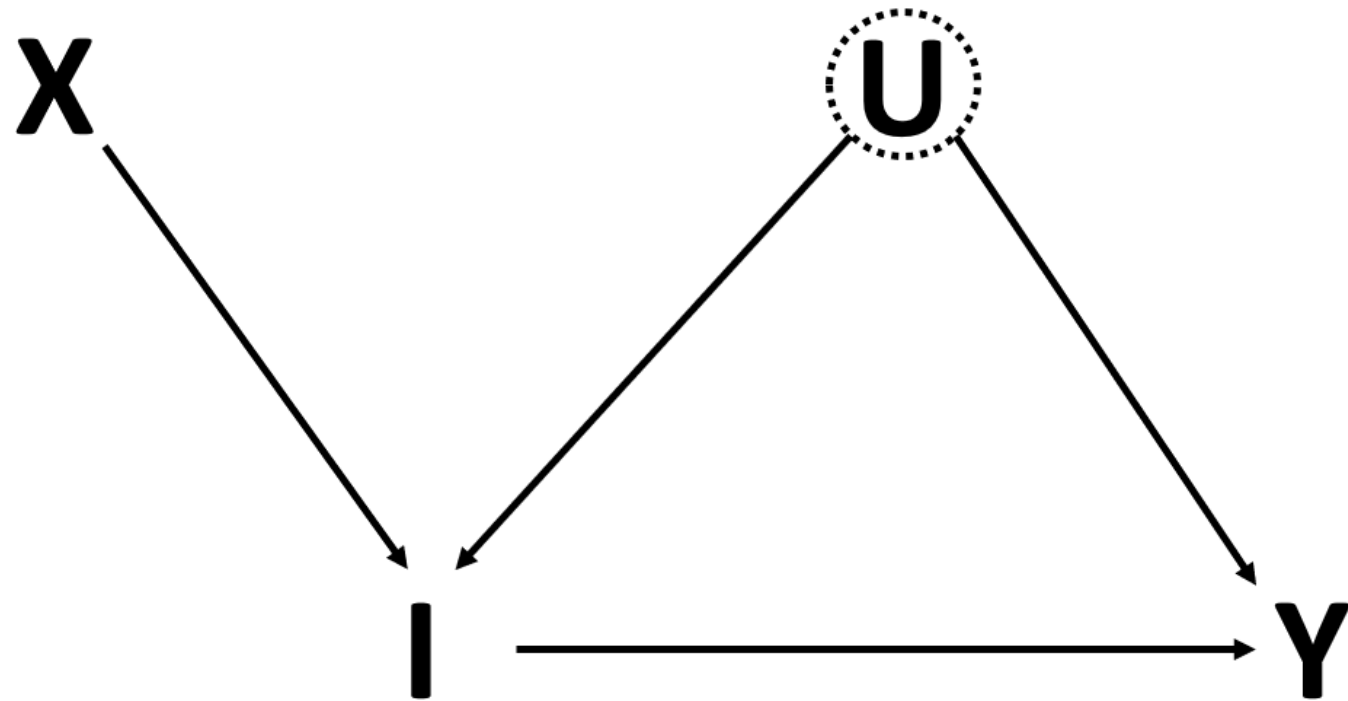
Schulleistung



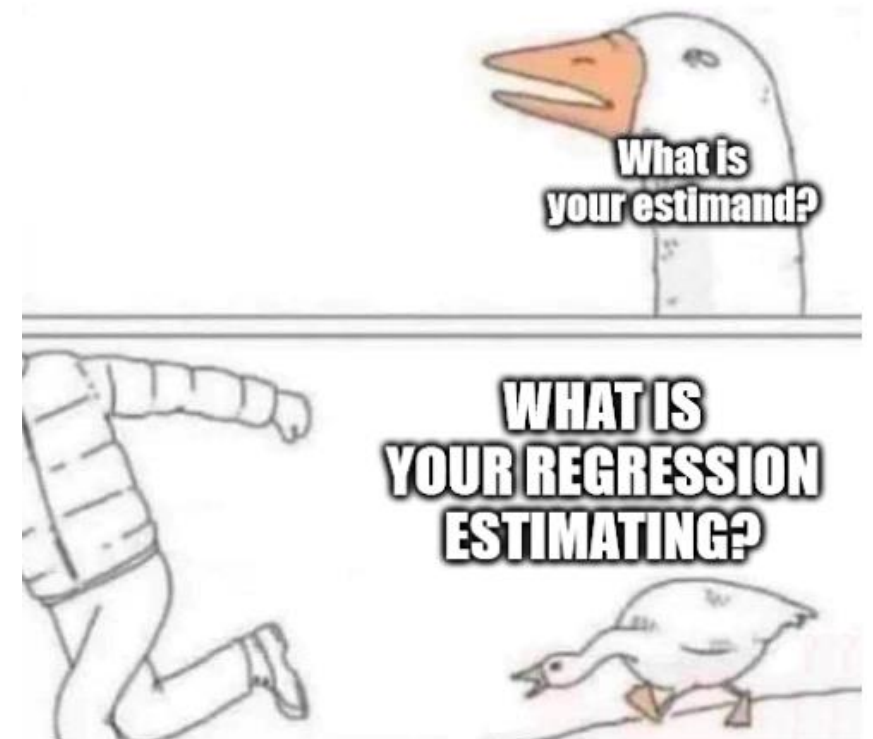
Scharfe (“sharp”) RD-Analyse vs. Unscharfe (“fuzzy”) RD-Analyse



Nächste Woche: Instrumentvariablenschätzung

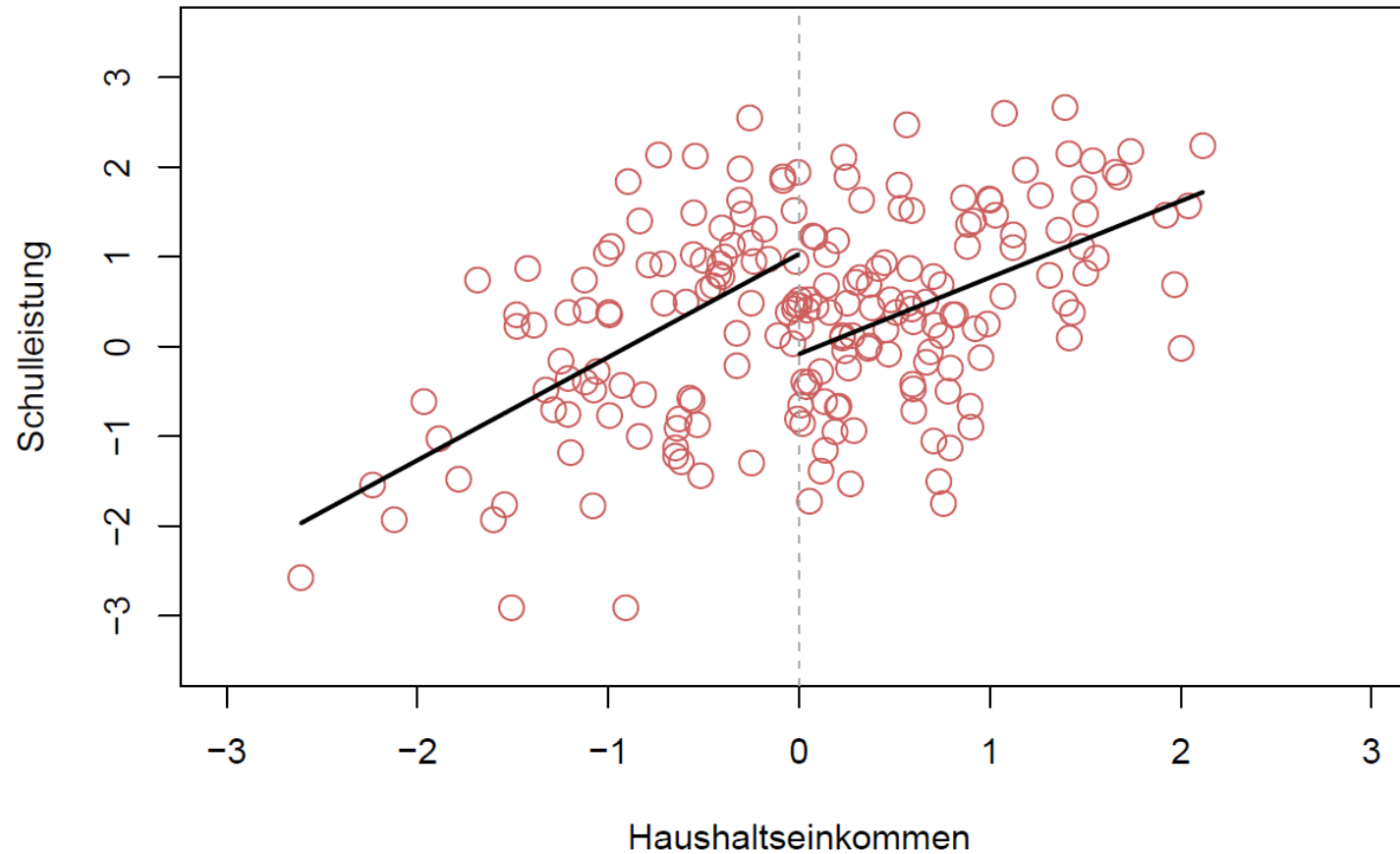


Was wollen wir schätzen?



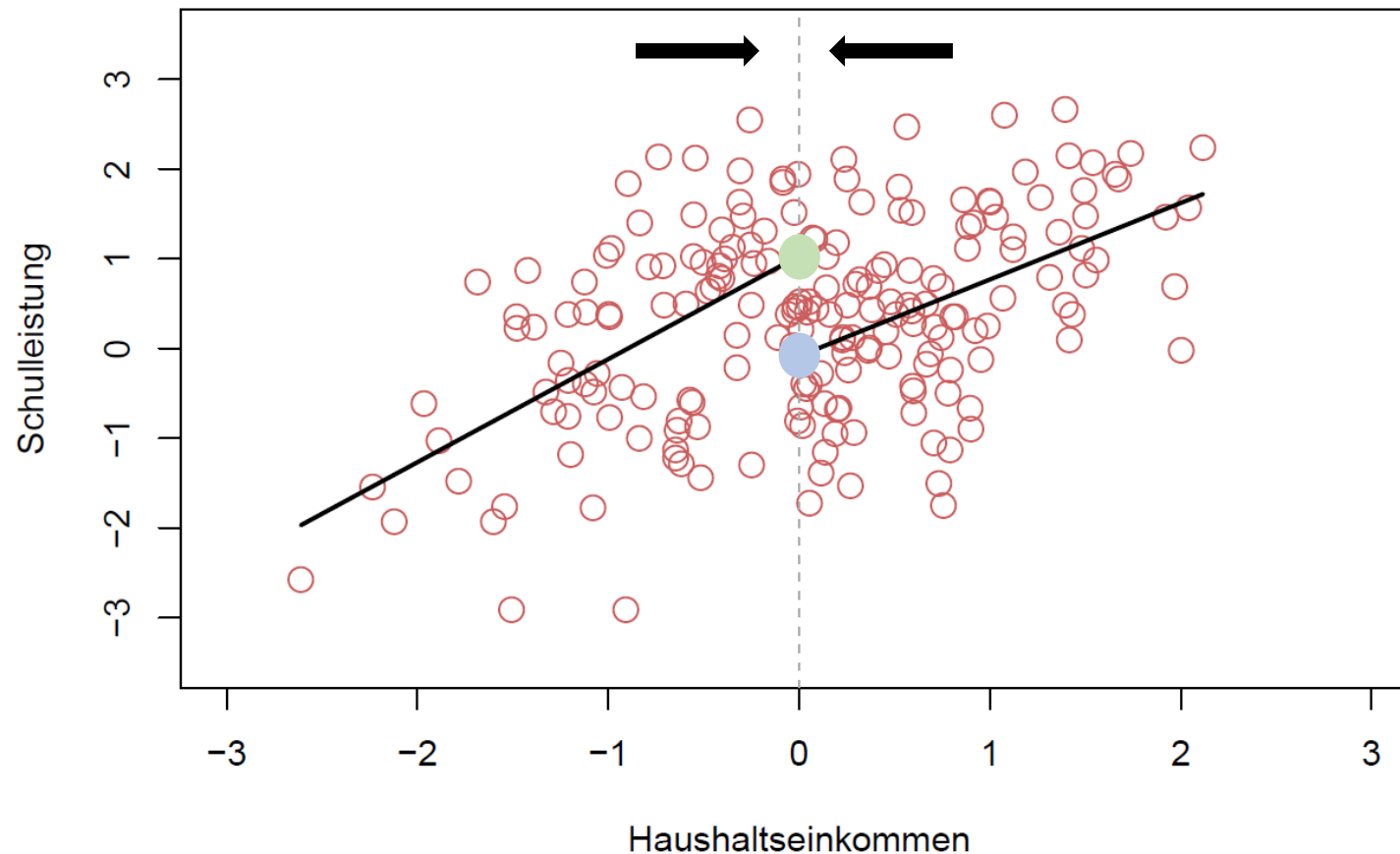
@krichard1212

Local average treatment effect (LATE)

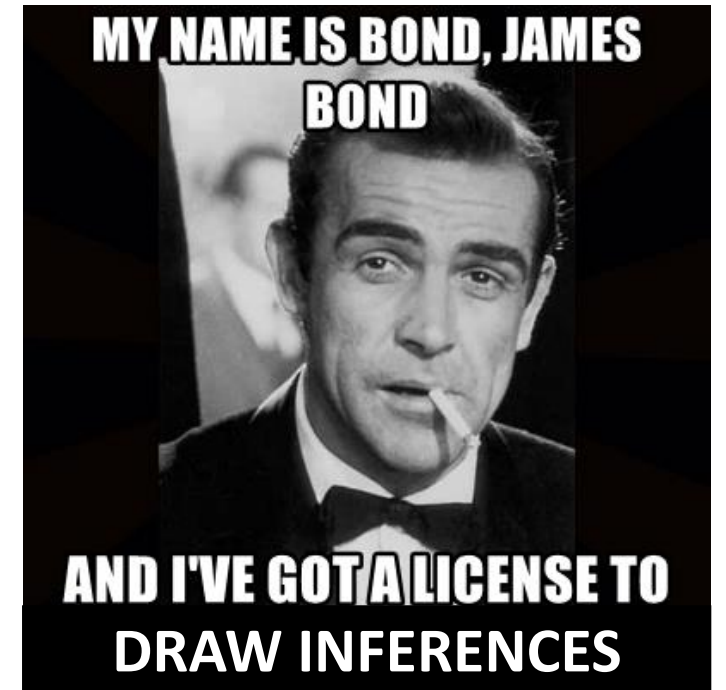
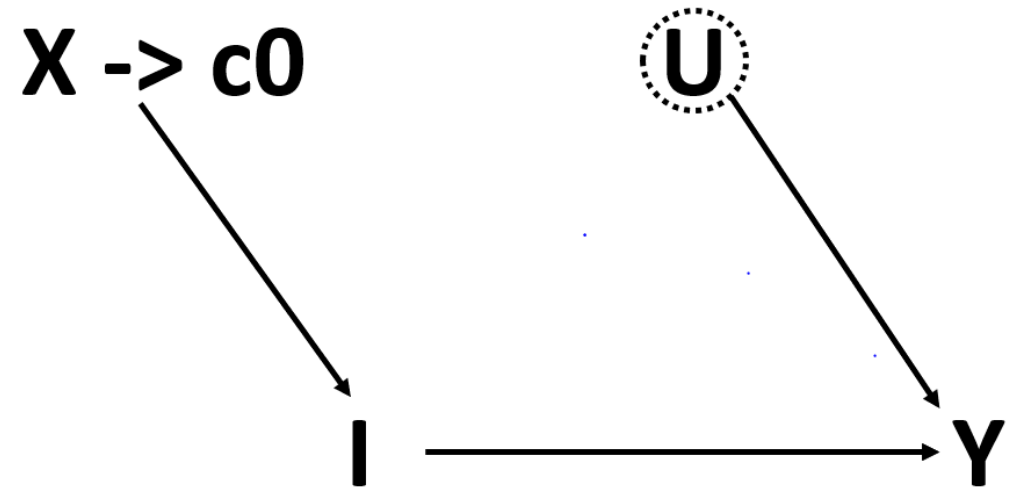


Local average treatment effect (LATE)

$$\lim_{x \rightarrow 0} E[Y^1 | x] - \lim_{0 \leftarrow x} E[Y^0 | x]$$

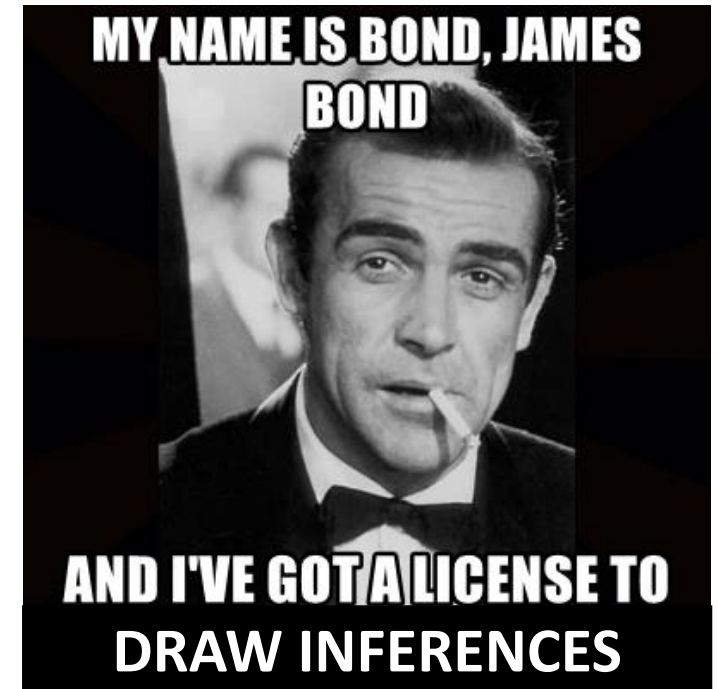
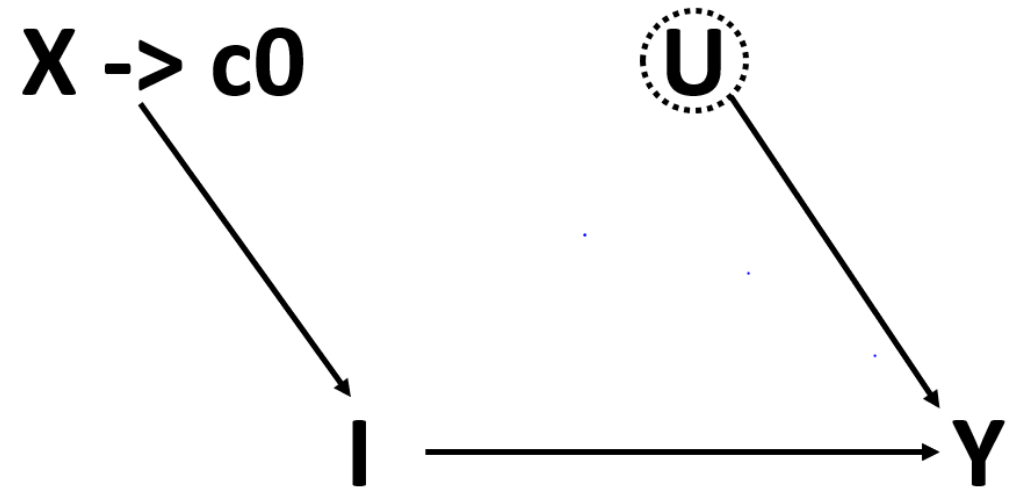


Annahmen des LATE



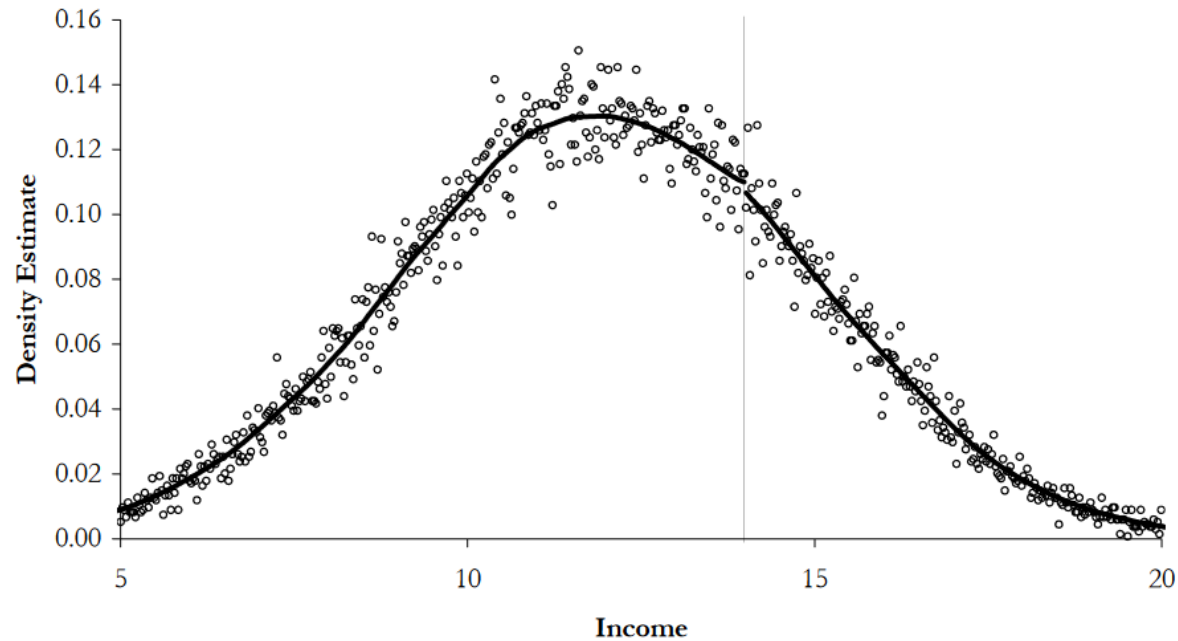
Annahmen des LATE

- Kontinuität relevanter Kovariaten am Cutoff
 - Kein “Sortieren” über den Cutoff hinweg
- McCrary’s density test

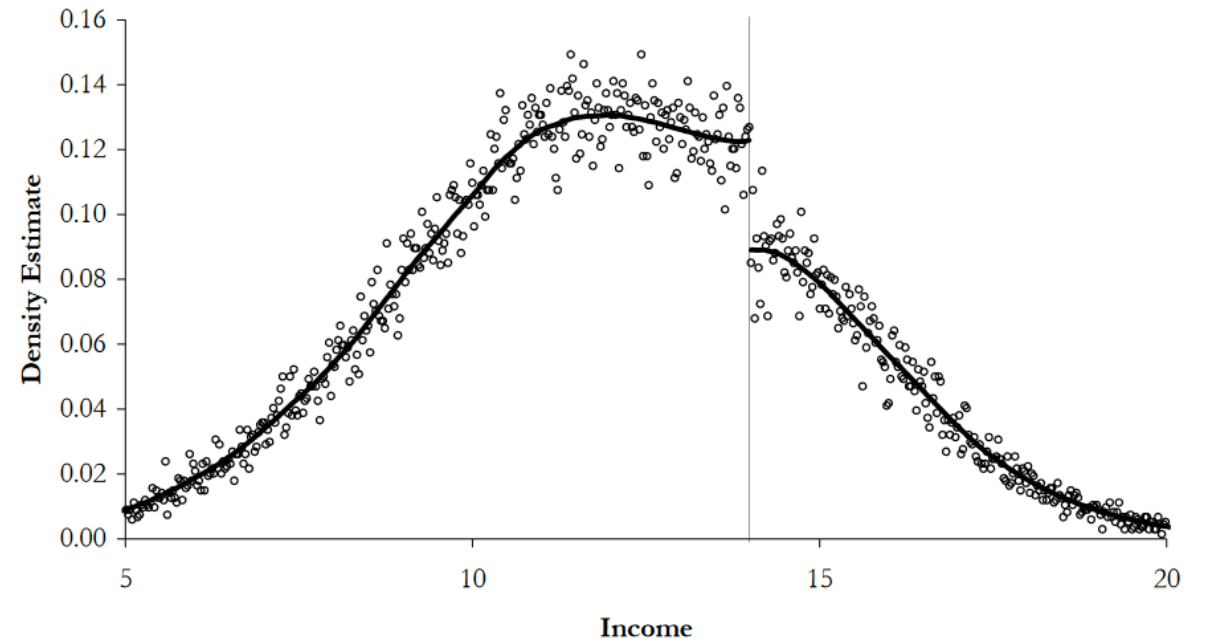


Annahmen des LATE

**C. Density of Income
with No Pre-Announcement and No Manipulation**



**D. Density of Income
with Pre-Announcement and Manipulation**



McCrary, 2008, Manipulation of the running variable in the regression discontinuity design: A density test

Schätzung des LATE

Schätzung des (L)ATE

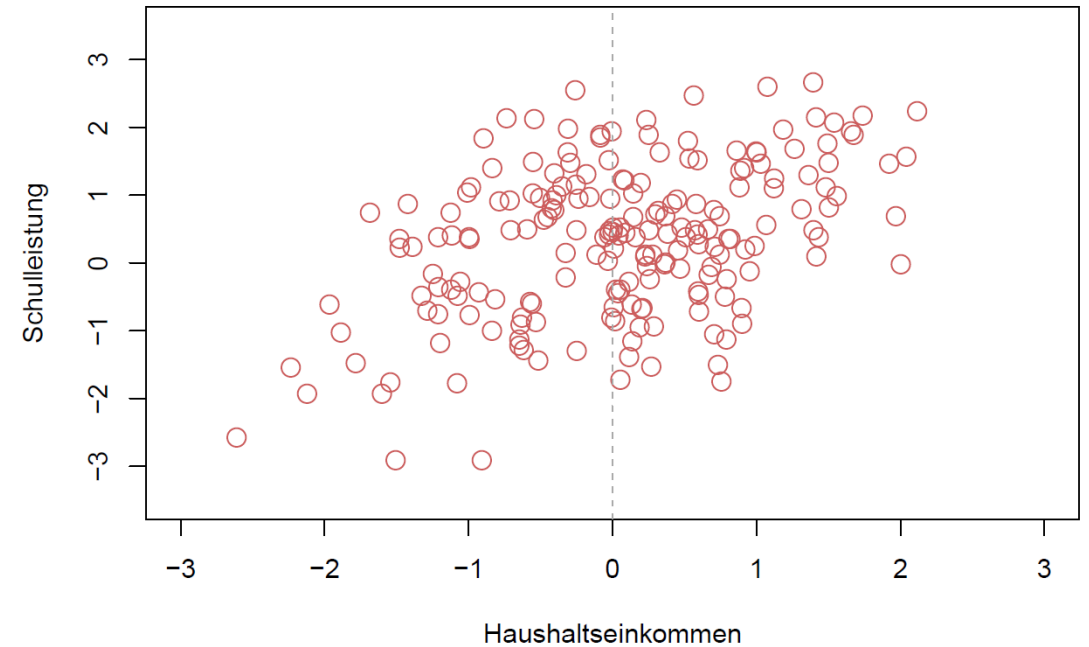
$$E(Y_i|X_i, I_i) = \beta_0 + b_x X_i + b_I I_i$$

*Vorhergesagte
Schulleistung für
Individuum i*

Intercept

*Effekt des
Einkommens*

*Effekt der
Nachhilfe*



Schätzung des (L)ATE

$$E(Y_i|X_i, I_i) = \beta_0 + b_x X_i + b_I I_i$$

Vorhergesagte
Schulleistung für
Individuum i

Intercept

Effekt des
Einkommens

Effekt der
Nachhilfe

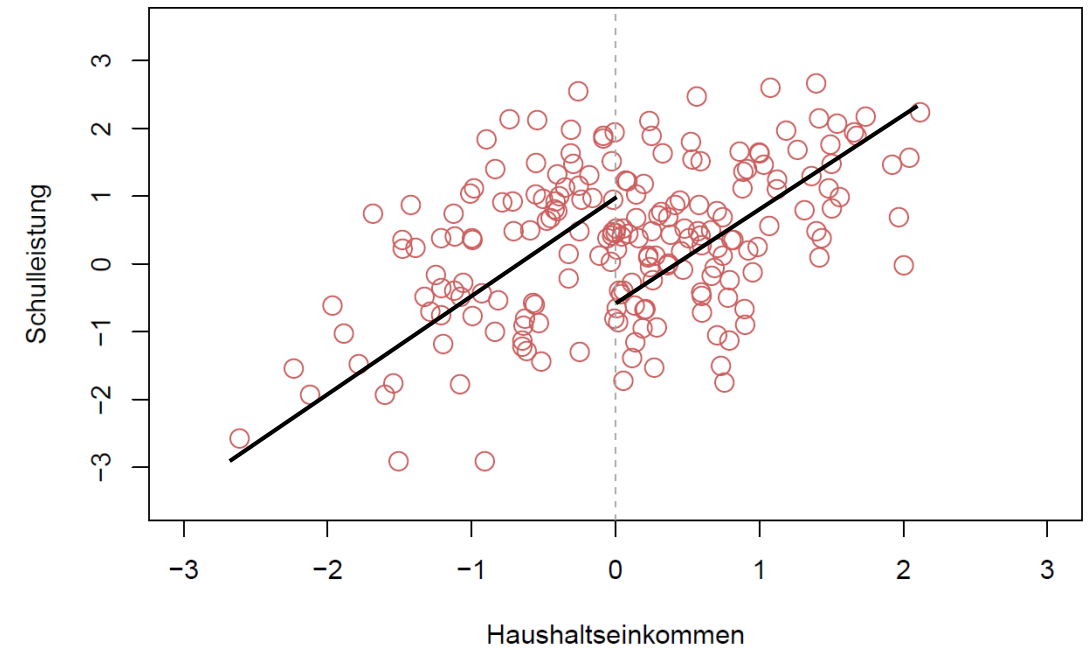
```
> m <- lm(Y~X+I)
> summary(m)

Call:
lm(formula = Y ~ X + I)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-2.1278 -0.6661 -0.0090  0.5470  2.9975

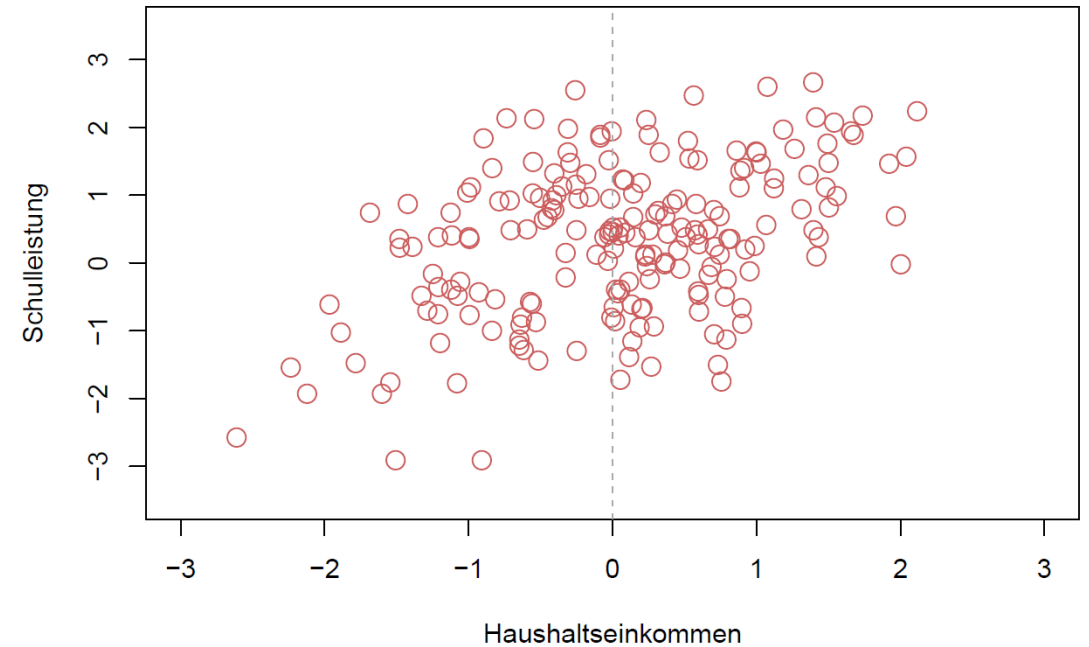
Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  -0.1963    0.1352  -1.451   0.148
X              0.9632    0.1151   8.366 1.08e-14 ***
I              1.2147    0.2361   5.144 6.48e-07 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.9767 on 197 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.2833,    Adjusted R-squared:  0.276
F-statistic: 38.93 on 2 and 197 DF,  p-value: 5.67e-15
```



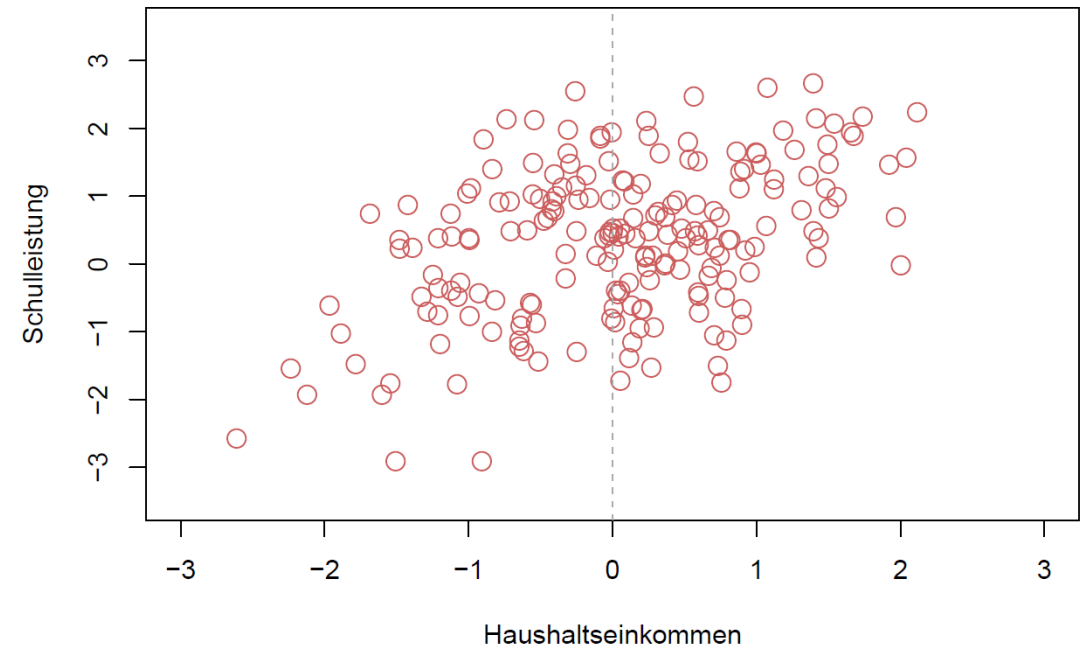
```
N <- 200                                #Stichprobengröße
X <- rnorm(N)                            #Haushaltseinkommen ("running variable")
c0 <- 0                                  #Cutoff wert
I <- ifelse(X < c0, 1, 0)                 #Dummy variable für Intervention
b_X <- 1                                 #Effekt von Haushaltseinkommen
b_I <- 1                                 #Effekt der Intervention
Y <- rnorm(N, b_X*X + b_I*I, 1)          #Simuliere Schulleistung
```


Schätzung des LATE: local polynomial models



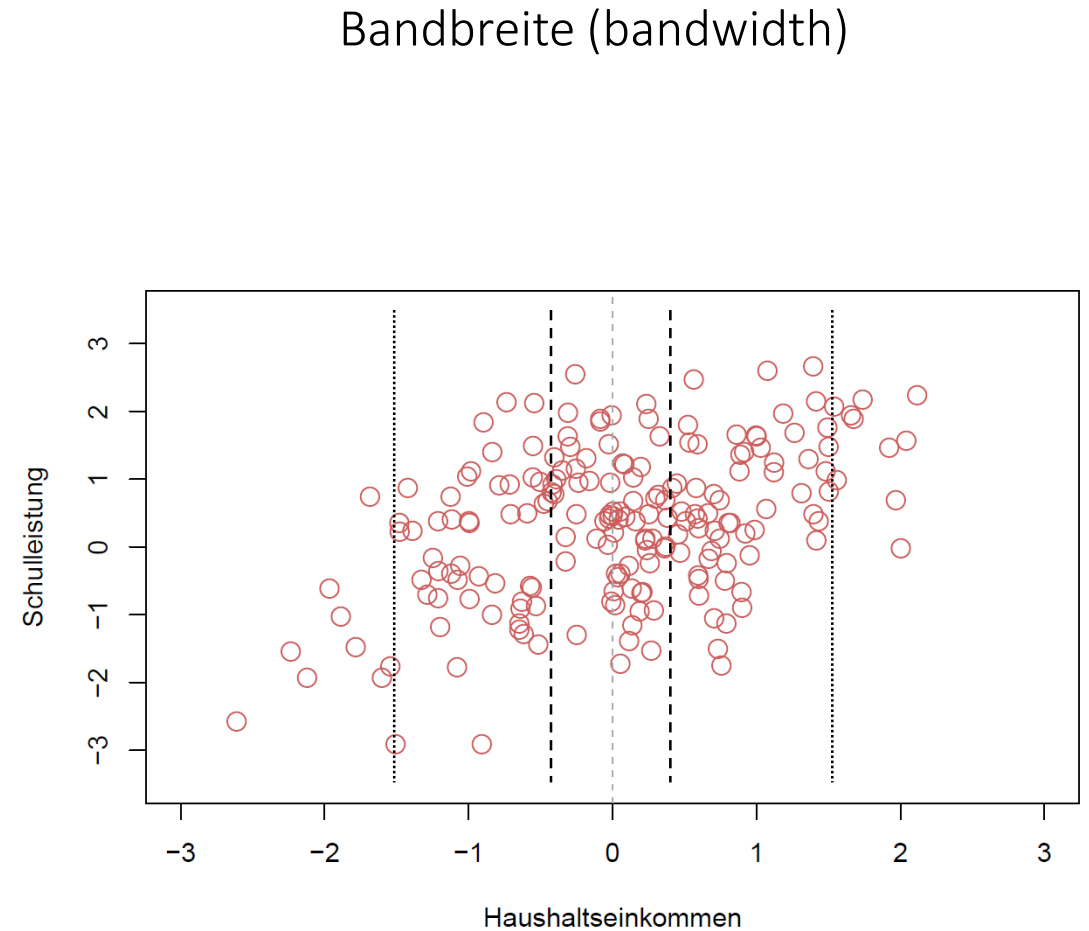
Schätzung des LATE: local polynomial models

- Wie “lokal” soll die Schätzung sein?
präzise Schätzung vs. Kontrolle



Schätzung des LATE: local polynomial models

- Wie “lokal” soll die Schätzung sein?
präzise Schätzung vs. Kontrolle

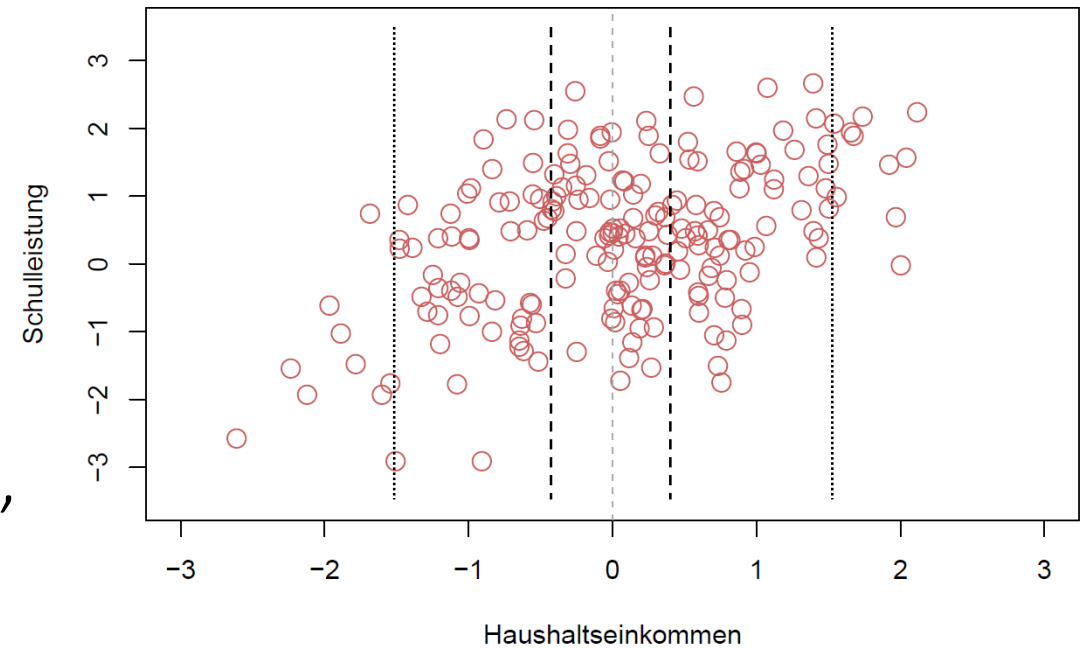


Schätzung des LATE: local polynomial models

- Wie “lokal” soll die Schätzung sein?
präzise Schätzung vs. Kontrolle

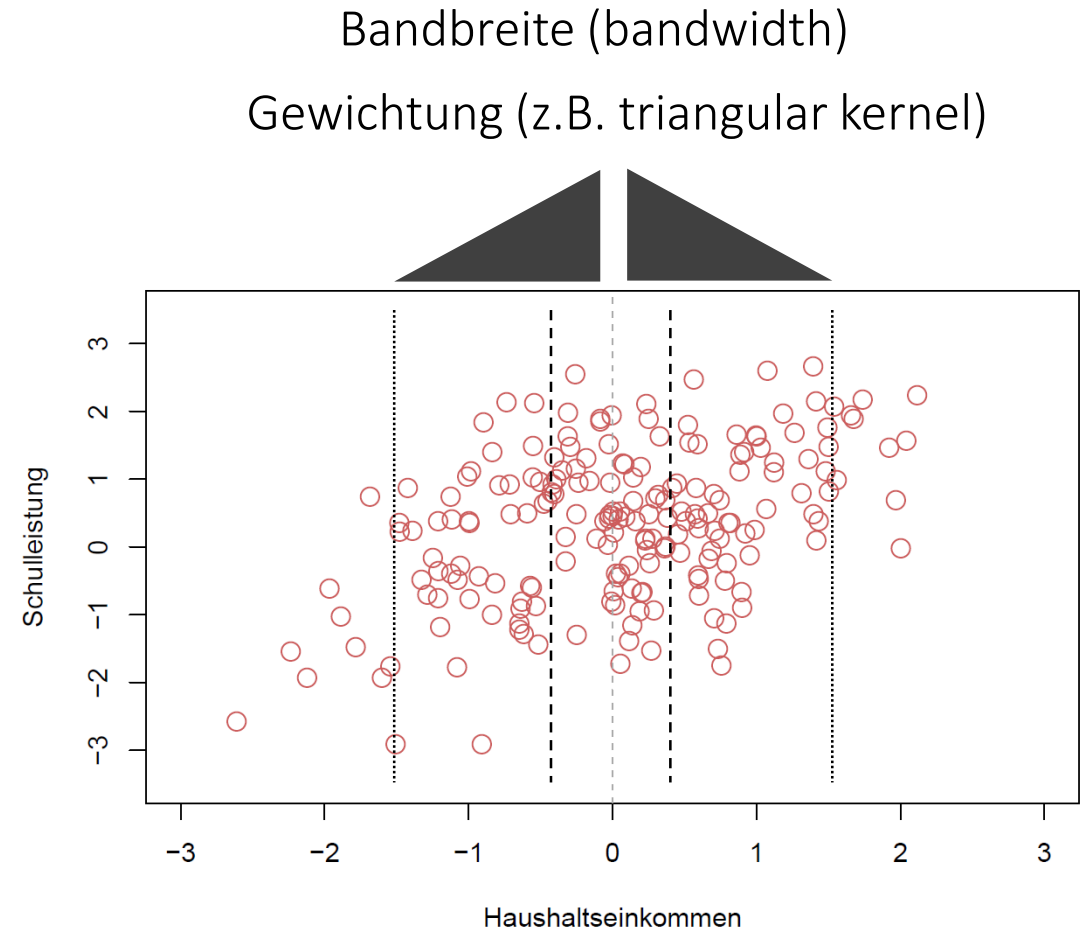
In Praxis oft datengetriebene Methoden,
die Vorhersagefehler (MSE) minimieren

Bandbreite (bandwidth)



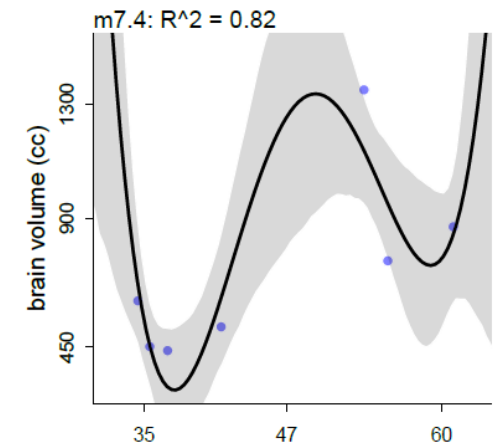
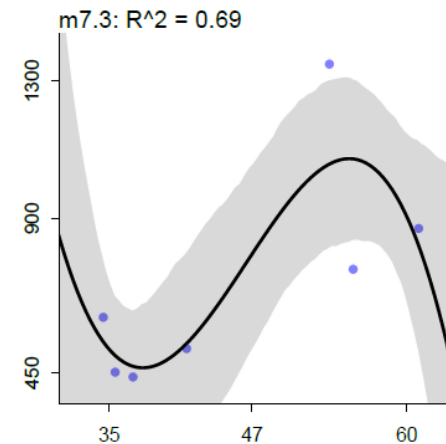
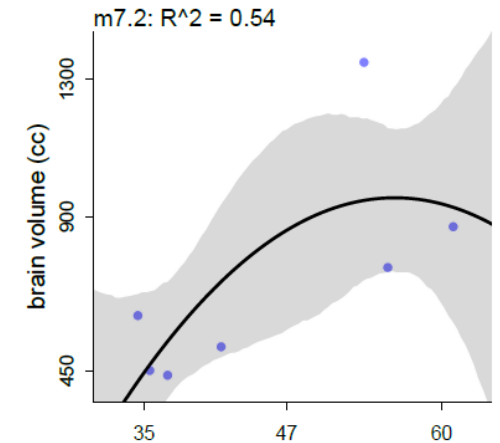
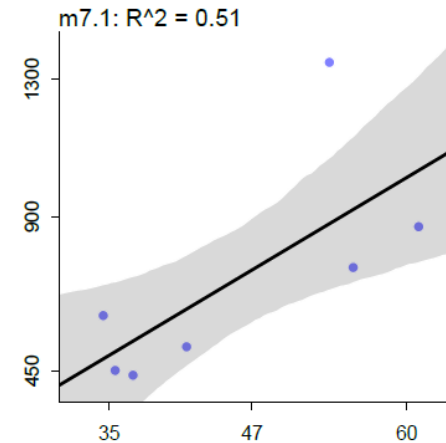
Schätzung des LATE: local polynomial models

- Wie “lokal” soll die Schätzung sein?
präzise Schätzung vs. Kontrolle



Schätzung des LATE: local polynomial models

- Wie “lokal” soll die Schätzung sein?
präzise Schätzung vs. Kontrolle
- Welche Form nehmen wir für den
Zusammenhang an?
overfitting vs. underfitting



Schätzung des LATE: local polynomial models

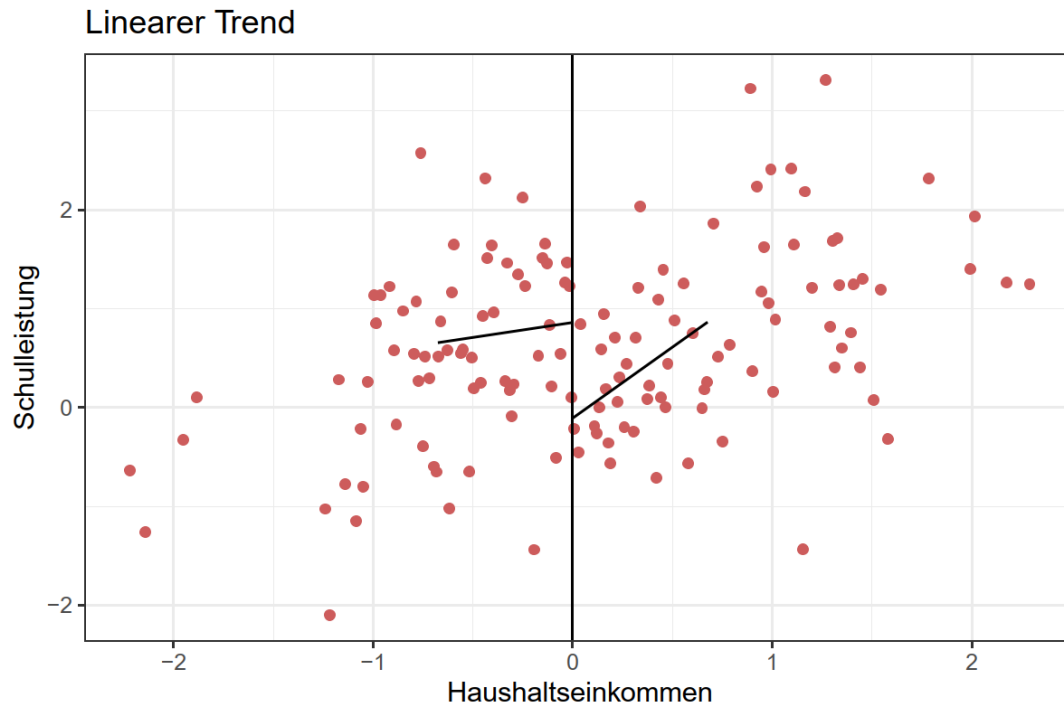
"triangular" "Mean Square Error"

```
library(rdrobust)
llr <- rdrobust::rdrobust(Y,X,c = 0,p=1, kernel = "tri",bwselect = "mserd")
```

Schätzung des LATE: local polynomial models

“triangular” “Mean Square Error”

```
library(rdrobust)
llr <- rdrobust::rdrobust(Y,X,c = 0,p=1, kernel = "tri",bwselect = "mserd")
```



```
Number of obs.      200
BW type             mserd
Kernel             Triangular
VCE method          NN

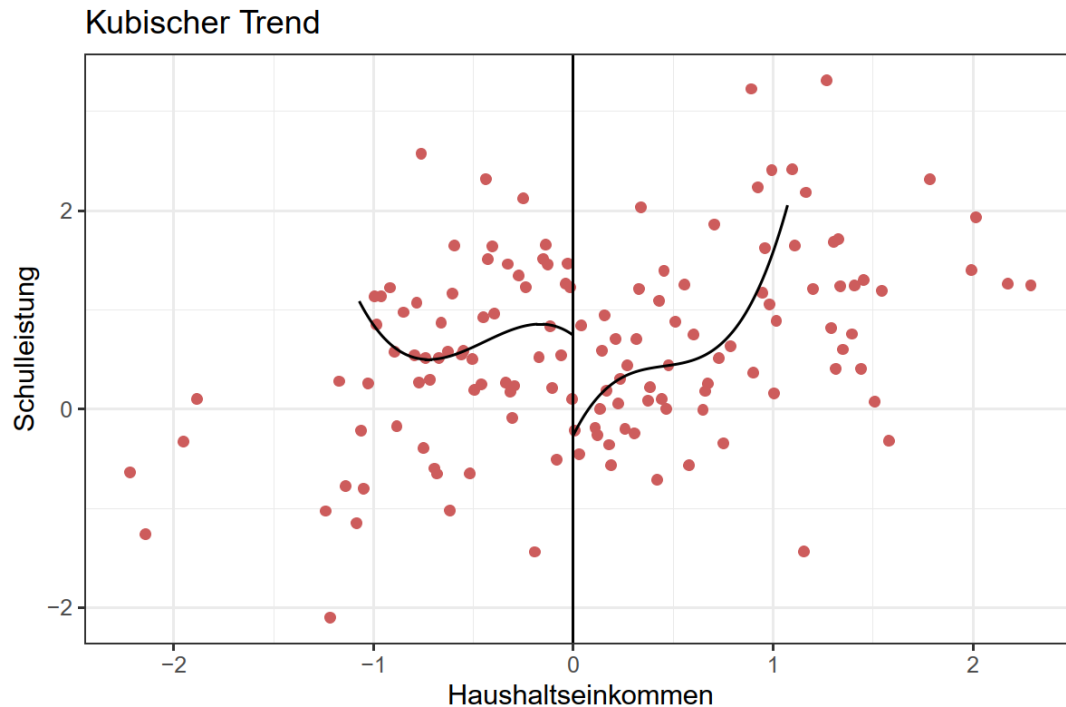
Number of obs.      93      107
Eff. Number of obs. 55      56
Order est. (p)      1       1
Order bias (q)      2       2
BW est. (h)         0.676   0.676
BW bias (b)         0.987   0.987
rho (h/b)           0.685   0.685
Unique obs.         93      107
```

Method	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% C.I.]
Conventional	-1.104	0.481	-2.296	0.022	[-2.047 , -0.162]
Robust	-	-	-1.984	0.047	[-2.303 , -0.014]

Schätzung des LATE: local polynomial models

“triangular” “Mean Square Error”

```
library(rdrobust)
llr <- rdrobust::rdrobust(Y,X,c = 0,p=3, kernel = "tri",bwselect = "mserd")
```



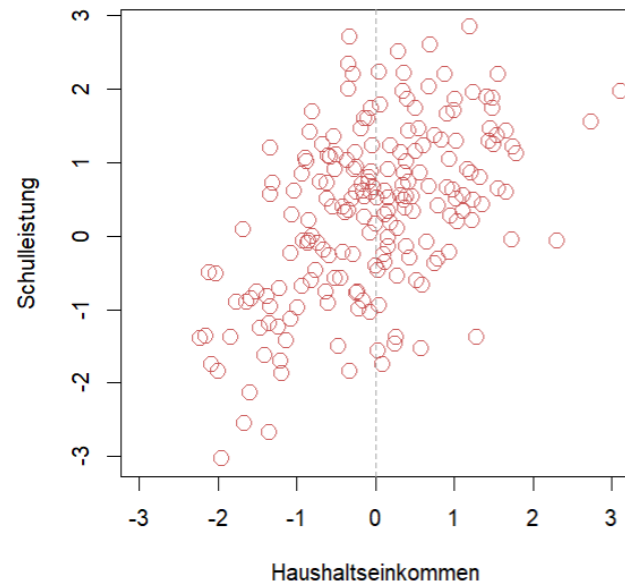
```
Number of Obs.      200
BW type             mserd
Kernel              Triangular
VCE method          NN

Number of Obs.      93      107
Eff. Number of Obs. 71      83
Order est. (p)       3       3
Order bias (q)       4       4
BW est. (h)          1.072   1.072
BW bias (b)          1.315   1.315
rho (h/b)            0.815   0.815
Unique Obs.          93      107
```

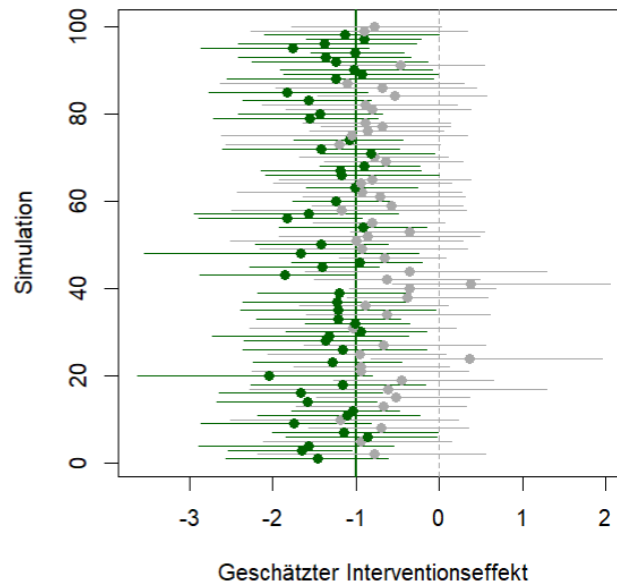
Method	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% C.I.]
Conventional	-1.051	0.781	-1.345	0.179	[-2.582 , 0.480]
Robust	-	-	-1.040	0.298	[-2.715 , 0.832]

Praktische Übung in R

Beispielesdaten einer Simulation



Effekt-Recovery (Prop. sig = 0.52)



https://github.com/DominikDeffner/Lehrprobe_RDA/

README

Lehrprobe_RDA

Liebe Studierende,

hier finden Sie die Folien und begleitenden Aufgaben zur Regressions-Diskontinuitäts-Analyse.

Öffnen Sie das Skript "RDA_simulation" in R Studio und installieren Sie das Package "rdrobust" ("install.packages("rdrobust")" in der Konsole ausführen).

Bearbeiten Sie bitte selbstständig folgende Aufgaben. Dazu müssen Sie die Parameterwerte im oberen Teil des Skripts ändern, das gesamte Skript laufen lassen, und dann die Ergebnisgraphik interpretieren. Setzen Sie bitte nach jeder Aufgabe die Parameter wieder auf ihre Ursprungswerte zurück.

- (1) Bedeutung der Stichprobengröße: Variieren Sie systematisch "N" und beschreiben Sie, was das für die Schätzung des Interventionseffekts bedeutet.
 - (2) Bedeutung der Residualvarianz: Ändern Sie die Variation in Schulleistung, die nicht durch Einkommen oder die Intervention erklärt wird, `var_res`, und beschreiben Sie die Auswirkung auf die Schätzung.
 - (3) Bedeutung des Cutoffs: Variieren Sie `c0` schrittweise zwischen -1 und 1. Hat der Cutoff einen Einfluss auf die Schätzung?
 - (4) Bedeutung des Interventionseffekts: Wie groß muss der Interventionseffekt `b_I` sein, damit er in mindestens 95% der Fälle gefunden wird (bei $N=200$)?
 - (5) Bedeutung des Haushaltseinkommens: Wird die Schätzung des Interventionseffekts beeinflusst von der Stärke des Einkommenseffekts `b_X`?
 - (6) Bedeutung der funktionalen Form: Wird die Schätzung besser oder schlechter, wenn wir quadratische (`order = 2`) oder kubische (`order = 3`) statt linearer (`order = 1`) Trends benutzen?
- (Optional) Wenn Sie fertig sind, variieren Sie mehrere Parameter auf einmal und explorieren Sie die Interaktionen verschiedener Variablen!