

Boom

STATISTIEK IN STAPPEN

4E DRUK

NEL VERHOEVEN



Kernformules hoofdstuk 2 t/m 6

Hoofdstuk 2

steekproefgemiddelde

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n}$$

populatievariantie

$$\sigma^2 = \frac{\sum (x_i - \mu)^2}{N}$$

steekproefvariantie

$$s^2 = \frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n - 1}$$

populatie standaardafwijking

$$\sqrt{\sigma^2} = \sigma$$

steekproef standaardafwijking

$$\sqrt{s^2} = s$$

Hoofdstuk 4

combinatie

permutatie

$$\binom{n}{x} = \frac{n!}{x!(n-x)!} \quad n!$$

hypergeometrische kansverdeling

$$P(X = x) = \frac{\binom{M}{x} \binom{N-M}{n-x}}{\binom{N}{n}}$$

binomiale kansverdeling

$$P(X = x) = \binom{n}{x} p^x (1-p)^{n-x}$$

rekenprincipe normale kansverdeling

$$z = \frac{x - \mu}{\sigma}$$

Hoofdstuk 5

betrouwbaarheidsinterval gemiddelde bij bekende populatievariantie

$$\bar{x} \pm z_{\text{kritiek}} \left(\frac{\sigma}{\sqrt{n}} \right)$$

betrouwbaarheidsinterval gemiddelde met *onbekende* populatievariantie

$$\bar{x} \pm t_{\text{kritiek}} \left(\frac{s}{\sqrt{n}} \right)$$

betrouwbaarheidsinterval proportie

$$p \pm z_{\text{kritiek}} \left(\sqrt{\frac{p(1-p)}{n}} \right)$$

Hoofdstuk 6

ongepaarde z-toets

$$\frac{\bar{x} - \mu}{\frac{\sigma}{\sqrt{n}}}$$

ongepaarde t-toets

$$\frac{\bar{x} - \mu}{\frac{s}{\sqrt{n}}}$$

gepaarde t-toets

$$t = \frac{\bar{x}_d - \text{nulhypothese}}{\frac{s_d}{\sqrt{n}}}$$

z-toets voor verschillen tussen twee populaties

$$z = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}}$$

t-toets voor verschillen tussen twee populaties

$$t = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}} \quad \text{met } df = (n_1 + n_2 - 2)$$

t-toets voor verschillen tussen twee populaties, correctie vrijheidsgraden

$$df = \frac{(V_1 + V_2)^2}{\frac{V_1^2}{n_1 - 1} + \frac{V_2^2}{n_2 - 1}} \quad \text{met } V_1 = \frac{s_1^2}{n_1} \text{ en } V_2 = \frac{s_2^2}{n_2}$$

Statistiek in stappen

Voor Roosmarijn

Statistiek in stappen

Nel Verhoeven

Vierde druk

Boom

inclusief website!



Met behulp van onderstaande unieke activeringscode kun je een studentaccount aanmaken op www.statistiekinstappen.nl, voor toegang tot extra materiaal bij dit boek. Deze code is persoonsgebonden en gekoppeld aan de vierde druk. Na activering van de code is de website twee jaar toegankelijk. De code kan tot zes maanden na het verschijnen van een volgende druk geactiveerd worden.

Omslagontwerp: Cunera Joosten, Amsterdam

Opmaak binnenwerk: Textcetera, Den Haag

© 2021 Nel Verhoeven | Boom uitgevers Amsterdam

Behoudens de in of krachtens de Auteurswet gestelde uitzonderingen mag niets uit deze uitgave worden veeleenvoudigd, 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 veeleenvoudigingen uit deze uitgave is toegestaan op grond van artikel 16h Auteurswet dient men de daarvoor wettelijk verschuldigde vergoedingen te voldoen aan de Stichting Reprorecht (Postbus 3051, 2130 KB Hoofddorp, www.reprorecht.nl). Voor het overnemen van (een) gedeelte(n) uit deze uitgave in bloemlezingen, readers en andere compilatiewerken (art. 16 Auteurswet) kan men zich wenden tot de Stichting PRO (Stichting Publicatie- en Reproductierechten Organisatie, Postbus 3060, 2130 KB Hoofddorp, www.stichting-pro.nl).

No part of this book may be reproduced in any form, by print, photoprint, microfilm or any other means without written permission from the publisher.

ISBN 978 90 2444 262 1

ISBN 978 90 2444 263 8 (e-book)

NUR 741

www.statistiekinstappen.nl

www.boomhogeronderwijs.nl

Voorwoord

Op feesten en partijen ben je niet bepaald populair als je vertelt dat je ‘statisticus’ bent. Dat wordt deels veroorzaakt door de verwachting dat statistiek moeilijk is en saai, en deels doordat mensen denken dat statistiek iets is waar je in het dagelijks leven nauwelijks mee te maken hebt.

Toch vertel ik met plezier: ‘Ik ben statisticus!’ Ik geef les in statistiek en ik vind het heel leuk en interessant om statistiek te gebruiken. Waarom? Ik kan mijn ongebreidelde nieuwsgierigheid naar antwoorden op vragen in de samenleving bevredigen door middel van het analyseren en interpreteren van data. Bovendien, je beseft het misschien niet, maar iedereen gebruikt dagelijks statistiek, leest erover in de krant, ziet het op de tv en op internet en past het toe op het werk. Veel studenten zien het nut van statistiek niet in als ze op de universiteit beginnen, maar vaak krijg ik na een aantal jaren positieve reacties van mensen die constateren dat ze toch veel aan de cursussen statistiek hebben gehad.

Hoe komt dat nu, dat veel mensen toch zo tegen statistiek opzien? En ... wat is eraan te doen? Dat was zo ongeveer het onderwerp van mijn proefschrift, en vier jaar intensieve studie resulteerde in een aantal aanbevelingen om onderwijs in statistiek ‘aantrekkelijker’ te maken. Maar ja, hoe doe je dat dan? Minder saaie onderwerpen (noem maar eens een alternatief voor de ‘standaarddeviatie’), prettige interactie tijdens de lessen, vooral heel veel hulp en uitleg en bij voorkeur het afschaffen van tentamens? Tja, daar heb ik ook het antwoord niet op. Wel heb ik geprobeerd om met dit boek statistiek wat toegankelijker en duidelijker te maken. Ik hoop dat ik in die opzet geslaagd ben.

De meesten van jullie gebruiken dit boek omdat de opleiding het voorschrijft. Ik weet het: je ziet op tegen de colleges, tegen het moeilijke huiswerk, de oefeningen met SPSS en vooral het tentamen. Wat ik voor jullie kan doen is mijn ervaring met statistiek en met het geven van cursussen aan beginners en gevorderden omzetten in een heldere en functionele tekst. Ik ben sinds de jaren negentig bij methodologie- en statistiekonderwijs betrokken, niet alleen als ontwerper en auteur, maar juist ook als docent. Het zijn vooral de studenten die mij gedurende de afgelopen jaren hebben geïnspireerd en gestimuleerd om statistiek toegankelijk te maken voor een breder publiek en het uit de stoffige academiekamertjes te trekken. Statistiek is van alle tijden en van alle mensen. In de afgelopen jaren heb ik vele voorbeelden van statistische technieken verzameld, kritisch gekeken naar de uitleg van de vele verdelingen, transformaties en toetsen, en daaruit heb ik op basis van mijn ervaring en de leerdoelen in het hoger onderwijs een keuze gemaakt. Statistiek is een middel om een doel te bereiken, geen doel op zich. Statistiek moet toch vooral worden gebruikt om gegevens te ordenen, om goede resultaten te presenteren en om ze bruikbaar te maken voor de samenleving. Statistiek als instrument dus.

Schrijven is een eenzaam vak. Achter de computer, tot in de late uurtjes, vele weekends was ik er zoet mee. Toch komt zo'n boek niet in eenzaamheid tot stand. Daarom wil ik graag een aantal mensen bedanken. Allereerst Saskia Haartsen, Astrid van der Schee, Esther den Hollander, Rianne de Klerk, Robby Peele en Lenneke van der Mark, voor het meedenken, redigeren, becommentariëren en vooral het moreel steunen van het schrijfproces.

Verder wil ik Joseph Resovsky, Alexander Whitcomb, Rob Erven en Rika Verhoef bedanken voor hun waardevolle adviezen en bijdragen. Rob Erven verzorgde het manuscript van minutieus commentaar en hij liet me op een andere wijze naar de tekst kijken.

Een bijzonder woord van dank wil ik richten aan mijn studenten van de cursus 'multivariate statistiek' die mij behulpzaam waren bij het bedenken van voorbeelden om betrouwbaarheid en validiteit duidelijk te maken. De voorbeelden zijn van Thom, Lotte, Anna, Carina, Fleur, Sasja, Koen, Daida, Janneke, Bas en Merijn.

Het is al vaak gezegd en geschreven: zonder thuisfront ben je nergens. Inmiddels zijn ze mijn gebogen houding achter de computer zo gewend dat ze vreemd opkijken als ik dan eens een weekend besluit om niet te werken.

Ik draag dit boek op aan de toekomstige generatie, die in nog grotere mate met statistiek in aanraking zal komen dan nu al het geval is. Immers, de informatiestromen worden steeds sneller, cijfers spelen een steeds belangrijkere rol in allerlei processen. Statistiek, met al haar regels en voorwaarden, is daarbij onontbeerlijk. Over twintig jaar zullen studenten nog steeds statistiekonderwijs volgen. Ik hoop dat dit boek bijdraagt aan het verhelderen van de uitleg en het vereenvoudigen van de toepassing, en daarmee aan een grotere aantrekkingskracht van het vak.

Bij de vierde druk

Statistische methoden veranderen niet snel, formules liggen vast. Wil je dus een nieuwe druk van een statistiekboek maken, dan houd je rekening met veranderende curricula in het hoger onderwijs, en luister je naar de docenten die het vak statistiek verzorgen. Dat is ook voor de vierde druk gebeurd. De opmerkingen van docenten en errata zijn in de tekst verwerkt. Bij het bewerken van de tekst heb ik dankbaar gebruikgemaakt van al jullie opmerkingen en commentaren. Mijn bijzondere dank gaat uit naar Melanie Bothof, naar Guido Schmeits en Metha Kamminga. Hun kritische en scherpe blik en hun bereidheid om mee te denken waren onmisbaar bij het maken van deze vierde druk. Ik wil jullie vragen om kritisch mee te blijven kijken. Zo kunnen we blijven werken aan de dynamiek en de reikwijdte van dit interessante vak.

Nel Verhoeven
Middelburg, zomer 2021

Inhoud

Wanneer gebruik je statistiek?	11
1 Onderzoek doen	19
1.1 Fase 1 – De ontwerpfase van onderzoek	19
1.2 Fase 2 – Data verzamelen	22
1.3 Fase 3 – Gegevens analyseren	26
1.4 Fase 4 – Evaluatie en rapportage van je resultaten	28
2 Beschrijvende statistiek – één variabele	33
2.1 Meetniveaus	34
2.1.1 Nominaal	34
2.1.2 Ordinaal	35
2.1.3 Interval	36
2.1.4 Ratio	37
2.2 Frequentieverdelingen	40
2.3 Grafieken van één variabele	44
2.3.1 Cirkeldiagram	44
2.3.2 Staafdiagram	45
2.3.3 Histogram	45
2.3.4 Lijngrafiek	47
2.3.5 Boxdiagram	47
2.3.6 Spreidingsdiagram en puntendiagram	49
2.3.7 Grafieken in SPSS en Excel	51
2.4 Centrummaten	54
2.4.1 Modus	54
2.4.2 Mediaan	56
2.4.3 Gemiddelde	57
2.5 Spreidingsmaten	62
2.5.1 Variatiebreedte en interkwartielafstand	63
2.5.2 Variantie van een populatie	65
2.5.3 Variantie van een steekproef	67
2.5.4 Van variantie naar standaardafwijking	70
2.6 Bijzondere eigenschappen van de standaardafwijking	71
2.7 Opdrachten bij hoofdstuk 2	74
3 Beschrijvende statistiek – twee variabelen	81
3.1 Kruistabellen	82
3.1.1 Percentages in kruistabellen	84
3.1.2 Kruistabellen in SPSS	85

3.2	Grafieken van twee variabelen	87
3.2.1	Staafdiagram	88
3.2.2	Spreidingsdiagram	90
3.2.3	Boxdiagram	92
3.2.4	Grafieken van twee variabelen in SPSS	94
3.2.5	Het SPSS Syntax-scherf	96
3.3	Opdrachten bij hoofdstuk 3	98
4	Kansverdelingen	105
4.1	Wat is een kans?	106
4.2	Rekenregels voor kansen	108
4.3	Kansverdelingen	113
4.4	Hypergeometrische kansverdeling	117
4.5	Binomiale kansverdeling	120
4.6	Normale kansverdeling	123
4.6.1	Lineaire transformaties: van normaal naar standaardnormaal	124
4.6.2	Van transformatie naar kans	128
4.6.3	p -waarden opzoeken in de z -tabel	130
4.7	Opdrachten bij hoofdstuk 4	135
5	Schatten en toetsen	139
5.1	Puntschatting	140
5.1.1	Het schatten van het gemiddelde	142
5.1.2	Het schatten van een proportie	144
5.2	Intervalschatting	145
5.2.1	Betrouwbaarheidsinterval van het gemiddelde bij bekende variantie	148
5.2.2	Betrouwbaarheidsinterval van het gemiddelde bij onbekende variantie	150
5.2.3	Betrouwbaarheidsinterval van een proportie	155
5.3	Hypothesen formuleren en toetsen	156
5.3.1	Hypothesen opstellen en toetsen	157
5.3.2	Eenzijdig of tweezijdig toetsen	159
5.4	W8-toetsprocedure	163
5.5	Het onderscheidingsvermogen van een toets en fouten in de interpretatie	165
5.6	Opdrachten bij hoofdstuk 5	167
6	Verschiltoetsen	173
6.1	Toetsen voor één gemiddelde	174
6.1.1	z -toets voor één gemiddelde	174
6.1.2	Toetsen met de t -verdeling	176
6.1.3	t -toets voor één gemiddelde	178

6.2	Gepaarde t -toets	180
6.3	Onafhankelijke z -toets voor twee gemiddelden	183
6.4	Onafhankelijke t -toets voor twee gemiddelden	185
6.4.1	Een- of tweezijdig toetsen revisited	187
6.4.2	Notatie van t -toetsresultaten in APA	188
6.4.3	Onafhankelijke t -toets met SPSS	189
6.5	Correcties op de t -toets	191
6.6	Opdrachten bij hoofdstuk 6	194
7	Correlatie en regressie	201
7.1	Correlatie	202
7.1.1	Pearson-correlatiecoëfficiënt berekenen	204
7.1.2	Correlatie interpreteren	206
7.2	Enkelvoudige regressieanalyse	209
7.2.1	Best passende lijn	209
7.2.2	De regressiecoëfficiënt	212
7.2.3	Constante of intercept berekenen	212
7.3	Verklaarde variantie ofwel: hoe goed past het model op de data?	213
7.4	Hypothesen toetsen met regressieanalyse	217
7.4.1	Een voorbeeld met SPSS	219
7.4.2	Meervoudige regressieanalyse	221
7.5	Onderscheidingsvermogen van de toets	222
7.6	Opdrachten bij hoofdstuk 7	224
8	Variantieanalyse	229
8.1	Hypothesen toetsen met variantieanalyse	229
8.2	Variantieanalyse in W8-stappen	232
8.3	Variantieanalyse met SPSS	237
8.4	Variantieanalyse een stap verder	242
8.4.1	Meervoudige variantieanalyse	243
8.4.2	F -toets bij regressieanalyse	243
8.5	Opdrachten bij hoofdstuk 8	245
9	Verdelingsvrije toetsen	251
9.1	Chi-kwadraattoets	252
9.1.1	Hypothesen toetsen met de chi-kwadraattoets	256
9.1.2	Chi-kwadraattoets in SPSS	257
9.2	De rangsomtoets – verschillen tussen twee onafhankelijke groepen	260
9.2.1	Rangorde en rangsom	261
9.2.2	Wilcoxon-rangsomtoets	261
9.2.3	Rangsomtoets in SPSS	263

9.3	Rangtekentoets – verschillen tussen twee afhankelijke groepen	267
9.3.1	Rangorde en rangteken	267
9.3.2	Wilcoxon-rangtekentoets	269
9.3.3	Rangtekentoets in SPSS	270
9.4	Kruskal-Wallis-toets – het vergelijken van meer dan twee onafhankelijke groepen	272
9.5	Rangcorrelatietoets: Spearman	277
9.5.1	SPSS-procedure rangcorrelatietoets	278
9.5.2	Tau-b en tau-c	279
9.6	Opdrachten bij hoofdstuk 9	280
	Geraadpleegde bronnen	287
	Bijlage	289
	Trefwoordenregister	295
	Over de auteur	301

Wanneer gebruik je statistiek?

De titel van deze inleiding lijkt wat vreemd. Wanneer gebruik je statistiek? Het antwoord is duidelijk: eigenlijk altijd! Het dagelijkse leven is er vol van:

- In de rij bij de kassa schat je de wachttijd in.
- Je berekent je gemiddelde eindcijfer voor het vak Economie.
- Je leest in de krant dat er morgen 50% kans is op de zon.

Statistiek, wat is dat eigenlijk?

De eerste vraag die zich aandient, is: wat is *statistiek* eigenlijk? Statistiek wordt gezien als de wetenschap die zich bezighoudt met het verzamelen, bewerken, interpreteren en presenteren van kwantitatieve gegevens. Eigenlijk is statistiek ‘wetenschap-overstijgend’ omdat het multidisciplinair wordt toegepast. Het slaat een brug tussen de verschillende wetenschappelijke disciplines omdat het zowel in de natuur- als in de sociale wetenschappen wordt gebruikt, maar ook bij alfawetenschappen, zoals linguïstiek. Het is een vakoverstijgende methode, een hulpmiddel om cijfermatige gegevens te verwerken. Dat gebeurt met grafieken, tabellen en met behulp van toetsen.

Statistiek gaat over cijfermatige analyse, de analyse van getallen, van numerieke gegevens. Die gegevens moet je eerst verzamelen. Wanneer doe je dat? Meestal tijdens een onderzoek. In dit inleidende hoofdstuk geven we de statistiek een plek in onderzoeksprojecten. We laten zien wanneer je statistiek inzet en welke plaats het in je onderzoek inneemt. Statistiek kan ook duiden op ‘statistieken’: een verzamelwoord voor de presentatie van cijfermatige resultaten. Dat komt eigenlijk op hetzelfde neer.

Het nut van statistiek

Statistiek is geen populair onderwerp; ook is het geen gewild vak in de opleiding. Dat heeft deels te maken met het verplichtende karakter van de leerstof. De drempel om extra statistiekcursussen te volgen of om statistiek toe te passen is vaak hoog. Deels komt dat omdat veel mensen het nut van statistiek voor hun professionele loopbaan en voor de samenleving niet zien. Dat is niet terecht. In tegenstelling tot de verwachting wordt statistiek (bijna) dagelijks toegepast: in de media, tijdens je werk, en natuurlijk tijdens je studie. Wanneer statistiek vaker gebruikt wordt als middel om een doel te bereiken en niet als doel op zich, zal de drempel om statistiek toe te passen lager worden. Statistiek moet worden ingezet als *instrument*, om vragen te beantwoorden. Het moet vooral worden

gebruikt om gegevens te ordenen, om goede resultaten te presenteren en om ze bruikbaar te maken voor de samenleving.

Met dit boek probeer ik vooroordelen over statistiek weg te nemen. Dat gebeurt door levendige, aansprekende en actuele voorbeelden te gebruiken die dicht bij de belevingswereld van de student liggen, door statistische technieken op een simpele en heldere wijze uit te leggen en door veel oefenstof aan te bieden. Geen lange theoretische verhandelingen over formules, maar eenvoudige en duidelijke toepassingen in de praktijk.

FOKKE & SUKKE

DURVEN DAT WEL TOE TE GEVEN

EVEN TUSSEN ONS:
IK VOND EEN CONDOOM
OMDOEN STUKKEN
MOEILIJKER DAN
STATISTIEK !!



Statistiek leren

Als je dan toch een cursus statistiek gaat volgen, is het goed om veel te oefenen. Je hebt geluk als je zelf aan een onderzoeksproject kunt meedoen: oefening genoeg. Is dat niet zo, dan adviseren we je om veel in groepjes te werken: een docent is niet altijd voorhanden, en onze ervaring is dat studenten elkaar heel goed kunnen helpen met het maken van opdrachten en het bestuderen van lastig materiaal. En dan is er de onvolprezen docent, dus: blijf niet met vragen zitten, maar stel ze ook echt (je bent heus niet de enige die iets niet begrijpt), vraag om extra uitleg waar dat nodig is.

Verskillende soorten statistiek

Je kunt statistiek op verschillende manieren gebruiken:

- Om gegevens te ordenen en te beschrijven: we spreken dan van *beschrijvende* statistiek.
- Om kansen mee te berekenen: *kansrekening* is een meer theoretische vorm van statistiek waarbij op basis van een theoretische verdeling de kans wordt berekend dat een bepaalde gebeurtenis plaatsvindt.
- Om gegevens te toetsen en de resultaten breder toe te passen: we spreken dan van *inferentiële* (inductieve) of toetsende statistiek.

In dit boek beginnen we met beschrijvende statistiek, om daarna de basisbeginselen van de kansrekening te bespreken, en ten slotte nemen we je mee in de toetsende statistiek.

In dit boek en bijbehorende website zijn ervaringen met statistiek en met het geven van cursussen aan beginners en gevorderden samengebracht en omgezet in heldere en functionele tekst. In de afgelopen jaren zijn allerlei voorbeelden van statistische technieken verzameld, is kritisch gekeken naar de uitleg van de vele verdelingen, transformaties en toetsen, en daaruit is op basis van ervaring (en de leerdoelen) in het hoger onderwijs een keuze gemaakt.

In bijna ieder hoofdstuk dat nu volgt, hebben we formules gebruikt: waar nodig is dat gebeurd, waar dat niet nodig was, hebben we ze weggelaten. Dus: *zo min mogelijk maar zo veel als nodig*. En wat denk je? Het aantal formules dat je nodig hebt om kennis te maken met de statistiek in dit boek, past op minder dan vier kantjes A4. Dat is nog eens een meevaller.

Doelstelling

De hoofddoelstelling van *Statistiek in stappen* is om je als student een aantal instrumenten te geven om gegevens (bestanden) te analyseren. Het bevat een inleiding in statistische methoden van data-analyse. De bedoeling is dat je leert om deze statistische instrumenten in te zetten bij de kwantitatieve verwerking van gegevens. Het kan als studieboek dienen, maar het kan ook als naslagwerk worden gebruikt wanneer je kwantitatieve gegevens moet verwerken.

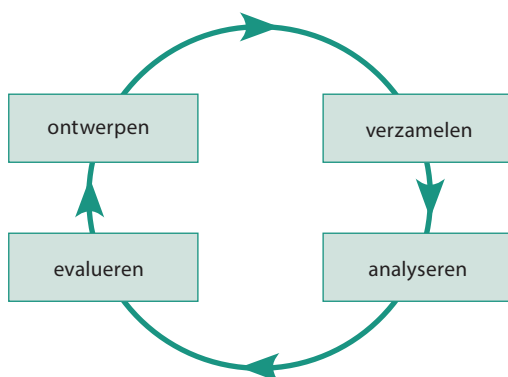
Een andere belangrijke doelstelling is om je statistiek ‘eigen’ te maken. Het boek en de website zijn zodanig opgebouwd dat op logische wijze wordt uitgelegd hoe een bepaalde techniek werkt, waar deze voor gebruikt wordt, en bij welke onderzoeksvragen deze techniek kan worden toegepast. De nadruk ligt niet zozeer op de formules achter de technieken (hoewel deze wel worden uitgelegd), maar meer op de toepassing ervan. Ten slotte is het de bedoeling om de informatie ‘just in time’ en ‘just enough’ aan te bieden. Dat wil zeggen: de juiste hoeveelheid uitleg en informatie op het moment dat het nodig is.

Deze methode is geschikt voor studenten in het hoger onderwijs, en het dient als naslagwerk voor mensen die kwantitatieve onderzoeksgegevens willen verwerken.

Opbouw van het boek

Voordat de ‘harde’ statistiek begint, moet je weten wat de plaats is van statistiek in onderzoeksprojecten: wanneer gebruik je statistiek en hoe verhoudt zich dat tot de rest van je onderzoek? Daarover gaat hoofdstuk 1. Hier besteden we aandacht aan een aantal basisbegrippen en bespreken we de fasen van onderzoek: *ontwerp*, *dataverzameling*, *analyse* en *evaluatie*. We laten zien waar en hoe je statistiek kunt inzetten en hoe je de gevonden resultaten presenteert. Deze korte samenvatting van de fasen van onderzoek is gebaseerd op de methode *Wat is onderzoek?*, die eerder in deze reeks is verschenen.

Na de behandeling van een aantal basisbegrippen komt de beschrijvende statistiek aan de orde. In hoofdstuk 2 behandelen we meetniveaus, centrum- en spreidingsmaten, figuren en tabellen. Waar nodig wordt de leerstof verdiept, zoals bij de positie van waarnemingen of eigenschappen van verdelingen. We beginnen met beschrijvingen van telkens één variabele, univariate statistiek. Daarna bespreken we de beschrijvende statistiek met twee variabelen, bivariaat (hoofdstuk 3). Daar gaat het om grafieken van twee variabelen en om kruistabellen.



Figuur 1 Fasen in onderzoek

Ook nu komen we er niet onderuit: het behandelen van kansrekening, punt- en intervallschatting, hypothesetoetsing, significantie en toetsresultaten. We doen dit echter stapsgewijs, in de hoofdstukken 4 en 5. We behandelen eerst een aantal kansverdelingen die nodig zijn om toetsen te begrijpen. Daarna worden in hoofdstuk 5 punt- en intervallschattingen behandeld. Vervolgens besteden we

aandacht aan toetstheorie; we leggen uit wat hypothesen zijn, waarom ze nodig zijn en hoe je met ‘significantie’ omgaat. Hoofdstuk 5 wordt afgesloten met een methode voor het uitvoeren van toetsen, de *W8-procedure*.

Significantie

Het begrip ‘significantie’ is de afgelopen decennia vaak misbruikt om beleid te maken, producten te verkopen (‘echt’ significante verbeteringen ... nou, echt niet dus), en mensen anderszins over de streep te trekken. Kijk maar naar de reclame van een bekend wasmiddel dat ‘significant betere resultaten geeft dan haar concurrenten’. Het is belangrijk te bekijken wat zo’n begrip betekent, hoe je ermee omgaat en welke alternatieven je hebt voor interpretatie, want die zijn er wel natuurlijk (vooral in de nuance van de interpretatie van resultaten naar beleidsmakers toe). Dit doen we in hoofdstuk 5. Zo komen ook begrippen als kwaliteit van een effect, de sterkte van verbanden, onderscheidingsvermogen (in het Engels ‘power’ genoemd) en fouten van zowel de eerste als de tweede soort aan de orde. Helaas leidden ze de afgelopen tijd tot misvattingen en fouten in interpretaties, en (erger nog) tot foute beslissingen en maatregelen. Waar zijn de echte statistici als je ze nodig hebt?

In deze methode komen ook diverse toetsen aan de orde, afgeleid van de leerdoelen in het hoger onderwijs. In hoofdstuk 6 worden toetsen behandeld voor verschillen tussen twee populaties. Dat zijn de *z*- en de *t*-toets, voor gepaarde en onafhankelijke metingen. Ook de toets voor één gemiddelde wordt behandeld. In hoofdstuk 7 komen correlatie- en regressieanalyse aan bod: het analyseren van verbanden tussen twee variabelen en het interpreteren van mogelijke effecten. Een uitbreiding van ‘verschiltoetsen’ vind je in hoofdstuk 8: de variantieanalyse toetst verschillen tussen meer dan twee groepen. Om gevolg te kunnen geven aan de toenemende stroom van variabelen op laag meetniveau (zogenoemde ‘kwalitatieve variabelen’) behandelen we in hoofdstuk 9 ten slotte een aantal verdelingsvrije alternatieven voor correlatie- en verschiltoetsen. Met verdelingsvrije toetsen testen we verbanden of verschillen tussen groepen, zonder dat aan de voorwaarden van meetniveaus en verdeling is voldaan.

Maar, zoals aangekondigd, beginnen we met een kort overzicht (in hoofdstuk 1) van de onderzoeksfases waar het allemaal om draait en bespreken we een aantal sleutelbegrippen.

Leeswijzer

Ben je een beginner wat betreft statistiek, dan verdient het aanbeveling om het boek van begin tot eind door te werken en de oefenopdrachten te maken. Overleg met medestudenten of -onderzoekers is daarbij zeker raadzaam. Heb je ervaring met kwantitatieve analyse, dan kan deze lesmethode prima als naslagwerk dienen, via de specifieke hoofdstukindeling of via de uitgebreide index.

Hulpmiddelen

Om je het leren gemakkelijker te maken bieden we bij dit boek verschillende hulpmiddelen aan:

- *Leerdoelen*: aan het begin van elk hoofdstuk worden de leerdoelen vermeld.
- *Checkpoints*: ieder onderwerp eindigt met een paar controlevragen, zodat je kunt nagaan of je het geleerde goed begrepen hebt.
- Per onderwerp worden, naast een stuk theorie, diverse *voorbeelden* gegeven.
- *Formules* worden niet zomaar aangeboden; ze worden tot in detail uitgelegd.
- Het boek bevat een samenvattend *overzicht van alle gebruikte formules*, handzaam samengebracht op de binnenzijde van het omslag van het boek.
- In de bijlage achter in het boek zijn vier tabellen van kansverdelingen opgenomen.
- *Opdrachten*: aan het eind van ieder hoofdstuk is een aantal opdrachten opgenomen, zodat je kunt oefenen met de procedures, de technieken en de interpretatie van uitkomsten. Tenzij anders vermeld berusten de data voor deze opdrachten niet op daadwerkelijk verzamelde gegevens. Waar we gebruikmaken van bestaande resultaten, wordt de bron vermeld.
- Op de website **www.statistiekinstappen.nl** vind je het volgende materiaal:
 - uitwerkingen van de opdrachten;
 - de antwoorden van de checkpoints;
 - extra materiaal per hoofdstuk, zoals meer informatie over het uitrekenen van centrummaten met SPSS, de tweezijdige z -tabel, de chi-kwadraattoets voor de verdeling van één variabele, etc.;
 - een overzicht van veelgebruikte onderzoekstermen, met hun definitie;
 - een oefententamen met meerkeuzevragen;
 - een introductie en extra uitleg over SPSS;
 - een introductie in Excel;
 - links naar interessante statistische informatie;
 - suggesties voor aanvullende literatuur en links; daar vind je een aantal e-boeken (in het Engels) met interactieve oefenstof voor statistiek, extra uitleg, voorbeelden en heldere teksten;
 - presentaties voor de docenten;
 - keuzediagrammen om de keuze voor een statistische toets te vergemakkelijken.



In de tekst van het boek wordt, wanneer dat nodig en handig is, naar de website verwezen. Dat gebeurt met behulp van het hiernaast afgedrukte symbooltje.

SPSS

Je maakt ook langzaam kennis met de SPSS-software, zowel met de opdracht-structuur, de datavelden als met de resultatenvensters. Aan het eind van dit boek ben je in ieder geval in staat om SPSS te gebruiken voor een reeks eenvoudige analyses. Een inleiding in het programma is te vinden op de website www.statistiekinstappen.nl. Alle technieken in het boek zijn ook in SPSS uitgewerkt. Verder is bij alle statistische bewerkingen een voorbeeld van SPSS te vinden. SPSS brengt ieder jaar een nieuwe versie uit. De versies die voor dit boek gebruikt zijn, zijn 22 en 24 (Mac en Windows). Bij het verschijnen van dit boek is er ongetwijfeld weer een nieuwe versie uit. Onze ervaring is dat er meestal geen grote wijzigingen zijn en dat je met een handleiding van een eerdere versie van SPSS heel goed uit de voeten kunt.

Ten slotte

Hierboven staan toezeggingen over eenvoud van de uitleg, de stapsgewijze structuur, informatie die alleen wordt aangeboden wanneer en waar het nodig is. Verder hebben we ons ten doel gesteld geen ‘statistiekbijbel’ of ‘statistiek-kookboek’ te schrijven. Lastig, want stapsgewijze analyses en uitgangspunten bij je toetsen zouden al snel het tegendeel doen vermoeden. Mocht je in dit boek toch tekenen van ‘verval’ ontdekken, schroom dan niet om ons hierover te berichten. We passen het in een volgende versie graag aan.

In de inleiding schreven we het al: dit boek gaat over het analyseren van kwantitatieve gegevens, statistiek dus. Meestal vindt de analyse plaats tijdens de derde fase van je onderzoek: de analysefase. Dat betekent dat statistiek slechts een *onderdeel* is van je hele onderzoeksproject. Je hebt al een ontwerp gemaakt, gegevens verzameld en een deel van je verslag is ook al klaar.

In dit eerste hoofdstuk bespreken we kort alle fasen van zo'n kwantitatief onderzoeksproject. Naast een beschrijving van de inhoud van iedere fase geven we een overzicht van veelgebruikte begrippen in die fase. Ook hebben we een casus opgenomen, die we per fase voor je uitwerken. Mocht je net aan je onderzoek begonnen zijn en de eerste bladzijde van dit boek openslaan, dan raak je in ieder geval bekend met het onderzoeksjargon. Ook leer je wanneer statistische analyses aan de orde komen tijdens je project. Ten slotte raak je thuis in de wereld van dataverzameling en rapportage. Wil je meer weten over het hele onderzoeksproces, dan heb je baat bij de leeswijzers die zijn opgenomen.

Leerdoelen

Aan het eind van dit hoofdstuk ben je bekend met:

- de fasen van praktijkonderzoek;
 - een aantal veelgebruikte begrippen;
 - de mogelijkheden van ontwerp, dataverzameling, analyse en rapportage.
-

1.1 Fase 1 – De ontwerpfase van onderzoek

We staan stil bij het begin van je onderzoeksproject. Bij het ontwerpen van je onderzoek komt van alles kijken. Je moet het onderwerp afbakenen, de probleem- en doelstelling opstellen, een voorstel uitwerken voor het verzamelen van gegevens, een voorstel uitwerken voor de analyse en een *tijdpad* maken dat ook haalbaar is. Oeps, geen gemakkelijke klus.



Voorbeeld

Foodtruck-festival 1



Sinds een paar jaar worden overal in Nederland zogenaamde foodtruck-festivals georganiseerd, een trend overgewaaid uit de Verenigde Staten. Een foodtruck-festival is een kleinschalig evenement waarbij allerlei gerechten vanuit een aantal mobiele keukens (vaak in omgebouwde bestelwagens en caravans) worden aangeboden in bijvoorbeeld een park. Een en ander wordt omlijst met muziek. De festivals zijn meestal gratis toegankelijk. Stel, je doet onderzoek naar de beleving van en mening over de organisatie van deze festivals.

Tijdens de ontwerpfase komt de opzet van je onderzoeksproject tot stand. Dat doe je in overleg met je begeleider, eventueel met de opdrachtgever. Doe je zelfstandig onderzoek, dan is het toch verstandig om het ontwerp met iemand te bespreken. Simpel gezegd komt de start van je onderzoek hierop neer:

- a. Er is een *aanleiding* voor het onderzoek: een medisch onderzoeker wil een nieuw medicijn testen, er zijn problemen in een woonwijk die om onderzoek vragen, er moet een beleidsmaatregel worden ontwikkeld, men wil een product geëvalueerd hebben, er moet een nieuwe markt worden verkend, en ga zo maar door.
- b. Er ligt een vraag of probleem; daaruit formuleer je de *probleemstelling* en een *doelstelling*. Samen vormen zij de probleemomschrijving voor je project. De doelstelling is tweeledig: je geeft aan wat de opdrachtgever met de resultaten wil doen en je beschrijft de onderzoeksdoelen.
- c. Je bakent je onderwerp goed af: wat valt er wel onder en wat niet. Welke definities gebruik je, zijn er eerdere onderzoeksresultaten bekend, welke theoretische modellen kun je gebruiken? Dat doe je met een vooronderzoek.
- d. Je stelt een plan op voor het uitvoeren van het onderzoek, met daarin:
 - de aanleiding en de probleemstelling;
 - een voorstel tot een dataverzamelmethode, periode en populatie;
 - een voorstel voor de analyse;

- een overzicht van te verwachten situaties die mogelijk de betrouwbaarheid/validiteit aantasten;
- een tijdpad.

Het is belangrijk dat je het uiteindelijke ontwerp met je opdrachtgever en/of je begeleider bespreekt en dat je precies afsprekt wat je wel, niet en wanneer gaat doen. In sommige gevallen is er ook sprake van een *onderzoeksbudget*. Je krijgt dan geld voor het uitvoeren van het onderzoek (de onderzoekers worden ervoor betaald) of om de kosten te betalen (bijvoorbeeld van een laboratorium, het printen van vragenlijsten of reiskosten).

Logboek

We sluiten deze paragraaf af met een tip: houd een *onderzoekslogboek* bij waarin je aantekeningen maakt over je onderzoek. Zo'n logboek is in iedere onderzoeksfase bijzonder handig: je kunt keuzemomenten noteren, gespreksverslagen opnemen, korte notities maken, een tijdpad bijhouden, en ga zo maar door. Het nut van een logboek wordt zeker bewezen tijdens de analysefase: je kunt de stappen in de analyse bijhouden, tussentijdse berekeningen uitvoeren, interpretaties opschrijven en notities maken over het verdere verloop van je analyse.

Voor zo'n logboek kun je een schrift gebruiken, maar Excel, Access, OneNote, of zelfs Word zijn handige programma's om een log in bij te houden. Digitale tools om een logboek bij te houden zijn er ook, bijvoorbeeld Evernote, Google Drive, iDrive. Het voordeel van deze digitale tools is dat je actuele aantekeningen op iedere device dat je gebruikt zichtbaar zijn. Gebruik je toch een schrift, markeer dan belangrijke beslissingen met een gekleurde zelfklevende ruiter, zodat je deze terug kunt vinden.

Voorbeeld

Foodtruck-festival 2



Aanleiding voor het onderzoek naar beleving van foodtruck-festivals is dat de gemeenten die de festivals organiseren, willen weten of het aanbod aansluit bij de bezoekerspopulatie. En dat geldt niet alleen voor eten en drinken. Zo kan het bijvoorbeeld zijn dat overdag activiteiten voor (kleine) kinderen (en hun ouders) worden georganiseerd, terwijl de avonden meer gericht zijn op een volwassen festivalpubliek. Verder is het van belang dat de organisatie gladjes verloopt, veilig, gezond en in goede harmonie. Daarom is het goed om ook de deelnemende foodtrucks, beveiliging, verkeersregelaars, sponsors en andere organisatoren bij het onderzoek te betrekken. De volgende vraag zou als probleemstelling kunnen dienen: hoe beleven de bezoekers en deelnemers het foodtruck-festival in 2016 in hun gemeente?

Op de website vind je een begrippenlijst waarin veelgebruikte onderzoekstermen kort worden uitgelegd.



1.2 Fase 2 – Data verzamelen

Nu je ontwerp vaststaat, ben je klaar voor de tweede fase, het verzamelen van de gegevens. Daar valt veel over te zeggen, veel meer dan in een korte paragraaf is samen te vatten. We beperken ons tot de hoofdlijnen: wat houdt ‘data verzamelen’ in, welke hoofdgroepen van dataverzameling zijn er, welke typen zijn geschikt voor statistische analyse?

Wat gebeurt er tijdens de fase van dataverzameling? Tja, dat lijkt een bijna overbodige vraag, toch? We verzamelen data! Vergis je niet, want er komt veel bij kijken.

Allereerst is er een onderscheid te maken tussen kwantitatieve en kwalitatieve dataverzameling: het verzamelen van cijfermatige gegevens en van niet-cijfermatige gegevens. Deze keuze maak je op basis van je probleemstelling. Vervolgens bepaal je precies welke methode je gaat gebruiken: wordt het een enquête, een experiment, ga je interviews houden, observeren of literatuuronderzoek doen?

Daarna ga je de begrippen meetbaar maken, met andere woorden, je maakt vragen voor de enquête, een experimentele behandeling, een interviewvraag of een observatiecategorie. Dit heet *operationaliseren*. Het is een lastige fase, omdat je maar één gelegenheid hebt om je vragen te stellen en dus moet het wel in één keer goed zijn. Hier schuilt het gevaar dat je *begripsvaliditeit* wordt aangetast. Je vraagt je voortdurend af: meet ik wel wat ik meten wil?

Ten slotte ga je de data ook werkelijk verzamelen. Dan dienen zich weer nieuwe beslismomenten aan:

- Welke *populatie* heb ik voor ogen (dat heb je, als het goed is, ook al in het onderzoeksontwerp opgenomen)?
- Welke *steekproef* ga ik trekken? Trek ik wel een steekproef?
- Hoe ga ik mogelijke deelnemers benaderen?
- Hoe zorg ik ervoor dat ik een zo hoog mogelijke *respons* krijg?

Kwantitatief of kwalitatief gegevens verzamelen

Wil je gegevens verzamelen bij een grote groep personen, zijn de te verzamelen gegevens oppervlakkig, niet van gevoelige aard of doe je metingen bij mensen die een bepaalde behandeling ondergaan, dan kies je meestal voor een *kwantitatieve methode* van dataverzameling. Je hoeft immers niet ‘de diepte in’ met je vragen, je kunt oppervlakkig en snel iemands mening meten en je hebt in korte tijd de beschikking over (veel) cijfermatige gegevens. Welke methoden zijn er zoal? De hoofdgroepen:

- de *enquête*: een vragenlijst voor een grote groep personen;
- het *experiment*: het meten van een effect van een behandeling of een test op een bepaalde uitkomst, in een laboratorium (zuiver experiment) of in een natuurlijke omgeving (veldexperiment).

- de *secundaire analyse*: een heranalyse (met een nieuwe vraag) op kwantitatieve gegevens die al eerder voor een ander doel verzameld zijn.

Het kan ook zijn dat je probleemstelling gaat over achtergronden van bepaalde gebeurtenissen of gedrag, vanuit het perspectief van de deelnemende personen. Of je wilt meer inzicht in de leefgewoonten van een bepaalde groep mensen die met elkaar leven, dan alleen cijfermatige gegevens. Of je zoekt verklaringen voor situaties in het heden, met behulp van gebeurtenissen in het verleden. In al deze gevallen verdient een *kwalitatieve methode* de voorkeur. De hoofdgroepen zijn:

- het *interview*: een gesprek op hoofdlijnen met één persoon of een groep mensen waarin het perspectief van de onderzochte persoon of groep vooropstaat;
- de *observatie*: het systematisch *waarnemen* van het gedrag van een of meer personen, bijvoorbeeld in hun eigen omgeving; observatieonderzoek kent een aantal subtypen, zoals directe en indirecte observatie;
- *kwalitatief bureauonderzoek*, bijvoorbeeld archiefonderzoek, secundaire kwalitatieve analyse van bestaand tekstmateriaal, inhoudsanalyse, literatuuronderzoek, enzovoort.

Voorbeeld

Foodtruck-festival 3



De onderzoeker ontwerpt voor het foodtruck-festival twee methoden van dataverzameling: zowel een enquête onder bezoekers, als interviews met een aantal deelnemende gemeenten, foodtrucks en veiligheidsfunctionarissen. Hij kiest voor een enquête onder bezoekers, omdat dan een grote groep personen kan worden ondervraagd, op een vrij groot aantal vragen. De gegevens kunnen kwantitatief worden geanalyseerd. Van de deelnemende gemeenten, foodtrucks en veiligheidsfunctionarissen wordt meer specifieke informatie verwacht en een mening die vanuit een bepaalde achtergrond wordt gegeven. Dat is de reden dat daar voor diepte-interviews wordt gekozen: veel informatie in de diepte bij een vrij kleine groep personen. De opzet is daarmee zowel kwantitatief als kwalitatief.

Kwaliteitsaspecten bij het inrichten van je onderzoek

Bij het ontwerpen van je onderzoek houd je rekening met de onderzoekskwaliteit. Deze is grofweg in twee soorten te verdelen:

- *betrouwbaarheid*, de mate waarin je onderzoek toevallige fouten bevat;
- *validiteit*, de mate waarin je onderzoek systematische fouten bevat; hier wordt ook weer een onderscheid in aangebracht:
 - *interne validiteit*: de mate waarin je de juiste conclusies kunt trekken;
 - *externe validiteit*: de mate waarin je resultaten generaliseerbaar zijn;
 - *begripsvaliditeit*: de mate waarin je meet wat je wilt meten.

Deze kwaliteitsaspecten spelen een heel belangrijke rol gedurende je hele onderzoek. Je houdt er rekening mee als je de opzet van je onderzoek ontwerpt, bij de dataverzameling en analyse en je kijkt erop terug in de discussie en conclusie. We zullen er, waar nodig, speciale aandacht aan besteden.

Populatie en steekproef

Voordat je een statistische analyse op de verzamelde data loslaat, is het belangrijk om te weten wat het verschil is tussen een populatie en een steekproef, en welke gevolgen het trekken van een bepaalde steekproef heeft voor de statistische methodes die je kiest en voor je analyseresultaten. Elk beslismoment heeft consequenties.

De *populatie* is het domein van je onderzoek. Dat zijn alle eenheden (personen, cases, enz.) waarover je een uitspraak wilt doen. Zo kun je onderzoek doen naar studieresultaten van studenten medicijnen aan Nederlandse universiteiten, de mening van Facebook-gebruikers analyseren, of BMW-autobezitters onderzoeken.

Het is bijna nooit mogelijk om iedereen in je populatie te bevragen. Daarom kiezen de meeste onderzoekers ervoor om een *steekproef* te trekken waarmee je bij een deel van de populatie gegevens verzamelt. Dat kan op twee manieren: *select* en *aselect*. Zo kun je een willekeurige steekproef trekken uit alle ingeschreven medicijnenstudenten aan Nederlandse universiteiten, uit het klantenbestand van BMW *aselect* een steekproef trekken, of (maar dan nu *select*) je Facebook-vrienden vragen mee te doen aan je onderzoek.

Bij een *aselecte steekproef* selecteer je willekeurig, met behulp van een bepaalde methode. Iedere persoon of eenheid in je populatie heeft een berekenbare kans om in de steekproef terecht te komen.

Methoden van *aselecte steekproeftrekking* zijn:

- *enkelvoudig aselect*: een simpele steekproef uit alle eenheden in de populatie;
- *stratificatie*: de populatie bestaat uit ‘strata’, bestaande deelpopulaties; uit ieder stratum wordt een *aselecte steekproef* getrokken;
- *systematisch met een aselect begin*: uit de populatie wordt *aselect* een begin getrokken, daarna volgt iedere vijfde of tiende persoon, enzovoort; deze methode is populair bij onderzoek in woonwijken; dan wordt op huisnummer geselecteerd;
- *cluster*: in de populatie zijn clusters aanwezig; er wordt een steekproef van clusters getrokken en deze clusters worden in hun geheel onderzocht, bijvoorbeeld bepaalde klassen in een school;
- *getrap*: een combinatie van meerdere steekproefmethoden, meestal met een cluster als basis.

Bij een *selecte steekproef* selecteer je personen op basis van specifieke kwaliteiten, of omdat ze aan bepaalde voorwaarden voldoen. Selecte steekproeven worden ook ingezet als de mogelijkheid ontbreekt om een aselecte steekproef te trekken. Methoden van selecte steekproeftrekking zijn:

- *praktisch bruikbaar*: iedereen die wil, kan meedoen;
- *quota*: je selecteert een aantal respondenten per kenmerk, bijvoorbeeld 50 mannen en 50 vrouwen;
- *sneeuwbal*: je begint in je eigen netwerk en vraagt mensen of zij nog iemand kennen die wil meedoen aan je onderzoek; zo groeit je steekproef;
- *doelgericht*: je ondervraagt mensen op specifieke ervaringen of expertise, bijvoorbeeld bij expertonderzoek;
- *zelfselectie*: kandidaten voor onderzoek kunnen zich aanmelden als ze aan bepaalde voorwaarden voldoen; dit gebeurt vaak bij medische experimenten waarbij de proefpersonen aan bepaalde fysieke ingangseisen moeten voldoen.

Waarom is het belangrijk dat steekproeven willekeurig zijn?

Het doel van onderzoek is om met de resultaten uitspraken te doen over je populatie. Als je slechts over een steekproef beschikt, een deelverzameling dus, dan moet je ervoor zorgen dat deze op belangrijke kenmerken op deze populatie lijkt; de steekproef moet dus *representatief* zijn. Pas dan kun je de resultaten *generaliseren*! Bij aselecte steekproeven is die mogelijkheid het grootst.

Dat neemt niet weg dat we dit toch moeten toetsen. Dat doen we door te analyseren in welke mate de steekproef op de populatie lijkt. We zullen deze generalisatie pas toepassen indien we zeker zijn dat onze resultaten niet het gevolg zijn van de samenstelling van de steekproef.

Wanneer is een experiment 'willekeurig'?

Bij experimenten is over het algemeen geen sprake van aselecte steekproeven, want er worden geen steekproeven getrokken. Proefpersonen melden zichzelf aan. Toch wil een onderzoeker waarborgen dat de experimentele resultaten valide zijn. Dat gaat dan als volgt:

- Proefpersonen worden geselecteerd op bepaalde kenmerken.
- Vervolgens worden deze proefpersonen *willekeurig* aan de verschillende condities van een experiment toegewezen.
- Dat heet *randomisatie*.

Externe validiteit is geen harde eis bij experimenteel onderzoek. Interne validiteit speelt daarentegen wel een grote rol; die wordt door deze randomisatie verhoogd.

Het veld in: de dataverzameling

Wil je een goede basis leggen voor je analyse, dan moet je kwalitatief goede gegevens verzamelen. Voor statistische analyse zullen dat meestal experimentele gegevens en enquêtegegevens zijn, soms ook bestaande datasets. Aan die laatste kun je niet zoveel verprutsen, want die zijn al eens voor een ander doel verzameld. Het is echter van het grootste belang dat je experimentele data en enquêtedata goed van kwaliteit zijn. Wat betekent dat?

Voor *kwantitatieve* data onder andere:

- voldoende grote steekproeven, dat maakt je data betrouwbaar;
- niet te veel missende waarden, anders is je dataset minder representatief;
- goede vragen en experimentele instrumenten, dat maakt je begripsvaliditeit goed (maar ook de betrouwbaarheid).

Voor *kwalitatieve* data onder andere:

- goed voorbereide interviewers;
- grote en aselechte steekproeven zijn niet nodig, maar je hebt voldoende gegevens nodig voor *inhoudelijke generaliseerbaarheid*;
- goede vragen en de juiste observatiecategorieën, voor het verhogen van de begripsvaliditeit.



Voorbeeld

Foodtruck-festival 4

Voor het onderzoek onder bezoekers en deelnemers aan het foodtruck-festival is gekozen voor een enquête en een aantal diepte-interviews. Voor de laatste neemt de onderzoeker een selecte steekproef van experts: twee gemeentelijke vertegenwoordigers, twee foodtrucker en twee veiligheidsexperts. De enquête onder bezoekers wordt uitgevoerd door studenten, die een even aantal van vijftig mannen en vrouwen ondervragen die het festival bezoeken. Een 'quotasteekproef' dus. De onderzoeker weet dat hij zijn resultaten niet zal kunnen generaliseren. Dat is ook niet zo belangrijk: de festivaldirecteur wil graag een indicatie van de evaluatie door de bezoekers; dan is een aselechte steekproef niet nodig en in dit geval niet zo handig ook.

1.3 Fase 3 – Gegevens analyseren

Eigenlijk lijkt het dubbelop: een heel boek over statistische analyse en dan ook nog een paragraaf in hoofdstuk 1. Het is echter belangrijk om de plaats van statistiek in het onderzoeksgeheel te zien. Daarom zetten we nu alvast een aantal basisbegrippen voor je op een rij.

Dat analyse ook zonder getallen kan plaatsvinden, bewijst wel de kwalitatieve analyse van gegevens. Deze analysestrategie wordt gebruikt in heel veel disciplines, zoals antropologie, kunsthistorisch onderzoek, literatuuronderzoek, maar ook bij het analyseren van 'gevoelige' gegevens (dus bijvoorbeeld over las-

tige onderwerpen). Voor de volledigheid zullen we er hier kort aandacht aan besteden.

Kwantitatieve analyse

Bij kwantitatieve analyse gebruik je statistische methoden. Je maakt een samenvatting van de verzamelde gegevens, en je toetst een aantal verwachtingen op zo'n manier dat je hieruit een aantal conclusies kunt trekken. Er komt heel wat bij kijken. Meestal werk je met een steekproef. Het doel is om je conclusies te verbreden (generaliseren) naar de populatie. Hypothesen zijn statistische verwachtingen over je populatie. Eerst moet je bepalen welke hypothesen je gaat toetsen, vervolgens beschrijf je de gegevens en ten slotte toets je je hypothesen. Met andere woorden: je gaat na in hoeverre de gevonden resultaten aan toeval te wijten zijn of aan werkelijke verschillen of relaties in een populatie kunnen worden toegeschreven.

Om deze analyses te kunnen doen moet je weten hoe je data eruitzien. Dat kan door de gegevens (variabelen) te beschrijven, door te kijken naar de verdeling en naar het niveau van je variabelen en door na te gaan of je data compleet zijn. Het 'meetniveau' bepaalt in hoeverre je een bepaalde statistische toets mag toepassen. Dit zullen we in hoofdstuk 2 bespreken.

Voor het doen van analyses geldt een bepaalde procedure. Hierover wordt in de volgende hoofdstukken veel verteld. Om je een indruk te geven volgt hier alvast een voorproefje van de analyseprocedure:

1. Welke *vragen* ga je met je analyse beantwoorden? Oriëntatie op de gegevens: hoeveel 'missende waarden' zijn er, wat is hun meetniveau, hoe zien de verdelingen eruit, wat is het gemiddelde en de spreiding, welke waarde komt het meeste voor, wat is de mediaan? Deze indruk heb je nodig om een analyseplan te kunnen maken, een plan waarin je de juiste toetsen weergeeft.
2. Welke *hypothesen* (verwachtingen over de uitkomst) ga je toetsen?
3. Op basis van de oriëntatie: welke *toetsen* ga je gebruiken?
4. Aan welke *voorwaarden* moet worden voldaan?
5. Wat is het bijbehorende *significantieniveau* (grenswaarde voor het trekken van statistische conclusies)?
6. De toetsen worden uitgevoerd. Welke *resultaten* zie je?
7. Hoe groot is de *kans* dat je verwachtingen uitkomen?
8. Wordt je hypothese *verworpen* of niet? Hoe luidt je interpretatie in 'gewoon Nederlands'?

Om de keuze voor een bepaalde toets gemakkelijker te maken is op de website een keuzediagram voor kwantitatieve analyse geplaatst. Dit diagram is ook te vinden op www.watisonderzoek6edruk.nl (Verhoeven, 2018).



Kwalitatieve analyse

Vaak wil je meer achtergrond dan alleen een ‘waarderingscijfer’ (‘meten is weten’), en wil je ook de ervaringen analyseren van personen die aan je onderzoek meedoen, niet alleen een kaal cijfer. Daarom neemt kwalitatieve analyse een grote plaats in. We willen er dan ook voor pleiten om naast kwantitatieve gegevens ook kwalitatieve gegevens te verzamelen, *triangulatie* (het inzetten van meerdere methodes om je vragen te beantwoorden). Daarmee wordt de scope van het onderzoek verbreed en kunnen we, naast statistische generalisatie, ook naar inhoudelijke generalisatie streven.



Voorbeeld

Foodtruck-festival 5

De analyse voor de data die bij het foodtruck-festival verzameld zijn, verloopt als volgt:

- Kwantitatieve resultaten worden met behulp van SPSS geanalyseerd, er worden tabellen en grafieken aangemaakt en de evaluaties van de mannelijke bezoekers worden met die van de vrouwelijke bezoekers vergeleken.
- De kwalitatieve gegevens worden geanalyseerd met een methode waarin gezocht wordt naar samenvattende begrippen per tekstgedeelte. Alle gevonden begrippen worden geordend, er worden verbanden gezocht en uiteindelijk wordt een diagram van de gevonden resultaten gemaakt.

1.4 Fase 4 – Evaluatie en rapportage van je resultaten

Gedurende het laatste deel van je onderzoek schrijf je de conclusies en bediscussieer je de resultaten. Dit is ook de fase waarin je het onderzoeksverslag schrijft, waarin je verantwoording aflegt van de gebruikte methoden en je je resultaten interpreteert. Hier komt ook de kwaliteit van de resultaten aan de orde, bij het bespreken van de betrouwbaarheid en de validiteit van de resultaten. Ten slotte bespreek je eventuele beperkingen van je onderzoek en doe je aanbevelingen.

In deze paragraaf laten we zien hoe je een onderzoeksverslag opbouwt en hoe je de resultaten bespreekt, voornamelijk in het kader van betrouwbaarheid en validiteit. Hierbij lichten we een aantal basisbegrippen toe.

Opbouw van je onderzoeksverslag

In figuur 1.1 is de standaardindeling van een onderzoeksrapport weergegeven. Een *inhoudsopgave* staat er niet bij. Dat komt omdat veel onderzoeksverslagen als artikel gepubliceerd worden. Voor de duidelijkheid kun je die natuurlijk bijvoegen. De inhoudsopgave komt dan direct achter de samenvatting te staan, maar voor de inleiding.

Titelblad
Samenvatting
Inleiding
Methode
Resultaten
Conclusie en discussie
Literatuurlijst
Bijlagen

Figuur 1.1 Indeling onderzoeksrapport

Titelpagina

Hier komt de titel en (eventueel) de ondertitel, je naam, datum en plaats, de naam van je begeleider, de school of het instituut waarbij het onderzoek is gedaan. De opdrachtgever (indien aanwezig) wordt hier niet vermeld.

Samenvatting

Een lastig onderdeel. In ongeveer 250 woorden schrijf je op waar het onderzoek over ging, hoe de data zijn verzameld en geanalyseerd en wat de hoofdconclusie is. Soms wil je ook mensen bedanken die bij het onderzoek geholpen hebben. Daarvoor moet je dan een apart *voorwoord* schrijven.

Inleiding

In dit deel van je verslag beschrijf je de aanleiding van je onderzoek, de probleem- en doelstelling. Doe je empirisch onderzoek, dan beschrijf je hier je theoretische opzet, de literatuurstudie die de basis vormt voor je onderzoek, of geef je aan wat eerdere studies aan resultaten lieten zien. Verder baken je de begrippen af, geef je definities en formuleer je theoretische verwachtingen.

Methode

Dit is een belangrijk onderdeel van je onderzoeksverslag, omdat je hier verantwoording aflegt over de gebruikte methode van onderzoek en de operationalisatie. Het is ook het meest gestructureerde onderdeel, en is verdeeld in een aantal subsecties: populatie en steekproef, ontwerp en methode van dataverzameling, operationalisatie (meetinstrumenten) en analyseprocedure. Je geeft precies aan wat het domein is, welke dataverzamelingsmethode je gebruikt en waarom, hoe je meetinstrument (zeg maar de vragen in je enquête, de observatiecategorieën of de experimentele conditie) tot stand is gekomen, en welke statistische of kwalitatieve analyses je gaat uitvoeren.

Resultaten

In dit gedeelte van het verslag geef je alle resultaten van je analyses weer. Dat wil zeggen dat je alle cijfers presenteert, of de uitkomsten van je kwalitatieve analyse. Doe je statistische analyses, dan is dit het deel waarin je aangeeft welke hypothesen verworpen worden en waarom, wat de sterkte is van eventuele gevonden verbanden, welke verschillen en overeenkomsten je hebt gevonden en hoe die eruitzien. Een en ander wordt voorzien van de nodige tabellen en figuren. Wij raden je wel aan een keuze te maken: een paar belangrijke figuren en tabellen in de hoofdttekst, alle andere tabellen en figuren in de bijlagen.

Conclusie en discussie

In het vierde deel van je verslag bespreek je het antwoord op de probleemstelling. Dat lijkt net op een samenvatting van je resultaten, maar het verdient aanbeveling om de conclusie toch in je eigen woorden te schrijven. Het verdient geen schoonheidsprijs als je alleen de resultaten in verkorte vorm herhaalt, bovendien moet je vermijden dat je hier nog cijfermatig materiaal gebruikt. Daar is in de resultatensectie al voldoende aandacht aan besteed.

Naast een antwoord op de probleemstelling geef je een interpretatie en je schrijft een discussie. Daarbij komen leermomenten aan de orde, maar ook een bespreking van de validiteit en betrouwbaarheid van het onderzoek, eventuele kritiekpunten en misschien een bespreking van een relevante en recente ontwikkeling (voorzien van een bron natuurlijk). Indien je onderzoek voor een opdrachtgever hebt uitgevoerd, dan kun je de discussie voorzien van een aantal aanbevelingen.

Literatuurlijst

Alle gebruikte bronnen zet je in alfabetische volgorde in de literatuurlijst. Ze worden uiteraard ook in de tekst geciteerd waar dat nodig is. Voor veel manuscripten wordt APA gebruikt, de vormgeving van de *American Psychological Association*, versie 7.

Bijlagen

In de bijlagen (ook wel appendix genoemd) doe je al het overige materiaal, een uitnodigingsbrief, een kopie van de vragenlijst of de gespreksonderwerpen, aanvullende figuren en tabellen. Alles is voorzien van nummer en titel, zodat je er in de hoofdttekst naar kunt verwijzen.

Leeswijzer *Wat is onderzoek?*

In dit hoofdstuk hebben we slechts een bloemlezing gegeven van de opzet en uitvoering van onderzoek. Wil je meer weten hierover? Dan is het boek *Wat is onderzoek?* uit deze reeks een aanrader. In hoofdstuk 2 t/m 6 van dat boek vind je uitgebreide informatie over het onderzoeksontwerp, over de onderzoeksopzet, over de te gebruiken vraagstelling(en), de afbakening en het vooronderzoek. De hoofdstukken 7 t/m 12 behandelen alle ins en outs van

dataverzamelingmethoden. De hoofdstukken 13 t/m 16 bevatten alle informatie die je nodig hebt om je gegevens te analyseren en de hoofdstukken 17 t/m 20 behandelen uitgebreid welke stappen je tijdens de vierde fase zet. Ook worden hier diverse schrijftips gegeven.

Verder lezen? Op de website staan onder de rubriek Tips & tools verschillende tips voor boeken over onderzoeksprojecten.



Verder met statistiek

In dit hoofdstuk hebben we een samenvatting gegeven van een onderzoeksproject, de fasen waaruit zo'n project bestaat en de belangrijkste aandachtspunten tijdens het onderzoek. Deze samenvatting is natuurlijk verre van compleet, maar het geeft een indruk van de manier waarop een onderzoek wordt opgezet. De rest van het boek is gewijd aan statistiek, de kwantitatieve variant van de derde fase van onderzoek.

Hoofdstuk 7

Pearson correlatiecoëfficiënt

$$r = \frac{\sum (x - \bar{x})(y - \bar{y})}{\sqrt{\sum (x - \bar{x})^2 \sum (y - \bar{y})^2}}$$

regressielijn

$$\hat{y} = a + bx$$

regressiecoëfficiënt

$$b = \frac{\sum (x - \bar{x})(y - \bar{y})}{\sum (x - \bar{x})^2}$$

intercept (constante)

$$a = \bar{y} - b\bar{x}$$

verklaarde variantie

$$R^2 = 1 - \frac{KS_{residu}}{KS_{totaal}} \text{ of } \frac{KS_{regressie}}{KS_{totaal}}$$

KS-residu

$$\sum (y - \hat{y})^2$$

KS-totaal

$$\sum (y - \bar{y})^2$$

KS-regressie

$$\sum (\hat{y} - \bar{y})^2$$

toets regressiecoëfficiënt

$$t = \frac{B}{\text{standaardfout}}$$

Hoofdstuk 8

F-toets

$\frac{\text{tussenvariantie}}{\text{binnenvariantie}}$, waarbij

$$\text{tussenvariantie} = \frac{\sum (\bar{x} - \bar{\bar{x}})^2}{k - 1}$$

$$\text{binnenvariantie} = \frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n - k}$$

Hoofdstuk 9

Chi-kwadraattoets

$$\chi^2 = \sum \frac{(x_o - x_e)^2}{x_e}$$

verwachte waarneming per cel

$$x_e = \frac{n_r * n_k}{n}$$

rangsomtoets: gemiddelde

$$\bar{W} = \frac{n_1(n_1 + n_2 + 1)}{2}$$

rangsomtoets: standaardafwijking

$$SE_W = \sqrt{\frac{n_1 n_2 (n_1 + n_2 + 1)}{12}}$$

$$\text{en } z = \frac{W - \bar{W}}{SE_W}$$

rangtekentoets: gemiddelde

$$\bar{T} = \frac{n(n+1)}{4}$$

rangtekentoets: standaardafwijking

$$SE_T = \sqrt{\frac{n(n+1)(2n+1)}{24}}$$

$$\text{en } z = \frac{T - \bar{T}}{SE_T}$$

Kruskal-Wallis-toets

$$H = \frac{12}{N(N+1)} \sum \frac{R^2}{n} - 3(N+1)$$

Spearman's rangcorrelatiecoëfficiënt

$$r_s = 1 - \frac{6 \sum d^2}{n^3 - n}$$

De methode **Statistiek in stappen** slaagt erin om statistiek interessant te maken voor studenten en docenten. De auteur legt op logische wijze uit hoe een bepaalde techniek werkt en waarvoor deze gebruikt wordt, met behulp van relevante en actuele voorbeelden. De nadruk ligt niet zozeer op de formules achter de technieken (hoewel deze wel worden uitgelegd), maar meer op de toepassing ervan. Zo wordt statistiek een handig instrument dat je helpt bij het verwerken van kwantitatieve gegevens.

Om het leren gemakkelijker te maken, is er bij deze methode een aantal hulpmiddelen beschikbaar, zoals leerdoelen, checkpoints en opdrachten. Op de bijbehorende website **www.statistiekinstappen.nl** vind je extra materiaal, zoals uitwerkingen van de opdrachten en checkpoints, handige links en extra uitleg over SPSS.

Statistiek in stappen is bedoeld voor studenten in het hoger onderwijs, maar is ook zeer geschikt als naslagwerk voor mensen die kwantitatieve onderzoeksgegevens willen verwerken.



Nel Verhoeven is onafhankelijk senior onderzoeksconsultant. Ze adviseert en begeleidt bij onderzoek. Ook geeft ze lezingen, workshops en cursussen. Ze is auteur van meerdere succesvolle lesmethoden op het gebied van methodologie, zoals de methode *Wat is onderzoek?*.



www.statistiekinstappen.nl
www.boomhogeronderwijs.nl