
Toegepaste Statistiek

Beschrijvende technieken

Arie van Peet
Kirsten Namesnik
Joop Hox

Derde druk



Noordhoff Uitgevers

Toegepaste statistiek

Beschrijvende technieken

Arie van Peet
Kirsten Namesnik
Joop Hox

Derde druk

Noordhoff Uitgevers Groningen/Houten

Ontwerp omslag: Studio Frank & Lisa, Groningen

Omslagillustratie: iStock

Eventuele op- en aanmerkingen over deze of andere uitgaven kunt u richten aan:
Noordhoff Uitgevers bv, Afdeling Hoger Onderwijs, Antwoordnummer 13, 9700 VB
Groningen, e-mail: info@noordhoff.nl

Met betrekking tot sommige teksten en/of illustratiemateriaal is het de uitgever,
ondanks zorgvuldige inspanningen daartoe, niet gelukt eventuele rechthebbende(n) te
achterhalen. Mocht u van mening zijn (auteurs)rechten te kunnen doen gelden op
teksten en/of illustratiemateriaal in deze uitgave dan verzoeken wij u contact op te
nemen met de uitgever.

*Aan de totstandkoming van deze uitgave is de uiterste zorg besteed. Voor informatie die
desondanks onvolledig of onjuist is opgenomen, aanvaarden auteur(s), redactie en
uitgever geen aansprakelijkheid. Voor eventuele verbeteringen van de opgenomen
gegevens houden zij zich aanbevolen.*

0 1 2 3 4 5 / 14 13 12 11 10

© 2010 Noordhoff Uitgevers bv Groningen/Houten, The Netherlands.

Behoudens de in of krachtens de Auteurswet van 1912 gestelde uitzonderingen mag
niets uit deze uitgave worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd
gegevensbestand of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij
elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier, zonder
voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever. Voor zover het maken van
reprografische verveelvoudigingen uit deze uitgave is toegestaan op grond van artikel
16h Auteurswet 1912 dient men de daarvoor verschuldigde vergoedingen te voldoen
aan Stichting Reprorecht (postbus 3060, 2130 KB Hoofddorp, www.reprorecht.nl).
Voor het overnemen van gedeelte(n) uit deze uitgave in bloemlezingen, readers en
andere compilatiewerken (artikel 16 Auteurswet 1912) kan men zich wenden tot
Stichting PRO (Stichting Publicatie- en Reproductierechten Organisatie, postbus 3060,
2130 KB Hoofddorp, www.stichting-pro.nl).

*All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval
system, or transmitted, in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopy-
ing, recording, or otherwise, without the prior written permission of the publisher.*

ISBN (ebook) 978-90-01-84706-7

ISBN 978-90-01-80243-1

NUR 123

Woord vooraf bij de derde druk

Dit boek is het deel *Beschrijvende Technieken* uit de serie Toegepaste Statistiek. Aansluitend op dit boek is er het deel *Inductieve Technieken*.

De delen *Beschrijvende technieken* en *Inductieve technieken* zijn gebaseerd op de jarenlange ervaring van de drie auteurs in het geven van statistiekcolleges aan studenten in de sociale wetenschappen. Vergeleken met de eerdere edities is één auteur vervangen: K.T. Namesnik heeft de plaats ingenomen van G.L.H. van den Wittenboer. Ook zij geeft onderwijs in statistiek en methoden aan studenten in de sociale wetenschappen.

Studenten in de sociale wetenschappen zijn doorgaans meer geïnteresseerd in de toepassing van statistiek dan in de mathematische achtergronden van de statistische technieken. We hebben met deze voorkeur zo veel mogelijk rekening gehouden. Daarbij gaan we er van uit dat bij de analyse van sociaal-wetenschappelijke gegevens een computerprogramma wordt gebruikt. De nadruk ligt daardoor vooral op het begrijpen van de gedachtegang die aan de gepresenteerde technieken ten grondslag ligt, de selectie van een geschikte analysetechniek gegeven de vraagstelling en de voorliggende gegevens, en de correcte interpretatie en presentatie van de resultaten.

Voor de analyse van sociaal-wetenschappelijke gegevens zijn verschillende statistische programma's beschikbaar. Bij de eerste druk van *Beschrijvende technieken* in 1995 werd nog gebruikgemaakt van SPSS/PC+. In deze derde druk zijn de voorbeelden in SPSS/PC+ vervangen door voorbeelden in SPSS onder Windows, omdat dit in Nederland het meest gebruikte statistische pakket is. (De versie waarop wij ons hier baseren is versie 18.0.)

In de tekst wordt regelmatig aan het eind van een hoofdstuk aangegeven hoe een en ander met behulp van SPSS is te berekenen. De voorbeelden in de delen *Beschrijvende technieken* en *Inductieve technieken* zijn echter algemeen gehouden; de delen kunnen dus ook gebruikt worden door docenten die voor de analyses andere programma's zoals SAS of STATA gebruiken.

Nieuw is dat aan het eind van elk hoofdstuk een aantal opgaven worden gegeven die gemaakt kunnen worden om na te gaan of de betreffende stof is begrepen. Op de website www.toegepastestatistiek.noordhoff.nl staan de opgaven die voorheen in de werkboeken waren opgenomen. Op deze zelfde website staat ook een uitgebreide begrippenlijst met een korte beschrijving van elk begrip en met vermelding in welk hoofdstuk het betreffende begrip wordt behandeld. Ook een lijst met alle formules

uit Beschrijvende Technieken kan men op deze website vinden. Voorts zijn een aantal onduidelijke passages verbeterd in deze nieuwe druk en zijn voorbeelden geactualiseerd.

Hoofdstuk 6 (Een kansmodel voor frequentieverdelingen: de normale verdeling) en *hoofdstuk 7* (vorm van de verdeling en invloed van transformaties) zijn vervangen door een hoofdstuk over kansen en kansverdelingen en een hoofdstuk over de binomiale en normale verdeling. De stof van het oude hoofdstuk 7 zal in het deel Inductieve technieken worden opgenomen, en de stof van hoofdstuk 6 is verwerkt in het nieuwe hoofdstuk over de binomiale en normale verdeling. Deze twee nieuwe hoofdstukken zijn overgenomen uit het deel Inductieve Technieken.

Deze verschuivingen betekenen naar onze mening dat het deel Beschrijvende Technieken meer dan voorheen een voorbereiding is op de toetsende statistiek.

Hoewel het onderscheid tussen *Beschrijvende technieken* en *Inductieve technieken* een bepaalde volgorde van behandelen van de stof suggereert, is het geenszins onmogelijk om daar vanaf te wijken. Elke docent zal hier zijn eigen keuze bepalen. Voor u ligt thans het deel *Beschrijvende technieken*. Dit deel begint met een inleiding waarin de opzet van het boek beschreven wordt en waarin kort de inhoud van elk hoofdstuk wordt aangegeven. Het deel *Beschrijvende technieken* bevat de gebruikelijke technieken voor de beschrijving van cijfermatige gegevens. Daarnaast wordt aandacht geschonken aan de grafische mogelijkheden die SPSS biedt.

Bij de herziening hebben wij veel profijt gehad van kritische commentaren van gebruikers. Ook bij deze herziene druk houden wij ons aanbevolen voor op- en aanmerkingen.

A.A.J. van Peet
K.T. Namesnik
J.J. Hox
Utrecht, augustus 2010

Inhoud

- [Inleiding 7](#)
- 1 Plaats van de statistiek in het onderzoek 11**
 - 1.1 Fasen van onderzoek [13](#)
 - 1.2 Fase 2: meetbaar maken (operationaliseren) [14](#)
 - 1.3 Fase 3: steekproefopzet [15](#)
 - 1.4 Fase 4: verrichten van metingen en/of verzamelen van gegevens [16](#)
 - 1.5 Fase 5: beschrijven en analyseren van gegevens [19](#)
 - 1.6 Fase 6: formuleren van statistische conclusies [21](#)
 - 1.7 Fase 7: verband tussen resultaten en theorie [21](#)
[Samenvatting 22](#)
[Opgaven 23](#)
- 2 Operationaliseren en meten 27**
 - 2.1 Variabelen [29](#)
 - 2.2 Meetniveaus [32](#)
 - 2.3 Betekenis van meetniveaus [37](#)
 - 2.4 Betrouwbaar en valide meten [40](#)
[Samenvatting 48](#)
[Opgaven 49](#)
- 3 Frequentieverdelingen 53**
 - 3.1 Tabellen [55](#)
 - 3.2 Grafieken [62](#)
 - 3.3 Positie van een score in de frequentieverdeling [73](#)
 - 3.4 Frequentieverdeling verder ontleed [76](#)
[Samenvatting 81](#)
[Opgaven 82](#)
- 4 Centrummaten 87**
 - 4.1 Modus [89](#)
 - 4.2 Mediaan [95](#)
 - 4.3 Gemiddelde [100](#)
 - 4.4 Gebruik van centrummaten [106](#)
[Samenvatting 112](#)
[Opgaven 113](#)
- 5 Spreidingsmaten 117**
 - 5.1 Afwijkingsscores [119](#)
 - 5.2 Bereik [121](#)
 - 5.3 Interkwartielafstand en boxplot [122](#)
 - 5.4 Variantie en standaardafwijking [125](#)
 - 5.5 Lineaire transformaties [131](#)
 - 5.6 Slotopmerkingen [135](#)
[Samenvatting 138](#)
[Opgaven 139](#)
- 6 Kruistabellen 143**
 - 6.1 Opstellen en interpreteren van kruistabellen [145](#)
 - 6.2 Soorten kruistabellen [152](#)
 - 6.3 Kruistabellen bij ordinale variabelen of hoger [154](#)
[Samenvatting 157](#)
[Opgaven 158](#)

7 Correlatie en regressie 165

- 7.1 Spreidingsdiagram 167
- 7.2 Correlatiecoëfficiënt 171
- 7.3 Problemen bij de interpretatie van de correlatiecoëfficiënt 176
- 7.4 Lineaire regressie 182
- 7.5 Standaardschattingsfout 188
- 7.6 Verklaarde en niet-verklaarde variantie 191
 Samenvatting 195
 Opgaven 196

8 Betrouwbaarheid en validiteit van metingen 201

- 8.1 Betrouwbaarheid en validiteit 203
- 8.2 Klassieke betrouwbaarheids-theorie 209
- 8.3 Equivalentiecoëfficiënt 211
- 8.4 Test-hertestcoëfficiënt 213
- 8.5 Coëfficiënt van interne consistentie 214
- 8.6 Item-totaalcorrelaties en de coëfficiënt α 217
- 8.7 Betrouwbaarheid en testverlenging 221
- 8.8 Standaardmeetfout en betrouwbaarheidsinterval 223
- 8.9 Betrouwbaarheid en groep waaraan de test is afgenomen 225
- 8.10 Criteriumvaliditeit en correctie voor attenuatie 226
 Samenvatting 231
 Opgaven 232

9 Kansen en kansverdelingen 235

- 9.1 Steekproeftrekken met teruglegging en steekproeftrekken zónder teruglegging 236
- 9.2 Kansbegrip 237
- 9.3 Berekening van kansen 238
- 9.4 Kansverdelingen 251
- 9.5 Verwachte waarde en standaardafwijking van een kansverdeling 253
 Samenvatting 258
 Opgaven 259

10 Binomiale verdeling en normale verdeling 263

- 10.1 Binomiale verdeling 265
- 10.2 Verwachte waarde en standaardafwijking van de binomiale verdeling 273
- 10.3 Normale verdeling 277
- 10.4 Standaardnormale verdeling 282
- 10.5 Benadering van de binomiale verdeling door de normale verdeling 293
 Samenvatting 297
 Opgaven 298

Antwoorden opgaven 300

Literatuuropgave 309

Bijlage 1 Rechteroverschrijdingskansen in de standaardnormale verdeling 310

Bijlage 2 Gebruik van het somteken 313

Register 317

Inleiding

Dit boek behandelt de beschrijvende statistiek vanuit de visie dat in sociaalwetenschappelijk onderzoek de computer tegenwoordig altijd een belangrijke rol heeft. We houden in dit boek nadrukkelijk rekening met het feit dat alle statistische berekeningen met de computer worden uitgevoerd. Dat heeft consequenties voor de opzet. Gedetailleerd weten hoe iets moet worden uitgerekend, is minder belangrijk geworden.

Daar staat tegenover dat statistiekprogramma's meer mogelijkheden bevatten dan in de gebruikelijke leerboeken over statistiek wordt behandeld. Dit brengt het risico met zich mee dat onderzoekers de computer allerlei berekeningen kunnen laten uitvoeren zonder dat zij precies weten waar die voor dienen. Daarom is het des te belangrijker geworden om een breed overzicht te krijgen van de beschikbare statistische technieken, en van de aannames en beperkingen van die technieken.

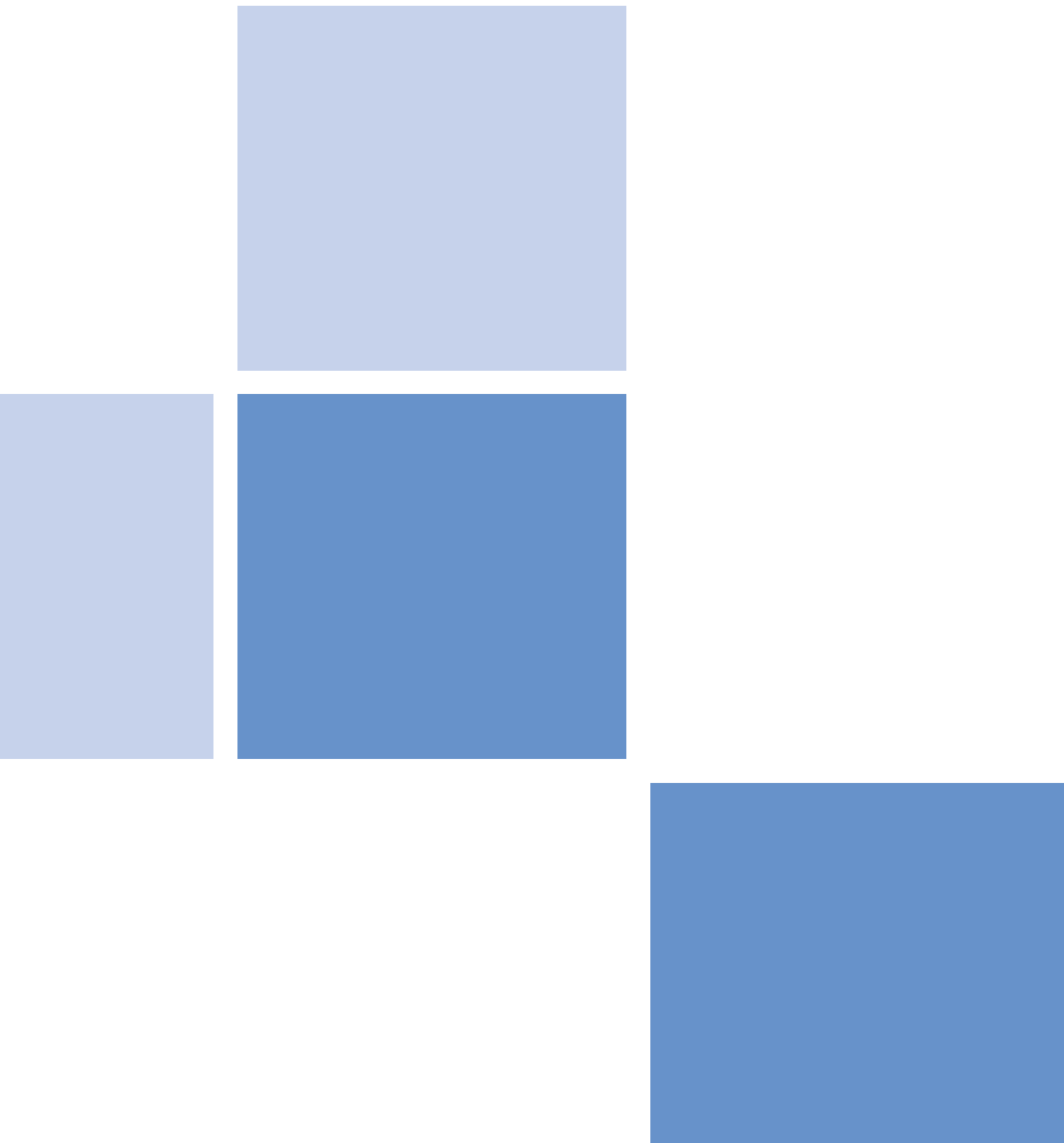
Handmatige berekeningen aan de hand van tabellen zijn niet meer nodig. De computer rekt alles uit aan de hand van de ingevoerde ruwe gegevens, en rekt daarbij in meer decimalen nauwkeurig dan een onderzoeker met pen en papier. Toch is het niet zo dat we de uitkomsten blindelings kunnen vertrouwen. Als we de computer geen deugdelijke dingen laten doen (en dat komt meer voor dan men denkt) krijgen we ook geen deugdelijke uitkomsten.

Hoewel we wat minder aandacht besteden aan de soms ondoorzichtige statistische berekeningsformules, blijft dit boek niettemin gelden als een leerboek voor beschrijvende statistiek. Het is geen handleiding voor de computer. Alle onderwerpen die normaliter in een boek voor beschrijvende statistiek aan de orde worden gesteld, komen ook hier terug. Het boek is opgezet als een leerboek. Dus zullen wij soms de berekeningen uitvoeren aan de hand van tabellen, al was het alleen maar om te laten zien waar verschillen bestaan tussen het handmatige rekenwerk en de computer. Dat betekent ook dat alle passages, de voorbeelden inclusief, nauwkeurig gelezen moeten worden en bij voorkeur moeten worden nagerekend, want de gehele tekst bevat informatie die voor een beter begrip van belang kan zijn.

Een aantal malen beschrijven wij wat we in SPSS moeten doen om een bepaald resultaat te krijgen. We baseren ons in deze editie op SPSS 18.0 voor Windows. Deze passages zijn aan het eind van elk hoofdstuk geplaatst. Om na te gaan of de stof van een bepaald hoofdstuk begrepen is, worden aan het eind van elk hoofdstuk een tiental opgaven gegeven. De antwoorden staan achterin het boek. Op de website

www.toegepastestatistiek.noordhoff.nl worden de uitwerkingen van de opgaven in het boek en nog veel meer opgaven gegeven.

De opbouw van het boek is als volgt. Elk hoofdstuk begint met een onderzoeksvoorbeeld waarvan de onderzoeksgegevens gebruikt worden om de stof in dat hoofdstuk toe te lichten. *Hoofdstuk 1* is een kort hoofdstuk waarin de plaats van de statistiek in het onderzoek wordt aangeduid. Uitgaande van een probleemstelling worden gegevens verzameld of metingen verricht, die na statistische analyse leiden tot een conclusie over het onderzoeksprobleem. In het daaropvolgende hoofdstuk (*hoofdstuk 2*) gaan we op een niet-technische wijze verder in op een aantal problemen rond 'meten' in de sociale wetenschappen. *Hoofdstuk 3* behandelt tabellen en grafieken die gebruikt worden om frequentieverdelingen weer te geven. De daarop volgende *hoofdstukken 4 en 5* gaan over statistische maten voor het centrum en de spreiding. *Hoofdstuk 6* gaat over kruistabellen, en *hoofdstuk 7* over correlatie en regressie. Met andere woorden, wat de samenhang is tussen variabelen en hoe je op grond van het resultaat op de ene variabele het resultaat op een andere variabele kunt voorspellen. *Hoofdstuk 8* gaat opnieuw over operationaliseren en meten, maar nu worden de begrippen betrouwbaarheid en validiteit van metingen op een meer technische wijze behandeld. In feite is *hoofdstuk 8* daarmee een korte inleiding in de klassieke testtheorie. *Hoofdstuk 9* gaat over kansen en kansverdelingen en in *hoofdstuk 10* wordt aan de hand van de binomiale en normale verdeling uitgelegd hoe kansrekening kan worden toegepast bij een specifiek probleem, zoals het schatten van de kans om voor een tentamen te slagen door puur te gokken. Hoofdstuk 9 en 10 leggen de basis voor de toetsende statistiek die in het deel Inductieve technieken behandeld wordt.



1

Plaats van de statistiek in het onderzoek

- 1.1 Fase 1: formuleren van een vraagstelling, een probleem of een theorie
- 1.2 Fase 2: meetbaar maken (operationaliseren)
- 1.3 Fase 3: opstellen van een steekproefopzet
- 1.4 Fase 4: verrichten van metingen en/of verzamelen van gegevens
- 1.5 Fase 5: beschrijven en analyseren van gegevens
- 1.6 Fase 6: formuleren van statistische conclusies
- 1.7 Fase 7: verband leggen tussen resultaten en theorie

Statistiek speelt een belangrijke rol bij het verzamelen, samenvatten en interpreteren van gegevens in empirisch onderzoek. Dit geldt voor de beschrijvende statistiek, waarin we proberen de verzamelde gegevens zo goed mogelijk weer te geven. Het geldt ook voor de toetsende statistiek, waarin we proberen uit een (kleine) steekproef conclusies te trekken over de (veel grotere) populatie waaruit deze steekproef afkomstig is. In dit boek ligt de nadruk op de beschrijvende statistiek. Om duidelijk te maken waar in het onderzoek beide vormen van statistiek aan de orde komen, zullen we aan de hand van de casus het hele onderzoekstraject beschrijven.

Onderzoeksvraag 13

Onderzoekshypothese 13

Variabelen 14

Populatie 14

Operationaliseringsfase 14

Steekproef 15

Datamatrix 17

Onderzoekseenheden 17

Codeboek 18

Frequentieverdeling 20

Beschrijven 20

Empirische cyclus 21

Zijn jongens echt beter in wiskunde dan meisjes?

Jongens halen in het algemeen hogere cijfers voor wiskunde dan meisjes, hoewel de verschillen de laatste jaren kleiner worden. Jongens kiezen vaker dan meisjes opleidingen waarin wiskunde een belangrijke rol speelt. Mannen zijn oververtegenwoordigd in beroepen waarin veel wiskunde gebruikt wordt. Er is dan ook een theorie die stelt dat de verschillen in wiskundeprestaties tussen jongens en meisjes voor een deel door genetische factoren bepaald worden. Deze theorie kent voorstanders en tegenstanders.

Op algemene intelligentietests is de gemiddelde score van jongens gelijk aan

die van meisjes. Maar dit sluit niet uit dat op deelgebieden, zoals wiskunde, verschillen tussen jongens en meisjes wel deels genetisch bepaald zijn.

Maar één ding is zeker, een theorie die stelt dat de verschillen in wiskundeprestaties tussen jongens en meisjes voor een deel door genetische factoren bepaald worden, zal moeten worden bevestigd of verworpen door onderzoek en niet door een referendum waarbij de meeste stemmen gelden. De vraag is nu: Hoe zou een onderzoek dat de juistheid van deze theorie wil toetsen moeten worden opgezet en welke fasen kunnen we daarbij onderscheiden?

1.1 Fasen van onderzoek

We kunnen in een onderzoek een aantal onderzoeksfasen onderscheiden. Verschillende handboeken maken daarbij iets andere indelingen, maar in grote lijnen komen ze overeen met de indeling die wij hier geven. Het onderscheid in fasen dient hier alleen om de plaats van de statistiek in onderzoek duidelijk te maken en daarom blijft de indeling in onderzoeksfasen zeer globaal. Voor een meer gedetailleerde uitwerking wordt verwezen naar de diverse handboeken (bijvoorbeeld Boeijs et al, 2009; Swanborn, 2009).

Het gaat om de volgende fasen:

- fase 1: formuleren van een vraagstelling, een probleem of een theorie;
- fase 2: meetbaar maken (operationaliseren);
- fase 3: opstellen van een steekproefopzet;
- fase 4: verrichten van metingen en/of verzamelen van gegevens;
- fase 5: beschrijven en analyseren van gegevens;
- fase 6: formuleren van statistische conclusies;
- fase 7: verband leggen tussen resultaten en theorie.

We behandelen de fasen aan de hand van de casus. Om dit zo eenvoudig mogelijk te houden, worden naast de sekse geen andere factoren in de beschouwing betrokken, anders raakt het overzicht al snel verloren. In een 'echt' onderzoek zouden uiteraard veel meer factoren worden onderzocht.

Fase 1: vraagstelling, probleem, theorie

Goed onderzoek begint met een onderzoeksvraag. Dit is de vraag waarop we in het onderzoek een antwoord willen krijgen. In ons voorbeeld is de vraag of jongens en meisjes verschillen in aanleg voor wiskunde.

Dit leidt ons tot de (in dit geval voor de hand liggende) onderzoeksvraag:

'Hebben jongens meer aanleg voor wiskunde dan meisjes?'

Hoewel deze vraag een goed startpunt vormt om een onderzoek mee te beginnen, kunnen we in dit geval nog een stap verder gaan. Als de theorie juist is, kunnen we daar een uitspraak uit afleiden die een antwoord geeft op de gestelde onderzoeksvraag. Zo'n voorlopig antwoord op een onderzoeksvraag noemen we in onderzoekstermen ook wel een *onderzoekshypothese*. Bij het onderzoek naar wiskunde-aanleg luidt deze hypothese:

'Jongens hebben meer aanleg voor wiskunde dan meisjes.'

Het onderzoek spitst zich nu toe op de vraag of de geformuleerde onderzoekshypothese houdbaar is, ook nadat we de te verzamelen gegevens hebben geanalyseerd. Als de onderzoekshypothese niet houdbaar is, dan moet de theorie waaruit de uitspraak is afgeleid worden gewijzigd of moet deze misschien zelfs helemaal worden verworpen.

Onderzoeksvraag

Onderzoekshypothese

Blijkt de hypothese houdbaar, dan handhaven we de theorie totdat uit verder onderzoek blijkt dat deze alsnog moet worden bijgesteld.

Een onderzoekshypothese, en als het goed is ook de onderzoeksvraag, wordt gesteld in termen van meetbare kenmerken die variatie vertonen, die dus niet voor alle personen in het onderzoek hetzelfde zijn. We spreken daarom van variabelen. In hoofdstuk 2 zien we dat het daarbij steeds om kenmerken gaat waarop de onderzochte personen van elkaar kunnen verschillen. In ons geval zijn dat 'seksen' en 'aanleg voor wiskunde'.

De variabele waarop we de verschillen verwachten (de wiskundeaanleg) heet hierbij de afhankelijke variabele, omdat de waarden van deze variabele volgens de hypothese afhankelijk zijn van de waarden van de andere variabele (hier seksen). Dit laatste kenmerk (seksen) heet de onafhankelijke variabele, omdat de waarden juist niet afhankelijk zijn van de waarden van de andere variabele. In het algemeen is het zo dat we met behulp van statistiek willen onderzoeken of onafhankelijke variabelen invloed hebben op afhankelijke variabelen.

Vanuit statistisch oogpunt merken we op dat de waarden van de onafhankelijke variabele (hier 'jongen' en 'meisje') bepalen welke populaties in het onderzoek betrokken zullen worden. De hypothese geldt voor twee groepen, namelijk 'alle jongens' en 'alle meisjes'. Alle leden van een groep waarvoor de hypothese geldt, heet de *populatie*. We kunnen onze hypothese dan ook formuleren als een uitspraak over een verschil tussen twee populaties: een populatie van jongens en een populatie van meisjes.

Variabelen

Populatie

1.2 Fase 2: meetbaar maken (operationaliseren)

Om na te kunnen gaan of de hypothese die we uit de theorie hebben afgeleid juist is, moeten we de begrippen in die hypothese meetbaar maken. 'Meetbaar maken' wil zeggen dat precies wordt aangegeven hoe we de verschillende waarden van de gebruikte begrippen in dit onderzoek vaststellen. We noemen dit ook wel het operationaliseren van begrippen; daarom heet deze onderzoeksfase ook wel de *operationaliseringsfase*. Hoewel een nadere toelichting in hoofdstuk 2 en hoofdstuk 8 volgt, proberen we ter illustratie alvast de begrippen uit de hiervoor geformuleerde hypothese te operationaliseren.

Het eerste begrip waar het in de hypothese om gaat, is het kenmerk 'seksen'. Meestal is eenvoudig vast te stellen of iemand een jongen of een meisje is. We kunnen afspreken dat we de seksen meten door uit de schooladministratie over te nemen of een bepaalde leerling een jongen of een meisje is, waarbij we jongens aangeven met 'j' en meisjes met 'm'.

Een aansluitend probleem is echter de vraag voor welke leeftijdsgroep de hypothese is bedoeld. Voor alle leeftijden? Voor 8- tot 12-jarigen? Voor 12- tot 16-jarigen? Er zal hier een keuze moeten worden gemaakt, bijvoorbeeld dat de uitspraak niet voor alle leeftijden geldig is, maar dat we beginnen met na te gaan of de uitspraak klopt voor 12- à 13-jarigen: leerlingen van de brugklas bijvoorbeeld.

Operationaliseringsfase

Het tweede begrip is ‘*wiskundeaanleg*’. Eigenlijk zijn dit al twee begrippen: ‘wiskunde’ en ‘aanleg’. Wat verstaan we onder ‘wiskundeaanleg’ en hoe kan ‘wiskundeaanleg’ worden gemeten? Moeilijke vragen als: ‘Welke wiskunde?’ of ‘Wat is aanleg?’ moeten dan worden beantwoord. Er moeten bij de operationalisatie keuzen worden gemaakt, bijvoorbeeld dat onder ‘wiskunde’ de wiskunde wordt verstaan die in de brugklas wordt behandeld, en dat als operationalisatie voor ‘wiskundeaanleg’ de gemiddelde uitslag op vier voor iedere leerling gelijke wiskundeproefwerken wordt genomen (één in de herfst, één met de kerst, één voor Pasen en één tegen het eind van het schooljaar).

Op basis van de voorgaande operationalisaties wordt de onderzoekshypothese dus de hypothese dat jongens van 12 à 13 jaar uit de brugklas een hogere gemiddelde uitslag op de wiskundeproefwerken behalen dan meisjes van 12 à 13 jaar uit de brugklas.

De begrippen waar het om gaat zijn nu meetbaar gemaakt; de begrippen zijn *geoperationaliseerd*. De operationalisatie van het begrip ‘wiskundeaanleg’ is niet erg goed, er is veel kritiek op mogelijk. Zo weerspiegelt een proefwerkcijfer niet alleen ‘aanleg’, maar ook ‘ijver’. Een ‘proefwerkcijfer voor wiskunde’ is waarschijnlijk niet erg *valide* voor het begrip ‘wiskundeaanleg’ (zie hoofdstuk 2). Een van de belangrijkste problemen, en daarmee heel vaak een strijdpunt binnen de sociale wetenschappen, is het operationaliseren van de begrippen uit een theorie.

Overigens, als met deze korte bespreking van het begrip ‘operationaliseren’ de indruk is gewekt dat operationalisatie van een begrip beperkt blijft tot de constructie van een meetinstrument in de vorm van een vragenlijst of een toets, dan is dit onterecht. ‘Operationaliseren’ kan ook verwijzen naar een experimentele ingreep in een experimenteel onderzoek. Voorbeelden hiervan zijn het begrip ‘assertiviteitstraining’ in een nieuwe cursus die we willen evalueren, of het experimenteel opwekken van ‘angst’ in bepaalde situaties, of welke andere experimentele ingreep dan ook. Ook voor experimenteel onderzoek geldt, dat wanneer we kunnen aangeven wat de ingreep in psychologische of sociale termen betekent, het statistische probleem meestal eenvoudiger wordt. In de hoofdstukken 2 en 8 komen we op het begrip ‘operationaliseren’ terug.

1.3 Fase 3: steekproefopzet

Na het doorlopen van de eerste twee fasen, gaan we de gegevens verzamelen. De vraag is: bij *wie* gaan we de gegevens verzamelen? Het zal duidelijk zijn dat we niet alle jongens en meisjes uit de brugklassen van alle scholen in Nederland kunnen nemen. Het totaal aantal kinderen in beide populaties is daarvoor veel te groot. We moeten daarom met steekproeven uit deze populaties werken.

Een *steekproef* is dat deel van de populatie dat daadwerkelijk wordt onderzocht.

Steekproef

Een aselechte steekproef is een steekproef waarbij de elementen door 'toeval' geselecteerd worden uit de populatie, meestal zó dat elk element een gelijke kans heeft om in de steekproef te worden opgenomen. De resultaten van een aselechte steekproef kunnen met een bepaalde zekerheid voor de gehele populatie gelden (*generaliseren*). Bij een *niet-aselechte steekproef* is het vaak onduidelijk of en in hoeverre de resultaten van die steekproef naar de populatie gegeneraliseerd kunnen worden. In het deel *Inductieve Technieken* komen we nog uitgebreid hierop terug, daar wordt ook de vraag behandeld wanneer een steekproef *representatief* is voor de populatie (de populatie 'weerspiegelt').

Maar hoeveel en welke steekproeven nemen we, en hoe groot? Ook hier zijn weer verschillende keuzen nodig, waarbij de statistiek behulpzaam kan zijn om tot een keuze te komen. We moeten daarbij alleen niet verwachten dat altijd een enkel en ondubbelzinnig antwoord op de vragen kan worden gegeven. Soms is daar informatie voor nodig die (nog) niet aanwezig is en juist uit het geplande onderzoek moet komen. Vaak echter valt binnen ruime marges op basis van statistische kennis wel een advies te formuleren. Zo zou het advies hier kunnen zijn om op basis van 'toeval' 40 scholen te selecteren uit de scholen met brugklassen in Nederland en daarvan de brugklasleerlingen de vier proefwerken te laten maken. Wanneer we aannemen dat in elke brugklas ongeveer evenveel jongens als meisjes zitten en wanneer we twee brugklassen per school nemen met ongeveer 30 leerlingen per klas, krijgen we zo een steekproef van ongeveer 1 200 jongens en 1 200 meisjes. De vraag of we op deze manier een aselechte steekproef krijgen, valt buiten het kader van dit boek. Erg waarschijnlijk is het niet, al was het alleen maar vanwege het feit dat sommige brugklassen op sommige scholen veel meer jongens bevatten dan meisjes en vice versa.

1.4 Fase 4: verrichten van metingen en/of verzamelen van gegevens

Voor het verrichten van metingen of het verzamelen van gegevens zijn verschillende methoden ontwikkeld. Enkele bekende methoden zijn:

- interview
- vragenlijst
- test/toets/proefwerk
- observatie
- experiment
- archiefonderzoek

Aangezien veel van deze methoden in allerlei handboeken worden behandeld (bijvoorbeeld Boeije et al, 2009; Swanborn, 2009), gaan we er hier niet verder op in. Afhankelijk van het karakter van een onderzoek gaat de voorkeur uit naar één of meer methoden en technieken. De onderzoeker moet wel een expliciete keuze maken. Bij ons voorbeeld is duidelijk dat we te maken hebben met de categorie test/toets/proefwerk.

Nadat we de proefwerken hebben afgenomen, beschikken we over de cijfers van vier proefwerken van ongeveer 2 400 leerlingen. Om de bespreking van de plaats van statistiek in het onderzoek te ingewikkeld te maken, bespreken we in dit voorbeeld alleen de cijfers van de brugklassen van één bepaalde school.

Datamatrix

Meestal beginnen we met de gegevens systematisch weer te geven met behulp van een computerprogramma als SPSS¹ in een *datamatrix*. Een datamatrix is een tabel, zoals tabel 1.1, waarin de onderzoeksgegevens systematisch zijn weergegeven. Om zo'n tabel te kunnen maken, moeten we eerst weten wat de onderzoekseenheden en de relevante variabelen zijn. Meestal volgen deze rechtstreeks uit de probleemstelling en de operationalisaties. De onderzoekseenheden zijn de eenheden waar het onderzoek over gaat; meestal zijn dat personen, maar een onderzoek kan zich natuurlijk ook richten op bijvoorbeeld klassen of scholen. In ons voorbeeld zijn de onderzoekseenheden de leerlingen uit de brugklas. In tabel 1.1 staan de onderzoekseenheden op de regels, zoals meestal het geval is. Elke regel bevat de gegevens van één onderzoekseenheid (van één leerling). De variabelen zijn: sekse en de vier proefwerk cijfers van de wiskunde-proefwerken; zij staan in de kolommen en ook dat is meestal zo.

Merk op dat leerling Diederik met Pasen geen proefwerk heeft gemaakt, zodat daar een cijfer ontbreekt. Dit noemen we een *ontbrekende waarde*. Omdat de meeste computerprogramma's voor statistiek in het Engels geschreven zijn, gebruiken we hiervoor vaak de Engelse term *missing value*. Ontbrekende waarden komen in onderzoek dikwijls voor. Bij een schoolonderzoek kan een leerling tijdens het onderzoek ziek zijn geweest. Bij vragenlijsten komt het dikwijls voor dat respondenten één of meer vragen overslaan, per ongeluk, of omdat ze op een bepaalde vraag geen antwoord willen geven. In de meeste computerprogramma's kunnen we met een speciale code aangeven wanneer een variabele een 'ontbrekende waarde' heeft. In het veel gebruikte statistiekprogramma SPSS kunnen we ook niets invullen, het programma vult dan zelf de zogenoemde 'system missing value' in. Bij de analyses houdt het computerprogramma vervolgens automatisch rekening met de aanwezigheid van ontbrekende waarden. Meestal komt dat er op neer dat de betreffende persoon bij de berekeningen wordt overgeslagen.

Datamatrix

Onderzoekseenheden

1 SPSS (= Statistical Package of the Social Sciences). Dit programma wordt aan vele universiteiten gebruikt. De datamatrix van SPSS kan overigens gemakkelijk worden geïmporteerd in het programma Excel en andersom.

TABEL 1.1 Datamatrix met gegevens van brugklasleerlingen

Nr.	Naam	Sekse	Proefwerkcijfers			
			Herfst	Kerstmis	Pasen	Eind
1	Sofie	j	8	7	9	8
2	Petra	m	5	7	7	6
.
.
.
29	Diederik	m	5	5	-	4
.
.
.
45	.	.	.	.	.	.

De sekse van de leerling is in tabel 1.1 aangegeven met 'j' en 'm'. Vaak zullen de waarden van de variabelen *getallen* zijn (bijvoorbeeld proefwerkcijfers die kunnen lopen van 1 tot en met 10).

Maar de datamatrix kan ook variabelen bevatten met *kwalitatieve categorieën* als waarden. Voorbeelden hiervan zijn de termen 'jongen' en 'meisje', of het lidmaatschap van typen sportverenigingen, zoals roeien, tennissen, voetballen en hockeyen (zie hoofdstuk 2 van dit boek waar de *nominale meetschaal* wordt behandeld).

Het is meestal het handigst om in de datamatrix voor de waarden uitsluitend getallen te gebruiken, zeker als we daarna allerlei statistische berekeningen willen uitvoeren. In een onderzoek stellen we daarom meestal eerst een *codeboek* op. Hierin leggen we vast welke variabelen we onderscheiden. Wanneer we bijvoorbeeld een vragenlijst afnemen, hoeft niet elke vraag tot slechts één variabele te leiden, dat kunnen er meer zijn. Andersom kan ook: meer vragen kunnen tot slechts één variabele leiden. Verder noteren we welke waarden we bij elke variabele kunnen krijgen. In het codeboek moeten we terug kunnen vinden welke variabelen bij welke vragen horen en welke waarden bij elke variabele worden gebruikt. In tabel 1.1 vervangen we de namen door een uniek identificatienummer (id-nummer), 101 voor Sofie, 102 voor Petra enzovoort. (Dit is niet alleen handiger voor de computer, maar ook goed om de privacy van de gegevens te garanderen.) Verder veranderen we in de kolom 'sekse' de 'j' van jongens door een 1 en de 'm' van meisjes door een 2. Voor de *missing value* vullen we óf niets in óf we nemen een getal dat niet als 'echte' waarde kan voorkomen bij de betreffende variabele, bijvoorbeeld 99. De datamatrix komt er dan uit te zien als tabel 1.2.

Codeboek

TABEL 1.2 Datamatrix met gecodeerde gegevens van brugklasleerlingen (datamatrix)

Nr.	Id-nummer	Sekse	Proefwerkcijfers			
			Herfst	Kerstmis	Pasen	Eind
1	101	1	8	7	9	8
2	102	2	5	7	7	6
.
.
.
29	129	2	5	5	99	4
.
.
.
45	.	.	.	.	.	.

In tabel 1.2 is de kolom 'Nr.' een kolom die door het programma SPSS wordt 'bijgehouden' en niet door de onderzoeker hoeft te worden ingevoerd. De kolom 'Id-nummer' kan soms worden weggelaten of kan nummers bevatten die op een bepaalde manier zijn opgebouwd en/of van elders (bijvoorbeeld uit een ander bestand) zijn overgenomen.

Tabel 1.2 heet de *datamatrix*. Het is een tabel die de gegevens bevat in de vorm waarin ze kunnen worden bewerkt. Om tot uitdrukking te brengen dat er nog geen bewerkingen op zijn uitgevoerd (er zijn bijvoorbeeld nog aantallen geteld of gemiddelden berekend), wordt de datamatrix soms de '*tabel van ruwe gegevens*' of kortweg 'de ruwe datamatrix' genoemd. Vaker worden de namen 'databestand', 'datamatrix' of in het Engels '*datafile*' gebruikt. Voordat de datamatrix in verdere analyses mag worden gebruikt, moet deze eerst uitvoerig worden gecontroleerd op mogelijke fouten. Zo mogen in de kolom voor de variabele '*sekse*' alleen de cijfers 1 en 2 voorkomen; staat er een 10 of een 20, dan is dat dus een (invoer-)fout. De kolommen voor de proefwerkcijfers mogen alleen cijfers bevatten die lopen van 1 tot en met 10 of het getal 99, wanneer dat getal als missing value wordt gebruikt. Wanneer er fouten ontdekt worden, is het handig wanneer het identificatienummer gebruikt kan worden om de oorspronkelijke vragenlijst of het scoreformulier terug te vinden, zodat nagegaan kan worden of er misschien een tikfout is gemaakt bij het invoeren.

1.5 Fase 5: beschrijven en analyseren van gegevens

In deze fase van het onderzoek worden de gegevens op statistische wijze beschreven en geanalyseerd. Omdat de datamatrix als tabel van ruwe gegevens meestal weinig overzichtelijk is, leiden we er daarom andere – meer overzichtelijke – tabellen uit af. Een van de tabellen die

Frequentieverdeling

we er bijvoorbeeld uit kunnen afleiden, is de *frequentieverdeling* van een variabele die in hoofdstuk 3 uitgebreid ter sprake komt. In tabel 1.3 is de frequentieverdeling van de variabele 'seksse' weergegeven. Deze variabele heeft de waarden '1 (= jongen)' en '2 (= meisje)' en daarachter staan de aantallen (frequenties) vermeld waarmee deze waarden voorkomen.

TABEL 1.3 Frequentieverdeling seksse

Sekse	f
1 jongen	25
2 meisje	20
Totaal	45

Tabel 1.3 geeft eenvoudigweg het aantal jongens en meisjes weer in de brugklassen die we bestuderen. De aantallen die bij de diverse waarden horen, worden meestal aangeduid met de f (van 'frequentie'). Voor het totale aantal waarnemingen (hier 45) gebruiken we vaak de letter n (van het Engelse woord 'number').

Een geheel ander voorbeeld van een overzichtelijke tabel is te vinden in tabel 1.4. Ook deze tabel kan uit de datamatrix worden afgeleid.

TABEL 1.4 Gemiddelde proefwerkcijfers

	Herfst	Kerstmis	Pasen	Eind	Totaal
1 jongen	6,5	6,3	6,2	6,6	6,5
2 meisje	5,6	6,3	6,0	6,0	6,0

Uit tabel 1.4 kunnen we aflezen dat het gemiddelde wiskundecijfer met de herfst voor jongens gelijk was aan 6,5 en voor meisjes gelijk aan 5,6 enzovoort.

Beschrijven

Wat we zojuist hebben gedaan, heet *beschrijven*. 'Beschrijven' is het op een informatieve wijze weergeven van de gegevens zonder al conclusies te trekken. Dat op een informatieve wijze weergeven, kunnen we doen via een tabel met de frequentieverdeling of via het berekenen van een gemiddelde. Aangezien er talloze manieren zijn waarop we de gegevens kunnen weergeven, is het aan te bevelen om hiervoor van tevoren een analyseplan op te stellen. In het analyseplan geven we aan hoe we de gegevens gaan analyseren en weergeven, bijvoorbeeld via frequentie-tabellen en gemiddelden.

1.6 Fase 6: formuleren van statistische conclusies

In deze fase worden de statistische conclusies geformuleerd. We vonden als gemiddeld proefwerkcijfer voor de jongens 6,5 en voor de meisjes 6,0 (zie kolom 'Totaal' in tabel 1.4). Betekent dit verschil echt iets (is er sprake van een werkelijk verschil tussen de populaties van jongens en van meisjes) of berust het slechts op toeval? De gegevens in de datamatrix zijn immers afkomstig van slechts één enkele school. Zou het kunnen dat we in onze steekproef toevallig een aantal slecht op wiskunde georiënteerde meisjes en juist beter op wiskunde georiënteerde jongens hebben onderzocht? Dit is het soort vragen waar de toetsende statistiek een antwoord op geeft. Voor de *toetsende statistiek* (andere namen zijn: generaliserende, inferentiële of inductieve statistiek) is de belangrijkste vraag: In hoeverre zijn de resultaten die we in de steekproef hebben gevonden ook geldig voor de gehele populatie? Met andere woorden, kunnen we uit het onderzoek van onze steekproef concluderen dat voor *alle* jongens en meisjes van 12 à 13 jaar uit de brugklassen in Nederland geldt dat jongens gemiddeld hogere cijfers behalen voor wiskunde dan meisjes? De toetsende statistiek wordt in dit boek verder niet behandeld (zie hiervoor het deel *Inductieve Technieken* in deze reeks).

1.7 Fase 7: verband tussen resultaten en theorie

Nadat de statistische conclusies zijn geformuleerd, worden de resultaten in verband gebracht met de theorie. Als het verschil tussen 6,5 en 6,0 bijvoorbeeld geen echt verschil is, maar op toeval berust, dan moeten we zo'n conclusie 'verwerken' in de theorie. Dat 'verwerken' kan inhouden dat de theorie moet worden gewijzigd, ingeperkt of zelfs verworpen. Als we de theorie naar aanleiding van een onderzoek wijzigen of inperken (bijvoorbeeld door te stellen dat de theorie niet geldt voor 12- à 13-jarigen, maar wel voor oudere leerlingen), dan kan de gewijzigde theorie weer het begin zijn van nieuw onderzoek. Op deze wijze gaat de zevende fase weer over in de eerste fase van een vervolgonderzoek. Deze herhaling van onderzoeksfasen wordt ook wel de *empirische cyclus* genoemd.

**Empirische
cyclus**

Niet alle hiervoor beschreven onderzoeksfasen komen in elk onderzoek voor. Het is heel goed mogelijk dat een onderzoek zich beperkt tot één fase, of tot slechts enkele fasen. Zo beperkt een beschrijvend onderzoek zich vaak tot het verzamelen en beschrijven van de gegevens, zonder dat er wordt gegeneraliseerd. Voor een uitgebreidere beschrijving van de verschillende typen onderzoek wordt verwezen naar Boeijs (2009).

Samenvatting

1

-
- ▶ In dit hoofdstuk worden zeven onderzoeksfasen beschreven.
 - ▶ In fase 1 wordt de onderzoeksvraag geformuleerd. Vaak willen we met behulp van statistiek nagaan of onafhankelijke variabelen invloed hebben op afhankelijke variabelen.
 - ▶ In fase 2 worden de begrippen in de hypothese geoperationaliseerd.
 - ▶ In fase 3 geven we aan bij wie we de gegevens gaan verzamelen: de steekproefopzet.
 - ▶ In fase 4 verzamelen we de gegevens, verrichten we de metingen en brengen de resultaten onder in een datamatrix.
 - ▶ In fase 5 beschrijven en analyseren we de gegevens.
 - ▶ In fase 6 formuleren we de statistische conclusies.
 - ▶ In fase 7 ten slotte geven we de consequenties aan van de resultaten voor de theorie.
-

Opgaven

-
- 1.1** 'Leerlingen die opdrachten maken in groepjes, halen hogere scores op de geschiedenistoets dan leerlingen die alleen frontaal les krijgen.'
- Wat is in deze hypothese de afhankelijke variabele?
- a** het frontaal les krijgen
 - b** het werken in groepjes
 - c** de scores op de geschiedenistoets
- 1.2** Welke van de volgende uitspraken is juist?
- I De relatie tussen een begrip en de daarvan afgeleide operationele definitie is strikt logisch.
 - II Een goede operationalisatie laat aan de gebruiker van een instrument over hoe de scores worden vastgesteld.
- a** I is juist en II is onjuist
 - b** I is onjuist en II is juist
 - c** I en II zijn beide juist
 - d** I en II zijn beide onjuist
- 1.3** Een hypothese luidt:
'Het hoogste opleidingsniveau van ouders van gezinnen met vijf of meer kinderen is over het algemeen lager dan dat van ouders met vier of minder kinderen.'
- Wat is in deze hypothese de:
- a** afhankelijke variabele?
 - b** onafhankelijke variabele?
 - c** onderzoekseenheid?
- 1.4** Een hypothese luidt:
'Ouders met een hoger opleidingsniveau hebben minder kinderen dan ouders met een lager opleidingsniveau.'
- Wat is in deze hypothese de:
- a** afhankelijke variabele?
 - b** onafhankelijke variabele?
 - c** onderzoekseenheid?
- 1.5** Is het mogelijk dat een variabele, die in de ene hypothese als een onafhankelijke variabele functioneert, in een andere hypothese als een afhankelijke variabele wordt gebruikt?
-

- 1.6** In welke fase van een onderzoek hoort het verwerpen van een hypothese thuis?
- a** ontwerpfase
 - b** dataverzameling
 - c** data-analyse
 - d** rapportage
- 1.7** Twee beweringen luiden als volgt:
- I Intelligentie is de mate waarin een persoon 'denkmethoden' beheerst.
 - II Intelligentie is de score op de Wechsler Adult Intelligence Scale.
- Welke bewering is een operationele definitie?
- a** alleen bewering I is een operationele definitie
 - b** alleen bewering II is een operationele definitie
 - c** beide beweringen zijn operationele definities
 - d** geen van de twee beweringen is een operationele definitie
- 1.8** Na het afronden van een onderzoeksproject rapporteren de onderzoekers dat een bepaalde meststof de groei van tomaten doet toenemen.
- Waarop heeft deze mededeling betrekking?
- a** Een beschrijvende bewering die alleen van toepassing is op de tomatenplanten die bestudeerd zijn in het onderzoek.
 - b** Een conclusie die gebaseerd is op onderzoek van de populatie.
 - c** Een conclusie die gebaseerd is op de bestudering van een steekproef.
- 1.9** Operationaliseer de begrippen in de volgende onderzoeksvraag: Presteren kinderen in groep 8 die populair gevonden worden door andere kinderen, beter dan kinderen die minder populair gevonden worden?
- 1.10** Operationaliseer de begrippen in de volgende onderzoeksvraag: Zijn de rekenvaardigheden van leraren gedaald de afgelopen jaren?