

# METEN IN DE PSYCHOLOGIE

## 1. Inleiding

### ▪ ALGEMEEN

Wetenschappelijke kennis wordt opgebouwd door uitspraken te doen over onderlinge samenhang tussen variabelen

### ▪ PROBLEMEN

- Meetbaarheid van psychologische variabelen  
*In welke mate het zin heeft te spreken over fundamenteel meten in psychologie?*
- Hoe causaliteit uit observatiegegevens infereren?  
*Hoe kunnen uit gegevens valide conclusies getrokken worden over onderzoekshypothese? Hoe kunnen we zekerheid verhogen dat er geen storende variabele in het spel is?*

## 2. Meetniveaus

### 2.1. Inleiding

**VOORBEELD:** vragenlijst i.v.m. 'creativiteit'

Score = operationalisering van theoretisch construct 'creativiteit'  
A behaalt score 80 en B behaalt score 40, maar betekent dit dat A twee maal zo creatief is als B? Het antwoord heeft niet enkel te maken met validiteit en betrouwbaarheid van vragenlijst, maar ook met problematiek van meetniveaus. We zijn niet geïnteresseerd in wat we rechtstreeks zien, maar wel in de verbanden die we niet rechtstreeks zien.

### 2.2. Natuurlijke variabelen

#### ▪ VARIABELEN

- Voorbeelden:  
Personen (geslacht), aardbevingen (hevigheid), voorwerpen (temperatuur), werknemers (maandloon), gezinnen (aantal kinderen)...

#### ➤ **KRITISCHE SLIDE:**

**Een natuurlijke variabele is een indeling van alle mogelijke onderzoeksobjecten op basis van een welbepaalde eigenschap in een aantal wederzijds uitsluitende klassen, waarbij ieder object tot één en slechts één klasse behoort. De klassen komen overeen met de waarden die de variabele kan aannemen**

- ONDERZOEKSOBJECTEN

In het voorbeeld: personen, aardbevingen, voorwerpen, werknemers, gezinnen...

- EIGENSCHAP

In het voorbeeld: geslacht, hevigheid, temperatuur, maandloon, aantal kinderen...

- WAARDEN

In het voorbeeld: mannelijk/vrouwelijk, 1/2/3... op schaal van Richter, 15/32/5 °C, €11/17/36 per uur, 1/2/3/4...

- STUDIEOBJECT VAN PSYCHOLOGIE

Gedrag en onderliggende mentale processen

- VARIABILITEIT

Psychologie bestudeert variabiliteit in gedrag en mentale processen in functie van verschillen in

- Situaties
- Personen
- (tijd)

De aspecten van situatie en gedrag die kunnen veranderen fungeren als variabelen. Dit betekent dat situatie of gedrag naar een bepaald aspect in één van een aantal klassen kan worden ingedeeld.

- OPMERKINGEN

- Alle mogelijke onderzoeksobjecten, niet enkel die toevallig beschikbaar zijn in een bepaald onderzoek = veralgemeenbaarheid
- De waarden van een variabele zijn nog geen getallen
- Aantal klassen kan eindig of oneindig zijn
  - Haarkleur: eindig (discreet)
  - Lengte: oneindig (telbaar: discreet; niet-telbaar: continu)
  - Heeft te maken met discrete en continue variabelen

## 2.3. Discrete vs. continue variabelen

---

- DISCRETE (CATEGORISCHE) VARIABELE

- Elk punt op schaal is **gescheiden** van volgende
- Er moet een sprong gemaakt worden tussen waarden (enkel stapsgewijs)
- **Equivalent met natuurlijke getallen**, MAAR niet gelijk hieraan
  - Voorbeelden:  
Geen 2,5 kind per gezin, geen 7,5 woorden herinneren...  
Meting kan 1,2 – 2,2 – 3,2 - ... zijn, maar toch sprong van 1
- Opmerkingen:
  - Gemiddelde kan wel een niet-bestaande individuele waarde aannemen
  - Variabelen kunnen verschillen in fijnheid (resolutie) bij klassenindeling

**VOORBEELD**

Hoogte van Eiffeloren = meeteenheid voor lengte → minder fijne klassenindeling

Lengte van wijsvinger = meeteenheid voor lengte → fijnere klassenindeling

- CONTINUE VARIABELE

- **Geen grens** op onderverdeling van punten
- Tussen elke 2 waarden vind je een waarde
- **Equivalent met reële getallen**

- OPMERKINGEN

- Continuïteit is een **theoretische veronderstelling**
  - Lengte kunnen we enkel in ons hoofd berekenen, niet op oneindig veel cijfers na de komma
- **Enkel discrete variabelen observeren**, omdat meetinstrument altijd beperkt is
- **In praktijk** spreken we toch van continue variabele
  - Als de variabele een groot aantal waarden kan aannemen
  - Als de variabele geconceptualiseerd kan worden als manifestatie van een onderliggende continue variabele
- Hoe fijner de klassenindeling van discrete variabele, hoe dichter in de buurt van overgang van discrete naar continue variabelen

## 2.4. Van waarden naar meetwaarden

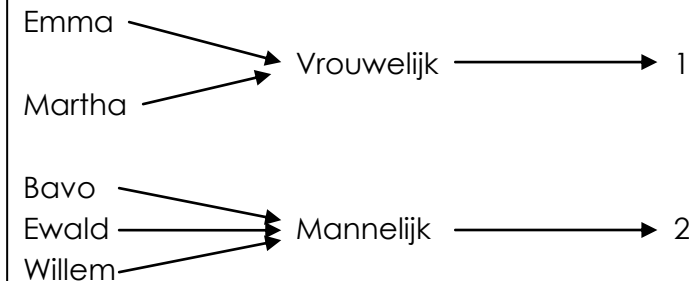
- EEN GESCHAALDE VARIABELE OF SCHAAL  
De waarden worden voorzien van getalwaarden en vormen zo meetwaarden

- **KRITISCHE SLIDE: WAT IS METEN?**

**Meten is het toekennen van getallen aan de waarden van een natuurlijke variabele, zodanig dat de geobserveerde relaties tussen de waarden (klassen) afgebeeld zijn in overeenkomstige relaties tussen de getallen (de waarden van de geschaalde variabele)**

### VOORBEELD

Variabele: geslacht



Onderzoeks-  
objecten

waarden

meetwaarden

- EEN RELATIONEEL SYSTEEM
  - Een verzameling objecten en één of meerdere situaties gedefinieerd tussen de objecten ( $\langle A, R_1, R_2, \dots \rangle$ )
  - A is een (niet lege) set
  - $R_1, R_2$  : relaties gedefinieerd op elementen van A
  
- EMPIRISCH RELATIONEEL SYSTEEM
  - Objecten en relaties zijn empirisch
  - **Objecten:** entiteiten waarop meting betrekking heeft (bv. kinderen)
  - **Relaties:** observeerbare relaties tussen entiteiten (bv. grootte)
  - Het heeft niets met getalwaarden te maken!
  
- NUMERISCH RELATIONEEL SYSTEEM
  - Objecten zijn getallen
  - **Homomorfisme:** relaties tussen elementen in het empirisch relationeel systeem worden weerspiegeld in relaties in numerisch relationeel systeem
  - **Transformatievrijheid:** op voorwaarde dat relaties tussen elementen in het empirisch relationeel systeem bewaard blijven in het numerisch relationeel systeem

➤ **VOORBEELD**

Variabele: lengte

Emma → 163

*Groter dan*

Martha → 152

*Groter dan*

Bavo → 122

*Groter dan*

Ewald → 120

*Groter dan*

Willem → 106

ERS: Onderzoeks-  
objecten + relaties

NRS

## 2.5. Nominaal niveau

---

- NOMINAAL

- Categorienameen zijn een label, een naam
- Getallen gegeven aan categorieën zijn geen 'echte' getallen (1 is niet helft van 2 of is niet minder dan 2...). We konden ook A,B,C en D gebruiken
- Elk item/voorwerp/gebeurtenis moeten we slechts in één categorie kunnen plaatsen
- Frequenties: het aantal keer dat een gebeurtenis zich binnen een bepaalde categorie voordoet

- LABELS

Hetzelfde: leden van eenzelfde categorie

Verschillende: leden van verschillende categorieën

- ERS

Behoort een onderzoeksobject voor een bepaalde eigenschap tot **dezelfde klasse of niet?**

- NRS

Getallen kunnen verschillend zijn ( **$x = y$  of  $x \neq y$** )

- TRANSFORMATIEVRIJHEID

Na transformatie moeten leden van eenzelfde categorie nog steeds hetzelfde label krijgen en leden van verschillende categorieën een verschillend label

= **1-1 transformatie**

$$x = y \quad \leftrightarrow \quad f(x) = f(y)$$

$$x \neq y \quad \leftrightarrow \quad f(x) \neq f(y)$$

= **schaaltransformatie:** voorschrift om aan iedere schaalwaarde  $f(x)$  een getal toe te kennen zodanig dat voor alle  $f(x)$  en  $f(y)$  geldt

$$f(x) = f(y) \quad \leftrightarrow \quad t(f(x)) = t(f(y))$$

$$f(x) \neq f(y) \quad \leftrightarrow \quad t(f(x)) \neq t(f(y))$$

- VOORBEELDEN

Geslacht (man-vrouw), categorieën (student, personeel, andere), bruine en grijze paarden

## 2.6. Ordinaal niveau

### ▪ ORDINAAL

- De plaats in het klasement, de rangorde
- Ordinale getallen stellen de volgorde voor van de onderzoekselementen
- Geen informatie over afstanden tussen plaatsen

#### ➤ LIKERT-schaal

Emma	→	neutraal	→	2
Martha	→	graag	→	3
Bavo	→	graag	→	3
Ewald	→	helemaal niet graag	→	0
Willem	→	heel graag	→	4
Onderzoeks- objecten		waarden		meetwaarden

### ▪ ERS

OnderzoeksoBJECTEN kunnen **geordend** worden naargelang hun waarde voor een bepaalde eigenschap

### ▪ NRS

Van twee verschillende getallen is het ene getal groter dan het andere ( $x \leq y$ )

### ▪ TRANSFORMATIEVRIJHEID

Transformaties die orderrelatie niet beïnvloeden

= **strikt monotoon stijgend**

Voorbeelden

- Vierkantsworteltransformatie ( $Y = \text{SQRT}(X)$ )
- Logaritmische transformatie ( $Y = \log(X)$ )
- Lineaire transformatie met richtingscoëfficiënt ( $Y = aX + b$  met  $a > 0$ )
- Zeer grillige transformatie

= **schaaltransformatie**: voorschrift om aan iedere schaalwaarde  $f(x)$  een getal toe te kennen zodanig dat voor alle  $f(x)$  en  $f(y)$  geldt

$$f(x) \geq f(y) \leftrightarrow t(f(x)) \geq t(f(y))$$

### ▪ VOORBEELDEN

Paarden (eerste, tweede...), schaal van Richter, schaal van Beaufort, schaal van Mohs, hoe graag luister je K3?, opleidingsniveau

## 2.7. Geordend metrisch niveau

- GEORDEND METRISCH

Informatie over rangorde van alle paren

- ERS

OnderzoeksoBJECTEN kunnen **geordend** worden naargelang hun waarde voor een bepaalde eigenschap + paren van onderzoeksoBJECTEN kunnen geordend worden naar **onderlinge gelijkens** op de eigenschap (m.a.w. verschillen tussen onderzoeksoBJECTEN kunnen geordend worden)

- NRS

Van twee verschillende getallen is het ene getal groter dan het andere ( **$a > b$** ) en van twee verschillende verschillen tussen twee getallen is het ene verschil groter dan het andere ( **$((a - b) > (c - d))$** )

- TRANSFORMATIEVRIJHEID

= **hypermonotoon stijgend**

= **schaaltransformatie**: een voorschrift om aan iedere schaalwaarde  $f(x)$  een getal toe te kennen zodanig dat voor alle  $f(x)$ ,  $f(y)$ ,  $f(v)$  en  $f(w)$  geldt

$$\begin{aligned} f(x) \geq f(y) &\leftrightarrow t(f(x)) \geq t(f(y)) \\ |f(x) - f(y)| > |f(v) - f(w)| &\leftrightarrow |t(f(x)) - t(f(y))| > |t(f(v)) - t(f(w))| \end{aligned}$$

- VOORBEELDEN

Schoonheid van schilderijen, niveau van basketbal

Emma	→	niveau p	→	27
Martha	→	niveau q	→	19
Bavo	→	niveau r	→	64
Ewald	→	niveau s	→	60
Willem	→	niveau t	→	3

## 2.8. Intervalniveau

---

- INTERVAL

- Verhouding van afstanden
- Betekent niet dat 30° tweemaal zo warm is als 15°, want dit zou een vast nulpunt vereisen
- Verhouding van verschillen veranderen niet
- Alleen het meetsysteem met zijn eigen nulpunt en meeteenheid verandert

- ERS

OnderzoeksoBJECTEN kunnen **geordend** worden naargelang hun waarde voor een bepaalde eigenschap + relatieve afstanden (**verhoudingen van telkens twee verschillen** tussen onderzoeksoBJECTEN op die eigenschap) hebben betekenis

- NRS

Van twee verschillende getallen is het ene getal groter dan het andere ( $a > b$ ) + getalsverhoudingen van twee verschillen hebben een bepaalde grootte

$$x \leq y \text{ en } (x - y)/(u - v) \leq (x' - y')/(u' - v')$$

- TRANSFORMATIEVRIJHEID

= **stijgend lineair** ( $Y = aX + b$  met  $a > 0$ )

Bij een even grote toename van het aantal afleiders, is er een even grote toename in reactietijd

- VOORBEELDEN

Temperatuur (°C), geboortjaar, intelligentiescore...

Emma	→	1993	→	204
Martha	→	1995	→	206
Bavo	→	1998	→	209
Ewald	→	1998	→	209
Willem	→	2001	→	212



## 2.9. Rationiveau of verhoudingsniveau

---

- **RATIO**

- Een vast nulpunt (een natuurlijke ondergrens)
- Negatieve getallen hebben geen betekenis
- Meeteenheid is arbitrair
- Verhoudingen tussen onderzoekselementen

- **ERS**

Onderzoeksubjecten kunnen **geordend** worden naargelang hun waarde voor een bepaalde eigenschap en **verhoudingen van onderzoeksubjecten** (op die eigenschap) hebben een betekenis

- **NRS**

Van twee verschillende getallen is het ene getal groter dan het andere ( $a > b$ ) en getalsverhoudingen hebben een bepaalde grootte

$$x/y \leq u/v$$

- **TRANSFORMATIEVRIJHEID**

**= similariteitstransformaties ( $Y = aX$  met  $a > 0$ )**

- **VOORBEELDEN**

Tijd voor marathon te lopen, geld, gewicht, lengte...

Emma	→	20
Martha	→	15
Bavo	→	5
Ewald	→	5
Willem	→	0

Nulpunt: geen zakgeld

Arbitraire eenheid: verschillende munteenheden

Verhoudingen blijven onveranderd

- **OPMERKING**

- Tijd = intervalschaal  
Geen absoluut nulpunt
- Duur = verhoudingsschaal  
Nulpunt: beginpunt van periode waarvan duur gemeten wordt
- Leeftijd = verhouding  
Nulpunt: geboorte

## 2.10. Absoluut niveau

---

### ▪ ABSOLUUT

- De getallen voor de waarden van een variabele liggen geheel vast
- De oorsprong en meeteenheid liggen vast
- Getallen toekennen aan klassen dat alle eigenschappen van de onderzoekselementen worden weerspiegeld in de getallen

### ▪ TRANSFORMATIEVRIJHEID

#### = identiteitstransformatie ( $Y = X$ )

Er is eigenlijk geen toegelaten transformatie en maar één schaal voor deze variabele

### ▪ VOORBEELDEN

Aantal kinderen in een gezin, in de klas...

Emma	→	24
Martha	→	22
Bavo	→	15
Ewald	→	16
Willem	→	21

Vast nulpunt: geen kinderen  
Vaste eenheid

### ▪ OVERZICHT

Nominaal niveau:	onderscheid
Ordinaal niveau:	rangorde
Geordend metrisch niveau	rangorde van schaalwaarden en onderlinge afstanden
Intervalniveau:	rangorde en verhoudingen tussen afstanden
Rationiveau:	rangorde en verhoudingen tussen schaalwaarden
Absoluut niveau:	alle elementen liggen vast

## 2.11. Hiërarchie van meetniveaus

---

### ▪ SCHALEN

- |                              |            |
|------------------------------|------------|
| 1. Absolute schaal           | is ook een |
| 2. Verhoudingsschaal         | is ook een |
| 3. Intervalschaal            | is ook een |
| 4. Geordend metrische schaal | is ook een |
| 5. Ordinale schaal           | is ook een |
| 6. Nominale schaal           |            |

### ▪ TRANSFORMATIEVRIJHEID

Metten op een bepaald niveau legt voorwaarden op aan de geobserveerde gegevens, waarop men zich baseert om een variabele te meten.

#### **VOORWAARDEN**

- |                             |                 |
|-----------------------------|-----------------|
| 1. Verhoudingsniveau        | is strikter dan |
| 2. Intervalniveau           | is strikter dan |
| 3. Geordend metrisch niveau | is strikter dan |
| 4. Ordinaal niveau          | is strikter dan |
| 5. Nominaal niveau          |                 |

#### **TRANSFORMATIEVRIJHEID**

- |                             |                |
|-----------------------------|----------------|
| 1. Absoluut niveau          | is kleiner dan |
| 2. Verhoudingsniveau        | is kleiner dan |
| 3. Intervalniveau           | is kleiner dan |
| 4. Geordend metrisch niveau | is kleiner dan |
| 5. Ordinaal niveau          | is kleiner dan |
| 6. Nominaal niveau          |                |

### ▪ INFORMATIE

- |                             |               |
|-----------------------------|---------------|
| 1. Absoluut niveau          | meer info dan |
| 2. Verhoudingsniveau        | meer info dan |
| 3. Intervalniveau           | meer info dan |
| 4. Geordend metrisch niveau | meer info dan |
| 5. Ordinaal niveau          | meer info dan |
| 6. Nominaal niveau          |               |

- |                       |                              |
|-----------------------|------------------------------|
| 1. Nominaal:          | (on)gelijkheden              |
| 2. Ordinaal:          | rangordening                 |
| 3. Geordend metrisch: | rangordening van afstanden   |
| 4. Interval:          | verhouding van verschillen   |
| 5. Verhouding         | verhouding van schaalwaarden |

### ▪ VAST NULPUNT

- Absoluut niveau
- Verhoudingsniveau

### ▪ VASTE MEETEENHEID

- Absoluut niveau

### ▪ FUNCTIES

- |              |                                     |
|--------------|-------------------------------------|
| $Y = \log x$ | Ordinaal                            |
| $Y = x$      | Interval, Ordinaal, Absoluut, Ratio |
| $Y = 32x$    | Interval, Ordinaal, Ratio           |
| $Y = 0x + 2$ | /                                   |
| $Y = 3x - 5$ | Interval, Ordinaal                  |

## 2.12. Verband met theorie

---

- Eisen over het meetniveau gaan terug op het soort inhoudelijke uitspraken die uit een **theorie** kunnen worden gereduceerd en heeft ook **praktische consequenties**

- **VOORBEELD**

Bij het leren schrijven verbetert de schoonheid van het geschrift naarmate er meer oefening aan wordt besteed

- ✓ Nagaan of geschrift a schoner is dan geschrift b
- ✓ Schoonheid van geschrift moet tenminste op ordinaal niveau meetbaar zijn

Bij verdubbeling van het aantal uren wordt het geschrift twee keer zo mooi

- ✓ Schoonheid van geschrift moet tenminste op verhoudingsniveau meetbaar zijn

Praktische consequentie: nuttige voor het opstellen van een leerplan

## 2.13. Slotbemerkingen

---

- Er bestaan nog andere meetniveaus
- Meetniveau heeft implicaties voor statistische analyse

## 2.14. Terug naar het voorbeeld uit 2.2.1.

---

- We nemen van persoon A en persoon B een vragenlijst van creativiteit af
  - Score A: 80
  - Score B: 40
- Is A tweemaal zo creatief als B?
  - Enkel als schaalwaarden op rationiveau liggen
  - Want de score op een vragenlijst is maar een operationalisering van creativiteit

### 3. Inleiding in datatheorie

---

#### 3.1. Inleiding

---

- Afbeelden van empirisch systeem (ERS) op numerisch systeem (NRS)
- ISOMORFIE
  - Tussen reële getallen en punten op een rechte
  - Identificeren van elementen uit empirisch systeem als punten op een rechte
  - **GEOMETRISCHE MODELFORMULERING**
    - Één schaalwaarde toekennen aan elk element in empirisch relationeel systeem (elk element als één punt op een lijn)
    - Meerdere schaalwaarden toekennen aan elk element in het empirisch relationeel systeem (elk element als één punt in twee- (of multi)dimensionale ruimte)
- COOMBS
  - 4 verschillende types van data
    - (1) Enkelvoudige prikkelgegevens
    - (2) Voorkeursgegevens
    - (3) Prikkelvegelijgingsgegevens
    - (4) Vergelijkingen van verschillen tussen prikkels
  - Doel  
Structuur brengen in het ERS
  - Manier van werken
    - Getallen toekennen aan data  
Veronderstelling: structuur ERS via schaalmodel
    - Schaalmodel legt restricties op (ERS moet deze volgen)  
Schaalmodel past bij data = FIT
    - Als FIT positief is, dan is er structuur  
FIT = data volgt restricties

### 3.2. Enkelvoudige prikkelgegevens

- **VOORBEELD:** test op rekenvaardigheid  
De test is een verzameling van items, waarvan de bedoeling is deze voor te leggen aan subjecten.

2 verzamelingen

(1) P (Items) = {1,2,3,...}

(2) S (Subjecten) = {a,b,c,...}

Elk element van P wordt geconfronteerd met elk element van S, wat resulteert in een **score**:

$X_{ps} = 1$  indien p item s goed beantwoordt

$X_{ps} = 0$  indien p item s fout beantwoordt

Elk item heeft een bepaalde **moeilijkheidsgraad**

= in geometrisch model voorgesteld als rechte lijn

Elk item kan als een punt op de rechte gesitueerd worden naargelang zijn moeilijkheidsgraad



**Bedoeling** is subjecten te meten m.b.t. rekenvaardigheid (elk subject kan als een punt voorgesteld worden in het geometrisch model)



**Relatie subject-item** (= gegevens) kan ook weergegeven worden in een geometrisch model

#### Voorbeeld 1

Als  $x_{1a} = 1$  (subject 1 lost item a juist op)

Dan ligt subjectpunt 1 rechts van itempunt a



= DOMINANTIE-RELATIE

Subject 1 lost item a juist op: 1 domineert a ( $1 > a$ )

#### Voorbeeld 2

Als  $x_{1a} = 0$  (subject 1 lost item a niet juist op)

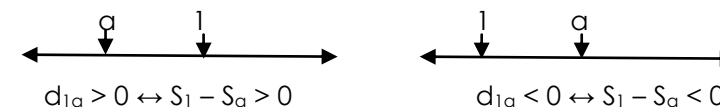
Dan ligt subjectpunt 1 links van itempunt a



= DOMINANTIE-RELATIE

Subject 1 lost item a niet juist op: a domineert 1 ( $a > 1$ )

Aan **de gerichte afstand** in het geometrisch model correspondeert een relatie in het numerisch model (relatie tussen schaalwaarden)



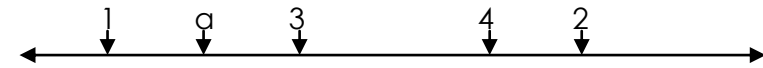
2 formele kenmerken

- (1) **Twee verzamelingen van entiteiten** worden als twee afzonderlijke verzamelingen van punten in de geometrische schaaloplossing voorgesteld
- (2) De geobserveerde **relatie tussen twee entiteiten** (een entiteit uit de ene verzameling en een entiteit uit de andere verzameling) wordt voorgesteld in een relatie tussen twee punten

Andere voorbeelden:

- Attitude-vragenlijst in sociale psychologie  
Subject domineert een item wanneer hij/zij akkoord gaat met de uitspraak in het item
- Medische diagnose  
Subject wordt gedomineerd door bepaald symptoom wanneer hij/zij dat symptoom vertoont
- Psychofysische taak  
Observatie dat een subject 1 een stimulusintensiteit  $a$  al dan niet kan detecteren kan voorgesteld worden als een dominantierrelatie tussen een punt dat correspondeert met de absolute drempel voor subject 1 en een punt  $a$  op een dimensie van stimulusintensiteit

Implicatie voor één item  $a$



Links: alle subjecten  $i$  met score  $x_{ia} = 0$

Rechts: alle subjecten  $i$  met score  $x_{ia} = 1$

Implicatie voor één subject 2



Links: alle items  $j$  waarvoor score  $x_{2j} = 1$

Rechts: alle items  $j$  waarvoor score  $x_{2j} = 0$

Fictief voorbeeld



Subject 1 lost geen enkel item juist op

Subject 2 lost items  $a$  en  $c$  juist op

Subject 3 lost item  $a$  juist op

Subject 4 lost item  $a$  en  $c$  juist op

- TAKE HOME

- Individuen zijn te ordenen langs 1 onderliggende (latente) dimensie

Elk individu verdeelt die dimensie in 2 stukken:

- (1) Gebied met items die fout beantwoord zijn
- (2) Gebied met items die juist beantwoord zijn

Verschillende individuen delen de dimensie op verschillende plaatsen in tweeën

**= INFORMATIE OP ORDINAAL NIVEAU**

- Items zijn te ordenen langs 1 onderliggende (latente) dimensie

Elk item verdeelt die dimensie in 2 stukken:

- (1) Gebied met individuen die item fout beantwoorden
- (2) Gebied met individuen die item juist beantwoorden

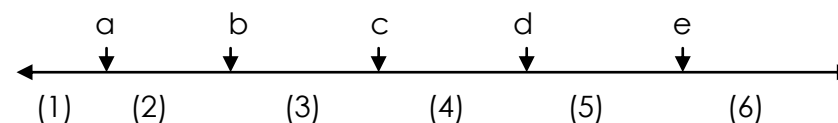
Verschillende items delen de dimensie op verschillende plaatsen in tweeën

**= INFORMATIE OP ORDINAAL NIVEAU**

- FICTIEF VOORBEELD

Stel 5 items: 6 mogelijke antwoordpatronen

a	b	c	d	e	
0	0	0	0	0	(1)
1	0	0	0	0	(2)
1	1	0	0	0	(3)
1	1	1	0	0	(4)
1	1	1	1	0	(5)
1	1	1	1	1	(6)



Volgorde van kolommen en van rijen komt overeen met volgorde van items en subjecten op de schaal (= gezamenlijke ordinale schaal)

1 dimensie: proefpersonen + items ordenen

**Scalogram- of simplexstructuur van Guttman (= perfecte triangulaire structuur)**



■ **UITGEWERKT VOORBEELD (1: zonder afwijkingen)**

Observatie

	a	b	c	d	e	Fr
1	0	0	1	0	0	20
2	1	1	1	0	0	17
3	0	0	0	0	0	15
4	1	1	1	0	1	15
5	1	0	1	0	0	15
6	1	1	1	1	1	18

Het aantal positieve antwoorden in opeenvolgende rijen moet variëren van 0 tot n

Aantal subjecten met bepaald antwoordpatroon

Permutatie van rijen en kolommen

**RIJEN**

	a	b	c	d	e	Fr
3	0	0	0	0	0	15
1	0	0	1	0	0	20
2	1	1	1	0	0	17
4	1	1	1	0	1	15
5	1	0	1	0	0	15
6	1	1	1	1	1	18

...

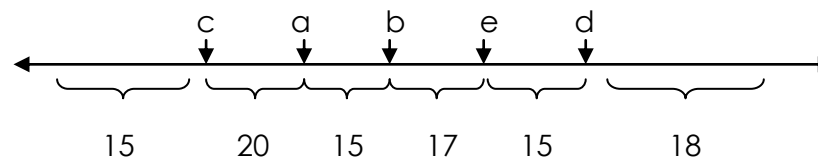
**KOLOMMEN**

	c	b	a	d	e	Fr
3	0	0	0	0	0	15
1	1	0	0	0	0	20
2	1	1	1	0	0	17
4	1	1	1	0	1	15
5	1	0	1	0	0	15
6	1	1	1	1	1	18

...

**UITEINDELIJK RESULTAAT**

	c	a	b	e	d	Fr
3	0	0	0	0	0	15
1	1	0	0	0	0	20
5	1	1	0	0	0	15
2	1	1	1	0	0	17
4	1	1	1	1	0	15
6	1	1	1	1	1	18



= aantal subjecten per segment

■ UITGEWERKT VOORBEELD (2a: met afwijkingen)

Observatie

	a	b	c	d	e	Fr
1	0	0	1	0	0	20
2	1	1	1	0	0	17
3	0	0	0	0	0	15
4	1	1	1	0	1	15
5	1	0	1	0	0	15
6	1	1	1	1	1	18
7	1	1	1	1	0	35
8	1	0	1	1	0	18
9	0	0	1	1	1	10
10	0	1	1	1	0	37

Permutatie van rijen en kolommen

**UITEINDELIJK RESULTAAT**

	c	a	d	b	e	Fr
3	0	0	0	0	0	15
1	1	0	0	0	0	20
5	1	1	0	0	0	15
8	1	1	1	0	0	18
7	1	1	1	1	0	35
6	1	1	1	1	1	18
2	1	1	<u>0</u>	<u>1</u>	0	17
4	1	1	<u>0</u>	1	1	15
9	1	<u>0</u>	1	<u>0</u>	1	10
10	1	<u>0</u>	1	1	0	37

Reproductie

	c	a	d	b	e	Fr	
3	0	0	0	0	0	15	
1	1	0	0	0	0	20	
5	1	1	0	0	0	15	
8	1	1	1	0	0	18	
7	1	1	1	1	0	35	
6	1	1	1	1	1	18	
<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<u>1</u>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>17</b>	<b>=7</b>
<b>4</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<u>1</u>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>15</b>	<b>=6</b>
<b>9</b>	<b>1</b>	<u>1</u>	<b>1</b>	<u>1</u>	<b>1</b>	<b>10</b>	<b>=6</b>
<b>10</b>	<b>1</b>	<u>1</u>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>37</b>	<b>=7</b>

**Totaal aantal fouten**

Patroon 2:	1 x 17
Patroon 4:	1 x 15
Patroon 9:	2 x 10
Patroon 10:	<u>1 x 37</u> +
	89

**Reproductiecoëfficiënt**

= hoe goed het de oorspronkelijke gegevens verklaart

Rep = 1 – (aantal fouten/aantal antwoorden)

Rep = 1 – (89/(200 x 5)) = 0,911

200 = aantal subjecten (freq optellen)

5 = aantal items (a,b,c,d,e)

Opmerking: Rep > 0,90 = goede FIT

■ UITGEWERKT VOORBEELD (2b: met afwijkingen)

Observatie

	a	b	c	d	e	Fr
1	0	0	1	0	0	20
2	1	1	1	0	0	17
3	0	0	0	0	0	15
4	1	1	1	0	1	15
5	1	0	1	0	0	15
6	1	1	1	1	1	18
7	1	1	1	1	0	35
8	1	0	1	1	0	18
9	0	0	1	1	1	10
10	0	1	1	1	0	37

Permutatie van rijen en kolommen

**UITEINDELIJK RESULTAAT**

	c	a	b	e	d	Fr
3	0	0	0	0	0	15
1	1	0	0	0	0	20
5	1	1	0	0	0	15
2	1	1	1	0	0	17
4	1	1	1	1	0	15
6	1	1	1	1	1	18
7	1	1	1	<u>0</u>	<u>1</u>	35
8	1	1	0	0	<u>1</u>	18
9	1	<u>0</u>	<u>0</u>	<u>1</u>	<u>1</u>	10
10	1	<u>0</u>	<u>1</u>	<u>0</u>	<u>1</u>	37

Reproductie

	c	a	b	e	d	Fr	
3	0	0	0	0	0	15	
1	1	0	0	0	0	20	
5	1	1	0	0	0	15	
2	1	1	1	0	0	17	
4	1	1	1	1	0	15	
6	1	1	1	1	1	18	
7	1	1	1	<u>1</u>	1	35	=6
8	1	1	0	0	<u>0</u>	18	=5
9	1	<u>1</u>	<u>1</u>	1	1	10	=6
10	1	<u>1</u>	1	<u>1</u>	1	37	=6

**Totaal aantal fouten**

Patroon 7:	1 x 35
Patroon 8:	1 x 18
Patroon 9:	2 x 10
Patroon 10:	<u>2 x 37</u> +
	147

**Reproductiecoëfficiënt**

= hoe goed het de oorspronkelijke gegevens verklaart

Rep = 1 – (aantal fouten/aantal antwoorden)

Rep = 1 – (147/(200 x 5)) = 0,853

200 = aantal subjecten (freq optellen)

5 = aantal items (a,b,c,d,e)

Opmerking: Rep > 0,90 = goede FIT

- VOORBEELDEN VAN STUDIES

Onderzoek naar soldaten tijdens WO II:  
angstsymptomen

Volgorde van symptomen op latente variabele

- 1 violent pounding of the heart
- 2 sinking feeling of the stomach
- 7 shaking or trembling all over
- 4 feeling sick at the stomach
- 10 feeling of stiffness
- 3 feeling of weakness or feeling faint
- 6 vomiting
- 9 losing control of the bowels
- 8 urinating in pants

Betekenis van observatie van redelijk goede fit

- Er bestaat een bepaalde, vaste, volgorde van symptomen (= ordinale info i.v.m. symptomen)
- Sommige soldaten komen één of meer fasen verder dan anderen (= ordinale informatie i.v.m. subjecten)
- Laat voorspelling toe
- Er bestaat een intrinsieke afhankelijkheid tussen de verschillende symptomen waardoor ze geordend kunnen worden van minder naar meer ernstig
- Suggereert dat symptomen van één onderliggend, laten, continuüm afkomstig zijn
- Gemeenschappelijk mechanisme dat graad van psychologische stress reflecteert
- Fysiologische basis?
- Schaaltechnieken kunnen een belangrijke rol spelen in theorievorming

- MULTICATEGORIËLE ITEMS

- Items met meer dan 2 antwoordalternatieven
- Voorbeeld: hoe vaak ga je naar de cinema?

- K items

- Aantal items:  $k$
- Mogelijke patronen:  $2^k$
- Toegelaten patronen:  $k + 1$

= sterke restricties voor de gegevens

- WAT TE DOEN ALS HET MODEL ONVOLDOENDE BIJ GEGEVENS PAST?

Stel:

- Subject 1 lost item a op:  $S_1 > S_a$
- Subject 1 lost item b niet op:  $S_1 < S_b$
- Subject 2 lost item b op:  $S_2 > S_b$

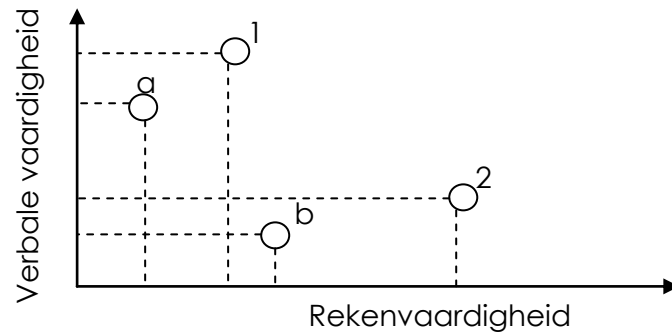


Observatie: subject 2 lost item a niet op:  $S_2 < S_a$

Probleem: dit kunnen we niet op een rechte zetten!

Oplossing: model uitbreiden tot meer dimensies

- Minder restricties
- Minder structuur



SUBJECT 1

- Domineert item a in beide vaardigheden
- Domineert item b enkel in verbale vaardigheid

SUBJECT 2

- Domineert item a enkel in rekenvaardigheid
- Domineert item b in beide vaardigheden

### 3.3. Voorkeursgegevens

#### ■ VOORBEELD 1

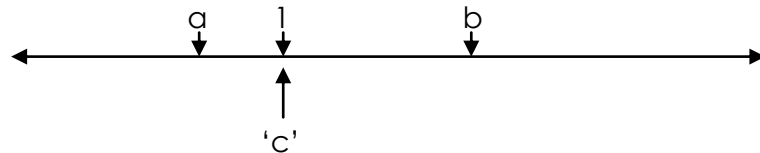
Elk schilderij heeft voor een bepaald subject een bepaalde aantrekkelijkheid

- Geometrisch model: continuüm van aantrekkelijkheid voorstellen als rechte lijn
- Hoe verschillen in voorkeur tussen objecten voorstellen?

Elk subject wordt afgebeeld als punt op het continuüm  
= **ideaalpunt** voor subject  $i$

Absolute afstand tussen ideaalpunt en stimuluspunt neemt af naarmate het subject een grotere voorkeur heeft voor het schilderij

Observatie



$|d_{1a}| < |d_{1b}|$ : geen dominantie-relatie, want er worden absolute afstanden gebruikt!

Denkbeeldige stimulus 'c' wordt door het subject altijd verkozen boven elke andere stimulus = ideaalpunt

#### ■ VOORBEELD 2

Subject 1:  $a > b > c > d$

Subject 2:  $b > a > c > d$

Subject 3:  $d > c > b > a$



Aan verschil in afstand in het geometrisch model correspondeert een grootte van verschil in schaalwaarden in het numerisch model.

$$|d_{1a}| < |d_{1b}| \quad \leftrightarrow \quad |S_1 - S_a| < |S_1 - S_b|$$

#### ■ VERSCHIL MET ENKELVOUDIGE PRIKKELGEGEVENS

	Relatie tussen 2 entiteiten	Relatie tussen 2 paren van entiteiten
2 verzamelingen van entiteiten	Enkelvoudige prikkelgegevens $1 > a$ $S_1 - S_a > 0$	Voorkeursgegevens $1: a > b$ $ S_1 - S_a  <  S_1 - S_b $

- VOORKEURSSCHALEN

- **J-Schaal (joint scale)**

- Bevat posities van subjecten en stimuli
    - Gemeenschappelijk

- **I-Schaal (individual scale)**

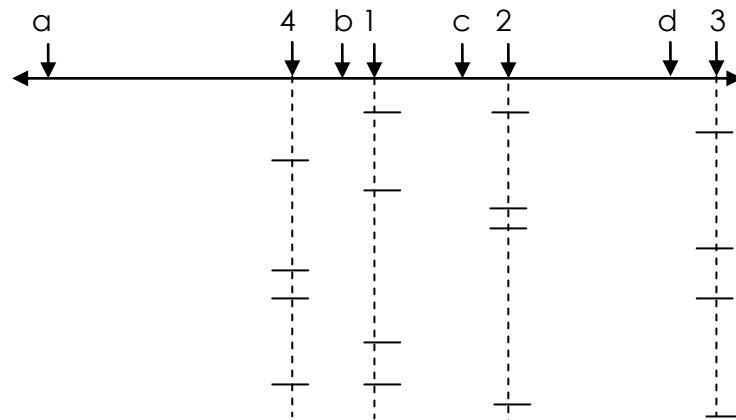
- Rangorde van stimuli voor een individueel subject
    - Voorkeuren
    - ERS, data, gegevens

- HOE VAN J-SCHAAL NAAR I-SCHAAL?

- **Principe:** J-schaal opvouwen ter hoogte van het ideaalpunt van ieder subject i

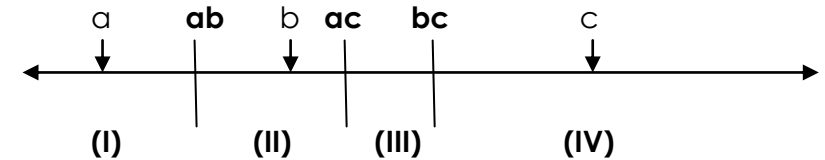
- **Voorbeeld**

- (1)  $b > c > d > a$
    - (2)  $c > d > b > a$
    - (3)  $d > c > b > a$
    - (4)  $b > c > a > d$



- HOE VAN I-SCHAAL NAAR J-SCHAAL?

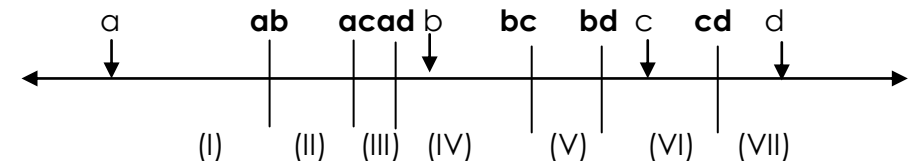
3 stimuli a, b en c



Intervallen (I), (II), (III) en (IV) bepalen de 4 regio's voor ideaalpunten. Voor elk segment kunnen we nagaan welke I-schaal geproduceerd moet worden door subjecten die hun ideaalpunt in het segment hebben.

- (I)  $a > b > c$
- (II)  $b > a > c$
- (III)  $b > c > a$
- (IV)  $c > b > a$

4 stimuli a, b, c en d



Intervallen (I), (II), (III), (IV), (V), (VI) en (VII) bepalen de 7 regio's voor ideaalpunten. Voor elk segment kunnen we nagaan welke I-schaal geproduceerd moet worden door subjecten die hun ideaalpunt in het segment hebben.

### Algemeen

- Bij n stimuli wordt de J-schaal ingedeeld in  **$[n(n-1)/2] + 1$  segmenten**
- Aantal stimuli: n
- Aantal mogelijke rangordeningen: n!
- Aantal toegestane rangordeningen:  $[n(n-1)/2] + 1$

### Kenmerken

- **Er kan maximum één paar met tegengestelde I-schalen voorkomen**  
(= gesitueerd in intervallen aan de uiteinden van de J-schaal)
- Er kunnen slechts 2 stimuli als laatste stimulus in de I-schalen voorkomen  
(= meest extreme stimuli op de J-schaal)
- **Wanneer een middelpunt overschreden wordt, verwisselt de voorkeur van de 2 stimuli, terwijl de rangorde van de andere stimuli dezelfde blijft**  
(= bepaald door de volgorde van de middelpunten tussen de stimuli op de J-schaal (grootte van de afstanden tussen de stimuli + volgorde van stimuli zelf))

Interval I: a > b > c > d  
Interval II: b > a > c > d  
Interval III: b > c > a > d  
Interval IV: b > c > d > a  
Interval V: c > b > d > a  
Interval VI: c > d > b > a  
Interval VII: d > c > b > a

### Geordend metrische schaal

- Informatie over rangorde van schaalwaarden en afstanden tussen schaalwaarden:  
 $S_a > S_b \leftrightarrow S'_a > S'_b$   
 $|S_a - S_b| > |S_c - S_d| \leftrightarrow |S'_a - S'_b| > |S'_c - S'_d|$
- Tussen ordinale schaal en intervalschaal
  - Ordinaal: informatie over rangorde wordt bewaard  
 $S_a > S_b \leftrightarrow S'_a > S'_b$
  - Interval: informatie over rangorde en over verhoudingen tussen afstanden wordt bewaard  
 $(S_a - S_b)/(S_c - S_d) \leftrightarrow (S'_a - S'_b)/(S'_c - S'_d)$



- ONTVOUWINGSTECHNIEK VAN COOMBS (van I-schalen naar J-schaal)

### GEGEVEN

I-schalen	frequentie
a b c e f d	3
c b f d a e	7
b a c e f d	12
c b f a d e	1
d f c b a e	5
c b a f e d	4
e a b c f d	6
b c a f e d	5
f c d b a e	8
c f b d a e	12
a b e c f d	7
b c a e f d	9
f c b d a e	9
c b a f d e	3
f d c b a e	3
a e b c f d	2

### VOORWAARDE 1

Er kunnen maximaal  $[n(n - 1)/2] + 1$  verschillende I-schalen voorkomen bij een J-schaal met n stimuli

- Aantal stimuli = 6
- Aantal I-schalen =  $(6 \times 5)/2 + 1 = 16$

**KLOPT!**

### VOORWAARDE 2

Er kan maximum één paar met tegengestelde I-schalen voorkomen?

(1) d f c b a e

(2) e a b c f d

**KLOPT! DIT WORDEN DE UITEINDEN VAN DE SCHAAL**

I-schalen	frequentie
<b>d f c b a e</b>	<b>5</b>
a b c e f d	3
c b f d a e	7
b a c e f d	12
c b f a d e	1
c b a f e d	4
b c a f e d	5
f c d b a e	8
c f b d a e	12
a b e c f d	7
b c a e f d	9
f c b d a e	9
c b a f d e	3
f d c b a e	3
a e b c f d	2
<b>e a b c f d</b>	<b>6</b>

### **VOORWAARDE 3**

Er kunnen slechts twee verschillende stimuli voorkomen als laatste stimulus in de I-schalen

- (1) e
- (2) d

### **KLOPT!**

### **VOORWAARDE 4**

Als er een middelpunt PQ overschreden wordt, verandert de voorkeur van 'P over Q' naar 'Q over P'

I-schalen	frequentie
<u>d</u> f c b a e	5
f <u>d</u> c b a e	3
f c <u>d</u> b a e	8
f c b <u>d</u> a e	9
<u>c</u> f b d a e	12
c b <u>f</u> d a e	7
c b f <u>a</u> d e	1
c b a <u>f</u> d e	3
c b a f <u>e</u> d	4
<u>b</u> c a f e d	5
b c a <u>e</u> f d	9
b a <u>c</u> e f d	12
<u>a</u> b c e f d	3
a b <u>e</u> c f d	7
a e <u>b</u> c f d	2
<u>e</u> a b c f d	6

### **J-SCHAAL VORMEN**

- Teken alle middelpunten (de onderstreepte stimuli) in de volgorde dat ze verwisseld werden.
- Begin met de uiterste stimuli te tekenen en ga zo verder met de andere middelpunten van de uiterste stimuli met andere stimuli.

Hier:

- Middelpunten: df – dc – db – fc – fb – da – fa – de – cd – fe – ca – ba – ce – be – ae
- Uiterste stimuli: d en e, deze teken je eerst aan de hand van middelpunt de
- Vervolgens teken je a, b, c en f aan de hand van df, dc, db, da, fe, ce, be en ae
- Je zal de middelpunten eventueel wat moeten verschuiven

## INTERPRETATIE

- Volgorde van stimuli
  - (a) Komt overeen met bepaalde stimulseigenschap  
Bv. schilderijen van abstract naar figuratief
  - (b) Subjecten gebruiken meet complexe criteria  
Bv. uit multidimensionale oplossing kan blijken dat de abstract/figuratieve dimensie één van de karakteristieken is die voorkeur bepalen
  - (c) Belang van theorie  
Bv. expliciete hypothese dat abstract/figuratief getoetst kan worden via schaaloplossing
- Volgorde van afstanden tussen stimuli  
Bv. verschil in aantrekkelijkheid tussen schilderijen f en c is veel groter dan tussen schilderijen d en f
- Verdeling van subjecten over de schaal
  - (a) Subjecten kunnen geassocieerd worden m.b.t. hun voorkeur voor abstracte vs. figuratieve schilderijen
  - (b) Nuttig om relaties met andere variabelen te onderzoeken

## HOE VAN I-SCHALEN NAAR J-SCHAAL: MOGELIJKHEDEN

(a) Indien beperkt aantal: beschouwen als toevallige afwijkingen van I-schalen die wel in overeenstemming zijn met J-schaal

Voorbeeld: 96 subjecten en 6 schilderijen

- Ook 4 subjecten met afwijkende I-schaal (J-schaal verklaart 96 % van gegevens)
- Percentage I-schalen die door schaaloplossing verklaard worden = index voor graad van aangepastheid van schaaloplossing aan gegevens
- Ruwe vuistregel: wanneer unidimensionale J-schaal minstens 80% van de gegevens verklaart = valide schaal

(b) Multidimensionele oplossing

Voorbeeld: uitbreiden naar 2 dimensies

- Ideaalpunt van een subject is nu een punt in een twee-dimensionale ruimte
- Relatieve voorkeur voor stimuli nu weergegeven als verschil in relatieve afstand ideaalpunt-stimulus<sub>a</sub> en ideaalpunt-stimulus<sub>b</sub>
- Naarmate meer dimensies, minder restrictief

(c) Probabilistisch ontvouwen

- VOORBEELDDSTUDIE: RITSEMA EN VAN DER KLOOT
  - Onderdeel van ruimere studie over cognitieve gelijkheid tussen docenten en studenten
  - 4 docenten (x, y, z en w) van voorbereidende opleiding psychologie nemen drie keer aan onderzoek deel (begin, halverwege en einde opleiding)
  - 4 uitspraken
    - (1) Gedrag wordt veel sterker ingegeven door **emoties** dan door rationele overwegingen
    - (2) Mensen kunnen in praktisch elk denkbare richting veranderd worden als de **omgeving** op de juiste wijze gecontroleerd wordt
    - (3) **Aangeboren** eigenschappen zijn in sterke mate bepalend voor het soort persoon dat iemand later wordt
    - (4) De belangrijkste voorwaarde voor mensen om te veranderen is dat ze een helder **inzicht** in hun situatie hebben
  - Uitspraken worden in alle mogelijke triades aangeboden
  - Respondent moet telkens aangeven met welke uitspraak hij/zij het meest instemt en met welke het minst
  - Laat toe voor iedere docent op de drie tijdstippen een voorkeurrangorde van de uitspraken af te leiden

- VERALGEMENINGEN
  - Docenten genereren over de cursusperiode niet altijd dezelfde rangorde, maar hun ideaalpunt verschuift hoogstens één stap over de schaal heen en weer
  - J-schaal lijkt overeen te komen met de 'basisovertuiging i.v.m. nature-nurture problematiek'
    - Docenten links: belang van aangeboren eigenschappen
    - Docenten rechts: belang van omgevingsinvloeden