

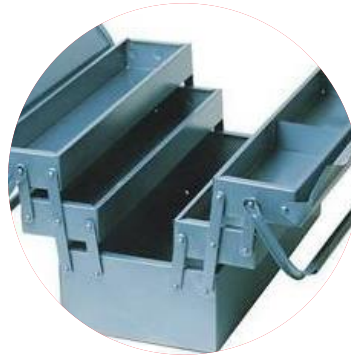
# Statistiek B – contactmoment 1

Analysetechnieken

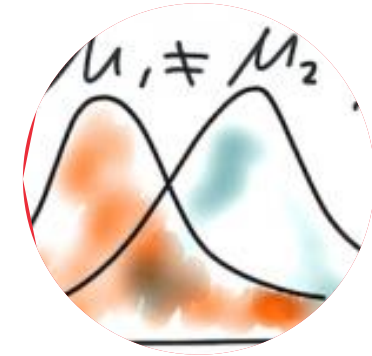
t-test



**Praktisch**



**Analysetechnieken**



**t-test**

# Praktisch

## BIVARIATE EN MULTIVARIATE STATISTIEK

Een Open Leerpakket in R

Sven De Maeyer, Liesje Coertjens en Jan Aerts



ACADEMIA  
PRESS

# Cursusmateriaal

- **Open leerpakket (via ACCO)**

- 'Bivariate en multivariate statistiek met R. Een openleerpakket.' (De Maeyer, Coertjens en Ardies, 2012 )
- Hoofdstuk 10 is herwerkt:  
*Studiemateriaal > Openleerpakket > Hoofdstuk 10 HERWERKT*
- Errata: *Studiemateriaal > Openleerpakket > Wijzigingen aan het openleerpakket*

- **Videolessen**

- **ZSO's**

# Opbouw statistiek B

- **Voorbereid student is er 2** (of meer) **waard**
  - Hoofdstukken uit OLP doornemen
  - Videolessen bekijken
  - ZSO's van afgeronde hoofdstukken maken
  - Vragen -> discussieforum
- **Contactmoment:**
  - Korte herhaling
  - Korte instructie leerinhoud voor dat contactmoment
  - Oefenen!

# Opbouw statistiek B

≠ volgorde  
boek

Datum	Uur	Lokaal	Vorm	Onderwerp(en)
21/02/24	18.30-21.30	S.R.001 (opstart) + SR.010 en S.R.011	HC/WC	- Link tussen onderzoeksvraag, analysemodel en -techniek - T-test
28/02/24	19.30-21.30	S.R.008 (opstart) + SR.010 en S.R.011	HC/WC	- ANOVA - Kruistabellen
13/03/24	17u-19u	S.R.008 (opstart) + SR.010 en S.R.011	HC/WC	- Covariantie en correlatie - Bivariate regressieanalyse
27/03/24	19.30-21.30	S.R.007 (opstart) + SR.010 en S.R.011	HC/WC	- Assumpties bij regressieanalyse - Meervoudige regressieanalyse
24/04/24	17u-19u	S.R.008 (opstart) + SR.010 en S.R.011	HC/WC	- Regressieanalyse met dummyvariabelen en interactie
08/05/24	19.30-21.30	S.R.008 (opstart) + SR.010 en S.R.011	HC/WC	- Regressieanalyse met dummyvariabelen en interactie
22/05/24	18.00-21.00	S.R.008 (opstart) + SR.010 en S.R.011	OEF	- Oefensessie

HC/WC = Hoorcollege & Werkcollege ; OEF = Oefensessie

NOOT: uren/lokalen kunnen nog wijzigen, updates verschijnen op SISA. We volgen altijd het rooster op SISA.

# Evaluatie

- **Schriftelijk PC-examen in twee delen:**

- GESLOTEN DEEL (70%): focus op kennis, inzicht en output interpreteren
- OPEN DEEL (30%): focus op analyseren in R (~output genereren)

*Je moet minimaal de helft halen op het gesloten deel om te kunnen slagen voor Statistiek B. Anders bedraagt de score voor Statistiek B maximaal 8/20.*

- **Vorbereiden?**

- Laatste sessie ~ proefexamen
- ScRipt

# Statistiek A?

- **We breiden uit...**

- Van *“Hoe hoog scoort een gemiddelde leerling in Vlaanderen op deze kennistest techniek?”*
- Naar *“Scoren jongens en meisjes anders op techniek?”*

- **Wat als je niet geslaagd bent voor statistiek A?**

- No worries! 😊
- Meetniveaus variabelen en z-scores!



# Analysetechnieken



# Meetniveau variabelen



# Meetniveau variabelen



## ■ Kwalitatieve variabelen

- 2 categorieën

Ja
Nee

- 3 of meer categorieën

Onderwijsvorm


## ■ Kwantitatieve variabelen

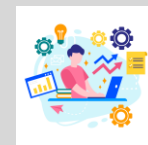
Motivatie

# Welke variabelen?

- *OV1) Kan attestering (a-attest, c-attest) in het 6de jaar ASO verklaard worden door sociale economische achtergrond (laag, midden, hoog)?*
- *OV2) Hangt de werkmotivatie van werknemers (schaalscore) samen met de bedrijfsgrootte (uitgedrukt in aantal werknemers)?*

**1. Wat zijn de variabelen?**

**2. Teken deze variabelen**

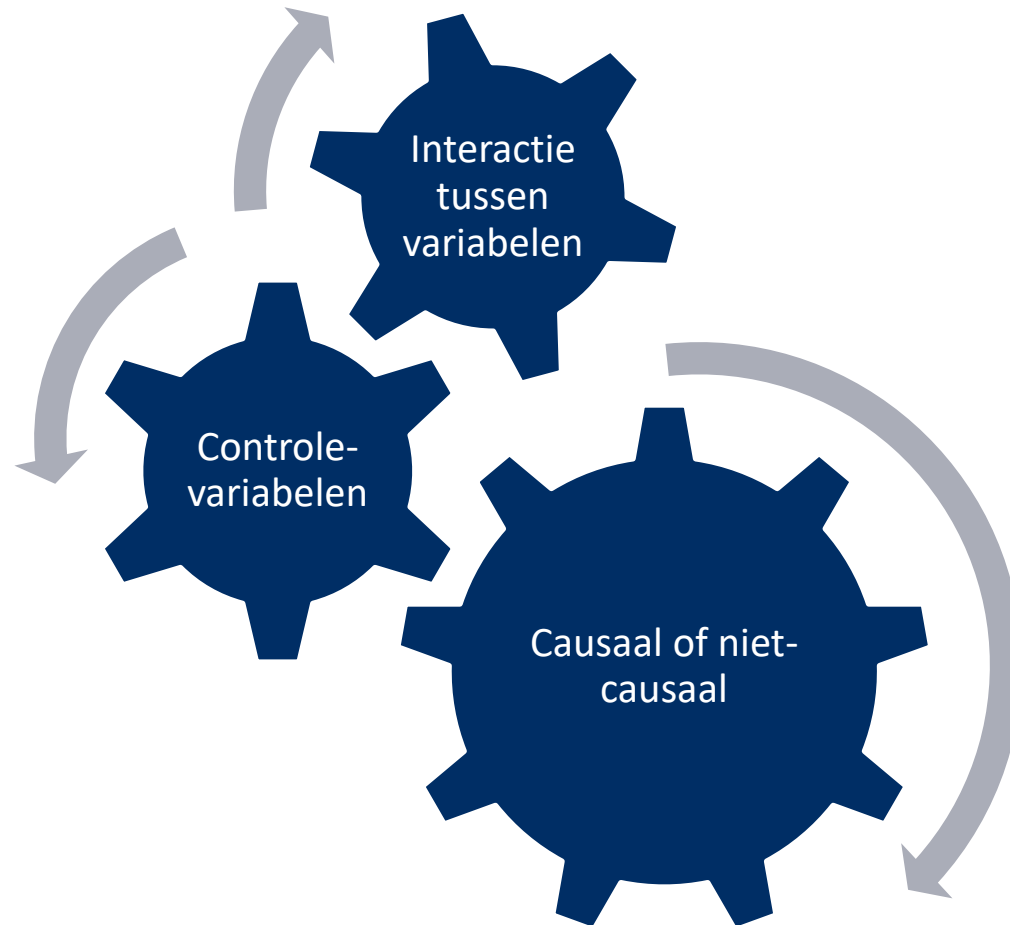




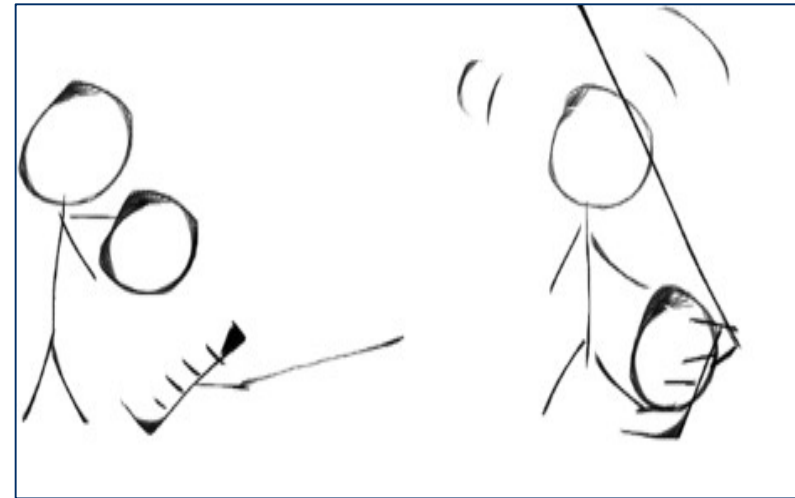
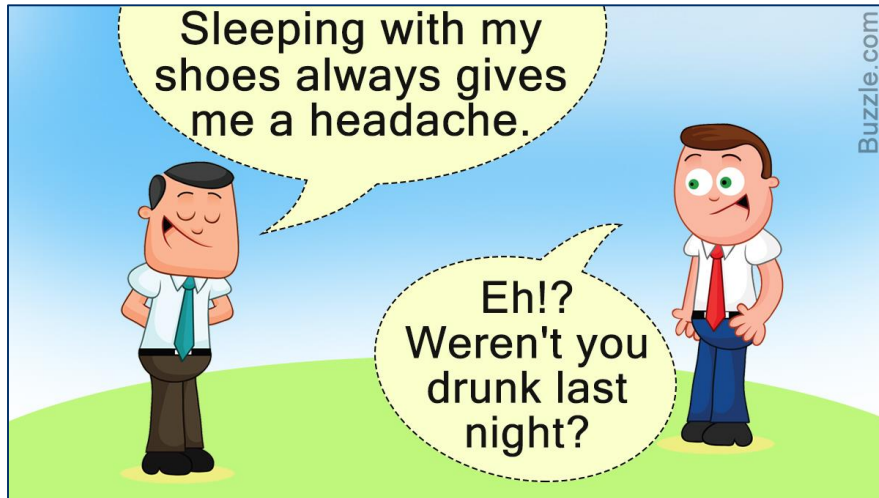
# Relaties tussen variabelen?



# Relaties tussen variabelen



# Causale versus niet-causale verbanden (1)



*Causaal?*

# Causale versus niet-causale verbanden (2)

- **Niet-causale verbanden = associaties zonder causaliteit**

Herkennen in OV? *samenhang, geassocieerd met, ...*

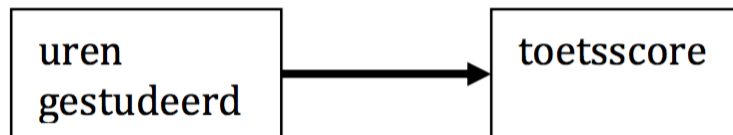
Tekenen?



- **Causale verbanden = associaties in termen van oorzaak (onafhankelijke var.) en gevolg (afhankelijke var.)**

Herkennen in OV? *effect, impact, voorspellen, verklaren, ...*

Tekenen?





# Complexere verbanden: controle variabelen

- **Bijvoorbeeld:**

*Heeft het aantal uren dat een leerling studeert voor een toets een invloed op de scores voor die toets, ongeacht het IQ van de leerling?*

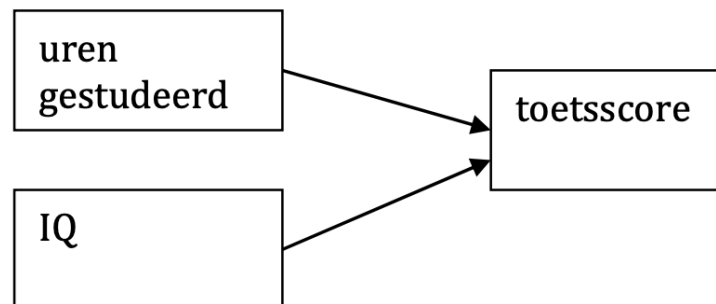
- **Om oneigenlijke verbanden uit te sluiten** (~interne validiteit, zie IMT!)

Herkennen in OV? *Wat is het effect van X op Y, ongeacht Z;*

*rekening houdend met Z;*

*controllerend voor Z?*

Tekenen?



# Complexere verbanden: interactie tussen variabelen

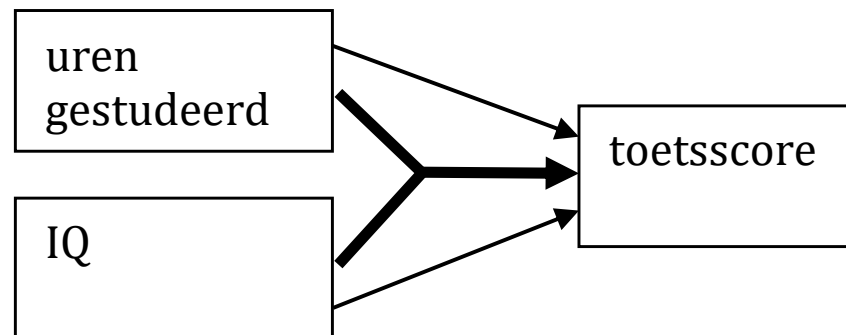
- **Bijvoorbeeld:**

*Is het verband tussen het aantal studieuren en de toetsscore afhankelijk van het IQ van een leerling?*

- **Om complexere relaties in kaart te brengen**

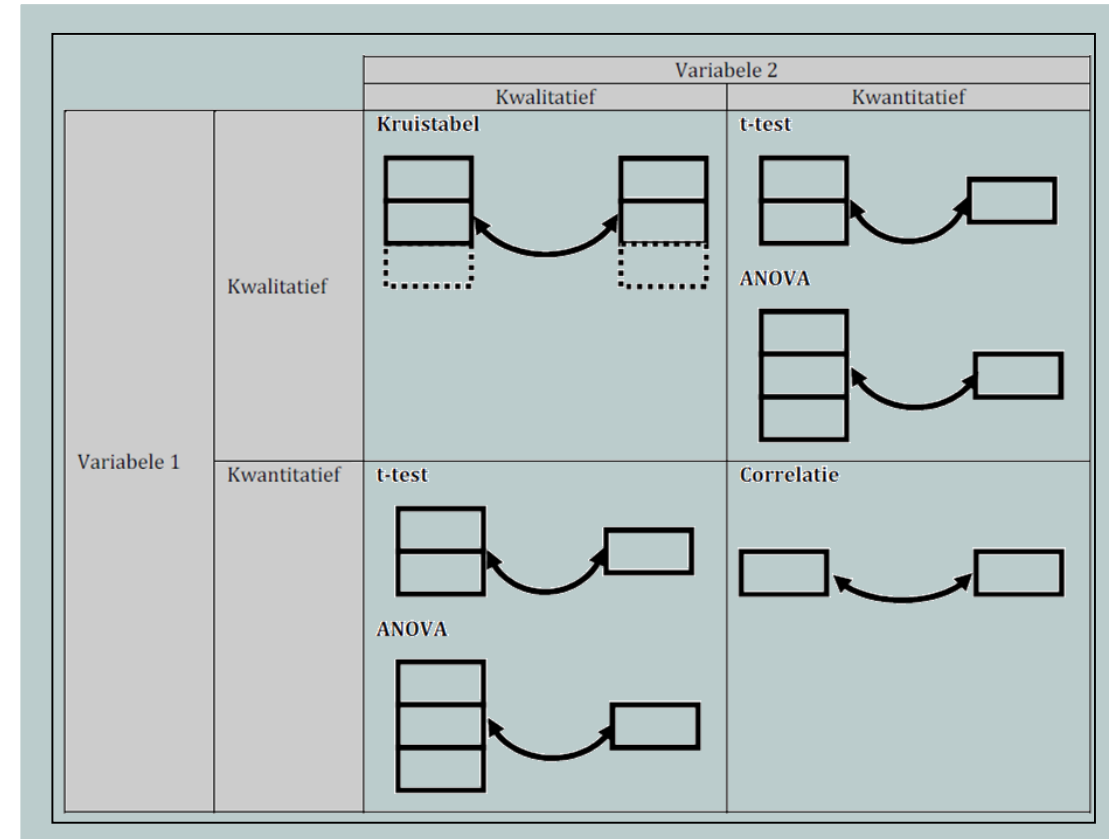
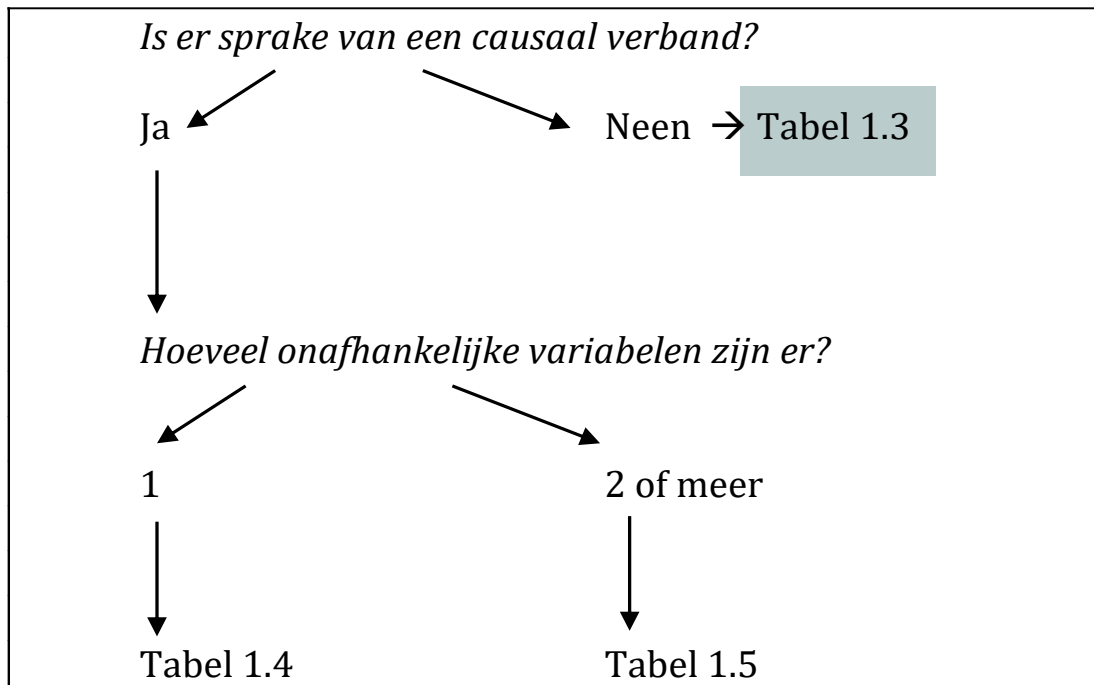
Herkennen in OV? *Is het effect van X op Y... afhankelijk van Z;  
hetzelfde/identiek voor ... als voor ...?*

Tekenen?



# Hoe gepaste techniek kiezen?

1. Teken je onderzoeksvraag
2. Gebruik de flowcharts in het OLP

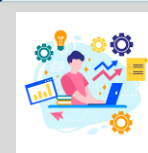


# Oefening

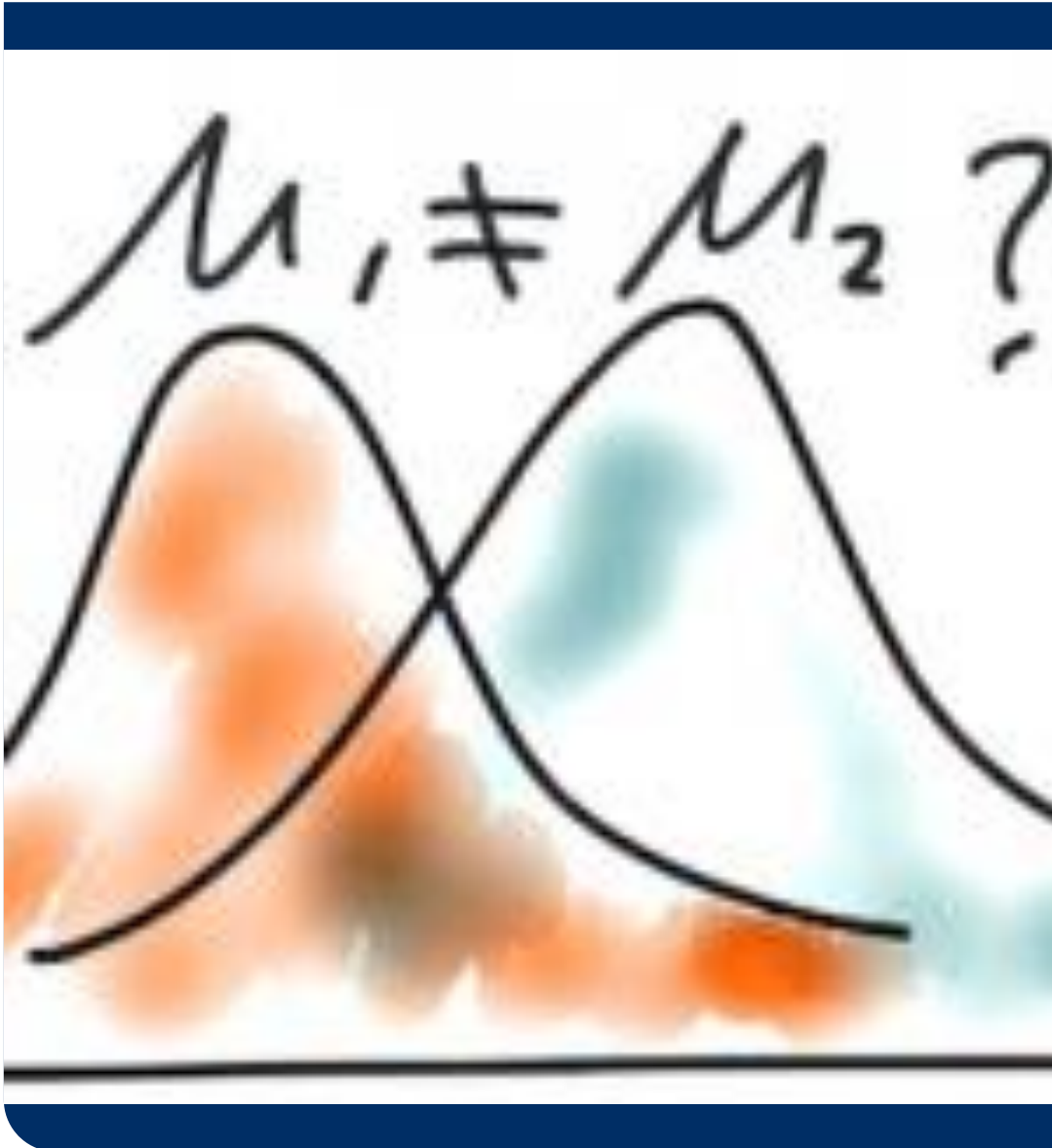
- *OV1) Scoren meisjes anders op wiskunde dan jongens?*
- *OV2) In welke mate hangt sociaal-economische status ('laag', 'midden', 'hoog') samen met al dan niet bijscholing krijgen?*
- *OV3) Is de invloed van zelfeffectiviteit op wiskundescores (schaalscore) anders naargelang studiemotivatie (schaalscore) van de leerling, ongeacht het geslacht?*

**1. Teken de onderzoeksvraag**

**2. Kies de gepaste techniek**



## t-test





## Studie 1

### EFFECT VAN OPLEIDING?

Vergelijking van hoeveelheid huishoudelijk afval (in kg) geproduceerd door 100 gezinnen die training volgden en 100 willekeurig gekozen gezinnen uit dezelfde populatie



## Studie 2

### EFFECT VAN EDUCATIEVE CAMPAGNE?

Meting van hoeveelheid huishoudelijk afval (in kg) bij 100 gezinnen voor de campagne en meting bij dezelfde 100 gezinnen nadat de campagne een maand gelopen heeft.



## Studie 1



## Studie 2



*Deze zou je eventueel zo kunnen visualiseren, maar eigenlijk gaat het 2 maal om kg afval (kg voor en kg na)*

## 2 vormen van t-test

- **Independent samples design**

- Respondenten Conditie 1  $\neq$  respondenten Conditie 2  
=> Independent samples t-test



- **Repeated measures design**

- Respondenten Conditie 1 = respondenten Conditie 2  
=> Paired-samples t-test





# Hoe nagaan of er een effect is?



# Hoe nagaan of er een effect is?

- Gemiddeldes vergelijken
- Betrouwbaarheidsintervallen rond gemiddelde!

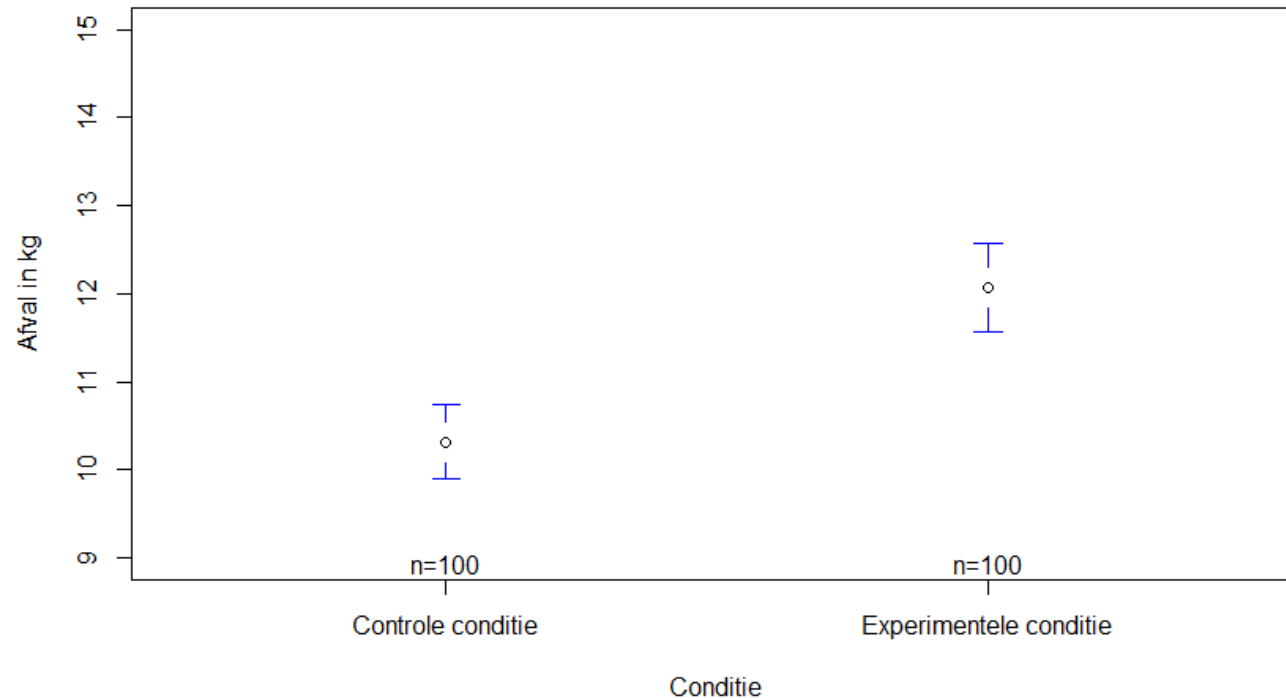


# Hoe nagaan of er een effect is?

```
> tapply(Afval$Afval.in.kg, Afval$Conditie, mean)
  Controle conditie  Experimentele conditie 
      10.32127         12.06773 

> errorbar(Afval$Afval.in.kg ~ Afval$Conditie,
  xlab = "Conditie",
  ylab = "Afval in kg",
  ylim = c(9,15))
```

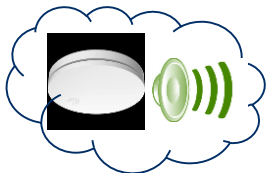
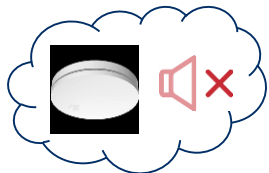
DUS



# Wat kan er aan de hand zijn?



# De ene fout is de andere niet...



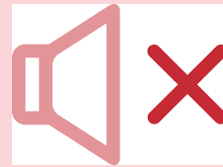
		Brandalarm gaat af	
		° Niets aan de hand	Er is brand °
Realiteit			

# Van brandalarm naar statistiek?



# Van brandalarm naar statistiek?

~steekproef



*Er is niets aan de hand ...*

~ Er is geen verschil tussen beide condities in de populatie

**NULHYPOTHESE ( $H_0$ )**







*Het brandt ...*

~ Er is wel een verschil tussen beide condities in de populatie

**ALTERNATIEVE HYPOTHESE ( $H_1$ )**

# Type I en type II fouten

		Steekproef (onze data) zegt ...	
		$H_0 = \text{juist}$	$H_0 = \text{fout}$
Realiteit	$H_0 = \text{juist}$		 <p>Type I fout (vals positief) <math>\alpha</math></p>
	$H_0 = \text{fout}$	 <p>Type II fout (vals negatief) <math>\beta</math></p>	

Opleiding heeft GEEN effect in steekproef én ook NIET in populatie

Opleiding heeft WEL een effect in steekproef maar NIET in populatie

Opleiding heeft GEEN effect in steekproef maar WEL in populatie

Opleiding heeft WEL een effect in steekproef én OOK in populatie



# Type 1 en 2 fouten bij brandalarm:



Brandalarm gaat niet af, maar er is brand...

Toch denken dat er geen brand is, is een type 2 fout (vals negatief)

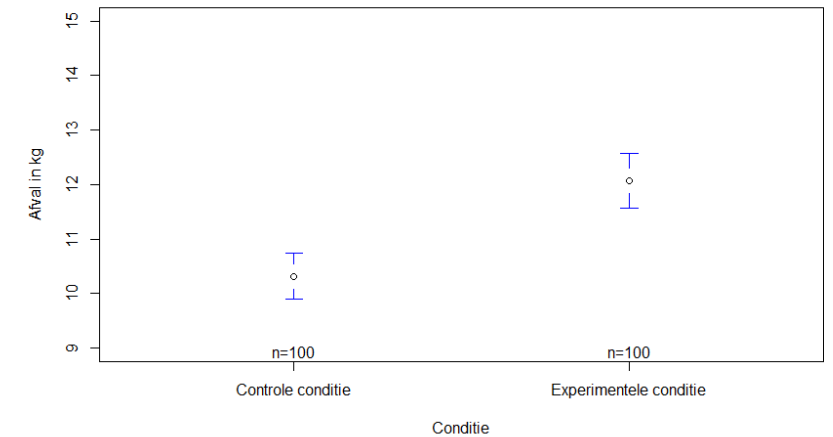


Brandalarm gaat af, maar er is geen brand... Het is gewoon warm!

Toch denken dat er brand is, is een type 1 fout (vals positief)

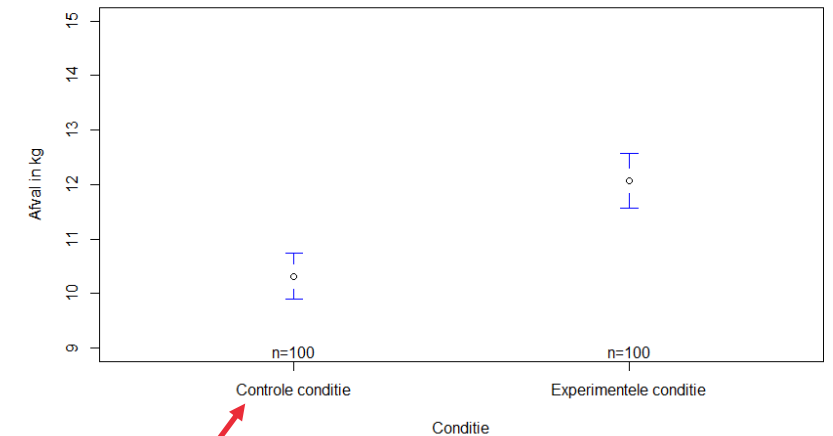
# Ergste fout?

- Het hangt ervan af...



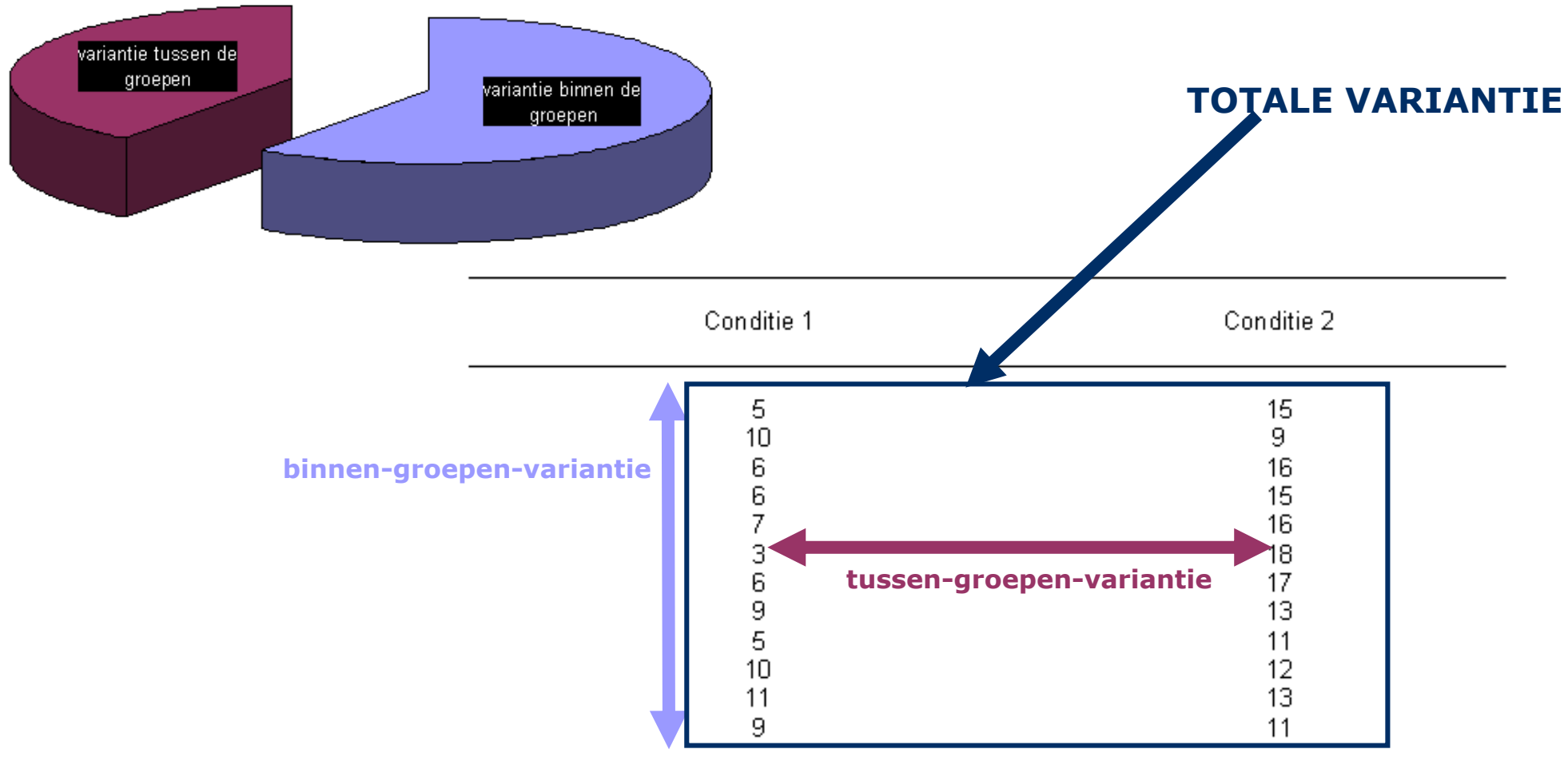
# Ergste fout?

- Het hangt ervan af...



**Focus op type I fout  
t-test kwantificeert kans op type I fout.**

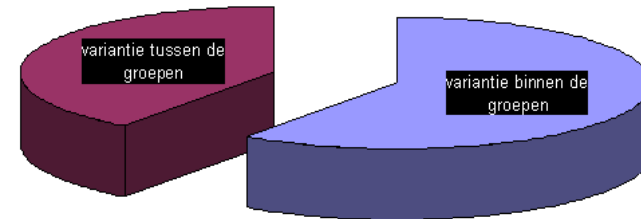
# t-test: twee soorten variantie



# t-test: berekening

- Toets gebaseerd op verhouding ‘tussen-groepen-variantie’ en ‘binnen-groepen-variantie’:

$$\frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{S^2_1}{n_1} + \frac{S^2_2}{n_2}}}$$



- Indicator ‘tussen-groepen-variantie’: verschil in gemiddelde score (  $\bar{x}_1 - \bar{x}_2$  )
- Indicator ‘binnen-groepen-variantie’: moeilijker te berekenen (  $\sqrt{\frac{S^2_1}{n_1} + \frac{S^2_2}{n_2}}$  )



**t-waarde**

# Betekenis t-waarde

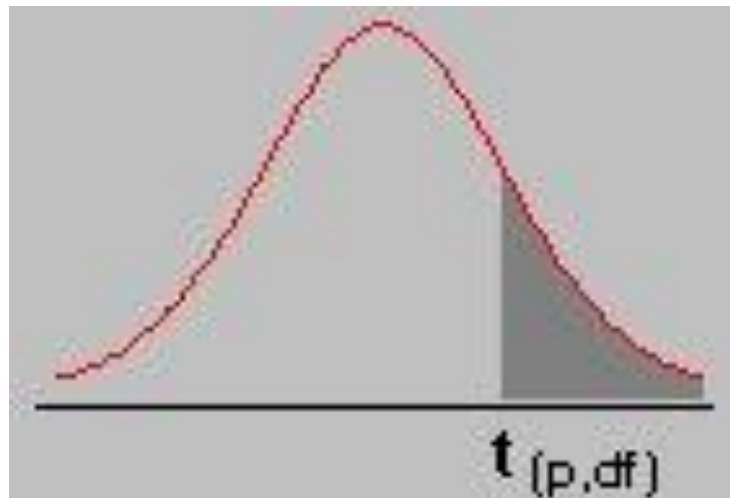
- t-waarde is hoog → groot verschil tussen beide groepen
- t-waarde is laag → klein verschil tussen beide groepen

# t-test: t-verdeling

## ■ Theoretische kansverdeling

- Wat is de kans ( $p$ ) om een t-waarde te bekomen in een steekproef indien  $H_0$  geldig is?
- *In hoeveel % van gelijkaardige steekproeven zouden we zo'n t-waarde of hoger tegenkomen als er in de gehele populatie geen verschil is?*

- **Afhankelijk van een andere grootte: 'vrijheidsgraden' ( $df$ )** (= aantal respondenten – aantal condities)



# t-test: vuistregel

- **$p \leq 0,05$  wijst op een statistisch significant verschil**

*“Kans dat we dit verschil in onze steekproef zouden vaststellen indien de nulhypothese opgaat voor de populatie is kleiner dan of gelijk aan 0,05 (~5%)” of*

*“We hebben 5% kans of minder om een type-I fout te maken (= ten onrechte de nulhypothese verwerpen)”*

- **Dus?**

- $H_0$  geldig? Bijzonder kleine kans!
- $H_1$  aannemen: er is een verschil tussen gemiddeldes in de populatie





## Ander voorbeeld...

*“Heb je je tanden gepoetst?”*

Observatie: tandenborstel is vochtig

$H_0$ : niet de tanden gepoetst

p-waarde: kans dat de tandenborstel zo vochtig is  
( $\sim$  t-waarde) indien niet de tanden gepoetst ( $H_0$ )

# t-test in R

```
t.test(Afval$Afval.in.kg ~ Afval$Conditie, var.equal = TRUE)
```

Two Sample t-test

data: Afval\$Afval.in.kg by Afval\$Conditie

t = -5.251, df = 198, p-value = 3.886e-07

alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0

95 percent confidence interval:

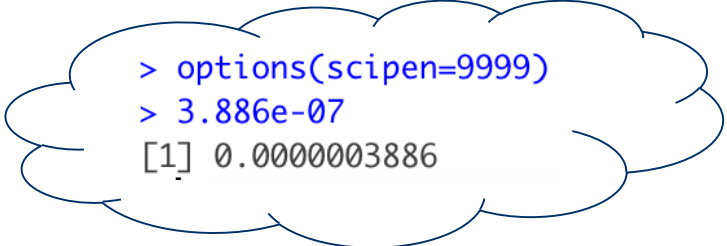
-2.402343 -1.090571

sample estimates:

mean in group Controle conditie mean in group Experimentele conditie

10.32127

12.06773



```
> options(scipen=9999)  
> 3.886e-07  
[1] 0.0000003886
```

# t-test: assumptions (1)

- Voorwaarden om t-test te mogen gebruiken?
  - Afhankelijke variabele is normaal verdeeld
  - Binnengroepvarianties zijn gelijk
- Assumptie m.b.t. binnengroepvarianties checken in R (package car laden)

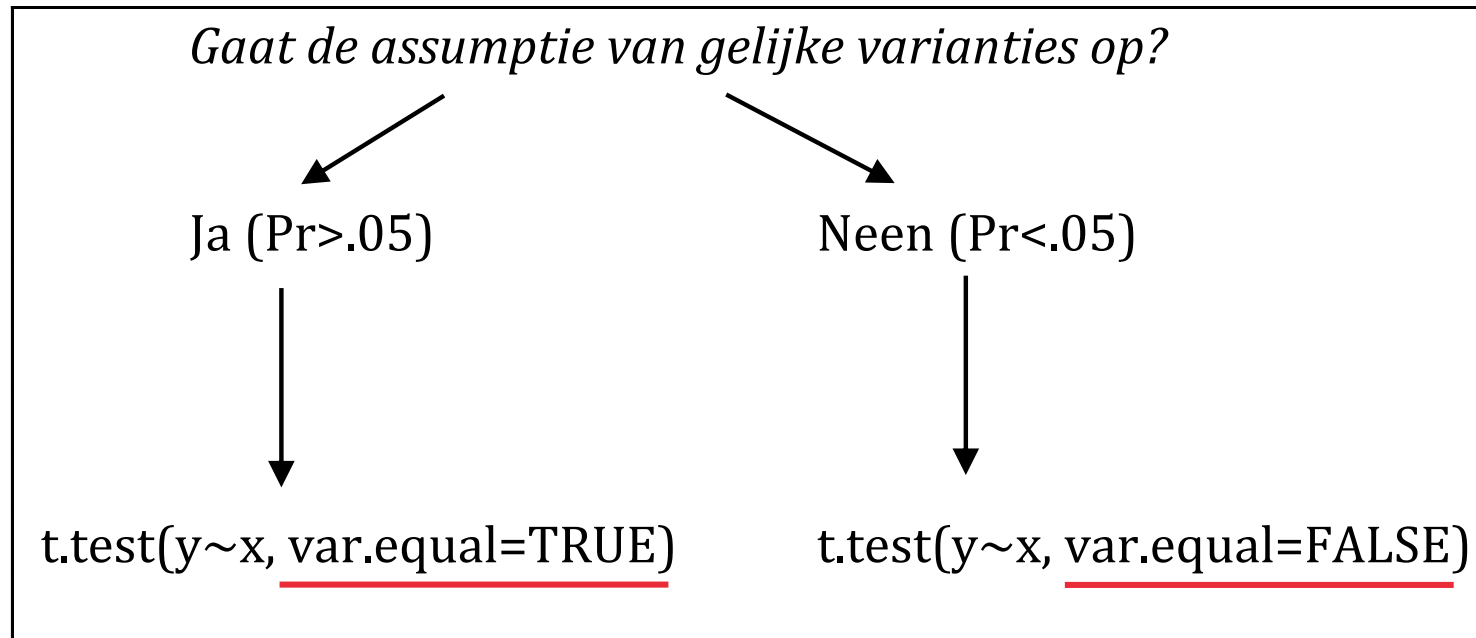
```
> library(car)
> leveneTest(Afval$Afval.in.kg, Afval$Conditie)
Levene's Test for Homogeneity of Variance (center = median)
      Df F value Pr(>F)
group  1  1.0953 0.2966
      198
```

*$H_0$ : er is geen verschil in binnengroepvarianties*  
 *$H_1$ : er is wel een verschil in binnengroepvarianties*

*DUS...*

## t-test: assumptions (2)

- Wat als binnengroepvarianties wel verschillen?



# t-test: hoe groot is het effect?

- **Cohen's d:** 
$$d = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{(s_1 + s_2) / 2}$$

- **Interpretatie?**

Effect Size (d)	Cohen's vuistregel
≥0.8	Groot
0.5-0.7	Medium
0.2-0.4	Klein
≤0.2	Geen effect

- **In R:**

```
> source(file.choose()) # OLP2 functies laden  
> d(Afval$Afval.in.kg, Afval$Conditie)  
[1] -0.7449206
```

# Significantie en effectgrootte

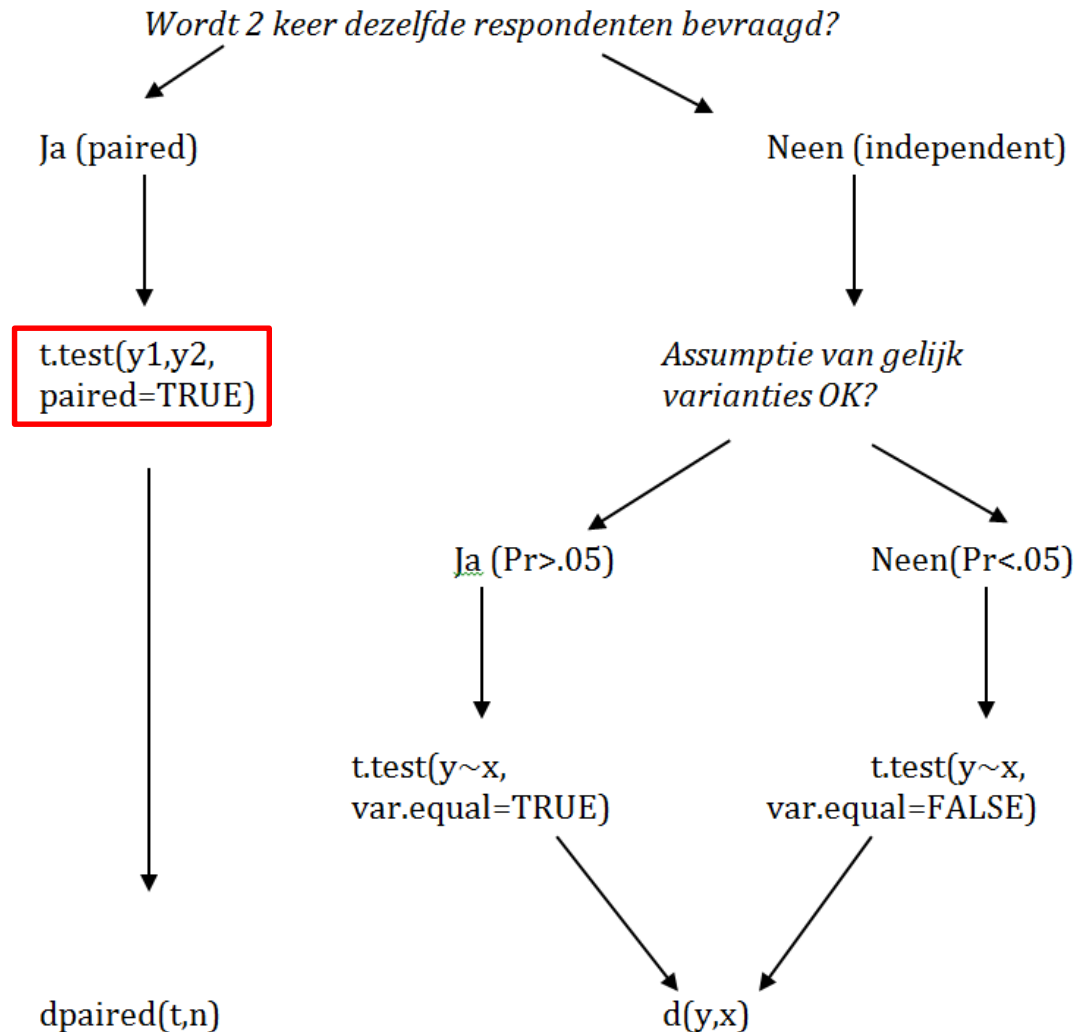
- **Kan je verklaren waarom...**
  - een miniem verschil tussen beide condities toch een significante t-test oplevert?
  - een verschil niet significant is, maar wel een medium tot sterk effect heeft?

# Significantie en effectgrootte

- **Kan je verklaren waarom...**
  - een miniem verschil tussen beide condities toch een significante t-test oplevert?
  - een verschil niet significant is, maar wel een medium tot sterk effect heeft?
- **Vergelijking gebaseerd op betrouwbaarheidsintervallen**

$$SD(\bar{x}) = \sqrt{\frac{s_x^2}{n}} = \frac{s_x}{\sqrt{n}}$$

# Wat met een repeated measures design?



*Figuur 3.9* Flowchart t-test procedure





## t-test

Gemiddeldes?

Assumptie binnengroepvariantie?

Statistische significantie? (t-test)

Effectgrootte?

# Time for P actice

# Voorbeelddata statistiek B

- **Techniek.RData**

- **Variabelen**

Geslacht	SelfEff	<i>attitude en kennis schalen .voor / .na</i>
Studiejaar	Projectleuk	Career
Richting2cat	Projectbijgeleerd	Interest
Richting5cat	Projectmoeilijk	Difficulty
Thuis taal	Projectinteressant	Consequences
Dipvader	PISA_Interactie	Gender
Dipmoeder	PISA_Experimenteren	TAC
Jobvader	PISA_EigenInbreng	Begrijpen
Jobmoeder	PISA_Oriëntatie	Duiden
Speelgoed		
Project	<b>-&gt; Overzicht op Blackboard!</b>	

# Oefeningen (respons op Blackboard)

- 1) Is er een verschil in interesse voor techniek ('Interest.voor') tussen leerlingen met een vader die wel of niet hoger onderwijs volgde ('Dipvader')?
  - Hoe groot is het effect van die hogere studies?
  - Geef het effect visueel weer.
- 2) Is er een verschil in interesse voor techniek ('Interest.voor') tussen eerste- en tweedejaars leerlingen ('Studiejaar')?
  - Hoe groot is het effect van studiejaar?
  - Geef het effect visueel weer.
- 3) Is de interesse van leerlingen verschillend in het begin ('Interest.voor') en het einde van een trimester ('Interest.na')?
  - Hoe groot is het effect van een trimester technieklessen?
  - Geef het effect visueel weer.