

Kritisch kijken naar grafieken

H.B. Verhage

OW&OC, RU Utrecht

Het voornemen om in het nieuwe W12-16 programma meer aandacht te geven aan statistiek, vindt vrij algemeen bijval. Er zijn in elk geval twee argumenten ten gunste van statistiek die nauwelijks discussie behoeven:

- de algemeen vormende waarde van het vak;
- het belang voor vervolgoopleidingen.

Statistiek is een sterk toegepast vak, en daarmee past het goed in de filosofie van het realistisch wiskundeonderwijs. De bronnen liggen voor het oprapen: een krant of tijdschrift is heel vaak goed voor tenminste één som. Of het allemaal echt en contextrijk genoeg is, hoeft bij statistiek nauwelijks een punt van zorg te zijn.

Een belangrijk aspect van het nieuwe programma in het algemeen en van statistiek in het bijzonder is het *kritisch kijken naar grafieken*. Leerlingen zullen moeten leren om verstandige dingen te zeggen over een breed scala van grafieken en diagrammen.

Nu is *Kritisch kijken naar grafieken* gemakkelijk gezegd, maar wat moet je je daar precies bij voorstellen? In dit artikel zal ik proberen deze doelstelling nader in te vullen. De klassiekers cirkeldiagram, staafdiagram, histogram en lijngrafiek zijn daarbij het vertrekpunt.

Collage uit de krant

In de praktijk van alledag kom je als doorsnee Nederlander voornamelijk in aanraking met statistiek via teksten, tabellen en figuren die door de media over ons uitgestort worden. Er is dus wel iets voor te zeggen om het statistiekonderwijs ook van daaruit te starten. Wie regelmatig wat uitknijpt, krijgt al snel een aardige collectie. Uit die collectie is een collage te maken van een aantal wezenlijk verschillende grafieken waar heel wat statistiek aan op te hangen is. Mijn collage bestaat uit de verzamelde grafieken van dit artikel.

Voor wie beroepshalve veel grafieken onder ogen krijgt, kan het erg verleidelijk zijn er snel een oordeel over klaar te hebben. Bijna altijd is er wel iets te vinden dat niet klopt... Het lijkt mij echter niet verstandig om deze 'snelle' houding na te streven bij de leerlingen. Een betere aanpak lijkt me om het *kritisch kijken naar grafieken* op ambachtelijke wijze aan te pakken. Daarmee bedoel ik: eerst de analyse, dan de kritiek.

Dus niet meteen er bovenop met 'daar deugt niets van', maar om te beginnen rustig kijken wat er bedoeld wordt en hoe dat in beeld is gebracht. Als leerlingen dat zouden kunnen, goed kijken wat er staat en dat ook onder woorden kunnen brengen, is er in feite al heel wat bereikt. Alvorens een aantal grafieken te bespreken, eerst aandacht voor het begrip *meetniveau*.

Meetniveaus van variabelen

Een belangrijk criterium bij de keuze van een geschikte grafiek is het zogenaamde *meetniveau* van de variabele die in beeld gebracht moet worden. In de beschrijvende statistiek worden vier meetniveaus onderscheiden:

- *Nominaal niveau*
Hier is sprake van een indeling in categorieën, die verder niet geordend kunnen worden.
Voorbeeld: kerkelijke gezindte.
- *Ordinaal niveau*
Hier gaat het om een rangorde, er is wel een volgorde, maar de grootte van de verschillen heeft geen betekenis.
Voorbeeld: weergave van een mening op een vierpuntsschaal.
- *Interval niveau*
Verschillen hebben betekenis, maar er is geen absoluut nulpunt. Verhoudingen hebben daardoor geen betekenis.
Voorbeeld: temperatuur.
- *Ratio niveau*
Er is een echt nulpunt, waardoor verhoudingen ook betekenis hebben.
Voorbeeld: inkomen.

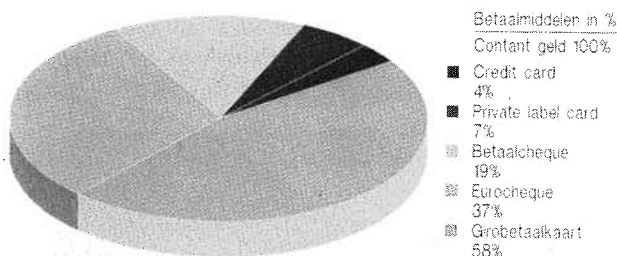
Cirkeldiagram en staafdiagram kunnen op alle meetniveaus gebruikt worden. Het histogram alleen op de twee hoogste niveaus. De lijngrafiek dient vaak om een verschil in de tijd weer te geven.

Betaalmiddelen

In een goede collage horen zeker cirkeldiagrammen thuis. In het algemeen geven de taartpunten van een cir-

keldiagram de relatieve aandelen van de verschillende categorieën weer. Een cirkeldiagram stelt geen eisen aan het meetniveau van de variabele. Soms worden cirkeldiagrammen gebruikt om groepen met elkaar te vergelijken. Eventueel is de grootte van de cirkelschijf dan een maat voor de absolute omvang.

Naast contant geld beschikt de consument gemiddeld over 1.25 soorten betaalmiddelen.

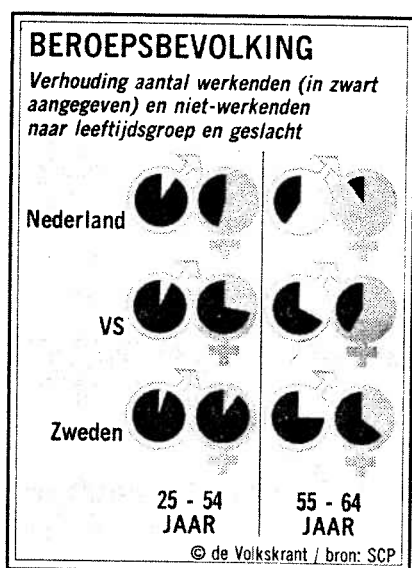


Met het cirkeldiagram over soorten betaalmiddelen is iets vreemds aan de hand. De sector 'girobetaalkaart' is in het plaatje duidelijk minder dan een halve cirkelschijf, maar volgens de legenda 58%. Hoe kan dat?

Het probleem zit hem in het feit dat mensen meer dan één betaalmiddel kunnen hebben. Volgens het bijschrift hebben honderd mensen gemiddeld 125 betaalmiddelen. Onder die 125 betaalmiddelen zijn 58 girobetaalkaarten, ofwel 46%, het percentage dat hoort bij de sectorpunt. Nu duidelijk is hoe het cirkeldiagram in elkaar zit, komt de vraag of het wel zo'n geschikte voorstellingsvorm is. Naar mijn mening niet, beter was bijvoorbeeld een staafdiagram geweest, met horizontaal de betaalmiddelen in afnemende volgorde van beschikbaarheid en verticaal de percentages.

Beroepsbevolking

Cirkeldiagrammen worden veel gebruikt om groepen met elkaar te vergelijken. Een extreem voorbeeld daarvan is het volgende plaatje:



Dit plaatje is behoorlijk ingewikkeld. Een lijstje aandachtspunten kan helpen om zo'n plaatje te analyseren. Bij wijze van demonstratie zal ik dit voorbeeld bespreken aan de hand van mijn eigen lijst.

Het verschijnsel

Welk verschijnsel brengt de grafiek in beeld?

Volgens de kop gaat de grafiek over de beroepsbevolking. Het bijschrift spreekt van de verhouding aantal werkenden en niet-werkenden naar leeftijdsgroep en geslacht. Er is ook nog een indeling naar landen. De verschillende groepen die zo ontstaan, kunnen met elkaar vergeleken worden.

Welke variabelen komen voor?

De hoofdvariabele is 'werkend', met mogelijke waarden 'wel' of 'niet'.

Naast deze hoofdvariabele zijn er drie andere variabelen verwerkt in het plaatje: land, leeftijd en sekse.

Wat is hun meetniveau?

De variabelen 'werkend', 'land' en 'sekse' zijn van nominaal niveau. De variabele 'leeftijd' is van rationeel niveau. In dit geval is er een tweedeling gemaakt. (De variabele is gedichotomiseerd).

Hoe zijn de gegevens verkregen?

De gegevens zijn afkomstig van het Sociaal Cultureel Planbureau (zie rechts onderin de hoek). Het SCP zal ook weer bepaalde bronnen geraadpleegd hebben.

Statistische gegevens of prognoses?

Op welk jaar de grafiek betrekking heeft, wordt niet vermeld. Vermoedelijk zal het om statistische gegevens gaan.

Commentaar

Voor 'werkend' is een tweedeling gemaakt, je bent werkend of je bent het niet, zonder nuances. Waar de streep tussen wel en niet precies is getrokken, blijkt niet uit de figuur. Een mogelijke operationalisatie (zo heet dat) van 'werkend' zou bijvoorbeeld kunnen zijn: 'tenminste twintig uur per week betaalde arbeid verrichtend'.

Er zijn drie landen, Nederland, de VS en Zweden. De keus van de VS en Zweden lijkt iets willekeurig te hebben. Waarom speciaal die? Lijken die het meest op Nederland? Of juist niet? Of waren er geen gegevens van andere landen? Met het vergelijken van landen moet je bovendien erg uitkijken, want de gegevens zijn lang niet altijd op dezelfde manier verkregen. Wordt onder een 'werkende' in de VS hetzelfde verstaan als in Nederland? Dat mag je hopen, maar zeker is het niet.

De grafiek

Welk type grafiek?

De figuur bestaat uit een aantal cirkeldiagrammen, die

met elkaar vergeleken kunnen worden. Vanwege de drie nevenvariabelen zijn er twaalf cirkeldiagrammen nodig. Voor de onderverdeling naar sekse heeft de tekenaar gebruik gemaakt van de symbolen voor man en vrouw.

Is de grafiek goed af te lezen?

Hoe groot de taartpunten precies zijn, is niet nauwkeurig af te lezen. Het wordt ook niet apart vermeld. Voor het doel van deze grafiek, op de hoofdvariabele landen en groepen met elkaar vergelijken, is dat ook niet nodig.

Wat is de maat?

De cirkeldiagrammen zijn allemaal even groot getekend. Dat wijst erop dat er relatieve gegevens in beeld zijn gebracht. De hoek is dus de maat en de oppervlakte van de cirkeldiagrammen heeft geen betekenis.

Is er vertekening of franje?

De symbolen voor man en vrouw zijn misschien franje, alhoewel die toch functioneel gebruikt zijn.

Informatiegehalte

Welke informatie geeft de grafiek?

Deze cirkeldiagrammen zijn vooral bedoeld om globaal te vergelijken: tussen landen, tussen leeftijdsgroepen en tussen seksen. Om de exacte percentages gaat het niet.

Welke conclusies kun je eruit trekken?

Een voorbeeld van een enkelvoudige uitspraak (op grond van één cirkeldiagram) is:

'Zo'n negentig procent van de Nederlandse mannen tussen de 25 en 54 jaar behoort tot de werkenden.'

Een samengestelde uitspraak op grond van het plaatje is: 'Het aandeel van werkenden in de leeftijdsgroep van 55 tot 64 is in Zweden groter dan in Nederland. Dit geldt zowel voor mannen als voor vrouwen.'

Is er extra kennis van de context nodig?

Wat te denken van de uitspraak: 'In Nederland werken in de leeftijdsgroep van 25 tot 54 jaar meer mannen dan vrouwen'. Is deze uitspraak gerechtvaardigd op grond van het plaatje? Het ligt nogal voor de hand om 'ja' te zeggen en wie 'nee' zegt, zal waarschijnlijk moeite hebben met de definitie van 'werkend'. Echter, de cirkelschijven zijn allemaal even groot getekend. Dat betekent dat het plaatje géén informatie verschaft over absolute aantallen werkenden respectievelijk niet-werkenden.

Wie toch de conclusie trekt dat er meer mannen werken dan vrouwen (absoluut gezien), maakt dus gebruik van kennis over de context, namelijk dat er ongeveer evenveel mannen als vrouwen zijn in de genoemde leeftijdscategorie.

Beoordeling

Is het verschijnsel helder in beeld gebracht?

In de figuur zijn vier variabelen verwerkt, dat levert hoe

dan ook een gecompliceerd plaatje op. Dat is misschien teveel van het goede, maar aan de andere kant biedt het plaatje in al z'n compactheid toch heel veel informatie.

Zijn er andere grafieken mogelijk?

Een staafdiagram zou in principe een mogelijkheid zijn, maar het blijft lastig om al die variabelen kwijt te kunnen. Op de horizontale as zou je dan als hoofdcategorieën de landen kunnen nemen, met een onderverdeling naar respectievelijk sekse en leeftijd (of andersom). Vermoedelijk zal dit echter een onoverzichtelijk plaatje opleveren.

Aan de hand van zo'n klein plaatje is heel wat op te merken! Bij de volgende grafieken zal ik, omwille van de leesbaarheid, de aandachtspunten wat impliciet gebruiken.

Aanmaak guldens

Naast het cirkeldiagram is ook het staafdiagram een oude bekende. Valt daar nog iets interessants aan te beleven? Een voorbeeld:



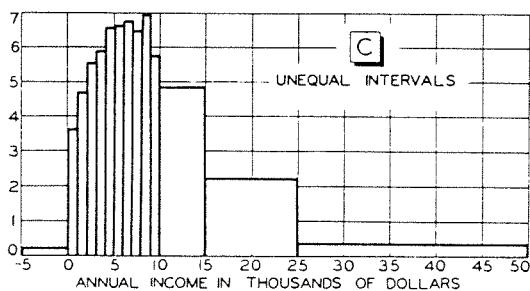
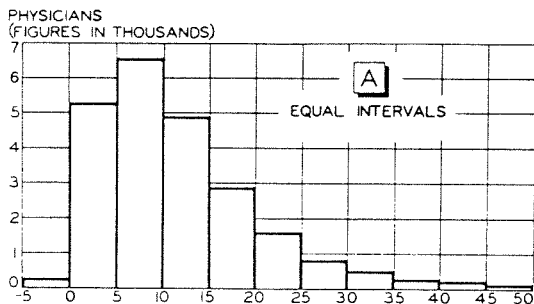
Wat hier op moet vallen, valt ook meteen op. Daar heeft de tekenaar wel voor gezorgd. De staaf voor 1980 is buiten proporties en daarom maar opgevouwen. Een leuke vondst. Zou de staaf als je hem uitvouwt inderdaad de goede lengte hebben, of heeft de tekenaar maar wat gedaan? Merk ook op dat 1981 onopvallend ontbreekt. Een mogelijke andere voorstellingswijze bij dit voorbeeld is de lijngrafiek. De opvouwtruc werkt dan echter niet meer en het ontbrekende jaar kan ook niet weggemoffeld worden.

Bij staafdiagrammen en lijngrafieken moet je altijd bedacht zijn op een afgeknipte as ofwel het verdwenen nulpunt. Dit is eigenlijk alleen geoorloofd als het in de grafiek duidelijk is aangegeven door een scheurlijntje.

Inkomens artsen

In de huidige schoolboeken komt het verschil tussen staafdiagram en histogram nauwelijks uit de verf. Er is echter wel degelijk verschil, maar dat wordt in het geval er bij het histogram sprake is van ongelijke klassebreedtes eigenlijk pas echt duidelijk. Bij een staafdiagram worden de staven los getekend en is de hoogte de maat voor de frequentie. De breedte van de staven heeft geen betekenis. Als de staven verwisseld worden, is de grafiek misschien minder fraai, maar nog wel goed. Met andere woorden, het staafdiagram stelt geen eisen aan het meetniveau van de variabele die is uitgebeeld.

Een histogram stelt wel eisen aan het meetniveau van de variabele. De staven worden tegen elkaar aangetekend en de breedte van een staaf wordt bepaald door de klassebreedte. Als de klassen ongelijk van breedte zijn, worden de staven dat ook. Om de grafiek er optisch nog steeds goed uit te laten zien, wordt een extra brede staaf in verhouding minder hoog getekend. Om precies te zijn: de oppervlakte van de staven is dan de maat, in plaats van de hoogte. De volgende figuur over de inkomens van artsen, opgenomen in het boekje *Grafische Verwerking* van het Hewet-materiaal, brengt dit in beeld:



Vliegtuigongeluk

In NRC-Handelsblad stond enige tijd geleden de volgende grafiek. Staafdiagram, histogram of geen van beiden? (Zie hieronder.)

Deze grafiek zit merkwaardig in elkaar. Om te beginnen een relatief onschuldig foutje. De hoogte van de staaf voor 'dalen' en het vermelde percentage (5%) stemmen niet met elkaar overeen. Optellen van de percentages leert dat de som 104 is. Duidelijk meer dan 100, maar dat zou misschien een gevolg van afrondingen kunnen zijn. Of zou de 5% bij 'dalen' inderdaad onjuist zijn?

Bij deze grafiek is niet direct duidelijk wat er precies langs de horizontale as is uitgezet. Tijd? Percentages? Vliegacties? Of alledrie? Ik zie het zo:

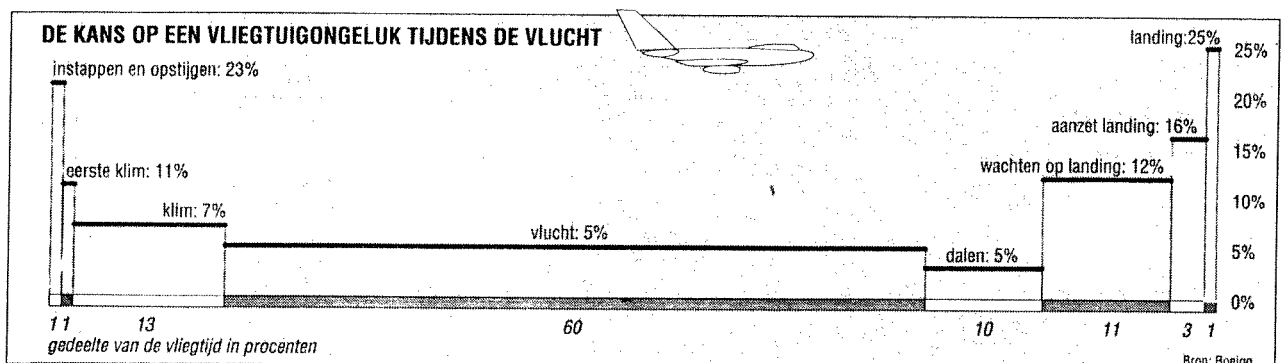
Langs de horizontale as staan in chronologische volgorde de verschillende vliegacties. (Vliegacties: ordinaal niveau.) Elke actie heeft een vak gekregen ter breedte van de relatieve tijdsduur van die actie. (Tijdsduur: rationiveau.) Langs de verticale as staan percentages die kansen voorstellen. Die zullen wel langs empirische weg verkregen zijn, dat wil zeggen gebaseerd op waarnemingen in het verleden.

Uit de vermelde percentages blijkt dat de kans dat een ongeluk plaatsvindt tijdens het opstijgen of landen bijna 50% is. De grafiek oogt echter heel anders, die smalle staafjes voor stijgen en landen aan de rand vallen immers nauwelijks op.

De oorzaak van het probleem is, dat de tekenaar heeft geprobeerd om de kans op een ongeluk en de verdeling van de vliegtijd in samenhang met elkaar uit te beelden. Hierdoor zijn staven van ongelijke breedte ontstaan, en die wekken op hun beurt de indruk dat de oppervlakte de maat is.

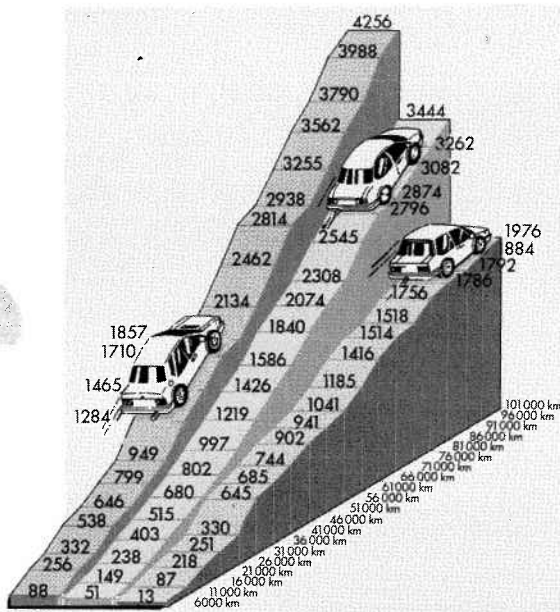
De grafiek is dus geen vlees en geen vis, het is noch een staafdiagram, noch een histogram. De ontwerper van deze grafiek heeft teveel in een plaatje onder willen brengen.

Een simpeler aanpak was geweest om de verschijnselen los van elkaar in beeld te brengen, bijvoorbeeld in twee cirkeldiagrammen. Het nadeel van deze voorstellingswijze is, dat het verband tussen de twee verschijnselen niet direct is af te lezen.



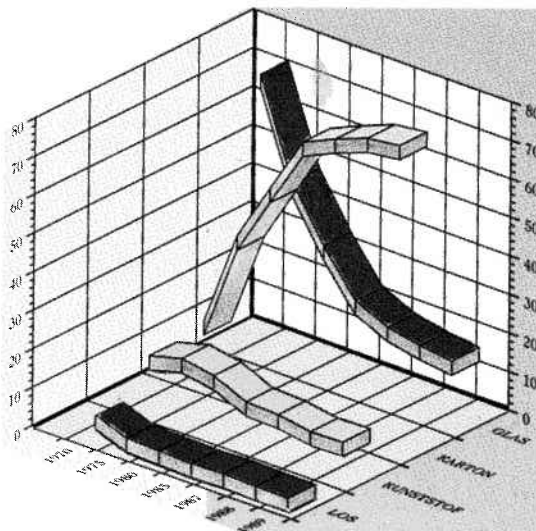
Ruimtelijke grafieken

Met de opkomst van de 'computer graphics' heeft de ruimtelijke grafiek aan populariteit gewonnen. De achterliggende structuur kan bijvoorbeeld de lijngrafiek zijn, zoals in het volgende voorbeeld:



Het aflezen van deze grafiek gaat vrij moeilijk. De autootjes (uit oogpunt van illustratie een aardig idee) staan in de weg en het is een gepuzzel om de kosten voor de twee linker auto's te koppelen aan het juiste aantal kilometers. Enig ruimtelijk inzicht is daar zeker voor nodig. Maar, kloppen doet het verder allemaal wel.

Dat is anders bij de grafiek over soorten verpakkingen van melk en vloeibare melkproducten:



Eerst maar eens proberen te begrijpen wat er staat. De grafiek beeldt het relatieve aandeel in de tijd van vier verpakkingsoorten voor melk uit. Voor elke verpakkingsoort zijn er zes blokjes getekend, die zeven (!) punten met elkaar verbinden. Er zijn ook zeven jaartal-

len, maar met ongelijke sprongen ertussen. De toename van karton en afname van glas is dus voor de periode van 1970 tot 1985, visueel gezien, overdreven.

Laten we aannemen dat de lijntjes aan de bovenkant van de blokjes de juiste hoogte aangeven. Het aflezen van een enkel punt, valt bepaald niet mee. En dat terwijl de schaalverdeling op de verticale as suggereert dat je tot op 2% nauwkeurig zou moeten kunnen aflezen. Als het dan toch gelukt is om de vier percentages voor bijvoorbeeld 1989 af te lezen, dan moet de som daarvan natuurlijk wel 100 zijn...

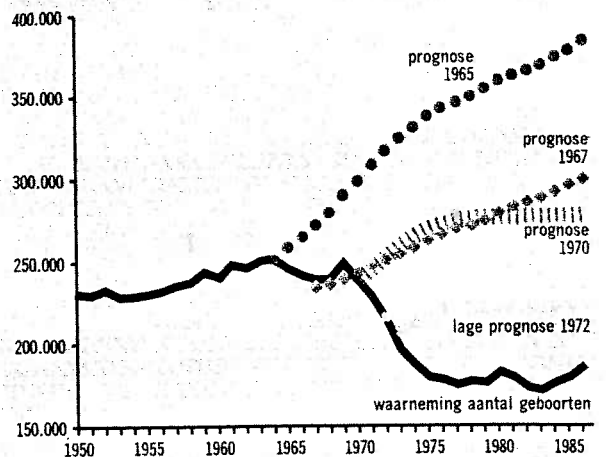
Bij ruimtelijke grafieken kun je je afvragen hoe functioneel de derde dimensie is. Hoe zit dat bij deze grafiek? Anders gezegd, is de grafiek zonder verlies van informatie plat te slaan? Plat slaan veronderstelt dat één as wel gemist kan worden, ofwel op een andere wijze in de figuur te verwerken is. De as die hiervoor in aanmerking komt, is de as met de soorten verpakkingen. De soort verpakking is immers een variabele op nominaal niveau, dus die kan wel zonder eigen as. Na plat slaan ontstaat er een lijngrafiek met horizontaal de jaren en verticaal percentages. Voor een nette lijngrafiek moeten de jaren dan wel op gepaste afstand van elkaar getekend worden, anders is een staafdiagram een betere keus.

Een andere mogelijkheid is om de verpakkingen te stapelen. Op die manier ligt het accent meer op de onderlinge verhouding tussen de verpakkingsoorten, in plaats van op het verloop in de tijd van de afzonderlijke verpakkingsoorten. Ook dit zou weer in een staafdiagram kunnen.

Waarnemingen en prognoses

Soms worden langs statistische weg verzamelde gegevens en prognoses in een figuur getekend. De voorbeelden over bevolking gaan daarover.

2. Geboorten in Nederland waarnemingen en prognoses



De grafiek over de geboorten laat zien dat prognoses en realiteit wel zeer ver uit elkaar kunnen lopen. Zelfs het geregeld bijstellen van prognoses helpt maar ten dele.

De betekenis van extrapolatie kan hiermee gerelativeerd worden. Merk verder in deze grafiek het verdwenen nulpunt op, zonder dat er een scheurlijntje is getekend.

Tenslotte het aandeel van personen van 65 jaar en ouder als percentage van de totale bevolking voor een aantal landen:



Wat stellen de gestapelde blokjes voor die op een land getekend zijn? Heel weinig, want het zijn slechts vakjes waarin percentages zijn genoteerd. Die tellen zeker niet op tot honderd, want ze hebben betrekking op verschillende jaren! De figuur visualiseert noch de ontwikkeling binnen een land, noch de ontwikkeling tussen de landen.

Aandachtspunten

In het begin van dit artikel is bepleit om het kijken naar grafieken ambachtelijk aan te pakken. Je zou het kijken naar een grafiek in een aantal fasen kunnen laten verlopen, die overigens niet strikt van elkaar te scheiden te zijn. Het gaat meer om onderscheiden dan scheiden. Een mogelijke driedeling is:

Analyseren: wat staat er precies?

Interpreteren: welke informatie, welke conclusies?

Kritisieren: klopt het wel?

Of, meer samenhangend in beeld gebracht:



De analyse kan naar believen verder verfijnd worden. Misschien is het een goede oefening om dat zo nu en dan eens heel gedetailleerd te doen, een soort 'close reading' van grafieken. Meestal ontdek je dan wel iets dat je in eerste instantie over het hoofd had gezien. Door een aantal grafieken nauwkeurig te bekijken (bijvoorbeeld een collage uit de krant) en te noteren wat opvalt, zou je tot een lijstje aandachtspunten kunnen komen. Een soort checklist voor grafieken als het ware. Het is natuurlijk het aardigste om met de klas zo'n lijst te ontwikkelen, aan de hand van een collage van grafieken die de leerlin-

gen eerst zelf verzameld hebben. Mijn lijst met aandachtspunten is:

Het verschijnsel

- welk verschijnsel brengt de grafiek in beeld?
- welke variabelen komen voor?
- wat is hun meetniveau?
- hoe zijn de gegevens verkregen?
- statistische gegevens of prognoses?
- is de grafiek zelfstandig te lezen?
- is er een kopje, bijschrift, toelichting?

De grafiek

- welk type grafiek is gekozen?
- is het een standaardtype, een variant daarop of een fantasiegrafiek?
- is de grafiek goed af te lezen?
- wat is de maat? (lengte, oppervlakte, inhoud, hoek)
- is er vertekening of franje?

Bij een ruimtelijke grafiek:

- is er perspectivische vertekening?
- is de derde dimensie 'functioneel'?
- is de grafiek 'plat te slaan'? Hoe?

Als er assen zijn:

- wat staat er bij de assen?
- hoe is de schaalverdeling, letten op zaken als:
 - is er een nulpunt?
 - zijn er afgeknipte assen, zo ja: scheurlijntjes?
 - ontbrekende waarden?
- wat staat er bij de verticale as:
- frequenties (relatief/absoluut), proporties (percentages)?
- hoe nauwkeurig kun je aflezen?

Controles

- tellen percentages op tot honderd?
- is de som van deelgroepen gelijk aan het totaal?

Informatiegehalte

- welke informatie geeft de grafiek?
- welke conclusies kun je er uit trekken?
- is er extra kennis van de context nodig?

Beoordeling

- is het verschijnsel helder in beeld gebracht?
- zijn er andere grafieken mogelijk?
- is de grafiek correct, begrijpelijk?
- is er een betere grafiek mogelijk?

Alhoewel het een hele lijst is, zal die zeker niet volledig zijn. Vul aan, streep door en verbeter!

Tenslotte

Met dit artikel heb ik geprobeerd de kreet *Kritisch kijken naar grafieken* nader in te vullen. Een lijstje aandachts-

punten kan helpen om dit op ambachtelijke wijze aan te pakken en niets over het hoofd te zien. Aan de andere kant is het lijstje natuurlijk niet bedoeld om uit het hoofd te leren. Ik wil zeker niet een gestandaardiseerd repertoire van handelingen bepleiten bij de opdracht 'onderzoek

de grafiek', zoals we voorheen de opdracht 'onderzoek de functie' kenden. Maar als oefening in het scherpen van de blik kan zo'n lijstje wel functioneren. En wie graag werkt met 'kennen en kunnen lijstjes' kan die er eenvoudig uit af leiden.
