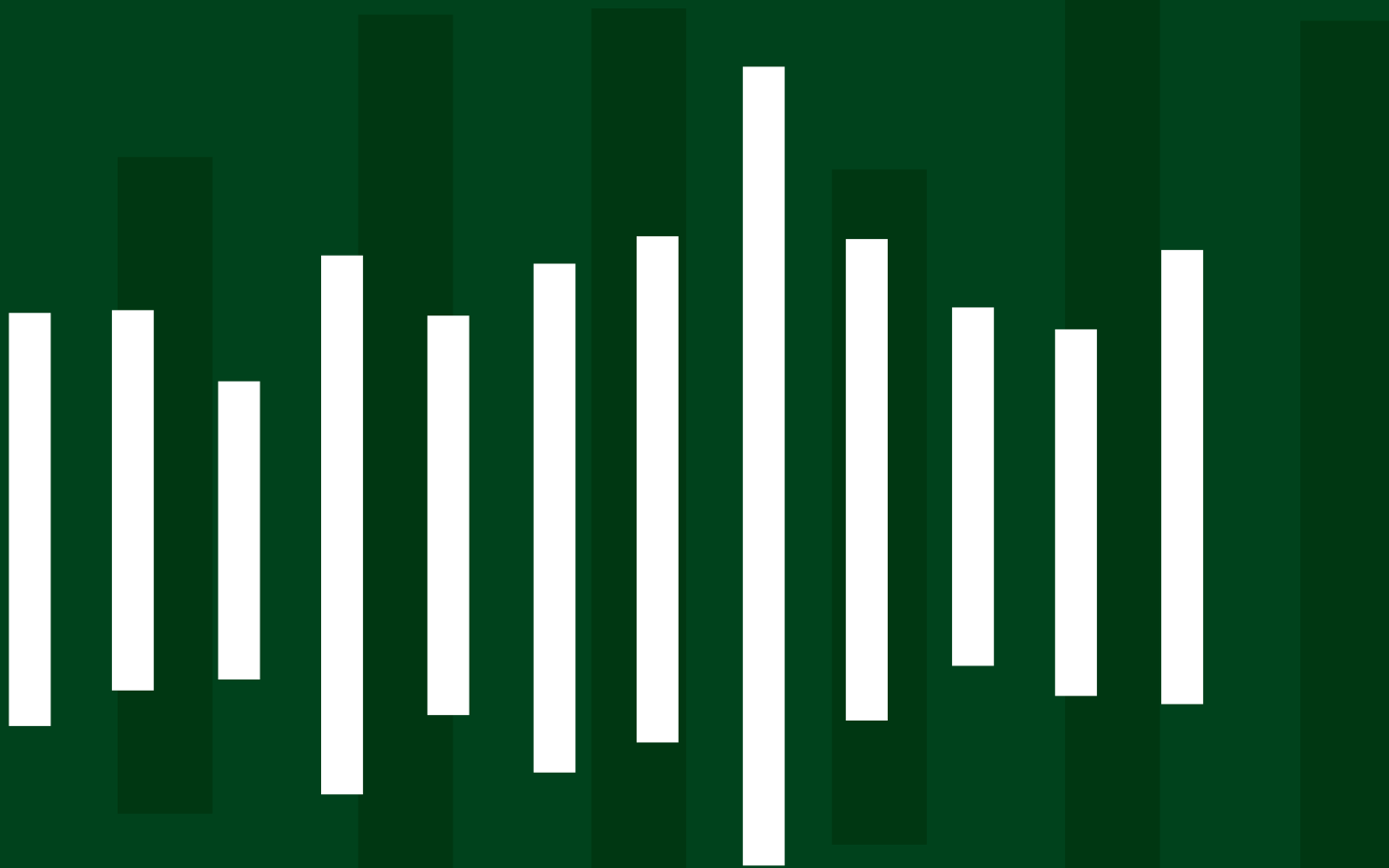




Planbureau voor de Leefomgeving

Kennis verbeeld

Lessen uit 25 jaar datavisualisatie voor beleid



Voorwoord

‘Een beeld zegt meer dan duizend woorden.’ Een treffende uitspraak, althans voor beelden met een boodschap. Het PBL heeft, samen met zijn voorgangers, een lange traditie in het verbeelden van resultaten van wetenschappelijk onderzoek. De grafieken, kaarten, schema’s en infographics in deze bundel tonen de ontwikkeling die het visualisatieteam heeft doorgemaakt. In 25 jaar zijn talloze beelden ontstaan met grote zeggingskracht die onmisbaar bleken bij het communiceren van onze inzichten richting beleid, politiek, media en samenleving.

Binnen het PBL hebben projectleiders veel waardering voor de bijdrage van het visualisatieteam. In samenspraak met de onderzoeker zoeken de leden van het team naar de meest passende visualisatie van de resultaten. Ogenscheinlijk kleine dingen, zoals de kleurstelling of de keuze van een

symbool, blijken dan heel belangrijk. Een verkeerd vormgegeven grafiek of infographic kan de lezer volledig op het verkeerde been zetten. Omgekeerd is de impact van een goed gekozen visualisatie soms onverwacht groot. Daarmee kan een inhoudelijk ingewikkelde en abstracte samenhang plotsklaps op een heldere en concrete manier betekenis krijgen. Bovendien leert de ervaring dat een goede verbeelding ook de onderzoeker zelf een nieuw zicht op de resultaten kan bieden. Verbeelding die tot nieuw inzicht leidt.

Ook buiten het PBL wordt de kwaliteit van onze visualisaties gezien en (h)erkend. Zo heeft het visualisatieteam in 2013 de Infographic Jaarprijs ontvangen van de Beroepsvereniging Nederlandse Ontwerpers en de Nederlandse Vereniging van Journalisten voor de publicatie *Nederland Verbeeld*. Een prestatie van formaat.

Minstens even belangrijk is de huisstijl die het visualisatieteam hanteert in beeldbepalende PBL-publicaties. Die huisstijl draagt bij aan het kwaliteitsniveau en de herkenbaarheid van de visualisaties, en roept binnen en buiten de organisatie veel positieve reacties op.

Genoeg woorden. We nodigen u uit voor een kijkje in de keuken van (data)visualisatie. Geniet van deze inspirerende bundel met een rijk palet aan visualisaties. Een leerzame bundel bovendien, die de lessen van de afgelopen 25 jaar op een heldere manier overbrengt. Toegankelijk opgeschreven en uiteraard creatief gevisualiseerd. En maak (hernieuwd) kennis met de leden van het huidige team, die hun werk vaak onder hoge tijdsdruk uitvoeren en er dankzij het hechte teamverband in slagen de kwaliteitsnormen hoog in het vaandel te houden. Een team om trots op te zijn!

Rob Weterings,
Sectorhoofd Integrale Beleidsanalyse
Leefomgeving

Hans Mommaas,
Directeur Planbureau
voor de Leefomgeving

Inhoud

Deel 1

25 jaar visualisatie bij het PBL

Zo doen we dat 6

Het stappenplan van het PBL-visualisatieteam

Groei in vakmanschap 8

25 jaar kennis verbeeld

Schakel tussen werelden 10

Van ingewikkeld naar begrijpelijk

Die is van het PBL 12

De tien ingrediënten van een PBL-figuur

25 jaar verandering in beeld 14

Evolutie van een huisstijl

Samenwerken is groeien 16

Externen en hun bijdrage aan onze visualisaties

Interview Marian Abels 18

'Samen met je collega's kom je tot een grafiek met een heldere boodschap'

Deel 2

Lessen uit 25 jaar visualisatie bij het PBL

Plaatje ondersteunt praatje 22

Waarom de figuurkeuze er toe doet

Voor- en achteruitkijken 24

Inzicht opbouwen met 'afpelgrafieken'

Plussen en minnen 26

Staafigrafieken helder opbouwen

Bij nul beginnen 28

Spelen met de y-as

Met een slag om de arm 30

Onzekerheden weergeven met staafgrafieken

Het kan vriezen of dooien 32

Onzekerheden weergeven met lijngrafieken

Twee keer kijken 34

Variëren met assen in grafieken

Dubbel zien 36

Alternatieven voor een extra y-as

Gevangen in het web 38

Tekortkomingen van radarplots

De kunst van het weglaten 40

De kaart en zijn verhaal

Dat is lastig schatten 42

Hoe je met cirkels een betrouwbaar beeld geeft

Absoluut of relatief 44

Hoe krijg je dat goed op de kaart?

De aarde is rond 46

De beperkingen van het platte vlak

Zie ik dat nou goed? 48

Over kleurenzien en kleurenblind

Rood is gevaarlijk, groen is veilig? 50

Wat je met kleuren kunt communiceren

Woord en beeld in één 52

De kracht van een infographic

Ik moet het voor me zien 54

De kunst van scenario's verbeelden

In één oogopslag 56

Pictogrammen slim gebruiken

Dát ziet er zó uit 58

Elke boodschap zijn eigen landschap

Onvoorstelbaar veel 60

De menselijke maat in onze figuren

Het duizelt me 62

Hoe je met interactie een figuur bruikbaar maakt

Zelf aan de knoppen 64

Digitale technieken om de lezer te betrekken

Het juiste beeld bij het juiste medium 66

Maatwerk om je doelgroepen te bereiken

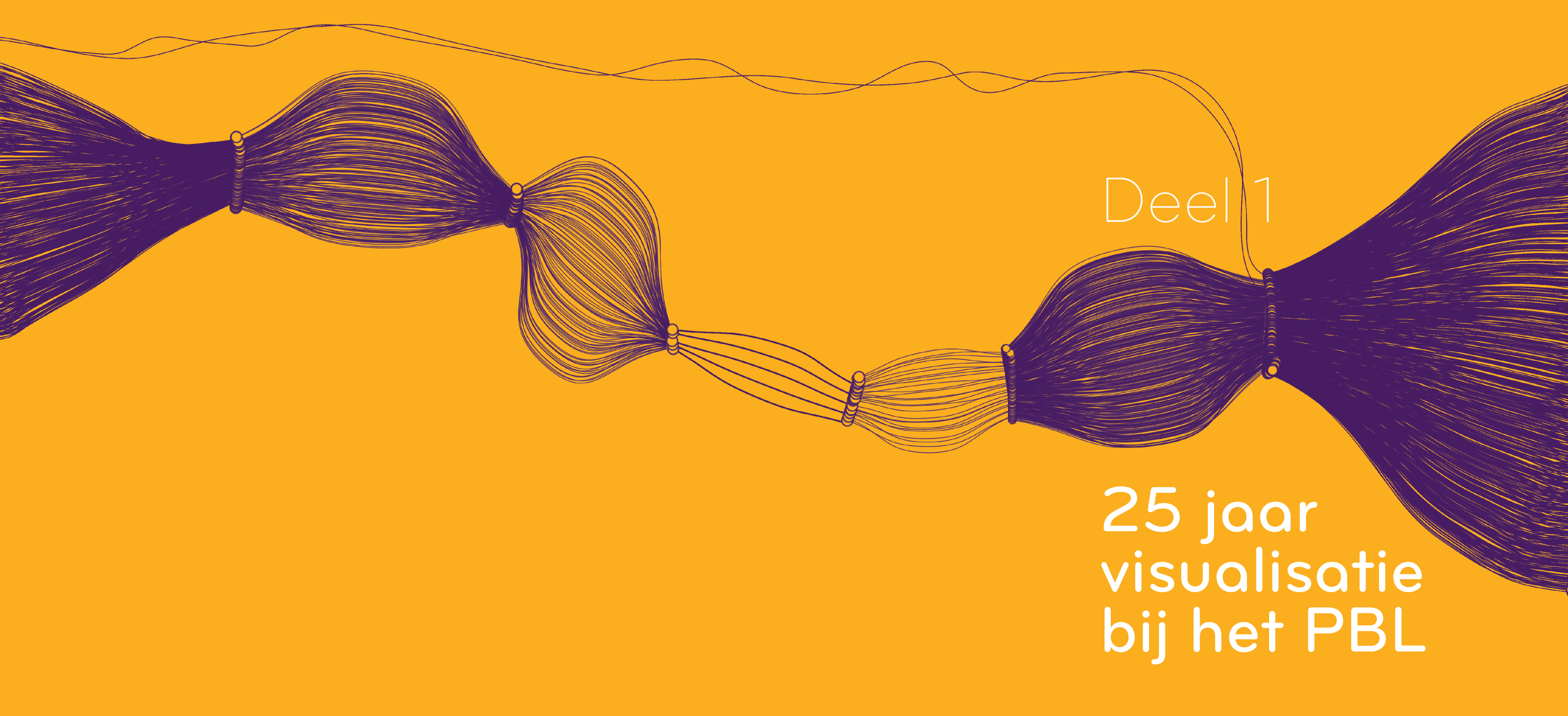
De reis van een figuur 68

Impact, invloed en framing

Een vooruitziende blik 70

Hoe het PBL bij de tijd blijft

Gebruiksrechten en referenties 72



Deel 1

25 jaar
visualisatie
bij het PBL

Zo doen we dat

Het stappenplan van het PBL-visualisatieteam

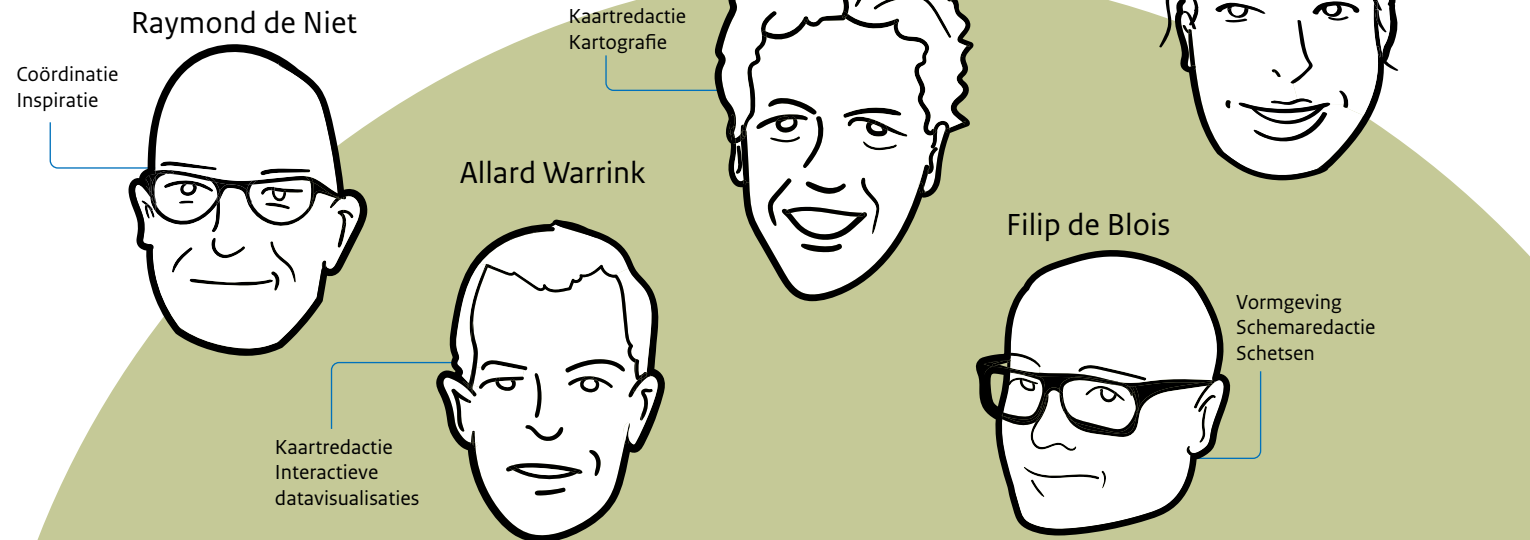
Van figuuropmaak naar figuurredactie

Vijftwintig jaar geleden was de figuuropmaak in handen van twee parttime-medewerkers en ging het om een enkele kaart en een aantal grafieken per jaar. Vanwege hogere kwaliteitseisen en een toenemende vraag naar figuren werd het beeldredactieproces professioneler opgezet met twee beeldredacteuren en een groep werkstudenten. Een aantal van die werkstudenten is uiteindelijk in vaste dienst gekomen. Sinds 2005 werken we met een vast visualisatieteam en een beeldredacteur bij elke PBL-sector; samen vormen zij de beeldredactie. Overigens, sector is de PBL-benaming voor een afdeling. In die 25 jaar is ook de aard van het werk veranderd: in de beginjaren ging het hoofdzakelijk om opmaak in huisstijl, tegenwoordig zijn advies en redactie de belangrijkste werkzaamheden.

Multidisciplinair teamwerk: expertise en specialisatie

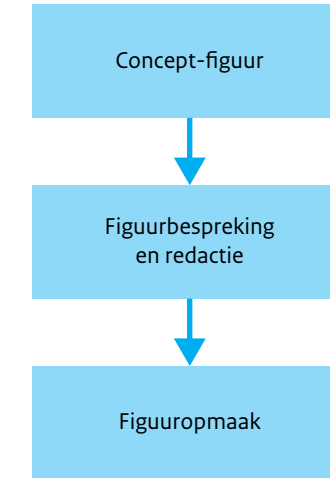
De beeldredacteuren in de sectoren zijn in de meeste gevallen onderzoekers, het werk aan figuren doen zij naast hun onderzoekswerk voor een halve tot één dag in de week. Het vaste visualisatieteam bestaat momenteel uit vijf personen die het werk fulltime of parttime doen. Het is een multidisciplinair team met expertise op het gebied van datavisualisaties, cartografie en grafische vormgeving. Binnen het team heeft ieder zijn of haar specialisatie: grafieken, kaarten, schema's en coördinatie.

Visualisatieteam in 2021



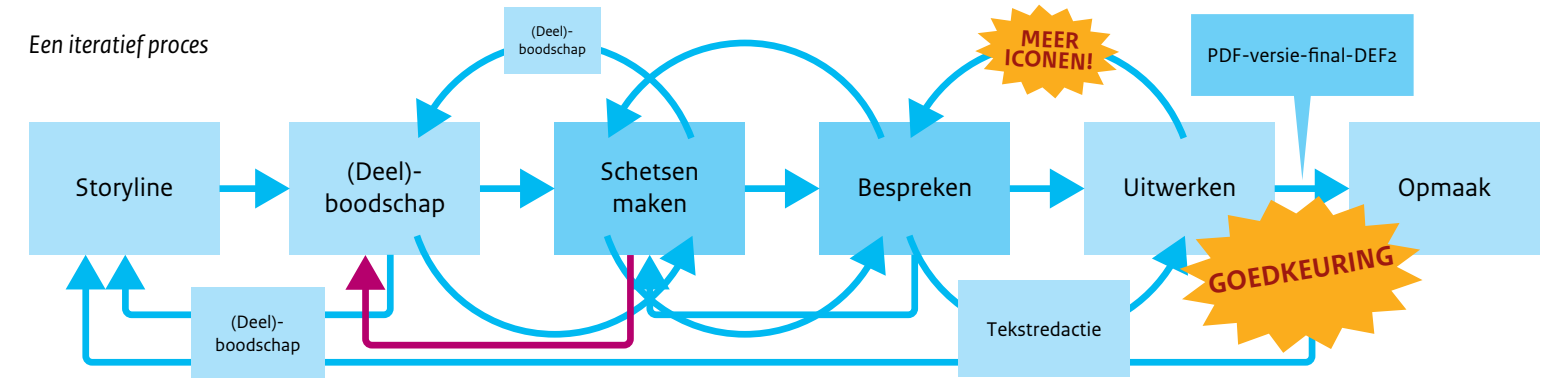
Op zoek naar een heldere boodschap: figuurredactie

Figuren moeten een duidelijke boodschap hebben. Dat doen we bij het PBL met een doordachte grafische vormgeving, maar ook met een grondig redactieproces voor de figuren. In dat redactieproces stellen we onszelf en de onderzoekers twee vragen: wat is de boodschap die je met de figuur wilt vertellen en hoe kunnen we de figuur aanpassen zodat die boodschap het best tot uiting komt? Daarbij houden we ook rekening met de doelgroep, dus voor wie we de figuur maken.



Voor beeldbepalende PBL-producten, zoals de Balans van de Leefomgeving of de Klimaat- en Energieverkenning, volgen we een uitgebreid opmaak- en redactieproces. De beeldredacteur in de sector zorgt voor de concept-opmaak van de figuren, waarna de figuren doorgaan naar het vaste visualisatieteam. Daar bespreken we de figuren met de projectleider of onderzoeker. Na deze ronde passen we de figuren aan en krijgen ze hun definitieve opmaak in de PBL-huisstijl. Voor de andere PBL-producten verzorgen de beeldredacteuren bij de PBL-sectoren de figuuropmaak en is er een beperkte redactieslag.

Een iteratief proces



Speciale beelden, zoals infographics of dynamische figuren, doorlopen meerdere fasen. Het uitwerken van een storyline, het maken van diverse schetsen en vaak meerdere besprekingen maken dit tot een omvangrijk en creatief proces. Als visualisatieteam zijn we dan eerder in het proces betrokken en werken we samen met tekstschrijvers en onderzoekers aan het uiteindelijke resultaat.

En foto's dan?

Ruim tien jaar heeft het visualisatieteam de fotoredactie verzorgd. Naast het opzetten van een beeldlijn en vinden van passende foto's bij het onderwerp was het vooral ook een technisch verhaal: heeft de foto de juiste kwaliteit op de aspecten resolutie, afmeting en kleur? Tegenwoordig maken we gebruik van vaste beeldbanken die technisch hoogwaardige foto's aanbieden. De uitdaging is nu om met de juiste trefwoorden de juiste foto bij het onderwerp en de boodschap te vinden. Door het veranderde karakter is de fotoredactie begin 2021 overgedragen aan de afdeling Communicatie.

Groei in vakmanschap

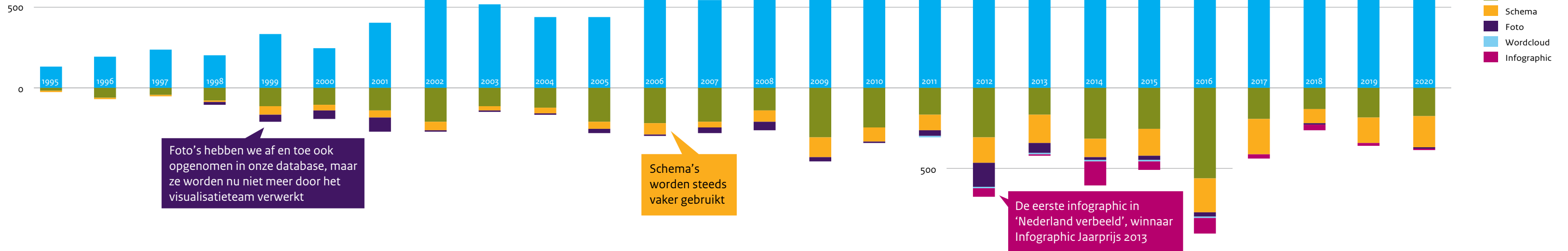
25 jaar kennis verbeeld

Sinds 1995 werken we bij het PBL met een team van beeldredacteurs. In de loop der jaren heeft dat team verschillende namen gehad: Redactie- en productieteam (RPT), het beeldredactieteam en sinds 2019 simpelweg de beeldredactie. Die beeldredactie bestaat uit een vast vijfkoppig visualisatieteam, en daarnaast is er bij elke sector een collega aangewezen die kan helpen bij het maken van figuren.

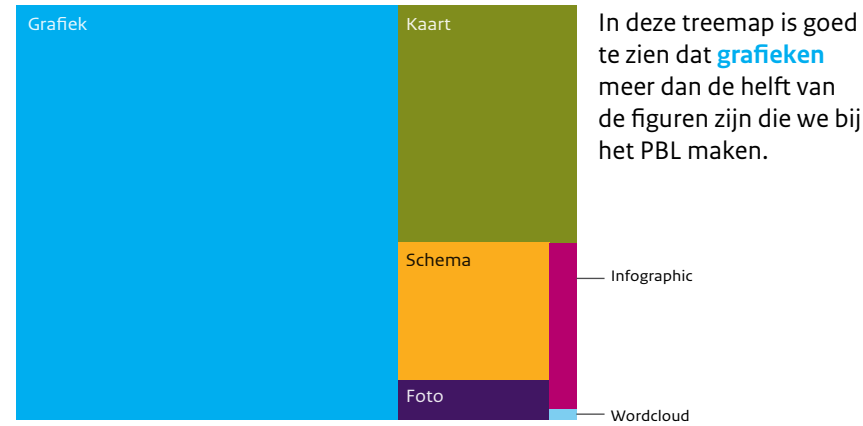
Alle figuren die langs het vaste visualisatieteam gaan, komen in onze database IndiBase. Daardoor kunnen we alle figuren reproduceren en hergebruiken. In de loop der jaren zijn we steeds meer figuren gaan produceren, waarbij we altijd oog zijn blijven houden voor de kwaliteit. IndiBase bevat inmiddels bijna 30.000 figuren.

De verdeling van figuurtypen varieert, afhankelijk van de diversiteit in PBL-publicaties

Aantal figuren in database visualisatieteam



Totaal aantal figuren in 25 jaar verdeeld naar figuurtype (totaal = 28.675)



Visualisatietools

Bij het visualisatiewerk maken we gebruik van diverse tools en programma's. Naast commercieel verkrijgbare programma's van Adobe (onder andere Illustrator en Photoshop) en Esri (onder andere ArcGIS) gebruiken we sinds 1998 een drietal speciaal voor onze organisatie ontwikkelde applicaties. Voor grafieken is dat Chartview, voor kaarten Geoview en voor het werkproces IndiBase. Deze tools en applicaties ondersteunen het werkproces en maken het mogelijk om snel en eenvoudig figuren in de huisstijl te maken. Chartview en Geoview maken gebruik van vaste sjablonen of templates, waarin vormgeving (template) en inhoud (data) van elkaar gescheiden zijn. Hierdoor is het mogelijk om van lay-out te wisselen

door een andere template te kiezen, zonder de data opnieuw te moeten vormgeven. IndiBase stroomlijnt en ondersteunt het werkproces en verzorgt het versiebeheer van de figuren en is tegelijkertijd het historisch archief. Dit programma biedt daarmee ook de mogelijkheid om figuren te reproduceren.

Python, R en Javascript eventueel in combinatie met D3.js en HighCharts worden gebruikt voor het maken van dynamische en interactieve figuren en voor het automatiseren van de figuurproductie.

Schakel tussen werelden

Van ingewikkeld naar begrijpelijk

Een grote inspiratiebron voor het visuele werk van het PBL is het werk van het Oostenrijks-Duitse echtpaar Otto en Marie Neurath uit het midden van de 20ste eeuw. Otto maakte graag wetenschappelijke kennis voor een groot publiek toegankelijk en deed dit door publieke tentoonstellingen. Hij ontwikkelde ISOTYPE om met iconen verhalen te vertellen. Na de dood van Otto is Marie hiermee doorgeshaan en heeft zij hun werkwijze op papier gezet. De rolverdeling voor een goede visualisatie zoals door hen bedacht passen we toe bij de ontwikkeling van onze infographics.

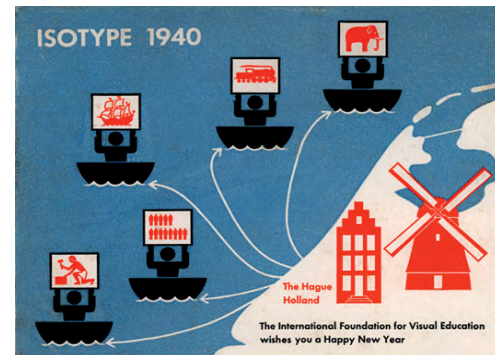
In een simpel model zet je een *wetenschapper* en een *ontwerper* aan tafel. De ontwerper

vertaalt rechtstreeks de wetenschappelijke kennis in een visualisatie. De Neuraths stellen voor om ook een zogenaemde *transformer* uit te nodigen aan tafel. De transformer is iemand die van de wetenschappelijke kennis een begrijpelijk verhaal kan maken, waar de ontwerper vervolgens mee aan de slag kan.

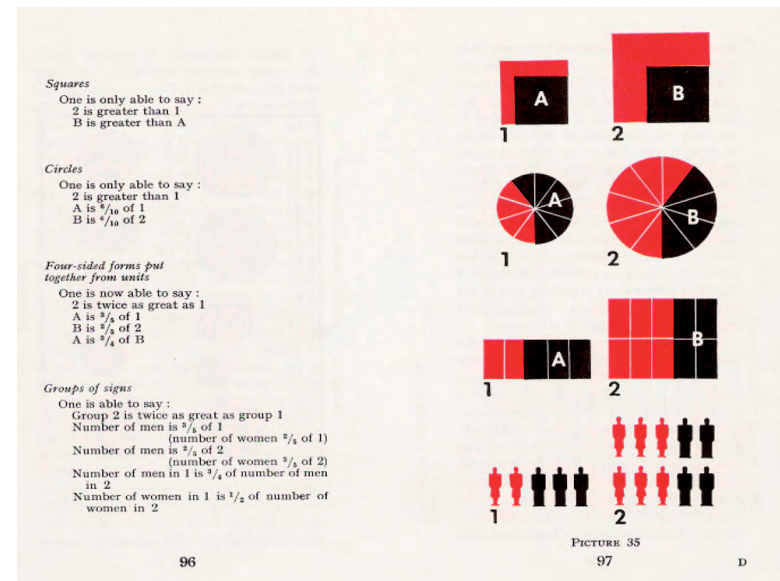
De drie rollen hoeven niet altijd drie personen te zijn. Vaak wordt de groep groter naarmate het project groter wordt. Meerdere disciplines aan tafel helpen om tot een beter en meer inclusief eindresultaat te

komen. Bij het PBL proberen we bewust met deze rollen om te gaan. Hoe groter het team en hoe meer het beeld bepalend is in de publicatie, hoe belangrijker het wordt om binnen het team te zorgen voor de invulling van deze rollen.

Grotere betrokkenheid bij de inhoud betekent ook dat de ontwerper en transformer eerder betrokken zijn bij het proces. Maar voor een wetenschapper betekent het ook eerder nadenken over hoe de publicatie eruit moet komen te zien.



ISOTYPE nieuwjaarskaart 1940



ISOTYPE instructies uit International Picture Language, Otto Neurath, 1936

De wetenschapper / deskundige

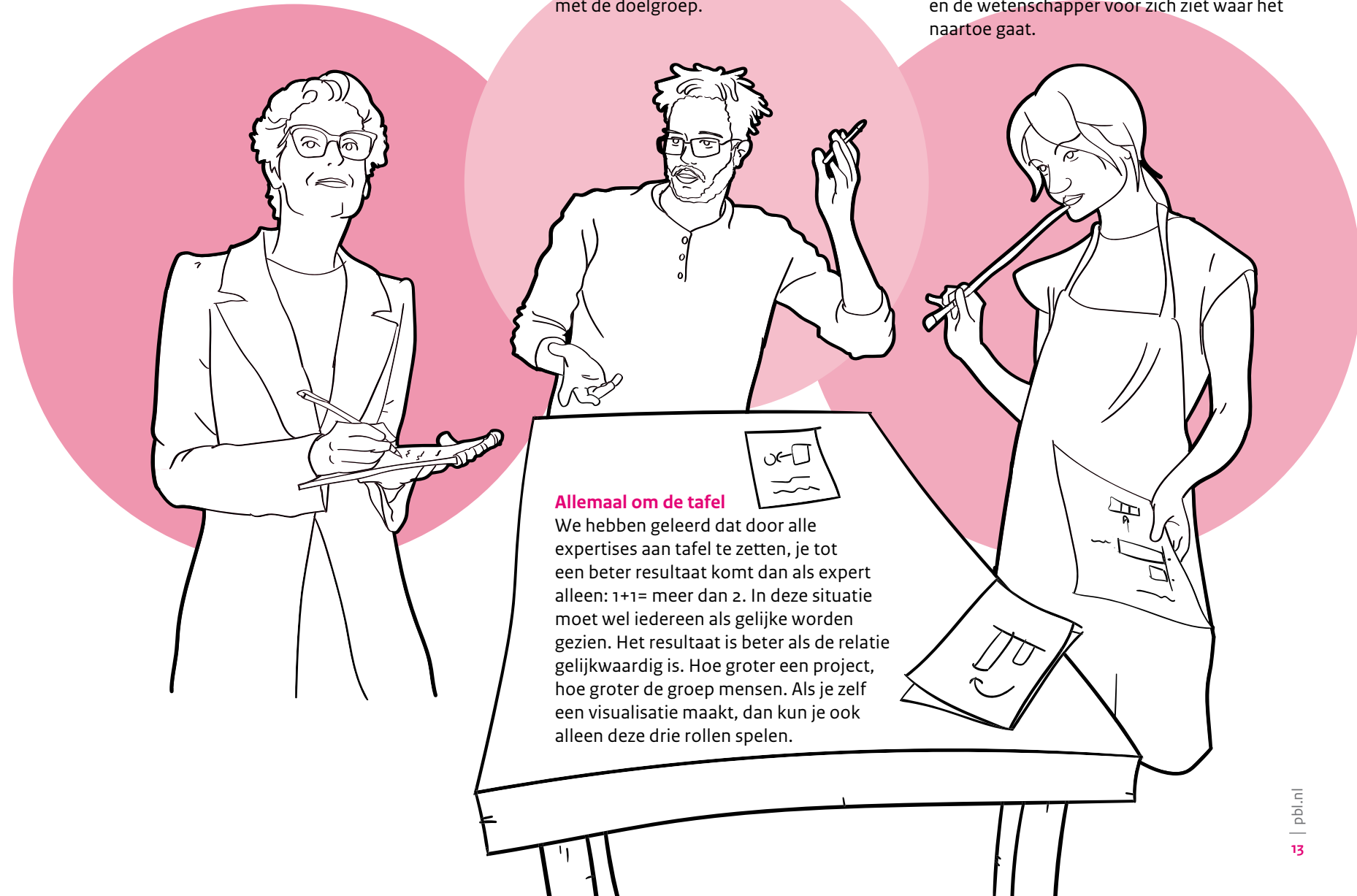
Beschikt over wetenschappelijke kennis en relaties. Verzamelt data en informatie. Is vaak de eindverantwoordelijke voor het resultaat en de wetenschappelijke juistheid.

De transformer

Maakt verhalen door de data te onderzoeken en te structureren. Creëert op basis van de kennis van de wetenschapper een duidelijk verhaal. Weet wat er in het publieke debat nodig is en houdt rekening met de doelgroep.

De ontwerper

Zet zijn creativiteit in om de infographic te ontwerpen en te produceren. Bedenkt oplossingen voor de visualisatie van complexe verhalen. Maakt schetsen, op basis waarvan de verhaallijn scherper wordt en de wetenschapper voor zich ziet waar het naartoe gaat.



Die is van het PBL

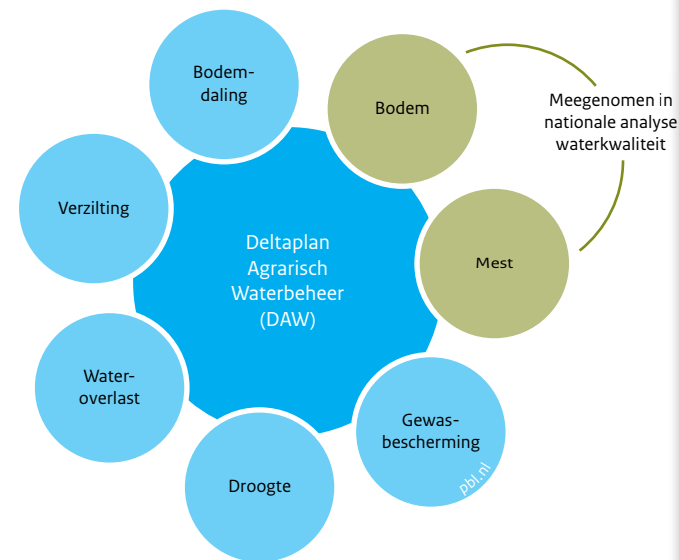
De tien ingrediënten van een PBL-figuur

Figuren gaan na publicatie vaak een eigen leven leiden. Dikwijls worden ze gebruikt in andere publicaties, presentaties of op social media.

De lay-out van PBL-figuren is voor iedereen herkenbaar. Ons uitgangspunt is dat ze prettig leesbaar zijn, rustig overkomen (door zoveel mogelijk onnodige details weg te laten) en tegelijk maximaal informatief zijn (door een heldere titel, goede legenda en bron in de figuur).

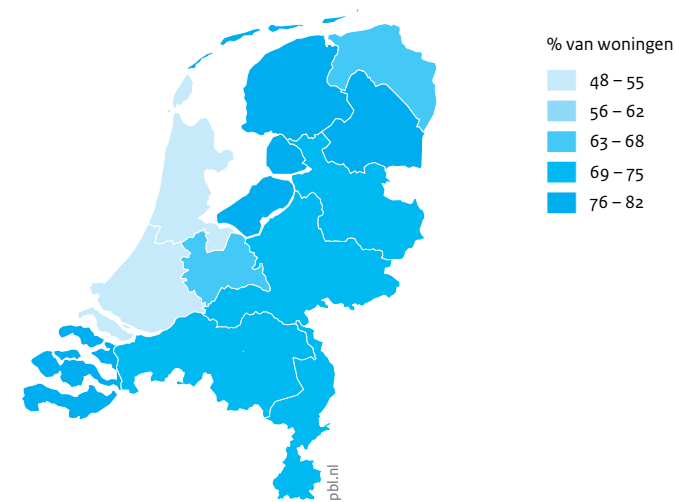
Voor grafieken, kaarten en schema's hebben we afspraken gemaakt en passen we een standaard lay-out toe. Dit resulteert in tien punten waaraan een PBL-figuur te herkennen is.

Aandachtsgebieden Deltaplan Agrarisch Waterbeheer



Bron: DAW

Aandeel eengezinswoningen, 2020



Bron: CBS

1 Alle teksten staan horizontaal, dus ook de eenheid bij de y-as in grafieken.

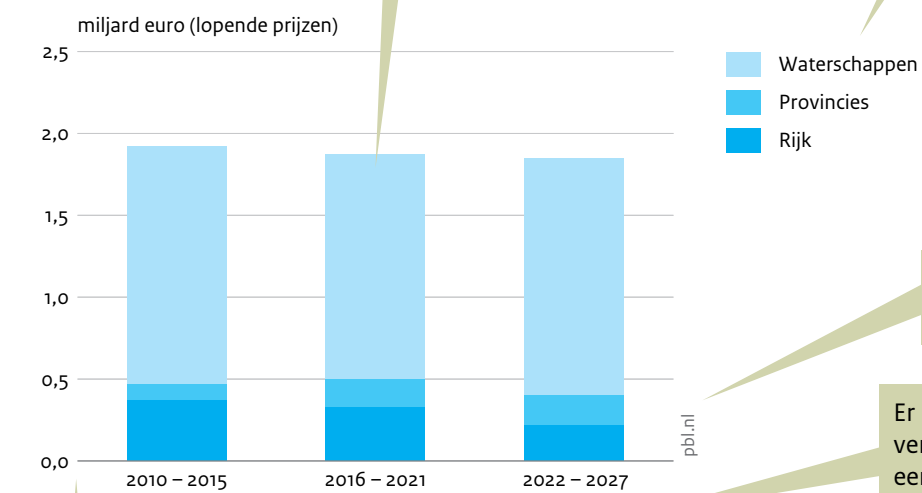
2 Vlakken in de figuur hebben geen omlijning.

3 Mosgroene titel linksboven, beschrijvend en kort en bondig geformuleerd.

4 Rijkshuisstijl voor kleur en lettertype. Gebruik van een beperkt aantal kleuren, bij voorkeur blauw, mosgroen en violet.

5 In principe staat de legenda rechts naast de figuur.

Figuur 2.1
Directe uitgaven voor Kaderrichtlijn Water door overheden



6 Alle teksten in de figuur (zoals titel, bron, legenda) hebben een vaste onderlinge verhouding qua lettergrootte.

7 Rechtsonder staat pbl.nl als een herkenbaar woordmerk in de figuur.

8 Er is voldoende witruimte tussen de verschillende onderdelen, zodat de figuur een rustig beeld geeft.

9 De bron van de data en/of de inhoud is in de figuur opgenomen.

Bron: Waterschappen, provincies, Rijkswaterstaat; bewerking PBL

10 Sommige figuuronderdelen worden in principe weggelaten, zoals de y-as in grafieken, de noordpijl en de schaalstok in kaarten.

25 jaar verandering in beeld

Evolutie van een huisstijl

In de afgelopen 25 jaar heeft onze huisstijl verschillende veranderingen ondergaan. Dat komt vooral door voortschrijdend inzicht en nieuwe ontwikkelingen in visualiseren. In de vormgeving van onze visualisaties is te zien dat we steeds beter zijn gaan nadenken over de functie en de boodschap. Veranderingen van (de naam van de) organisatie of het

doorvoeren van een organisatiebrede huisstijl zijn terug te zien in een veranderend kleurgebruik en in de vormgeving.

De eerste jaren

Tot 2007 werden figuren opgemaakt binnen een grijs vlak, zodat het visueel duidelijk is welke lay-outelementen bij de figuur horen.

Vanaf 2002 werden de grafiekdata getekend op een wit vlak om meer nadruk op de data te leggen. Een aantal keer veranderde de titelkleur (zwart, mintgroen, donkerblauw, mosgroen) om aan te sluiten bij de huisstijlkleur.

De PBL-huisstijl

In 2004 ontstond het Milieu- en Natuurplanbureau (MNP) uit het RIVM, maar dat leidde niet tot zichtbare veranderingen in de huisstijl van figuren. Pas na de fusie met het Ruimtelijk Planbureau (RPB) in 2008 kwam er een nieuwe huisstijl. Er werd een nieuw kleurenpalet ontwikkeld, gebaseerd op de kleuren in het logo. Lay-outs werden vernieuwd waarbij 4 varianten werden gemaakt in 4 verschillende basiskleuren die consequent in de vormgeving van de figuren werden toegepast. In plaats van een gekleurd achtergrondvlak gaf nu een lijn onder de figuur het onderscheid aan tussen

visualisatie en lopende tekst. De vastgelegde kleur- en vormgevingsvoorschriften leidden echter ook tot beperkingen in het maken van goede visualisaties.

De rijkshuisstijl

De invoering van de rijkshuisstijl in 2011 leidde tot nieuwe voorschriften – en daardoor ook beperkingen – in font- en kleurgebruik; met name het ontbreken van donkere tinten wordt als gemis ervaren. Een verandering die we zelf doorvoerden betrof de contourlijnen; die zijn bij voorkeur wit of worden weggelaten om data meer te laten spreken.

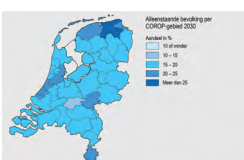
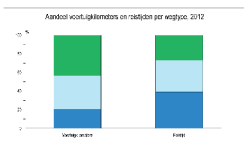
Onze figuren blijken in de jaren '10 steeds vaker te worden verspreid buiten de context van een publicatie. We nemen de bronvermeldingen daarom op in de figuur zelf, in plaats van in het figuuronderschrift. Ook wordt 'pbl.nl' als woordmerk in de figuur geplaatst, zodat duidelijk is dat de figuur afkomstig is van het PBL.



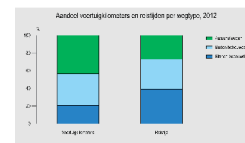
Planbureau voor de Leefomgeving

1995

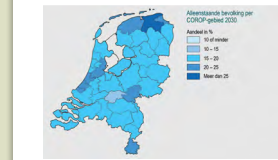
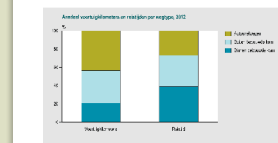
1995 - 1998
Witte achtergrond (Grijs voor kaarten)
Zwarte contourlijnen
Titelkleur zwart



1998 - 2002
Grijze achtergrondvlakken voor alle figuren

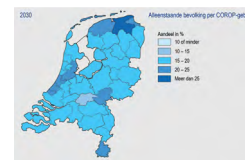
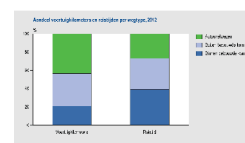


2002 - 2005
Wit datavlak voor grafieken
Huisstijlkleur en titelkleur mintgroen



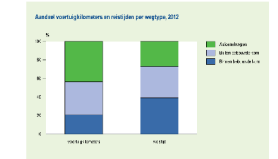
2004

2005 - 2008
Titelkleur donkerblauw



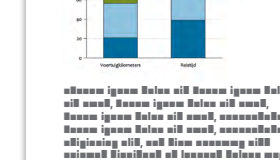
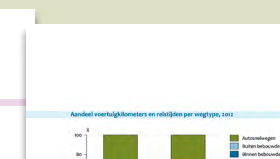
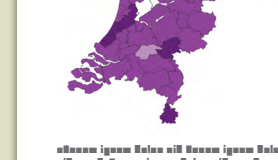
2008

2008 - 2009
Groene achtergrondvlakken



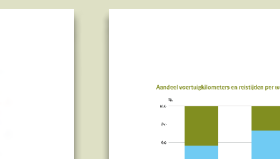
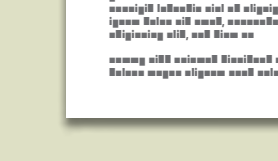
2011

2009 - 2011
Nieuw kleurenpalet gebaseerd op kleuren in het logo ('lamellen')
Gekleurde titelbalk en titel (blauw, groen, violet en oker)
Wit achtergrondvlak
Lettertype Arial vervangen door Candara



2021

2011 - 2021
Toepassing rijkshuisstijl in visualisaties (font en kleuren)
Titelkleur mosgroen, geen titelbalk
pbl.nl als herkenbaar woordmerk (2012)
Bronvermelding in figuren (2013)
Geen of witte contourlijnen (2016)



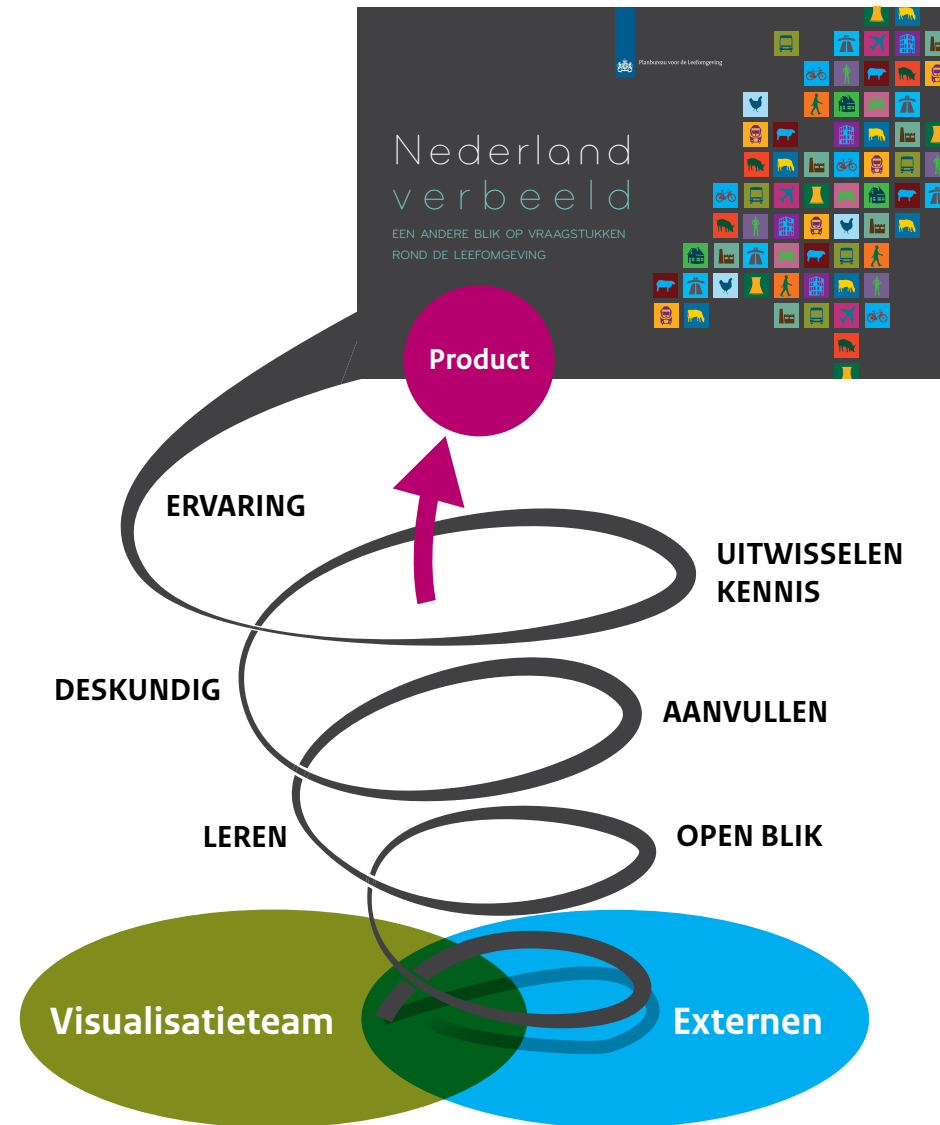
Samenwerken is groeien

Externen en hun bijdrage aan onze visualisaties

Veel van de visualisaties van het PBL maken we zelf. Maar soms loop je tegen je eigen grenzen aan als je niet bekend bent met een bepaalde, nieuwe techniek of wanneer er een nieuw soort product gemaakt moet worden. We hebben geleerd dat je door samen te werken veel kan leren en tot betere producten komt. Interdisciplinair samenwerken werkt erg goed. Als je mensen betreft die expertise hebben waarover je zelf niet beschikt, heeft dat een positief effect op het eindresultaat.

In 2012 werkten we aan een boekje met infographics. Als beeldredactie wisten we dat we hulp van buitenaf nodig zouden hebben om de expertise aan te vullen voor het maken van infographics. We vonden de juiste match in Frédéric Ruys. Door hem bij dit project te betrekken hebben we veel geleerd. Lessen die we vandaag de dag nog steeds toepassen bij het maken van onze figuren.

Met de inbreng van onze eigen kennis en die van buiten maken we een beter product en ontwikkelen we onze eigen expertise op het gebied van datavisualisatie. We hebben dit in verschillende samenstellingen herhaald, met meerdere visuele producten.



Intern visualisaties maken

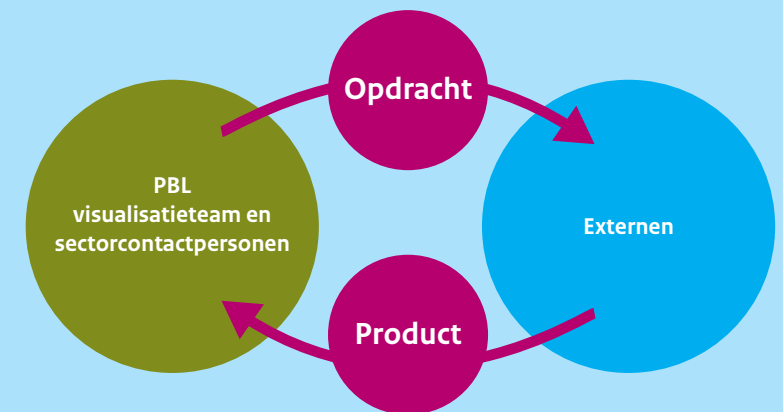
Voor veel PBL-rapporten maken we intern de figuren op.



Voordelen:
 Alles zelf in de hand
 Expertise in huis
 Flexibiliteit: tijd in eigen handen

Uitbesteden van visualisaties

We besteden uit als we intern te weinig tijd hebben of als er expertise nodig is waarover we zelf niet beschikken.



Voordelen:
 Zelf minder tijd kwijt
 Aanvullen ontbrekende expertises

Interview Marian Abels

'Samen met je collega's kom je tot een grafiek met een heldere boodschap'

Van alle collega's die bij het PBL aan visualisaties werken, is Marian Abels de enige van het eerste uur. Een gesprek met een enthousiaste, ervaren collega die 25 jaar overziet.

Marian, wat is jouw achtergrond en hoe ben je ooit bij de voorloper van het PBL terechtgekomen?

In Etten-Leur volgde ik een nieuwe opleiding, hogere laboratoriuminformatica en -automatisering. Ik kreeg een mooie stageplek bij het RIVM, waar ik mocht bijdragen aan de ingebruikname van een informatiemangementsysteem voor het laboratorium. Aansluitend op mijn stage kon ik medio 1988 aan de slag bij het computercentrum van het RIVM. Een paar jaar later raakte ik betrokken bij het maken van grafieken. Het ging toen om de eerste Milieubalans, die in 1995 uitkwam. Vanaf 1997 deed ik zelfstandig het grafiekenwerk voor de Milieubalans. In de jaren daarna werden voor steeds meer rapporten grafieken en andere visualisaties gevraagd. Mét dat het werk groeide, kreeg ik er ook mijn huidige collega's bij: Jan de Ruiter, Filip de Blois, Allard Warrink en Raymond de Niet.

Je bent dus niet heel direct opgeleid voor het werk dat je nu doet?

Nee, inderdaad, de theorie achter het maken van grafieken heb ik niet vanuit mijn studie meegekregen – het gevoel voor cijfers had ik uiteraard wel. Al doende heb

ik dingen ontdekt. Het was echt pionieren en ik heb veel zelf moeten ontwikkelen. Bij het vormen van mijn inzichten is het gesprek, het doorvragen bij projectleiders en onderzoekers altijd heel belangrijk geweest. Zo is de 'theorie' achter het maken van grafieken gaandeweg gegroeid.

En die theorie achter de grafieken, heb je die ook ergens opgeschreven?

Die zit vooral in mijn hoofd. Als ik het opschrijf, wordt het allemaal zo absoluut. Zelf heb ik vooral de visuele kennis in huis, maar de inhoudelijke kennis moet van anderen komen. Als relatieve leek stel ik daarom vooral vragen aan mijn collega's en probeer ik hun wensen te vertalen in goed leesbare grafieken. De ideale grafiek bestaat trouwens niet. Persoonlijke ideeën

en inzichten spelen een grote rol. Samen kom je tot een grafiek met een heldere boodschap.

Wel leuk om te vertellen: Jaren terug hebben we een mooi memoryspel bedacht over visualisatiewerk. Dat memory hebben we heel wat keren met projectteams gespeeld. Tijdens het memory kwamen dan spelenderwijs de opgedane inzichten over visualiseren langs. Dat werkte heel goed. We hebben het spel op allerlei bijeenkomsten gepresenteerd, tot op een conferentie in het Zwitserse Neuchâtel toe.

Wat motiveert je om dit werk te doen?

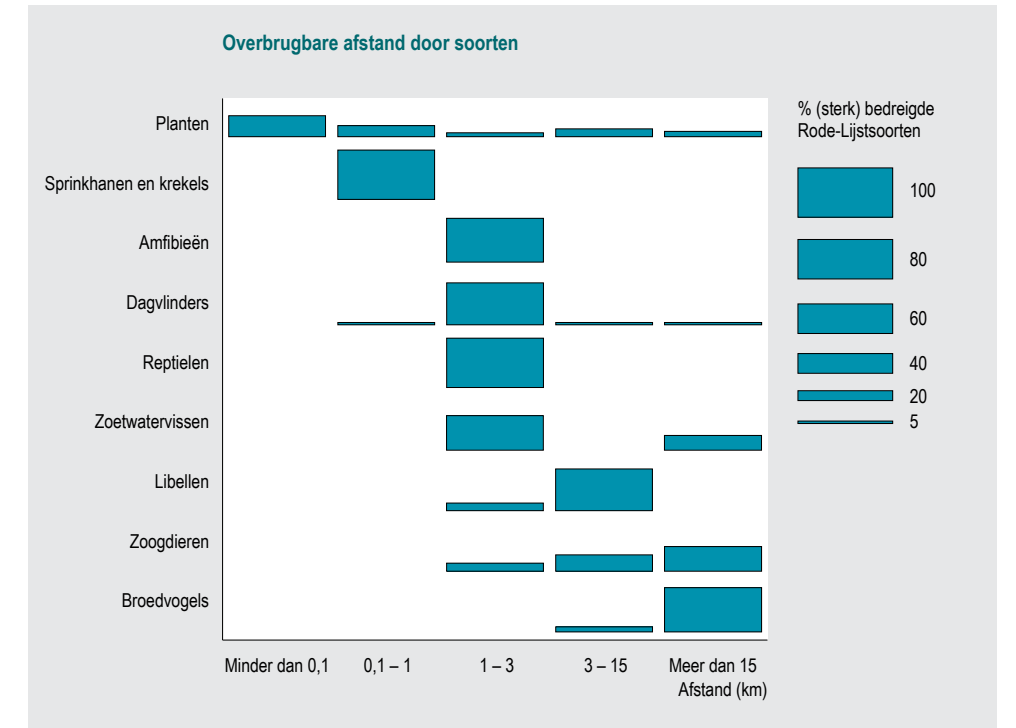
Waar ik van geniet in mijn werk is mensen helpen nadenken over wat ze precies met hun cijfers willen zeggen. Getallen zijn

immers maar getallen. Waar het om gaat is het verhaal eromheen, de boodschap erbij. Ik werk telkens met andere projectleiders. De lijntjes zijn kort. Je oefent uiteindelijk met de grafieken die je levert flink wat invloed uit op de publicatie. Ook krijg ik de nodige respons van collega's achteraf. Ik ben een van de eersten aan wie ze dan denken, omdat ze vaak het laatste met mij gesproken hebben voorafgaand aan de publicatie. De verantwoordelijkheid voor de inhoud ligt dan wel niet bij mij, maar mijn werk is wel een onmisbaar radertje in het geheel. Ik zou het graag tot mijn pensioen blijven doen!

Wat is er veranderd in je werk door de jaren heen? En hoe kijk je naar de toekomst?

Door de jaren heen heb ik de nodige organisatorische veranderingen meegemaakt. Ik startte bij het RIVM. Later ging mijn werk over naar het Milieu- en Natuurplanbureau (MNP), dat in 2008 fuseerde met het Ruimtelijk Planbureau (RPB) tot het huidige Planbureau voor de Leefomgeving (PBL). Voor mij betekende dat een verbreding qua onderwerpen. Ik maakte niet alleen meer grafieken over milieu- en natuuronderwerpen, maar ook – om een dwarsstraat te noemen – voor een rapport over de volksgezondheid in de Enschedese wijk Roombeek na de vuurwerkramp. Ik vind juist al die verschillende onderwerpen waar het PBL onderzoek naar doet interessant.

Behalve dat we over veel meer onderwerpen visualisaties maken, doen we dat op steeds meer verschillende manieren en via verschillende media. Het aandeel van de statische grafieken zal kleiner worden. Ook wordt de rol van grafieken in verbeelding



van data anders. Infographics, animaties, interactieve tools, er komt steeds meer bij. Voor één publicatie maken we vaak meerdere soorten visualisaties. Het leuke vind ik dat we als team betrokken zijn bij zo'n publicatie, waarbij ik de grafieken doe, een ander de kaarten en weer een ander de infographics.

Heb je nog een anekdote? Wel eens een grafiek gemaakt die je nu heel anders zou maken?

Jazeker. Een aantal jaren terug kwam een senior onderzoeker van een andere organisatie bij ons werken. Hij vertelde me

dat hij al heel lang een grafiek van mij aan de muur had hangen. 'Ik vond die zo mooi, het was gewoon een kunststuk', zei hij. Het bleek te gaan om een figuur die ik gemaakt had voor de Natuurbalans 2003 van het RIVM, over de afstand die soorten kunnen overbruggen, van sprinkhanen tot libellen tot broedvogels. Hij had een x-as die ik nu nooit meer zo zou maken, maar dat iemand hem jarenlang als kunststuk aan de muur had gehad, vond ik toch wel mooi.





Deel 2

Lessen uit
25 jaar
visualisatie
bij het PBL

Plaatje ondersteunt praatje

Waarom de figuurkeuze er toe doet

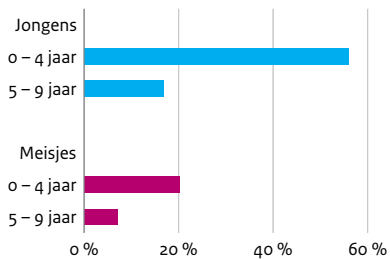
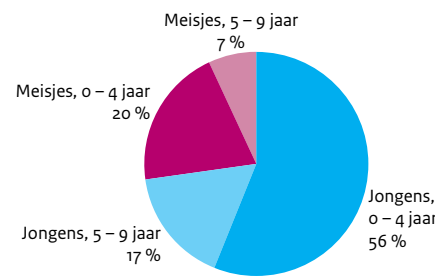
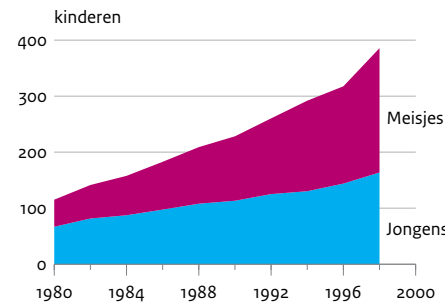
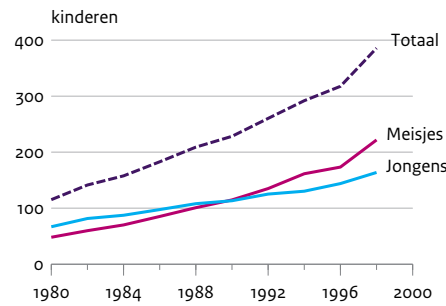
Als ontwerper kun je op basis van dezelfde data verschillende figuurtypen kiezen. Je kunt de boodschap van de figuur ondersteunen en versterken door te kiezen voor het juiste figuurtype. Er zijn veel verschillende visualisaties beschikbaar, enkele daarvan worden hier uitgelicht.

Lijn of vlak

Een vlakgrafiek toont de lezer in één oogopslag het totaal en de verdeling van dit totaal in de tijd. Het nadeel is echter dat de precieze waarde van de twee vlakken (het percentage jongens en meisjes op een school) op een willekeurig moment niet direct te vergelijken is. Als de boodschap die je aan de lezer wilt overbrengen gaat over de vergelijking van jongens met meisjes en het moment dat meer meisjes dan jongens naar school gaan, is het beter om een lijngrafiek te kiezen. Eventueel kan de totaallijn nog als extra informatie toegevoegd worden.

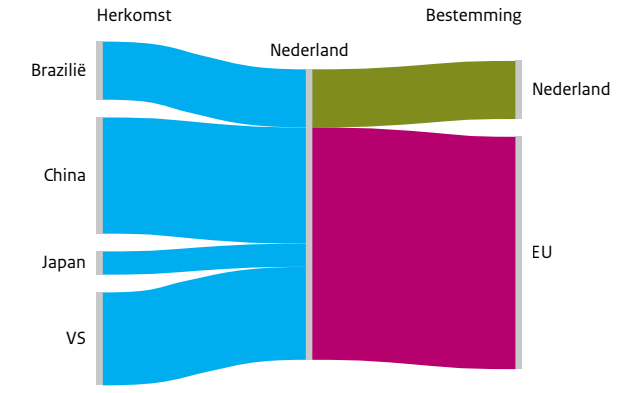
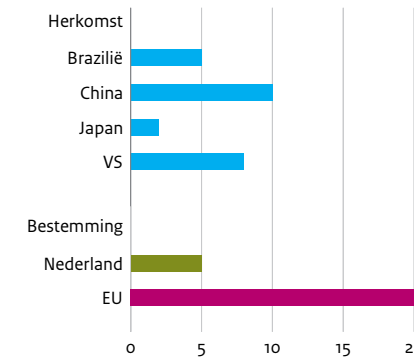
Taart of staaf

Een taartgrafiek geeft de lezer snel een globaal beeld van de verdeling van het totaal, in dit voorbeeld de verdeling van de leeftijdscategorieën van jongens en meisjes op een school. In een taartgrafiek kan de lezer echter de exacte verdeling lastig inschatten. Daarvoor moeten de percentages bekeken worden. Als de boodschap die je aan de lezer wilt overbrengen gaat over bijvoorbeeld het verschil tussen het aandeel jongens tussen 5 en 9 jaar en het aandeel meisjes tussen 0 en 4 jaar, dan is dat verschil sneller te zien in een staafgrafiek. Het nadeel daarvan is wel dat een lezer niet meteen ziet dat het totaal 100% is.



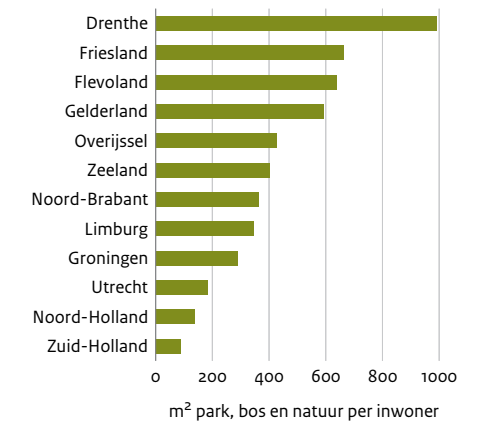
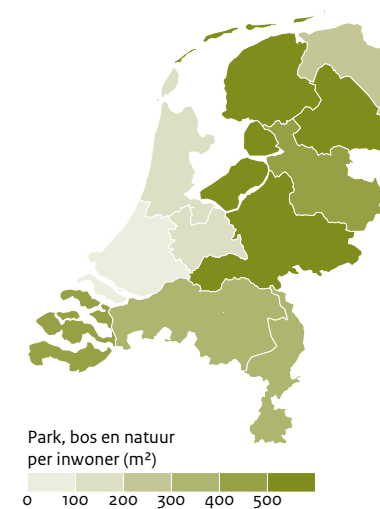
Staf of Sankey

Een staafgrafiek is erg geschikt om exacte aantallen weer te geven. In dit voorbeeld zie je duidelijk de hoeveelheden die Nederland binnen komen en de hoeveelheden die hun bestemming bereiken. Dat deze stromen met elkaar verbonden zijn, wordt uit deze grafiek echter niet meteen duidelijk. Een alternatief is een zogeheten Sankey-diagram, vernoemd naar de 19e-eeuwse Ierse ingenieur H.R. Sankey. In een Sankey-diagram kunnen onderlinge relaties in een netwerk goed worden afgebeeld. Kenmerkend is daarnaast dat de breedte van pijlen in zo'n diagram de proportie ervan weergeeft. Een Sankey-diagram is goed bruikbaar voor het visualiseren van complexe processen, stromen en netwerken.



Kaart of grafiek

Een kaart geeft een beeld van de geografische verdeling van data. In het voorbeeld is meteen te zien dat mensen in de Randstadprovincies minder groen in hun buurt hebben. Een nadeel van een kaart is echter dat deze minder geschikt is om exacte aantallen te laten zien. De aantallen worden ingedeeld in klassen en zijn daardoor minder nauwkeurig uit de kaart zelf af te leiden. Als de exacte aantallen belangrijker zijn dan de precieze geografische spreiding, kan beter gekozen worden voor een staafgrafiek. Zo maakt de staafgrafiek in vergelijking met de kaart veel beter duidelijk dat Zeeland maar iets meer groen per inwoner heeft dan Noord-Brabant.



Voor- en achteruitkijken

Inzicht opbouwen met 'afpelgrafieken'

In de afgelopen 25 jaar hebben we regelmatig grafieken gemaakt om het effect van beleidsmaatregelen weer te geven, zowel achteraf voor reeds getroffen maatregelen (ex post), als verkennend voor mogelijke, toekomstige beleidsmaatregelen (ex ante). Grafieken die gretig aftrek vonden bij beleidsmakers en politici.

De grafiekvorm die we daarvoor gebruiken, staat binnen het PBL bekend als de 'afpelgrafiek'. Een apfelgrafiek is een lijngrafiek die wordt gebruikt om een ontwikkeling te beschrijven van een situatie zonder beleid naar een situatie na het uitvoeren van beleid.

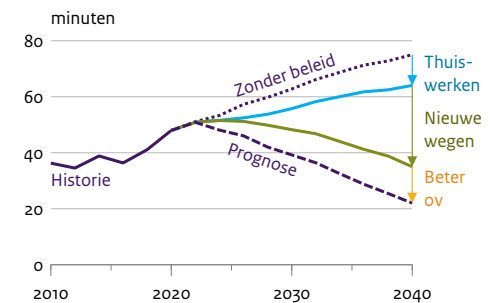
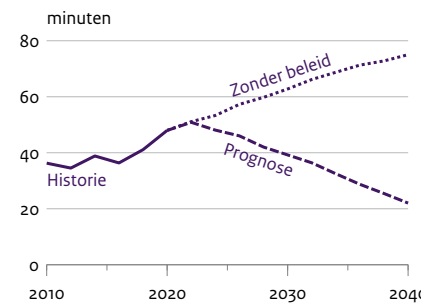
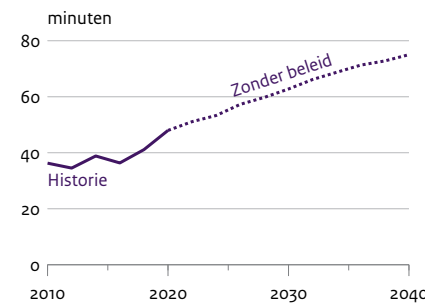
Het effect van de verschillende maatregelen maken we zichtbaar met afzonderlijke lijnen. Het verschil tussen twee lijnen geeft de bijdrage van een afzonderlijke maatregel weer. Een voorbeeld is het effect van beleidsmaatregelen op de reistijd. Wat is de invloed van de aanleg van nieuwe wegen of van meer thuiswerken?

Hoe moet je een apfelgrafiek lezen?

Je start met de historische uitgangssituatie en de ontwikkeling in die situatie zonder beleid. Dus in het voorbeeld hieronder neemt de reistijd toe als er geen beleid gevoerd wordt. Verklaringen kunnen zijn bevolkingsgroei, toename van het aantal personen met een auto of een verandering van de olieprijs.

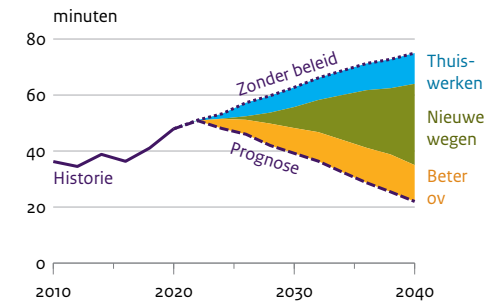
Vervolgens kun je zien wat de situatie is na uitvoering van beleid. In het voorbeeld is het een prognose, waarbij het verschil tussen de situatie zonder beleid en de uiteindelijke prognose het totale effect van beleid weergeeft.

In de apfelgrafiek is het effect van iedere verandering (of maatregel) te zien. In het voorbeeld kun je zien in welke mate thuiswerken, aanleg van nieuwe wegen en beter openbaar vervoer van invloed zijn op de reistijd.



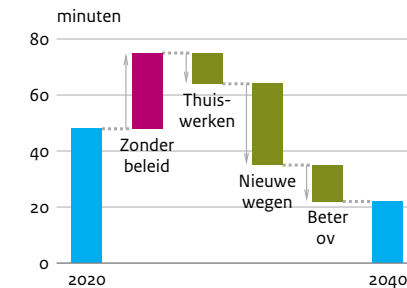
Ingekleurde vlakken

In sommige gevallen kleuren we de ruimte tussen de lijnen in, zodat de bijdragen van afzonderlijke maatregelen als vlak zichtbaar zijn. Het gevolg is dat de nadruk voor de lezer dan ligt op de bijdrage van elke maatregel aan de totale verandering, en minder op de begin- en eindsituatie.



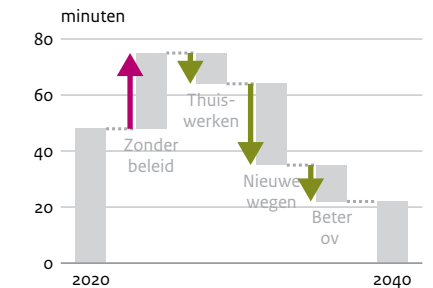
Watervalgrafiek

De watervalgrafiek is op hetzelfde principe gebaseerd: er is een begin- en een eindsituatie en daartussen wordt de bijdrage van afzonderlijke beleidsmaatregelen weergegeven. Als de begin- en eindsituatie verschillende jaren zijn, maakt deze grafiek het totale effect van de bijdrage tussen de begin- en eindsituatie zichtbaar, maar niet het verloop van die bijdrage in de tijd.



Verskil tussen toename en afname in effecten

Maatregelen kunnen zowel een toename als een afname van iets beogen. Denk aan volumemaatregelen om de woningbouw te stimuleren of om de veestapel te laten krimpen, en aan technische uitstoot-reducerende maatregelen zoals eisen aan voertuigen en apparaten, katalysatoren, luchtwassers, schoorsteenfilters of veevoeraanpassingen. Afpelgrafieken met gekleurde vlakken zijn dan niet mogelijk. Wel zijn watervalgrafieken heel geschikt om dergelijke effecten weer te geven.



Invloed van de volgorde

De volgorde waarin maatregelen worden getroffen is vaak belangrijk voor het effect van de afzonderlijke maatregelen. Als de overheid eerst technische uitstoot-reducerende maatregelen treft, zoals eerst luchtwassers voor stallen en later volumemaatregelen, zoals het krimpen van de veestapel,

dan hebben de uitstoot-reducerende maatregelen een groter effect dan wanneer eerst de volumemaatregel zou zijn genomen. In het eerste geval resulteert dat namelijk in een grotere reductie van de uitstoot, omdat die maatregel berekend is op basis van een grotere veestapel.

Dit betekent dat bij het interpreteren van het effect van maatregelen in een apfelgrafiek de volgorde waarin de maatregelen (mogelijk) worden getroffen niet ongewiseld kan worden.

Plussen en minnen

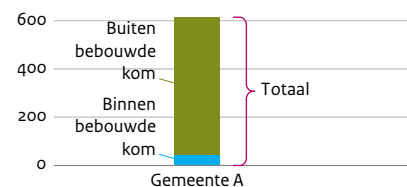
Stafgrafieken helder opbouwen

Duizenden hebben we er al gemaakt, in alle soorten en maten: stafgrafieken. Soms wil je je doelgroep iets vertellen over een totale verandering en hoe verschillende onderdelen aan deze verandering hebben bijgedragen.

Een voorbeeld: hoe verandert het aantal inwoners in een gemeente in een bepaalde periode? Voor de verschillende gebieden van de gemeente (binnen en buiten de bebouwde kom) worden de veranderingen op elkaar gestapeld. De totale hoogte van de staaf is dan meteen de totale verandering van het aantal inwoners in de gemeente.

Maar zo eenvoudig is het niet altijd.

Verandering van aantal inwoners

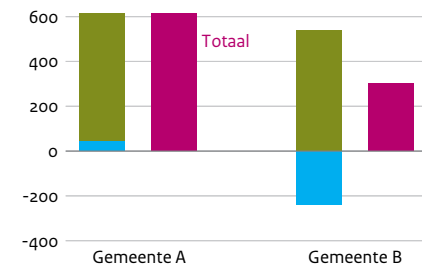
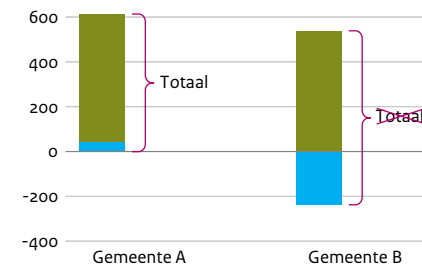


Wanneer is de staaf niet het totaal?

Stel we willen iets vertellen over de veranderingen in inwonertallen in twee verschillende gemeenten.

De totale verandering in gemeente A is de som van de verandering binnen en buiten de bebouwde kom. In gemeente B is echter niet overal sprake van een toename, zo is binnen de bebouwde kom een afname te zien. In deze grafiek is de negatieve waarde weergegeven onder de x-as, zoals bij veel visualisatietools (bijvoorbeeld Excel) gebruikelijk is.

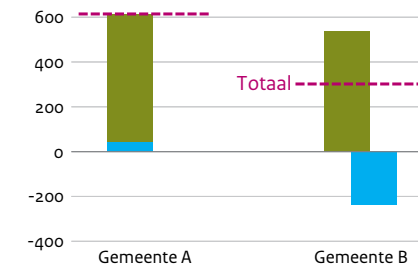
Dit heeft echter een duidelijk nadeel. Terwijl bij gemeente A de lengte van de staaf ook meteen de totale verandering toont, geeft de lengte van de staaf bij gemeente B de som van de positieve waarden en de negatieve waarden weer. Het verschil is goed te zien als de totale verandering ernaast afgebeeld wordt. Een lezer kan op basis van de lengte van de staaf bij gemeente B ten onrechte de indruk krijgen dat de verandering hier groter is.



Hoe lossen we dit probleem op?

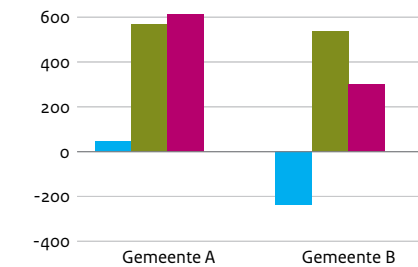
Er zijn verschillende alternatieven. Welke we ook kiezen, we willen voorkomen dat een lezer de totale lengte van de staaf interpreteert als het totaal.

Eén oplossing is om ervoor te zorgen dat de negatieve waarden niet recht onder de positieve waarden staan. Dus de negatieve waarden worden iets verschoven. Indien nodig kan ook het totaal in de grafiek toegevoegd worden.

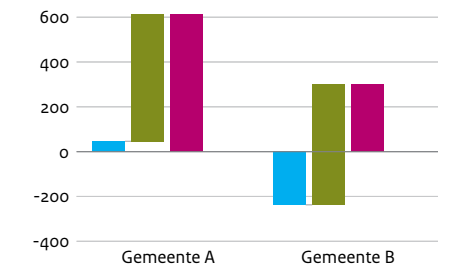


■ Buiten bebouwde kom ■ Totaal
■ Binnen bebouwde kom

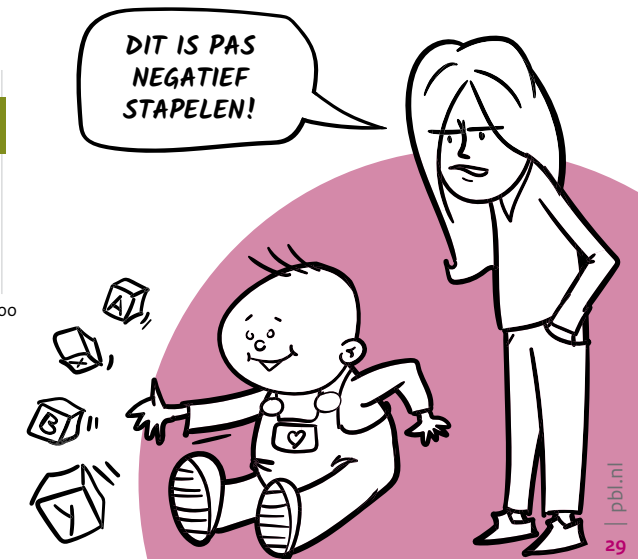
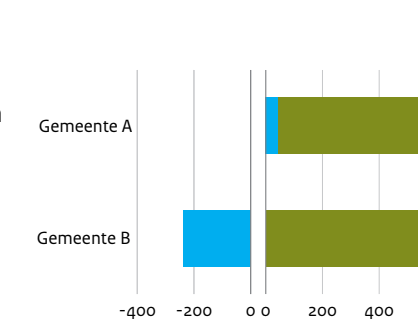
Een andere oplossing is om de verschillende categorieën niet te stapelen, maar naast elkaar af te beelden. Het voordeel is dat bij elke categorie goed af te lezen is wat de verandering is. Eventueel kan ook hier nog het totaal toegevoegd worden.



Ook is er de mogelijkheid om een variatie te kiezen waarbij de verschillende categorieën wel opgeteld worden, maar waarbij tegelijk elke categorie helemaal zichtbaar is. Een soort 'watervalgrafiek'. Het voordeel hiervan is dat het eind van de laatste categorie ook meteen het totaal is.



Een laatste variant, die we in de afgelopen jaren soms hebben toegepast, is het splitsen van de toename en de afname in aparte vlakken. Daardoor ziet een lezer niet één lange staaf, maar maken we direct al een onderscheid zichtbaar. Het is namelijk voor een lezer niet makkelijk te begrijpen dat bij een verticale stafgrafiek de verticale as niet doorloopt van een negatieve naar een positieve waarde, maar dat er een witruimte zit tussen het positieve en het negatieve deel van de as.



Bij nul beginnen

Spelen met de y-as

In een grafiek wordt de variabele waarde weergegeven op de y-as (meestal de verticale as).

Een veel besproken vraag bij het vormgeven is: moet de y-as altijd op nul beginnen?

Met andere woorden: mag een y-as afgebroken worden of is het handig om de verticale as bij 0 te laten beginnen, bijvoorbeeld als geen van de punten in de grafiek onder de waarde van 50 komt en alle punten zich bevinden tussen 50 en 55?

Ook bij het PBL komt deze vraag soms langs bij het bespreken van de grafieken. Veel toonaangevende namen op visualisatiegebied hebben zich hierover al uitgesproken. En het aantal discussies en blogs hierover is aanzienlijk.

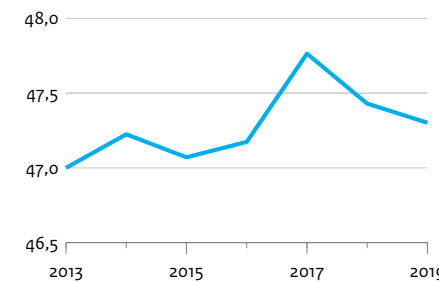
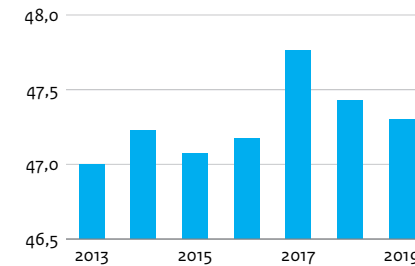
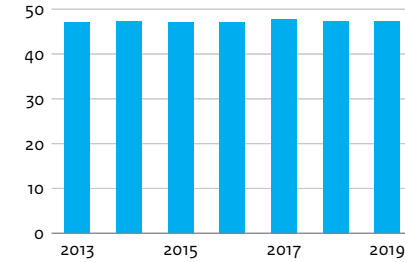
Is er verschil tussen lijn- en staafgrafieken?

Een veel gehoorde mening is dat het niet acceptabel is om de y-as af te breken bij staafgrafieken, maar dat het voor lijngrafieken wel mag. De argumentatie hiervoor is dat bij een staafgrafiek de informatie wordt afgebeeld door de hoogte van het ingekleurde deel van een staaf. Door de y-as van een staafgrafiek niet op nul te laten beginnen staat de hoogte van het ingekleurde deel van de staaf niet meer in relatie tot de afgebeelde data. Bij een lijngrafiek staat de informatie in de punten van de weergegeven lijn.

Waarom zou je de y-as afbreken?

De belangrijkste reden om een y-as niet op nul te laten beginnen is om kleine veranderingen in de data beter zichtbaar te maken. Dus in plaats van de totale staaf te laten zien, wordt het onderste deel weggelaten en wordt alleen het bovenste gedeelte getoond. De y-as toont de bijbehorende waarden, dus op zich klopt alles.

Maar uit onderzoek weten we dat lezers de data vaker fout interpreteren als de y-as afgebroken is. Een staaf die twee keer zo lang is wordt dan geïnterpreteerd als een waarde die twee keer zo groot is. Dat geldt in vergelijkbare mate voor staaf- en lijngrafieken. Zichtbaar maken dat er een onderbreking in de y-as is, maakt ook weinig verschil.



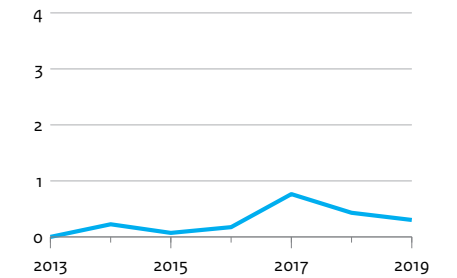
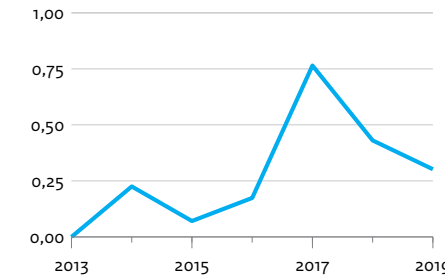
Hoe zit het met de eindwaarde van de y-as?

Je kunt een vergelijkbare discussie voeren over de eindwaarde van de y-as. Ook daar geldt dat de keuze van invloed is op hoe een lezer een eerste indruk krijgt van de data.

In sommige gevallen zijn er logische eindwaarden, zoals bij een verdeling van 0 tot 100% of een doel dat gesteld is. Maar vaak is deze eindwaarde er niet, en dan moet je goed kijken of de keuze van de eindwaarde van de y-as niet tot misverstanden kan leiden.

Als de lijn ver onder de eindwaarde ligt, krijgt de lezer de indruk dat iets 'weinig' is, en dat er nog veel meer mogelijk is, zoals te zien is in de rechtergrafiek hiernaast.

De keuze van de eindwaarde hangt dus af van de boodschap die je over wilt brengen.



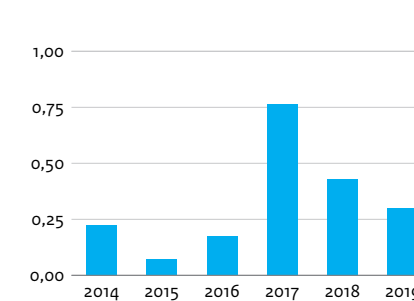
Hoe gaan we hier bij het PBL mee om?

We starten met het uitgangspunt dat we de data zo objectief mogelijk willen weergeven. Dat betekent dat de y-as niet afgebroken wordt, en dus op nul begint.

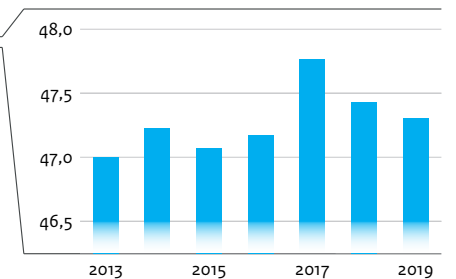
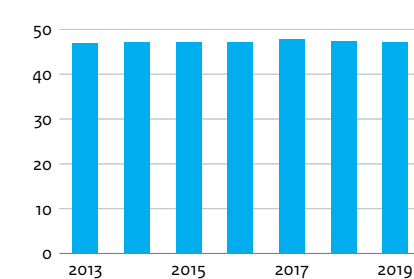
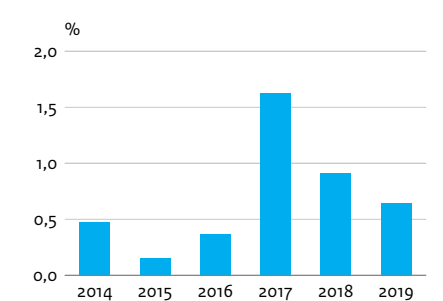
In die gevallen dat de boodschap van de grafiek niet overkomt bij het opnemen van de waarde nul of als de waarde nul arbitrair is (bijvoorbeeld in geval van temperatuur) of niet bestaand (in geval van een logaritmische schaal) zoeken we naar alternatieven, rekening houdend met de lezer.

Een door ons veel gebruikt alternatief is bijvoorbeeld het weergeven van het verschil ten opzichte van het beginjaar (absoluut of relatief). Soms maken we een uitsnede om een klein gedeelte van de data uit te lichten, zoals in het voorbeeld hiernaast.

Absoluut verschil ten opzichte van 2013



Relatief verschil ten opzichte van 2013



Met een slag om de arm

Onzekerheden weergeven met staafgrafieken

In staafgrafieken geef je data weer door middel van een staaf met een bepaalde hoogte. Maar hoe kun je aan je lezers duidelijk maken dat deze waarden omgeven zijn met onzekerheid? Of hoe kun je niet de waarden, maar alleen de onzekerheid weergeven in een grafiek? Bij het PBL hebben we door de jaren heen verschillende manieren gebruikt om onzekerheden weer te geven in staafgrafieken.

Onzekerheid wordt vaak weergegeven met behulp van een bandbreedte. De grenzen van die bandbreedte stellen we vast door de verdeling van aannemelijke waarden te berekenen. Bij de onzekerheid geven we ook zoveel mogelijk aan waar de weergegeven bandbreedte op gebaseerd is, bijvoorbeeld een 95%-betrouwbaarheidsinterval of twee keer de statistische standaardafwijking.

Belangrijk is om je te realiseren dat de gekozen weergave van die bandbreedte bepalend is voor de eerste indruk die een lezer van een grafiek krijgt.

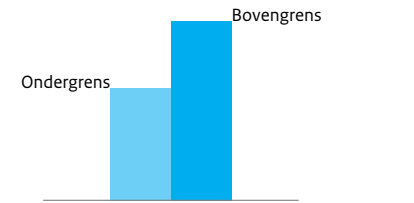
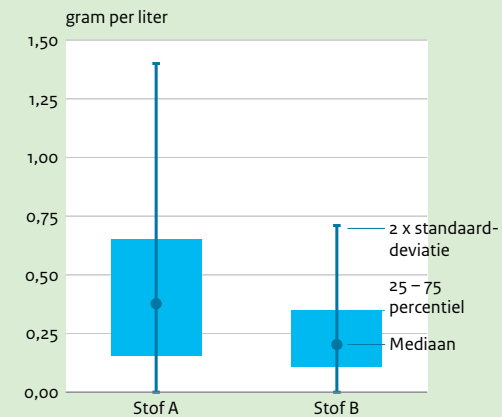
Waarom niet 'gewoon' een boxplot?

Een boxplot is een grafische weergave van de verdeling van data. Een boxplot is gewoonlijk gebaseerd op vijf getallen:

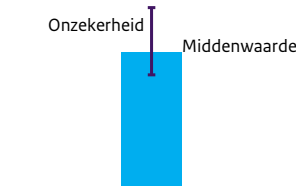
- Het minimum (exclusief uitschieters)
- Het eerste kwartiel
- De mediaan (of tweede kwartiel)
- Het derde kwartiel
- Het maximum (exclusief uitschieters)

In een boxplot staan niet altijd de bovenstaande vijf getallen; daarom moet standaard een legenda toegevoegd worden met uitleg over wat precies weergegeven is.

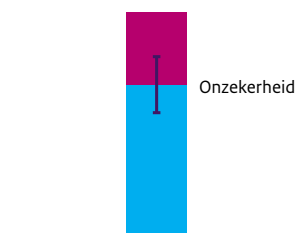
Een boxplot is geschikt voor een wetenschappelijke doelgroep, maar is voor het grote publiek lastig te begrijpen.



Om een onzekerheid weer te geven kun je natuurlijk de minimale en de maximale waarde naast elkaar tonen.



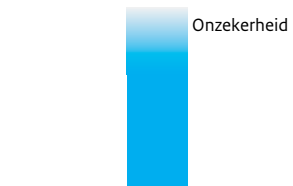
De hoogte van de staaf bepaalt de eerste indruk van de lezer. Door het toevoegen van een zogeheten whisker geef je een indruk van de onzekerheid, zonder dat deze de aandacht wegneemt van de staaf.



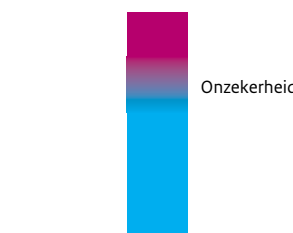
Deze oplossing kun je gebruiken in geval van een gestapelde staafgrafiek, waarbij je zowel een exacte waarde als de onzekerheden eromheen wilt communiceren.



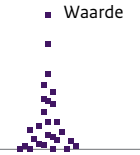
De eerste indruk die de lezer hierboven krijgt, is vooral de omvang van de onzekerheid. Pas in tweede instantie zal de lezer kijken naar de absolute waarde.



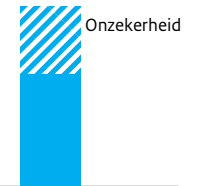
In deze figuur is meteen duidelijk dat er sprake is van een onzekerheid, maar de figuur geeft geen indicatie van de eindwaarde.



Met een gradiënt geef je aan dat er een verloop is, maar de precieze waarden zijn niet af te lezen uit de staaf.



In deze weergave zijn alle waarden opgenomen. Overlappende waarden zijn naast elkaar gezet, zodat de breedte een indruk geeft van welke waarden meer of minder waarschijnlijk zijn. Deze vorm wordt ook wel een beeswarm-grafiek genoemd.



Met het gebruik van een volle kleur voor de laagste waarde geef je een indruk van de ondergrens. Met de arcering geef je aan welk gedeelte onzeker is en wat de maximale waarde kan zijn.



Door een vlak te arceren met de twee kleuren van de rest van de staaf, kun je duidelijk maken dat dit vlak ofwel bij de onderkant, ofwel bij de bovenkant kan horen.

Het kan vriezen of dooien

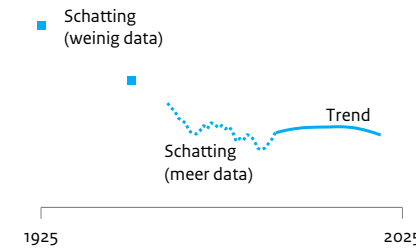
Onzekerheden weergeven met lijngrafieken

Een lijngrafiek geeft de data weer als een lijn die punten met elkaar verbindt op een bepaalde waarde. Maar in sommige gevallen wil je weergeven dat er een onzekerheid is rondom één of meer punten op de lijn. Of misschien wil je wel alleen maar de onzekerheid weergeven, en niet een lijn met punten.

Door de jaren heen hebben we verschillende manieren gebruikt om onzekerheden weer te geven in lijngrafieken. Belangrijk is om je te realiseren dat er verschillende manieren zijn om onzekerheid in grafieken te laten zien, maar dat de boodschap bepalend is voor welke manier je kiest.

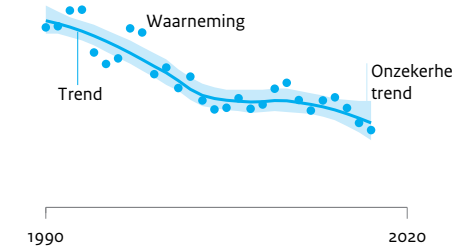
Onzekerheid in een lijn

Als een lijn gebaseerd is op onzekere waarden (schattingen) en je wilt dat visueel duidelijk maken, zijn daar verschillende manieren voor. In het voorbeeld hiernaast is ervoor gekozen om losse punten weer te geven voor die waarden die gebaseerd zijn op een grove schatting (dus op basis van weinig data). Voor data die geschat zijn op basis van meer data is gekozen voor een stippellijn. De data die gebaseerd zijn op waarnemingen, zijn met een doorgetrokken lijn weergegeven. Een lezer heeft zo meteen een indruk van het verschil in zekerheid tussen de verschillende waarden.



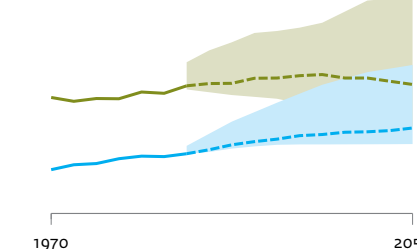
Onzekerheidsbanden

Vaak geven we onzekerheid rondom een lijn weer met een onzekerheidsband. In het voorbeeld hieronder zijn zowel de waarnemingen, als de trend en de onzekerheid van die trend te zien.



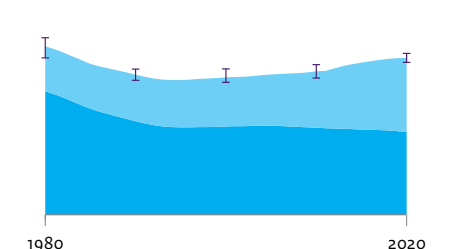
Overlappende onzekerheidsbanden

Ook voor het weergeven van onzekerheid in grafieken met meerdere lijnen kun je onzekerheidsbanden gebruiken. Je moet er dan wel rekening mee houden dat de onzekerheidsbanden elkaar kunnen overlappen. In dat geval is het gebruik van transparantie of doorschijnende vlakken een optie.



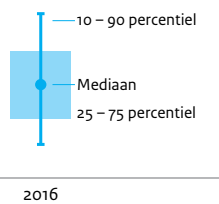
Onzekerheid in vlakgrafieken

Het weergeven van onzekerheid in vlakgrafieken is vaak lastiger. Het gebruik van whiskers (op de totaalwaarde) is de meest gebruikte oplossing bij het PBL.



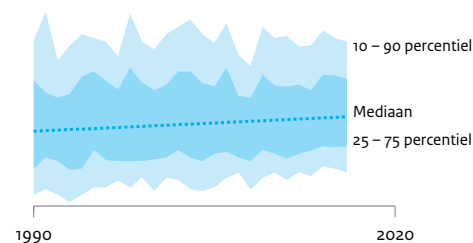
Spreiding van waarden ...

De onzekerheid in data is vaak gebaseerd op de spreiding van waarden. Dit geven we soms weer met een zogenoemde boxplot, in het voorbeeld hieronder is de spreiding te zien van de waarnemingen over één jaar.



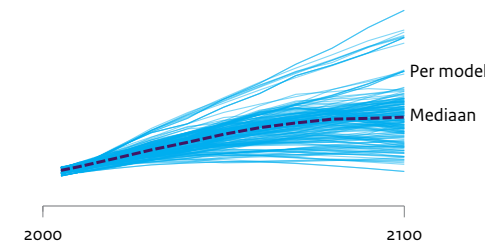
... in de tijd

Op basis van de boxplot kun je ook een grafiek maken waarbij de spreiding van de getallen in de tijd te zien is.



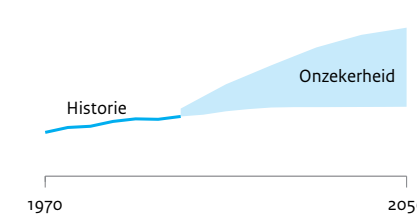
Of je geeft alle mogelijkheden weer

En, waarom zou je niet alle waarden weergeven, zodat een lezer direct inzicht krijgt in de spreiding? De afgelopen 25 jaar zijn applicaties voor het tekenen van grafieken steeds krachtiger geworden, zodat dit tegenwoordig een reëel alternatief is.

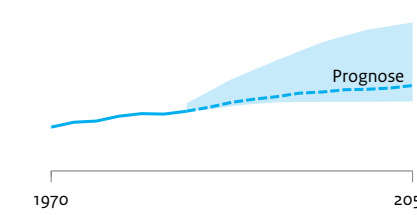


Toekomstige onzekerheid

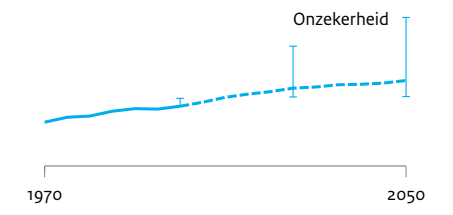
Ook toekomstige onzekerheid kun je weergeven met een onzekerheidsband. Daarbij kan de keus gemaakt worden om ook een prognoselijn toe te voegen.



Door de prognoselijn met een andere stijl weer te geven dan de historische lijn is een duidelijk verschil tussen prognose en historisch verloop zichtbaar.



Als niet voor alle jaren een onzekerheid bekend is, kun je de onzekerheid voor die jaren weergeven met zogenoemde whiskers rondom de lijn.



Twee keer kijken

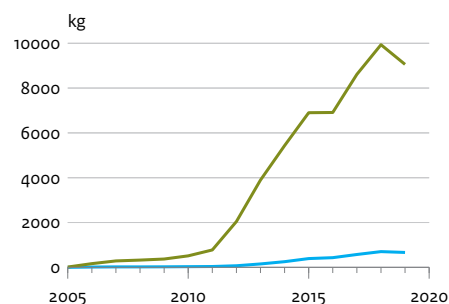
Variëren met assen in grafieken

Bij de grafieken die we bij het PBL maken kunnen we verschillende asindelingen gebruiken voor de horizontale en de verticale as: een lineaire, een logaritmische en een categorie-asindeling. Wat we de afgelopen 25 jaar gemerkt hebben, is dat de keuze van de indeling van een as van invloed kan zijn op hoe de data in een grafiek eruitzien. Daarmee is de asindeling ook van invloed op hoe een lezer een grafiek interpreteert.

Lineaire as of logaritmische as

Voor de indeling van de y-as kan gekozen worden tussen een lineaire of een logaritmische as. Het gebruik van een lineaire as is vrijwel altijd het uitgangspunt. De keuze voor een logaritmische as kan handig zijn om de snelheid van exponentiële groei in te kunnen schatten, bijvoorbeeld in het geval van virusinfecties. Maar ook om veranderingen in data te vergelijken die heel verschillend van grootte zijn. Bijvoorbeeld de waarden 100 en 10.000. Op een lineaire as kunnen in dat geval veranderingen in de kleine getallen wegvallen.

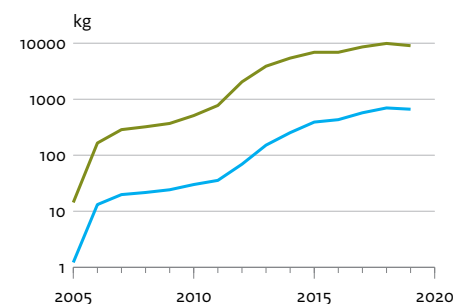
Of we voor een grafiek een lineaire asindeling gebruiken of een logaritmische asindeling maakt een groot verschil, zoals hieronder te zien is.



Belangrijk is om je te realiseren dat veel lezers niet meteen zullen zien dat een asindeling logaritmisch is. Als een lezer de data in de grafiek met een logaritmische as leest alsof ze weergegeven zijn op een lineaire as, kan hij verkeerde conclusies trekken.

Uit onderzoek blijkt bovendien dat veel lezers een logaritmische as niet begrijpen. En zelfs als lezers wel begrijpen wat met een logaritmische as weergegeven wordt, onderschatten ze toch vaak de data.

Om die redenen zijn we bij het PBL terughoudend met het gebruik van een logaritmische as. We gebruiken de logaritmische asindeling alleen als we weten dat de doelgroep hiermee bekend is.



Categorie-as of lineaire as

Een categorie-asindeling of een lineaire asindeling wordt het meest gebruikt voor de x-as.

Als de labels van de x-as tekst zijn, zoals namen van landen of brandstoffen, is een categorie-as de enige mogelijkheid. Als de labels echter getallen zijn, kan zowel gekozen worden voor een categorie- als een lineaire as.

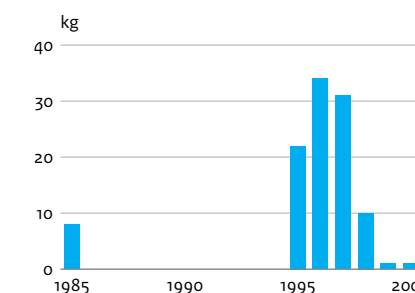
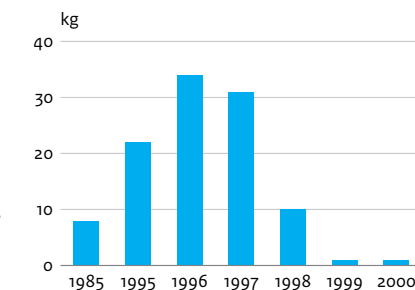
De keuze voor een categorie-as of een lineaire as hoeft geen invloed te hebben op hoe een grafiek eruitziet, maar er zijn situaties waar dat wel het geval is, zoals bij de grafieken hiernaast te zien is.

De labels op de x-as zijn jaren. De bovenste grafiek heeft een categorie-as als x-as, terwijl de onderste grafiek een lineaire as als x-as heeft. In het geval van een categorie-as

worden de staven op gelijke afstand van elkaar afgebeeld, ongeacht wat het jaartal is. In geval van een lineaire as worden de staven afgebeeld bij de bijbehorende jaartallen.

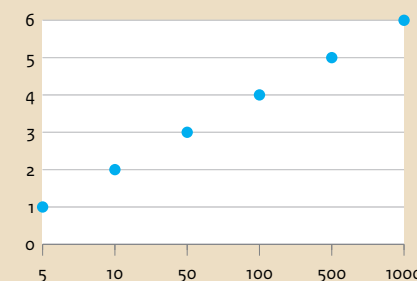
Duidelijk te zien is dat onderbroken reeksen, zoals het ontbreken van een aantal jaren, niet opvalt bij gebruik van een categorie-as. Bij de grafiek met de lineaire as is voor een lezer meteen duidelijk dat het verschil tussen de eerste en de tweede staaf een periode is van meerdere jaren, terwijl het verschil tussen de andere staven telkens één jaar betreft.

Het gebruik van een lineaire as is dus aan te raden als de labels van de x-as geen gelijke verdeling hebben.



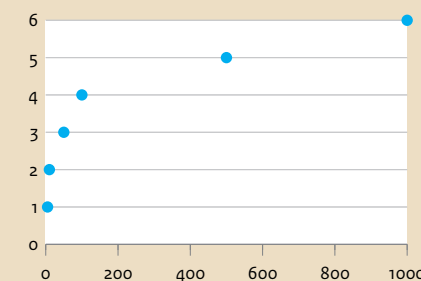
Categorie-as

Bij een categorie-as wordt elke waarde met een vaste afstand op de as afgebeeld, ongeacht wat de waarde is. De waarde kan zowel een tekst als een getal, een datum of een periode zijn. Zoals te zien op de horizontale as in het voorbeeld hieronder. De stippen horend bij de getallen 5, 10, 50, 100, 500 en 1000 worden op dezelfde afstand van elkaar afgebeeld.



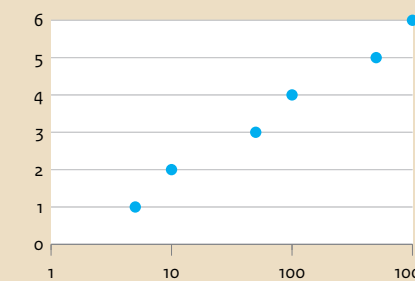
Lineaire as

Een lineaire as is verdeeld op basis van een beginwaarde, een eindwaarde en een verdeling in stappen. Elke stap is even groot, zoals in onderstaand voorbeeld waarin elke tussenstap een waarde 200 hoger is. De stippen horend bij de getallen 5, 10, 50, 500 en 1000 worden afgebeeld op de positie horend bij dit getal.



Logaritmische as

Een logaritmische as is ingedeeld door bij elke stap de vorige waarde te vermenigvuldigen; in de horizontale as in het voorbeeld hieronder met een factor tien. Elke stap is een factor 10 groter dan de voorgaande. De stippen horend bij de getallen 5, 10, 50, 100, 500 en 1000 worden afgebeeld op de positie horend bij dit getal.



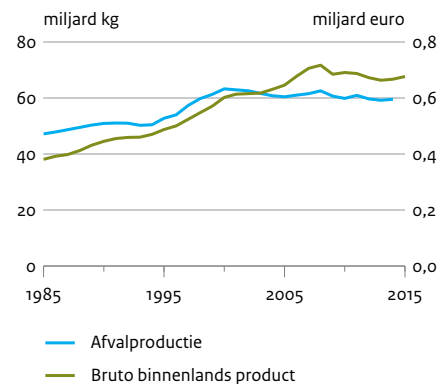
Dubbel zien

Alternatieven voor een extra y-as

In de loop der jaren kwam nogal eens het verzoek om grafieken te maken met een tweede y-as. Dit leverde regelmatig discussies op, want in het algemeen kleven er nogal wat nadelen aan het gebruik van een tweede y-as.

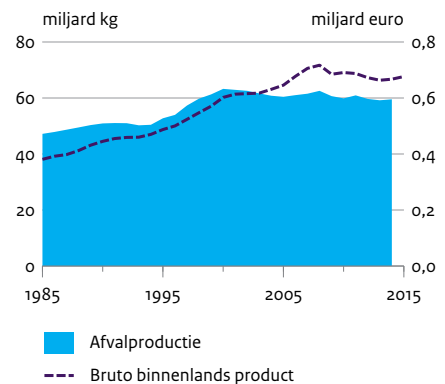
Waarom wil iemand een tweede y-as gebruiken?

De reden die vaak gegeven wordt om een grafiek met een tweede y-as te gebruiken, is het kunnen weergeven van een relatie tussen data. Zoals in onderstaande figuur waarin te zien is dat het bruto binnenlands product door de tijd heen iets sneller groeit dan de afvalproductie. Door dit bij elkaar in één figuur te zetten, lijkt dat een logische conclusie. Maar toch zitten er ook haken en ogen aan.

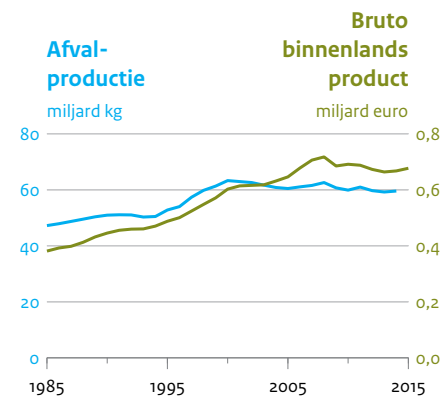


Wat is het probleem met het gebruik van een tweede y-as?

Allereerst zien niet alle lezers meteen dat deze grafiek een tweede y-as heeft. Een lezer kan in dat geval denken dat de ene lijn voor 2003 minder is dan de andere lijn en na 2003 juist meer. Om een lezer meteen duidelijk te maken dat de verschillende data in de grafiek niet rechtstreeks te vergelijken zijn, kun je kiezen voor het gebruik van verschillende vormen per categorie, zoals het combineren van een vlak met een lijn of een staaf met een lijn.

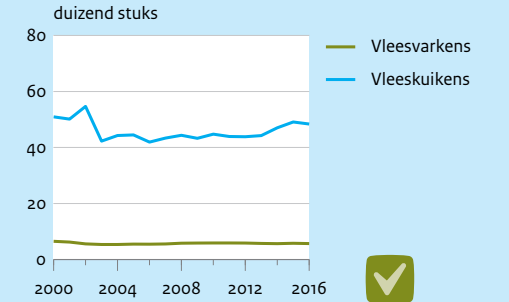
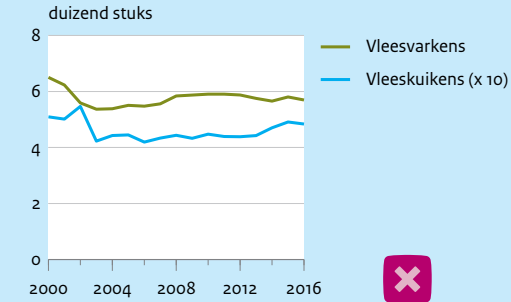


Een ander probleem is dat een lezer wellicht niet meteen ziet welke lijn bij de linker-as en welke lijn bij de rechter-as hoort. Ook dat is op te lossen, namelijk door het gebruik van kleuren, bijvoorbeeld door de kleur van de lijn ook door te voeren in de tekst, de y-assen en de eenheid op de twee y-assen.

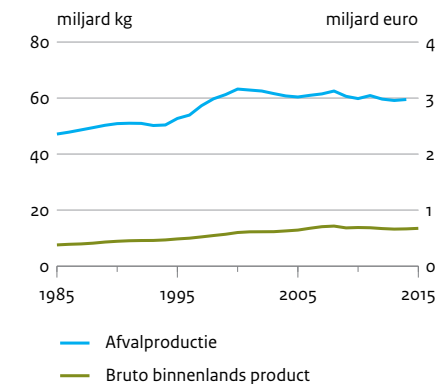


Let op een verborgen tweede y-as!

In een grafiek is niet altijd direct te zien dat data op een tweede y-as staan. Bijvoorbeeld als twee eenheden bij de as staan (bijvoorbeeld km en kg) of als een omrekeningsfactor verwerkt is in de legenda, zoals in dit voorbeeld. Ook dan kan een lezer de verkeerde conclusie trekken.



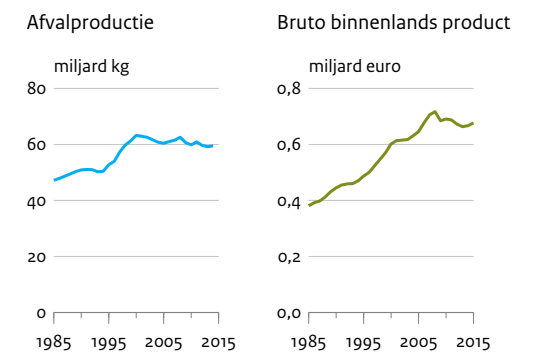
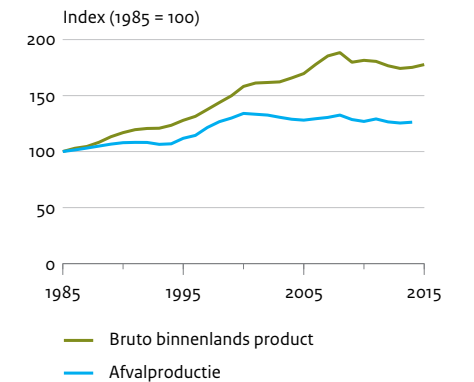
Het grootste probleem is echter dat de directe relatie die in de grafiek gesuggereerd wordt, sterk afhankelijk is van de as-indeling. Op basis van dezelfde data kan bijvoorbeeld ook onderstaande grafiek gemaakt worden. Alles is hetzelfde, met uitzondering van de as-indeling van de tweede y-as. Een lezer zal hier echter niet de conclusie trekken dat de ontwikkeling van de afvalproductie en die van het bruto binnenlands product gelijk opgaan. En dat het bruto binnenlands product sneller groeit dan de afvalproductie.



Welke alternatieven hebben we?

Vanwege deze problemen zoeken we bij het PBL altijd naar alternatieven voor het gebruik van een tweede y-as. Als de boodschap die je over wilt brengen aan de lezer betrekking heeft op de relatieve ontwikkeling, de trend, dan kun je ook kiezen voor indexering. Op deze manier is te zien dat het bruto binnenlands product sinds 1985 inderdaad harder gegroeid is dan de afvalproductie. Het nadeel van indexering is wel dat de absolute waarden van de afvalproductie en het bruto binnenlands product niet te zien zijn in de grafiek.

Als de absolute waarden wel van belang zijn voor de boodschap, kun je de grafiek in tweeën splitsen. Op die manier is voor een lezer meteen duidelijk dat het om twee verschillende categorieën gaat, met elk een eigen as en eenheid.

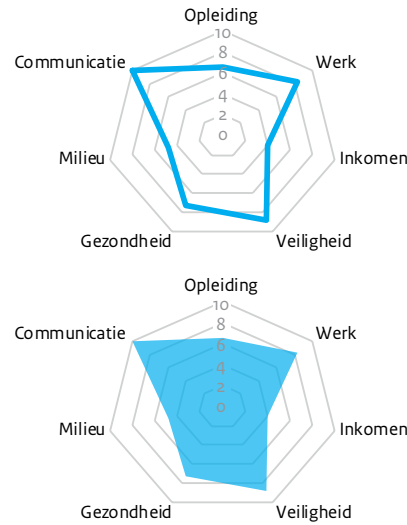


Gevangen in het web

Tekortkomingen van radarplots

Regelmatig komen onderzoekers met het verzoek om data in de vorm van een radarplot weer te geven, omdat ze data hebben die over verschillende categorieën zijn verdeeld en omdat een radarplot een opvallende vorm heeft. Een radarplot wordt ook wel radardiagram, spindigram of spinnenwebdiagram genoemd.

In een radarplot wordt de y-as per categorie herhaald en in een radiaal weergegeven (zoals de spaken in een wiel), waarbij de laagste waarde in het middelpunt staat en de hoogste waarde aan de buitenrand. Op elke radiaal wordt een waarde ingetekend en de verschillende waarden worden met elkaar verbonden. In sommige gevallen wordt ook de oppervlakte binnen de lijnen ingekleurd.

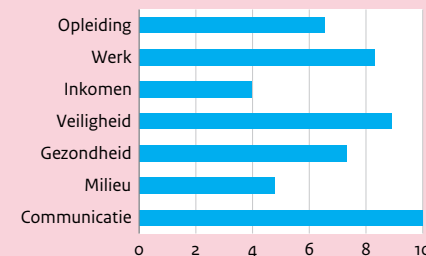
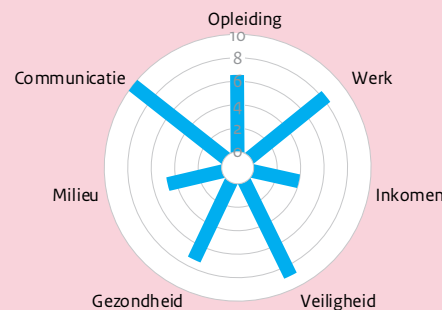


Radarplots zijn oorspronkelijk ontwikkeld om op een eenvoudige manier uitschieters te laten zien. Alle assen hebben dezelfde indeling en de interpretatie van de assen is bij alle assen gelijk, dus hoe verder naar buiten, hoe beter of hoger of meer.

Radarplots zien er voor veel mensen aantrekkelijk uit, met name door de ronde vorm. Maar toont een radarplot wel wat een lezer denkt te zien? Bij een radarplot vallen namelijk vooral de lijnen en het ingekleurde oppervlak op, maar de eigenlijke informatie zit in het snijpunt met de assen. Daardoor heeft de radarplot een aantal tekortkomingen.

Alternatieven

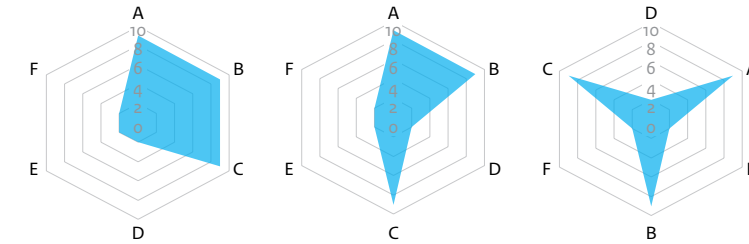
Door de ronde vorm blijven radarplots aantrekkelijk en trekken ze de aandacht. Bij het PBL proberen we echter vooral alternatieven te zoeken voor een radarplot. Het gebruik van een radarplot is alleen mogelijk als de volgorde van de assen vast en zinvol is (ordinaal) en circulair is (dus het laatste item heeft een relatie met het eerste item), zoals bij windrichtingen of tijd.



Tekortkomingen

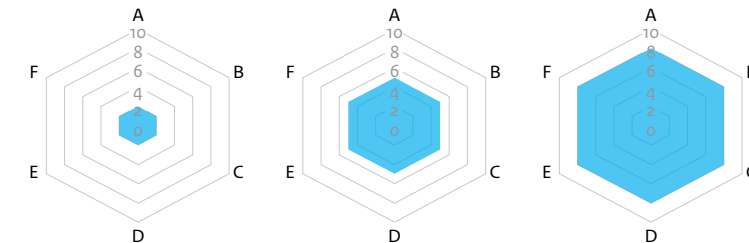
Niet de data, maar de volgorde bepaalt de vorm

De vorm die te zien is door het verbinden van de punten heeft geen waarde of betekenis voor de data, maar wordt vooral bepaald door de volgorde van de assen. Met dezelfde data verandert de vorm, afhankelijk van de volgorde van de assen.



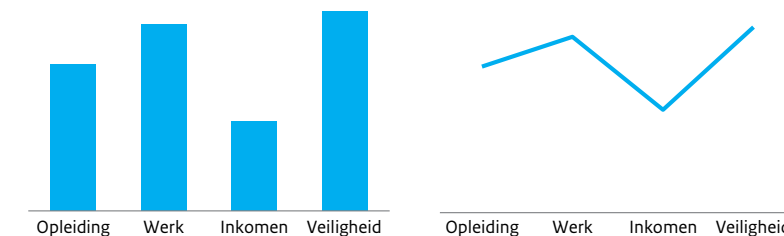
Overschatting van grote waarden

Door de grotere afstand tussen de assen aan de buitenzijde worden grotere waarden overschat. Kleine waarden zijn lastiger in te schatten.



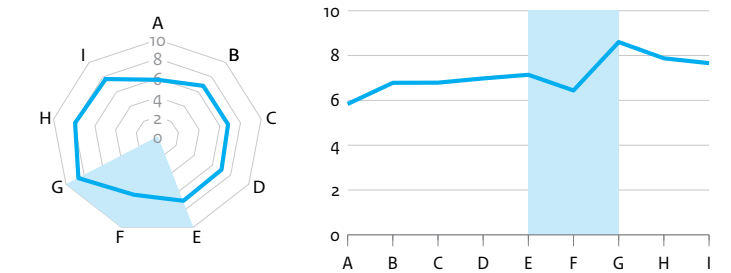
Onterechte verbinding tussen verschillende categorieën

Bij een staaf- of lijngrafiek wordt geen verbinding gemaakt tussen verschillende categorieën. Er is namelijk geen verloop hiertussen. Dit wordt echter wel gedaan bij een radarplot.



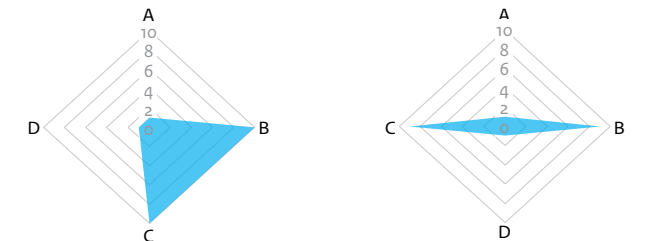
Richting van lijnen lastiger door circulaire vorm

Door de circulaire vorm van de radarplot is de richting van de lijnen niet altijd goed in te schatten. Het is lastiger om een toename of een afname te zien dan bij een lijngrafiek.



Oppervlakte is geen gemiddelde

Het oppervlak van het ingekleurde gedeelte van een radarplot kan misleidend zijn, het lijkt immers een indicatie te geven van de gemiddelde waarde. Die inschatting klopt echter niet. In het voorbeeld hieronder is 50% van de getallen maximaal, maar er is slechts een kwart van het totale vlak ingekleurd. Passen we de volgorde van de assen aan, dan is zelfs nog geen 10% ingekleurd.



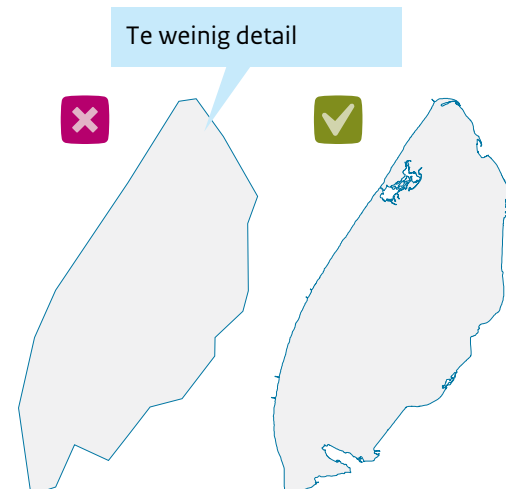
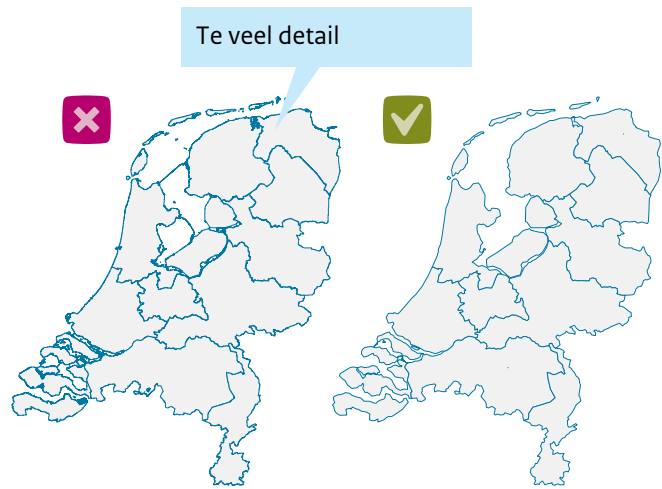
De kunst van het weglaten

De kaart en zijn verhaal

Een kaart geeft nooit een-op-een de werkelijke situatie weer. Niet alleen omdat je onmogelijk door de schaalverkleining alle details op papier krijgt, maar vooral ook omdat kaarten gemaakt worden met een doel voor ogen. Namelijk om een ruimtelijke boodschap te vertellen. Een kaart die bedoeld is om te navigeren, bevat daarom vooral gegevens over wegen, aangevuld met landschapkenmerken. Kaarten kun je

ook gebruiken om de geografische spreiding van bepaalde gegevens weer te geven, bijvoorbeeld de gemiddelde huizenprijs per gemeente, of het aantal kippenboeren per provincie. Deze zogenoemde thematische kaarten bevatten markeringen om de waarde weer te geven en elementen die de geografische locatie duidelijk maken. Denk aan de grenslijnen van landen of regio's. Soms worden ook andere topografisch

herkenbare elementen afgebeeld, zoals steden, wegen of rivieren. Deze dienen dan als referentie, zodat de lezer eenvoudig de locatie kan herkennen. Het is belangrijk dat de afgebeelde informatie in balans is. Te veel informatie kan de boodschap van de kaart naar de achtergrond drukken. Er zijn verschillende technieken om deze verhouding in balans te brengen.



Generalisatie

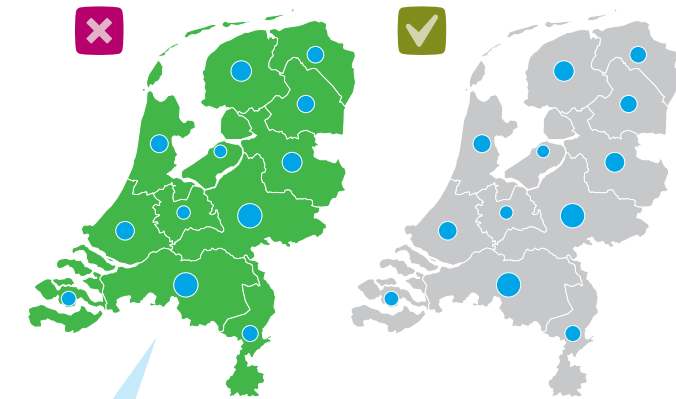
Kaarten worden afgebeeld op een schaal die kleiner is dan de realiteit. Dit vraagt om vereenvoudiging van de afgebeelde informatie. De mate van vereenvoudiging hangt af van de schaal. Hoe kleiner de schaal, hoe meer je moet weglaten of samenvoegen om een helder beeld te behouden. Als je hierin echter te ver gaat, worden de elementen in de kaart minder goed herkenbaar.

Labels

Labels kunnen helpen om informatie op de kaart te herkennen of aandacht te geven aan onderdelen van de kaart die belangrijk zijn. De plaatsing van de labels in de kaart is belangrijk. Zeker als er veel labels in de kaart staan, kunnen verkeerd geplaatste labels het beeld juist onduidelijker maken in plaats van duidelijker.



Te veel en onduidelijk geplaatste labels

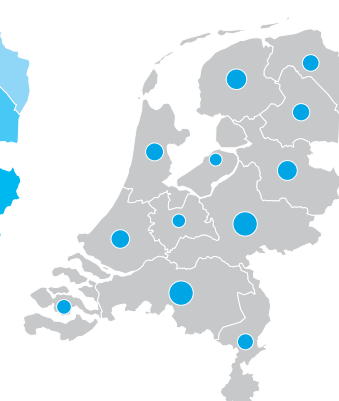


De groene achtergrond trekt te veel aandacht

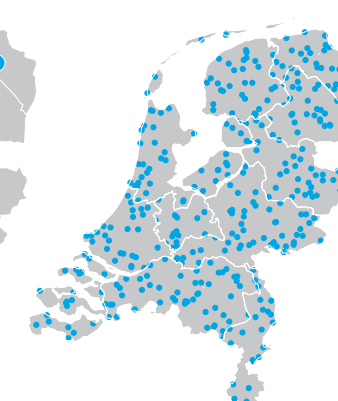
Kleur



Grootte



Hoeveelheid



Symbologie

Dezelfde data kun je op verschillende manieren weergeven. De keuze voor een bepaalde weergave kan de leesbaarheid behoorlijk beïnvloeden. Kleur kan gebruikt worden om duidelijk onderscheid te laten zien. Variatie in grootte van een cirkel of ander symbool is een middel om verschillen in absolute grootte inzichtelijk te maken. Door te variëren in de hoeveelheid symbolen kun je verspreiding en dichtheid duidelijk maken.

Dat is lastig schatten

Hoe je met cirkels een betrouwbaar beeld geeft

Iedereen kent ze wel, kaarten met cirkels. Handig om hoeveelheden en hun verschillen weer te geven. Cirkels zijn goed intuïtief te begrijpen: hoe groter de cirkel, hoe groter de afgebeelde waarde. Ze zijn ook erg geschikt om data met een groot bereik af te beelden. Dat komt omdat je eigenlijk de hoeveelheid over twee dimensies verdeelt: het oppervlak neemt kwadratisch toe. Een ander voordeel van cirkels is dat ze zeer geschikt zijn om geografische spreiding mee aan te geven. Dat kan omdat je onafhankelijk van de cirkelgrootte altijd een duidelijk midden kunt aanwijzen en dus het punt op de kaart

waarvan het de waarde afbeeldt. Dit in tegenstelling tot bijvoorbeeld een staaf met een variërende lengte, daarvan is niet direct duidelijk hoe deze is geplaatst op de kaart. Bij het begin, het midden of een andere plek van de staaf? Er zijn ook nadelen. Als je veel data moet afbeelden of als de geografische spreiding erg geclusterd is, kunnen cirkels elkaar gaan overlappen of zelfs helemaal bedekken. En kun je niet meer goed lezen wat er staat. Ook is het lastig om het verschil in oppervlak van cirkels met verschillende grootte goed in te schatten. We weten dat een lezer het

oppervlak van een grote cirkel vaak te klein inschat. Er zijn verschillende methodes om dit probleem op te lossen die allemaal weer eigen voor- en nadelen hebben. Belangrijk is in ieder geval dat de cirkel of een vervangend symbool qua grootte een direct verband moet houden met de waarde die hij voorstelt.

Straal is geen schaal

Een fout die soms gemaakt wordt bij het ontwerpen van cirkels, is dat de af te beelden waarde niet gekoppeld is aan het oppervlak, maar aan de straal van de cirkel. In dat geval neemt het oppervlak exponentieel toe met de waarde. Dit leidt bij een grote spreiding van de waarden tot extreme afwijkingen.

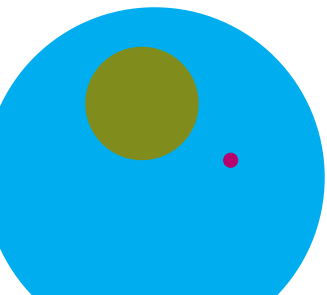
Ogenschijnlijk kleiner

Hoe groter een cirkel, hoe meer de oppervlakte wordt onderschat ten opzichte van kleinere cirkels. De oppervlakte van de buitenste cirkel is twee keer zo groot als die van de binnenste cirkel. Toch zullen de meeste mensen de inschatting maken dat de buitenste cirkel veel minder dan twee keer zo groot is.

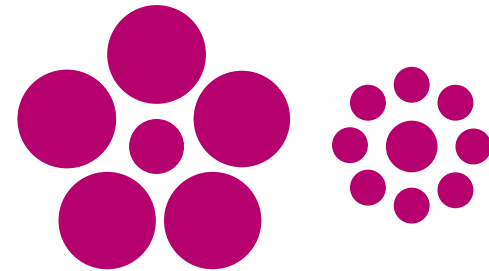
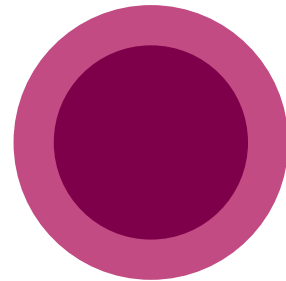
Optisch bedrog

Hoe je de grootte van een cirkel inschat, wordt beïnvloed door de cirkels in de omgeving. In dit voorbeeld zijn de cirkels in het midden precies even groot. Toch zullen de meeste mensen de linker cirkel kleiner inschatten.

Waarde = Straal



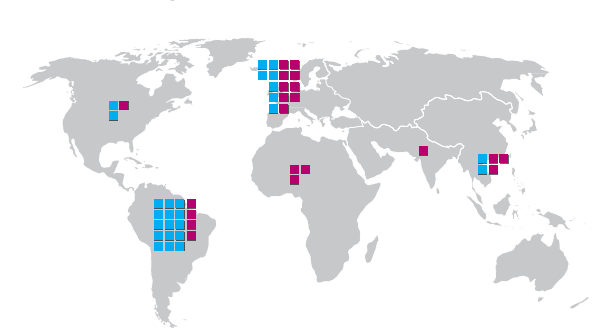
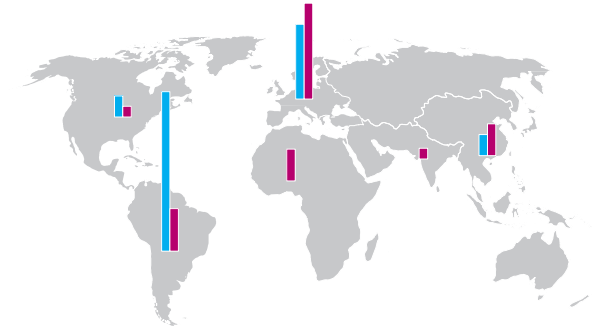
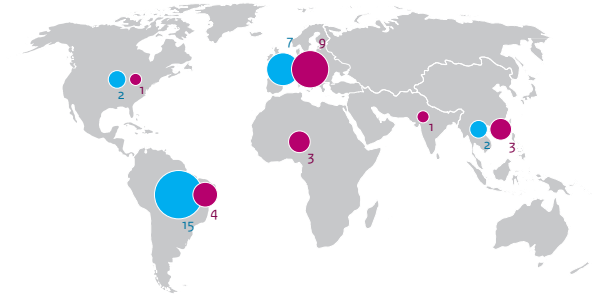
Waarde = Oppervlak



Hulp bij en alternatieven voor cirkels

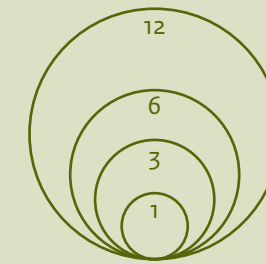
Een eenvoudig hulpmiddel bij het inschatten van de cirkeloppervlakten is om de waarden te vermelden naast de cirkels. Dit werkt bij kaarten met niet te veel gegevens én op voorwaarde dat voor de lezer duidelijk is dat de waarden bij de cirkels horen. Een andere mogelijkheid is om de cirkels te vervangen door kleine staafdiagrammen. De meeste mensen kunnen verschillen in lengte beter inschatten dan verschillen in oppervlakte. Een nadeel is wel dat staafdiagrammen die hoge waarden weergeven al snel buiten het gebied waar ze over gaan getekend moeten worden.

Een derde mogelijkheid is het weergeven van de gegevens met symbolen die staan voor een bepaalde hoeveelheid. Deze kun je eenvoudig tellen als lezer. Verschillen komen zo duidelijker naar voren en de weergave blijft compact.

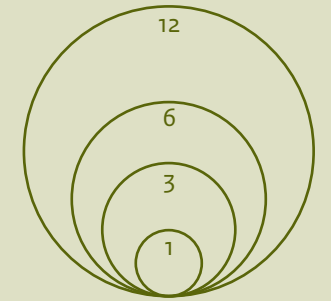


Compenseren?

Al in de jaren 20 van de vorige eeuw werd onderzoek gedaan naar hoe mensen cirkels inschatten. In 1956 ontwikkelde de geograaf James Flannery een methode om de grootte van cirkels aan te passen zodat het afgebeelde oppervlak beter werd ingeschat. Het grote nadeel van deze methode is dat het oppervlak van de cirkels in de figuur niet meer direct correspondeert met de afgebeelde data. Dit kan tot verkeerde inschattingen leiden en als een lezer de cirkels zou opmeten, levert dit foute resultaten op. Bij het PBL verbeelden we de data in cirkels daarom altijd exact proportioneel.



Absolute schaal



Met compensatie

Absoluut of relatief

Hoe krijg je dat goed op de kaart?

Wat is een choropleet?

In Ede en Delft wonen ongeveer evenveel mensen, maar omdat het oppervlak van Ede groter is dan dat van Delft, is de bevolkingsdichtheid er lager. Hoe krijg je dat netjes op de kaart? Om dit soort thematische informatie te laten zien wordt vaak een zogenaemde choropleet gebruikt.

De naam choropleet is een samenstelling van de Griekse woorden choros (gebied) en plethos (waarde). Een choropleet is een kaart waarin alle gebieden een kleur krijgen.

Daarbij komt de kleur van een gebied overeen met de waarde van een variabele in dat gebied. Bij een juist toegepaste choropleet worden absolute data (aantal keren dat iets voorkomt in een afgebakend gebied) omgerekend naar relatieve data (hoeveelheid per oppervlakte in dat gebied). Dit wordt ook wel normaliseren genoemd.

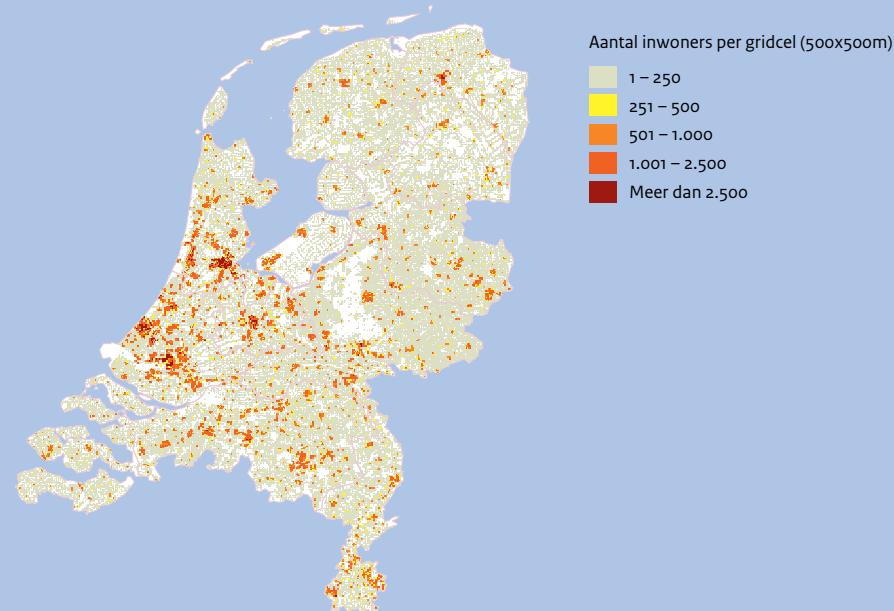
Het belang van normaliseren

Als je bij dit soort kaarten niet normaliseert, krijgt een klein gebied met waarde x dezelfde kleur als een groot gebied met waarde x.

In het kaartbeeld zal het grote gebied veel meer opvallen dan het kleine gebied, terwijl de gebieden voor het gevisualiseerde thema gelijkwaardig zouden moeten zijn. Wordt het thema genormaliseerd (= delen door het oppervlak), dan zal het grote gebied een lagere waarde (andere kleurtint) krijgen dan het kleine gebied. Zo krijgt de lezer een betere indruk.

Een kaart met data in gridcellen

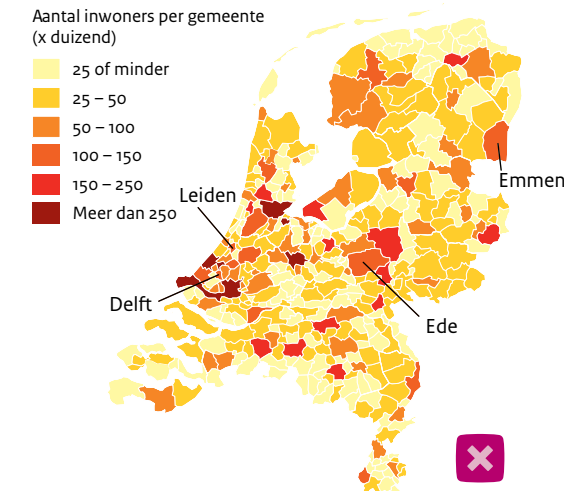
In dit kaartje is te zien hoe de bevolking is verdeeld over het land. Het totale aantal inwoners wordt getoond per gridcel en is ingedeeld in 5 klassen. In deze kaart is een gridcel een vak van 500 bij 500 meter. Je ziet dat normaliseren voor deze kaartweergave geen effect heeft. De kaart geeft zowel het absolute aantal inwoners per gridcel weer als het relatieve aantal: de dichtheid, oftewel het aantal inwoners per 0,25 km².



Niet zo ...

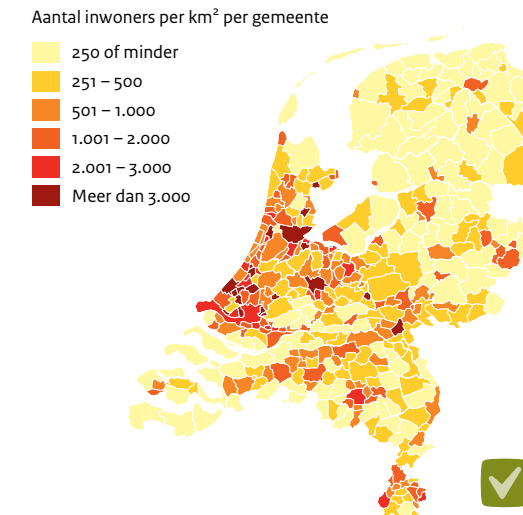
Het belang van normaliseren wordt duidelijk als je de bevolkingsaantallen per gemeente wilt weergeven. Als je alle gridcelwaarden die binnen een gemeente liggen optelt, levert dat het totaal aantal inwoners per gemeente op. Dat kun je visualiseren door de gemeente in te kleuren. Je ziet dan dat gemeenten met ongeveer gelijke inwonertallen niet gelijkwaardig in het kaartbeeld terecht komen. Gemeenten die in dezelfde categorie vallen maar een groter oppervlak hebben, vallen meer op dan gemeenten in diezelfde categorie met een kleiner oppervlak.

De gemeenten Emmen, Ede, Delft en Leiden vallen alle in de categorie 100.000 tot 150.000 inwoners, maar Emmen en Ede vallen in het kaartbeeld meer op dan Delft en Leiden.



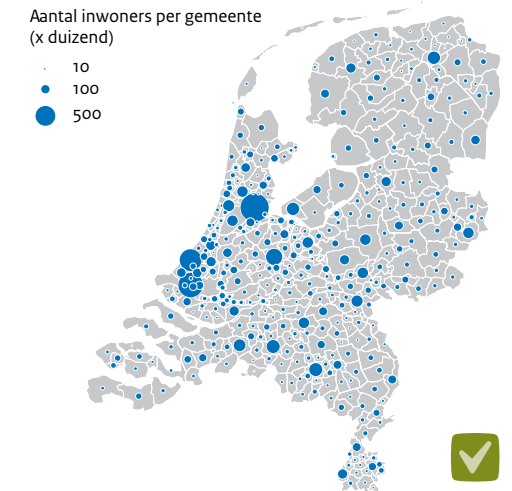
Genormaliseerde data in een choropleet

Als je bevolkingsaantallen in een choropleet wilt weergeven moet je de data normaliseren. Feitelijk heb je het dan niet meer over absolute maar relatieve aantallen (dichtheden). Normaliseren doe je door per gemeente het aantal inwoners te delen door de oppervlakte. In de kaart wordt het genormaliseerde beeld gegeven met het aantal inwoners per vierkante kilometer. Je ziet nu dat de ruimtelijke verdeling van deze kaart beter overeenkomt met de gridkaart dan met de foutieve choropleet hierboven.



... maar zo!

Als je absolute data wilt weergeven maar de data niet wilt of kunt normaliseren, is een zogeheten figuratieve kaart een betere oplossing. De absolute aantallen worden dan weergegeven met een proportioneel symbool. In dit kaartje is dat een cirkel waarvan de oppervlakte evenredig is met het aantal inwoners. De ruimtelijke verdeling van deze kaart komt veel beter overeen met de gridkaart dan in de foutieve choropleet hiernaast.

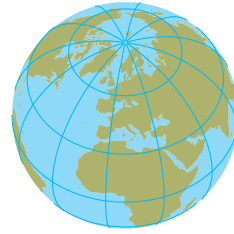


Absolute data: figuratieve kaart; Relatieve data: choropleet

Wil je de kijker niet op het verkeerde been zetten, kies dan bij het weergeven van absolute data voor een figuratieve kaart. Of maak de data relatief door te normaliseren en maak er vervolgens een choropleet van. Maar maak nooit een choropleet op basis van absolute data. Dan creëer je voor de kijker een scheef beeld.

De aarde is rond

De beperkingen van het platte vlak



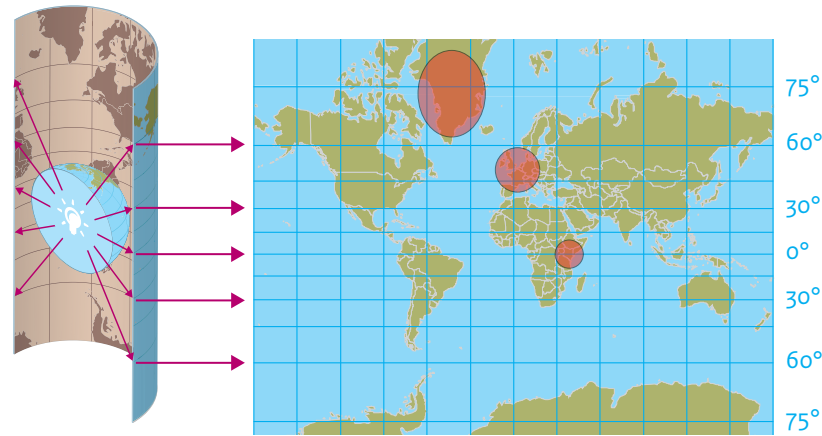
Alle kaarten zijn fout. We maken voor onze publicaties vaak kaarten van Nederland, Europa of de wereld. Het is onmogelijk om een boloppervlak zonder vertekeningen

op een plat vlak over te zetten. Welke projectiemethode je ook kiest, hoeken, afstanden of vormen kloppen niet. Ook voor regionale kaarten moet je corrigeren

voor de bolling van het oppervlak, al is dat effect kleiner en minder goed te zien dan op een wereldkaart. In alle gevallen geldt dat je niet zomaar een projectie kunt kiezen.

De Mercatorkaart

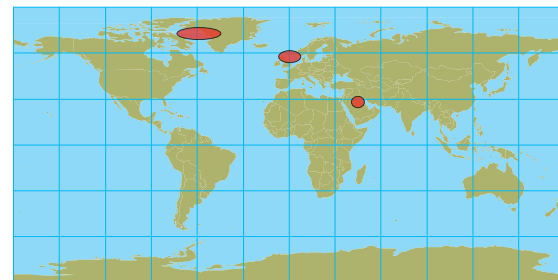
De bekendste wereldkaart is de Mercatorkaart. Het grootste nadeel van deze kaart is dat gebieden groter worden weergegeven naarmate ze verder van de evenaar af liggen. In werkelijkheid zijn Groenland en Saoedi-Arabië ongeveer even groot, maar op de Mercatorkaart is Groenland zelfs groter dan heel Afrika! Toch wordt deze kaart veel gebruikt bij online kaarten (bijvoorbeeld Google Maps), omdat de vormen en hoeken behouden blijven. Google Maps wordt vooral gebruikt op lokale schaal en dan is het belangrijk dat rechte hoeken niet vervormen. Door slimme algoritmes te gebruiken en de schaalbalk aan te passen aan de breedtegraad waarop is ingezoomd, is afstandsbeoordeling mogelijk. Bij uitzoomen naar mondiale schaal worden de afwijkingen echter zo groot dat je beter een andere projectie kunt kiezen.



Het principe van een kaartprojectie: Bij deze projectie worden de coördinaten van de aarde geprojecteerd op een cilinder. De uitgerolde cilinder geeft coördinaten op een plat vlak (links). De afwijkingen op de polen zijn bij deze cilindrische projectiesoort groot. De Mercatorkaart (rechts) is een voorbeeld van een cilinderprojectie. De rode cirkels hebben op de werldebol hetzelfde oppervlak.

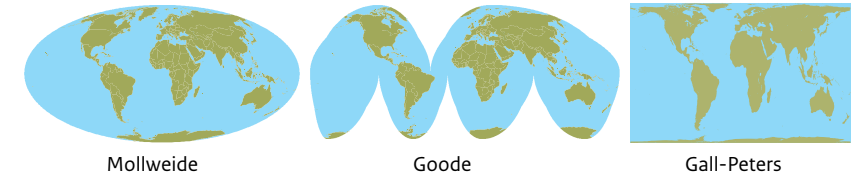
Wereldkaarten voor grids: lat/lon-projectie

Bij berekeningen wordt vaak gebruikgemaakt van de 'equirectangular' of rechthoekige projectie, ook wel lat/lon-projectie genoemd (van latitude-longitude). De lengte- en breedtegraden worden gebruikt als x- en y-coördinaten in een plat vlak. Daarmee wordt elk gebied van één bij één graad een vierkant van gelijk oppervlak, waardoor de wereld kan worden afgebeeld als een rechthoekig grid. Omdat wordt gerekend met vierkante gridcellen is herprojectie tijdens berekeningen niet nodig. De afwijkingen in vorm en oppervlakte op hogere en lagere breedtegraden zijn echter groot. Om die reden gebruiken we deze projectie liever niet in het eindbeeld. De rode ellipsen in de kaart hiernaast zouden op de werldebol cirkels zijn met een gelijk oppervlak.



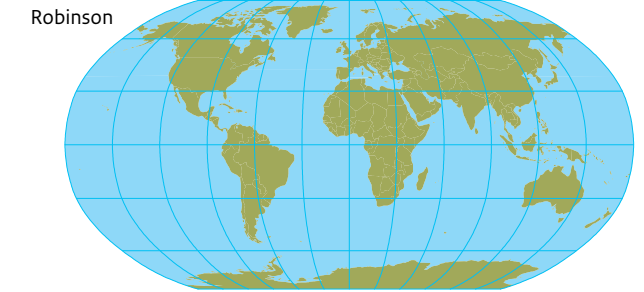
Oppervlaktegetrouwheid

Voor het objectief weergeven van de verspreiding van verschijnselen over de aardbol is oppervlaktegetrouwheid erg belangrijk. De Mercatorprojectie is met haar enorme oppervlaktevervalsingen daarvoor bijzonder ongeschikt. Er bestaan projecties die wel min of meer oppervlaktegetrouw zijn (Mollweide, Goode, Gall-Peters), maar het gevolg van deze keus is dat afwijkingen in hoeken en vormen groot zijn.



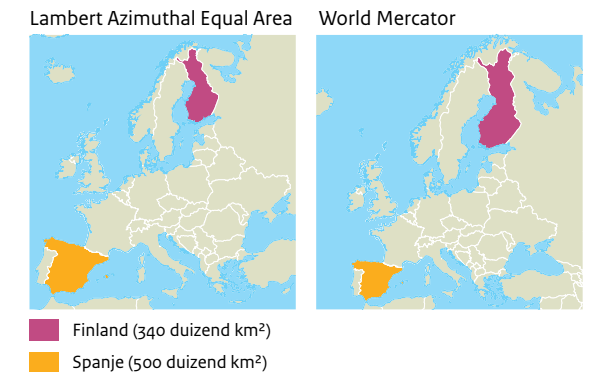
Projectie wereldkaart bij het PBL

Bij het PBL gebruiken we de zogeheten Robinsonprojectie voor het maken van wereldkaarten. Deze projectie levert een visueel aantrekkelijk beeld op waarbij een compromis is gesloten tussen afwijkingen van vorm, afstanden en oppervlak. Bijzonder is dat de Amerikaanse cartograaf Robinson in 1963 eerst het gewenste kaartbeeld bedacht en vervolgens bij dat beeld de benodigde rekenkundige factoren bepaalde. Bij de meeste projecties is het andersom, die gaan uit van wiskundige formules op basis waarvan een kaartbeeld berekend wordt.



Europa

Voor kaarten van Europa gebruiken we een oppervlaktegetrouwe projectie die het European Environment Agency (EEA) aanbeveelt, de Lambert Azimuthal Equal Area. In de kaartjes hiernaast vergelijken we de oppervlaktes van Finland en Spanje in deze projectie met die in de Mercatorprojectie. Het is duidelijk te zien dat oppervlaktes in de Mercatorprojectie ook op Europese schaal in de noordelijke landen worden overschat.



Nederland

Voor Nederland hanteren we een projectie met nauwelijks vervorming (RD New). Bij deze projectie is de vertekening gering, in afstand tussen -10 en +18 centimeter per kilometer. In de kaartjes hiernaast projecteren we Nederland in RD New en Lat/Lon. In de Lat/Lon-projectie zijn zowel de vormen als de afstanden erg vertekend.



Zie ik dat nou goed?

Over kleurenzien en kleurenblind

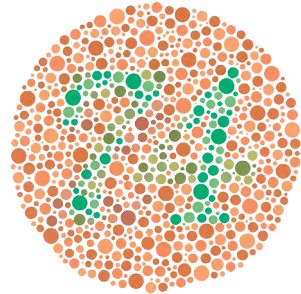
Bij het PBL proberen we onze figuren leesbaar te maken voor een zo breed mogelijk publiek. Dat betekent dus ook rekening houden met mensen met een visuele beperking. Het wel of niet zien van bepaalde kleuren is daar een voorbeeld van. Veel mensen kennen wellicht de test met de cirkel met gekleurde bolletjes (Ishiharatest). Afhankelijk van welke kleuren mensen wel of niet kunnen zien, zien ze in de cirkel een ander getal. Er zijn verschillende soorten van kleurenblindheid, maar problemen met groen-rood zoals in dit voorbeeld komen het meest voor.

Is het belangrijk om hier rekening mee te houden? Eén op de twaalf mannen is rood-groen kleurenblind. Dat betekent dat in een publiek van 100 mensen, waarvan de helft mannen, ongeveer vier personen de boodschap van een kaart met de kleuren rood en groen niet of slechts gedeeltelijk meekrijgen. En let op: violet wordt soms ook als grijs gezien. Ga dus bewust om met grijstinten.

Kaart met rood-groen
Op deze kaart ligt de intensiteit van rood en groen zó dicht bij elkaar dat kleurenblinden het verschil amper zien.

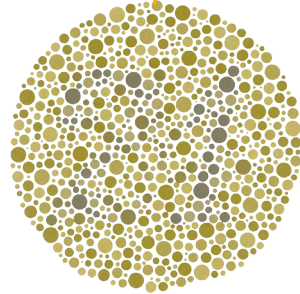
Kaart met violet-mosgroen
Violet en mosgroen (rijkshuisstijlkleuren) zijn goed te onderscheiden, ook voor kleurenblinden.

Ishiharatest



74 is het getal dat iemand (het best) ziet die niet kleurenblind is.

Hoe de meest voorkomende vorm van kleurenblindheid het beeld verandert: deuteranomalie

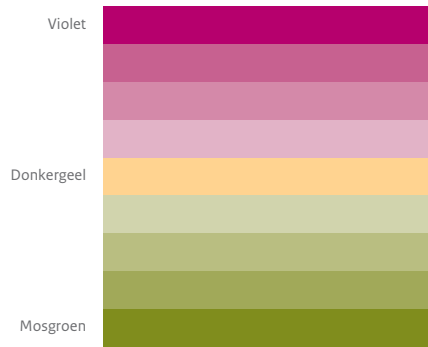


21 is het getal dat de meeste (rood-groen) kleurenblinden zien.



Kleur voor iedereen: tips uit de PBL praktijk

1 Rood-groen reeksen in kaarten proberen we zoveel mogelijk te vermijden. Van violet naar mosgroen is een prima alternatief. En violet-geel-mosgroen ook.



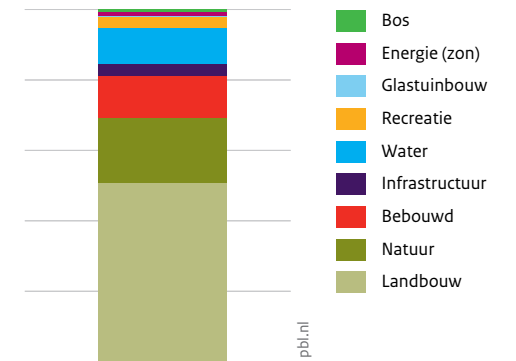
2 In lijngrafieken kun je het gebruik van rode en groene lijnen het best zoveel mogelijk vermijden. De eerste vijf kleuren die het PBL standaard gebruikt in lijngrafieken zijn goed te onderscheiden. Rood is pas de negende kleur in het PBL-kleurenschema.



3 In een kleurenreeks kun je naast kleur ook vorm gebruiken. De stoplichtentabel uit onze *Balans van de Leefomgeving* is hier een mooi voorbeeld van.



4 Maak de volgorde in de legenda gelijk aan de volgorde in de figuur. Bij lijngrafieken in volgorde van de eindpunten van lijnen, in een staafgrafiek van de blokken in een staaf. Dat is even een weetje, maar de lezer heeft het snel door.

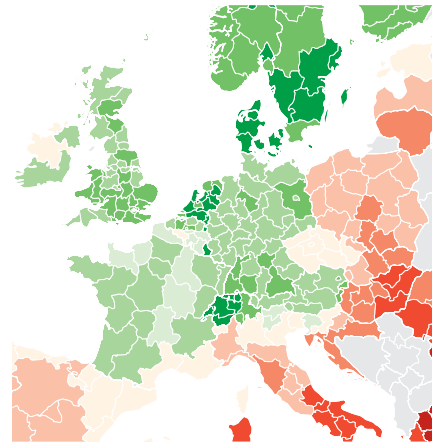


Rood is gevaarlijk, groen is veilig?

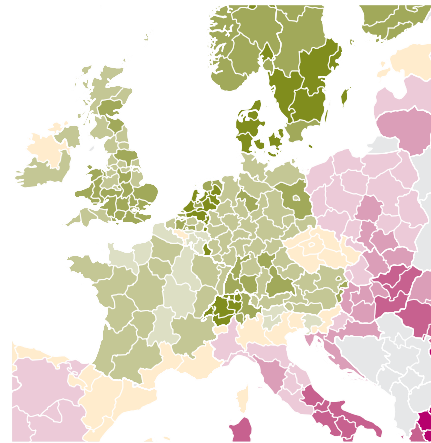
Wat je met kleuren kunt communiceren

De kleur rood trekt de aandacht. Rood wordt vaak met gevaar geassocieerd en werkt daarom heel goed als je iets nadruk wilt geven. Daarnaast staat rood voor liefde, warmte en verbondenheid. Groen staat voor natuur, rust, vrede en veiligheid. De context van kleur is belangrijk. In combinatie met andere kleuren kan een kleur een heel andere betekenis krijgen. De interpretatie van een kleur is cultureel bepaald. In Zuid-Afrika is rood de kleur van

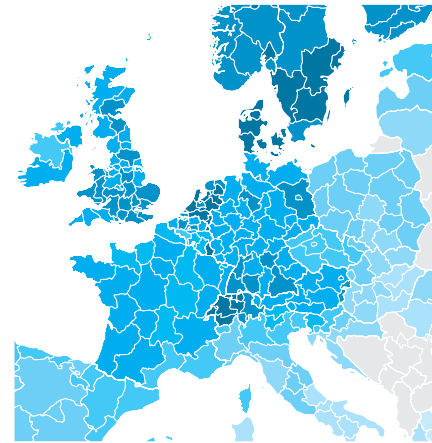
rouw, maar in China wordt rood ervaren als een positieve kleur en geassocieerd met geluk. De kleur rood wordt op de Chinese beurs dan ook gebruikt voor stijgende aandelen, terwijl groen een daling aanduidt. Exact het omgekeerde als bij ons. In de Nederlandse politiek wordt rood vaak gebruikt voor links en revolutionair, maar in de Verenigde Staten is rood de kleur van de conservatieve Republikeinse partij.



Lager Norm Hoger



Lager Norm Hoger



Lager Hoger

Van rood en groen ...

Bij het PBL gebruikten we de kleuren rood en groen in het verleden vaak als signaalwaarden. Roodtinten staan voor waarden boven een norm, of dienen om te laten zien dat beleidsdoelen nog niet zijn bereikt. Groentinten geven een veilige waarde aan, de waarde ligt onder een norm. Of geven weer dat een doel behaald is.

... naar violet en mosgroen

Tegenwoordig gebruiken we bij voorkeur violet en mosgroen als we in een figuur normativiteit willen weergeven met signaalkleuren. Kleurenblinden kunnen deze kleuren beter onderscheiden dan rood en groen.

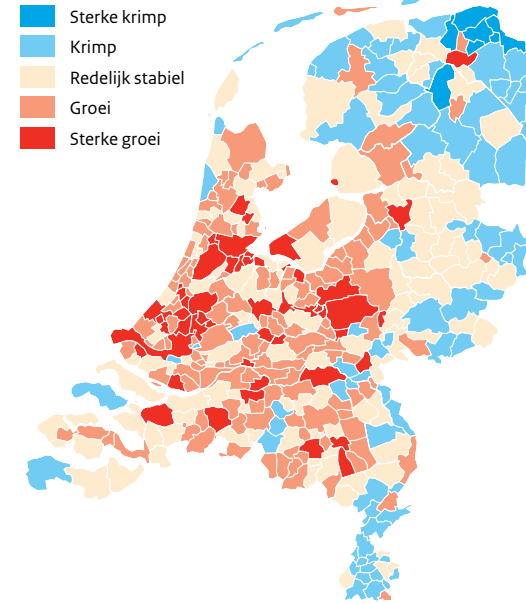
... of in openvolgende tinten van één kleur

Rood en groen zijn krachtige en contrastrijke kleuren die juist door hun associatie goed kunnen werken, maar vaak willen we normativiteit vermijden. Bovenstaand kaartbeeld in blauwtinten benadrukt veel minder dat een waarde boven of onder een norm of gemiddelde waarde ligt.

Warm en koud, hoog en laag

Blauw staat voor rust, kalmte en koelheid. De combinatie met rood is goed bruikbaar bij temperaturen om een verloop van warm (rood) naar koud (blauw) aan te geven. Of zoals hier, een kaartje met positieve en negatieve waarden (groei en krimp). Voor de middelste of neutrale waarde gebruiken we hier een lichte, minder opvallende tint.

- Sterke krimp
- Krimp
- Redelijk stabiel
- Groei
- Sterke groei

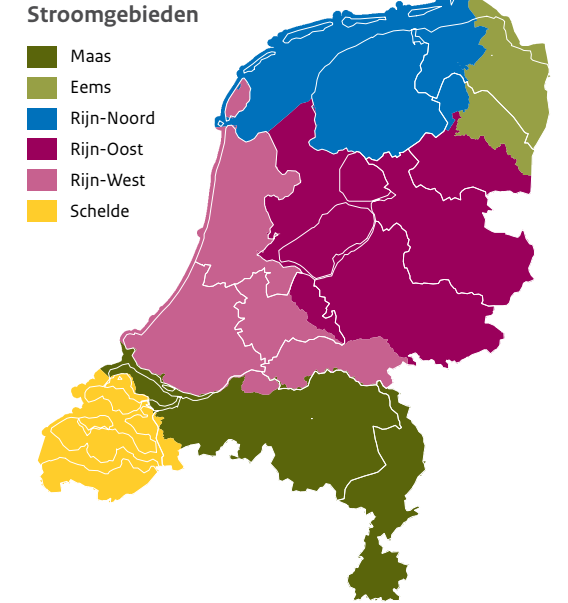


Context bepaalt de gevoelswaarde

Door naast groen en rood andere kleuren te gebruiken, zoals in deze figuren blauw en geel, verandert de waargenomen waarde van rood-groen. Het gevoel van normativiteit zal daardoor minder worden.

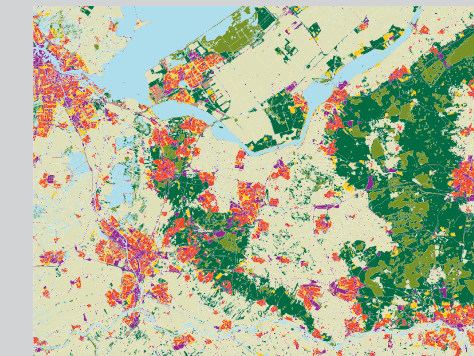
Stroomgebieden

- Maas
- Eems
- Rijn-Noord
- Rijn-Oost
- Rijn-West
- Schelde



Kleurconventies bij kwalitatieve data

Bij kwalitatieve data, bijvoorbeeld in ruimtegebruikskaarten, wordt de kleur groen vaak voor landelijk gebied of natuur gebruikt, rood voor bebouwing en blauw voor water. Als rood en groen de enige twee informatieve klassen zijn in een ruimtegebruikskaart, is het beter om andere kleuren te kiezen, zodat je rekening kunt houden met aspecten van normativiteit en de zichtbaarheid van kleur. Je kunt bijvoorbeeld kiezen voor violet in plaats van rood en voor mosgroen in plaats van groen. Afhankelijk van de te leggen nadruk kan een van de twee vervangen worden door grijs of een andere minder dominante kleur.



- Rode ruimte**
 - Woonterrein
 - Bouwterrein
 - Overig bebouwd terrein
- Groene ruimte**
 - Recreatieterrein
 - Agrarisch terrein
 - Bos
 - Natuurlijk terrein
- Blauwe ruimte**
 - Water

Woord en beeld in één

De kracht van een infographic

Bij het PBL maken we naast grafieken, kaarten en schema's ook infographics. Waarom onderscheidt een infographic zich van zo'n andere figuur? Omdat bij ons de infographic ook echt een ander product is.

De infographic moet op zichzelf een boodschap hebben, zonder omliggende tekst – anders dus dan bij een figuur in een traditioneel rapport gebruikelijk is. Daar komt de boodschap meestal uit de tekst en is de figuur zo neutraal mogelijk gehouden in het weergeven van de data.

Het verschil met een infographic is dat daar de toelichting onderdeel is van de visualisatie. En in de titel geven we de boodschap van het geheel. Zodat de lezer die alleen de titel onthoudt en verder niets van het beeld, het belangrijkste toch heeft meegekregen.

In een infographic kun je alle andere vormen van (data)visualisatie laten terugkomen. Kaarten en grafieken, schema's en illustraties. Net dat wat je nodig hebt om het verhaal te vertellen. We streven ernaar dat een infograph zonder context begrijpelijk is.

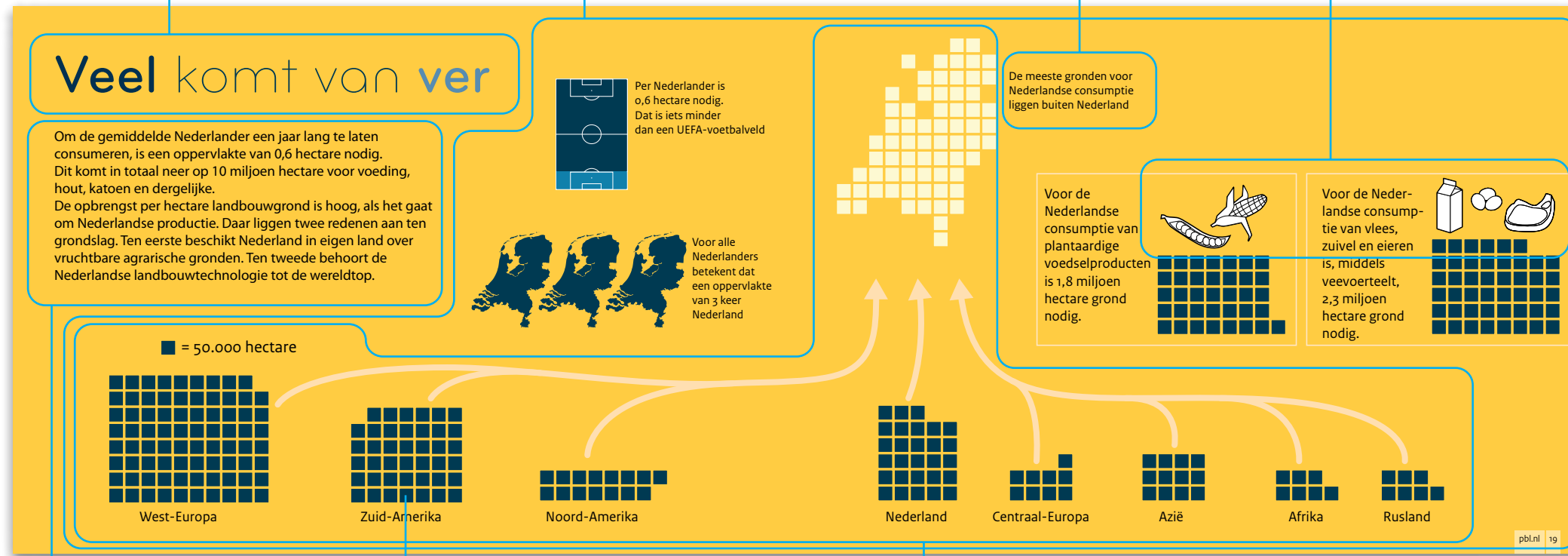
We kiezen voor infographics als we bijvoorbeeld de hoofdboodschappen van eerder onderzoek willen samenvatten voor een breder publiek, of als we een urgent thema hebben waarvoor extra aandacht nodig is.

Titel: De titel van een infographic is de belangrijkste boodschap. Als je alleen de titel onthoudt en verder niets van het beeld, dan heb je toch het belangrijkste meegekregen.

Algemeen beeld: Het beeld onderschrijft de titel en onderbouwt de boodschap. In het beeld kunnen lagen zitten, de box met iconen hoeft de lezer niet te lezen, maar geeft extra informatie.

Annotaties: Een extra informatielaag die helpt de data en de beelden te duiden. Een complex verhaal heeft duiding nodig om het goed te kunnen begrijpen, ook als het visueel is.

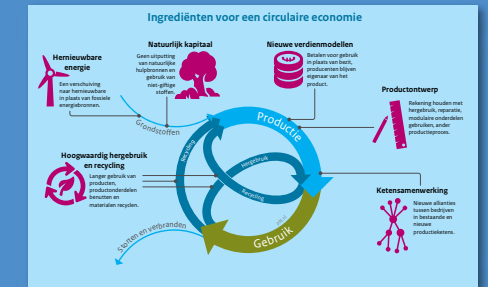
Iconen en pictogrammen: Visuele introducties op het onderwerp en snel te herkennen voorbeelden van het onderwerp.



Tekst: Een korte tekst waarin de titel wordt uitgelegd, waar het onderwerp wordt geïntroduceerd en extra informatie wordt gegeven.

Kleur: Met kleurgebruik kun je de lezer leiden naar wat belangrijk is. Intense kleuren en grote contrasten trekken de aandacht.

Data: Met data wordt de boodschap ondersteund en meer gedetailleerd weergegeven.



Bij infographics op websites moet je rekening houden met hoe het op verschillende schermformaten (zoals een telefoon) zal overkomen en daar een aparte graphic voor maken. De brede infographics uit onze boekjes die twee bladzijden beslaan, laten zich niet altijd gemakkelijk vertalen naar een website.

Ik moet het voor me zien

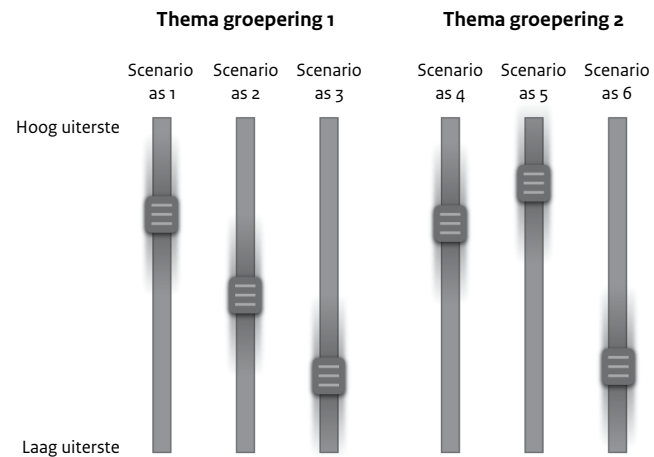
De kunst van scenario's verbeelden

Beleidsmakers maken graag gebruik van wetenschappelijke input voor het maken van hun plannen voor de toekomst. Zolang de toekomst niet daadwerkelijk kan worden voorspeld, moeten er scenario's worden bedacht om vooruit te kunnen kijken. Scenario's die tegenover en naast elkaar gezet kunnen worden. Daarmee kunnen beleidsmakers zien welke keuzes mogelijk zijn voor – bijvoorbeeld – klimaatbeleid, woonbeleid, of milieuvraagstukken.

Conceptuele vraagstukken zoals scenario's vragen om passende visualisaties. Verschillende soorten visualisaties kunnen op een overzichtelijke manier duidelijk maken waar de scenario's op gebaseerd zijn.

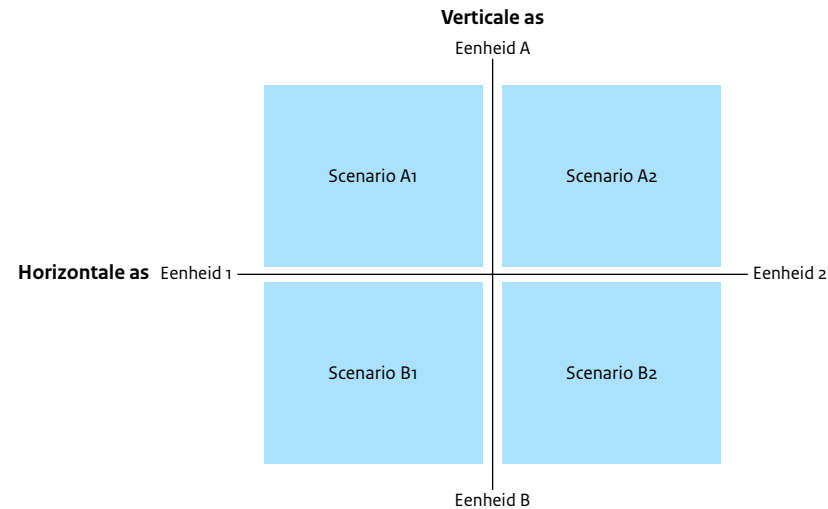
Scenario's met variabelen

Scenario's met meer variabelen kun je in een tabel-achtige visualisatie of met schuifjes weergeven.



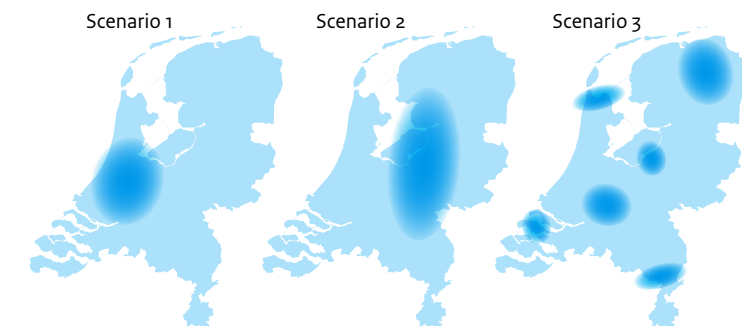
Assenkruizen

Assenkruizen werken goed om uitersten tegenover elkaar te zetten. Vooral scenario's die langs twee dimensies met elkaar contrasteren, kunnen daarmee goed gevisualiseerd worden.



Ruimtelijke effecten

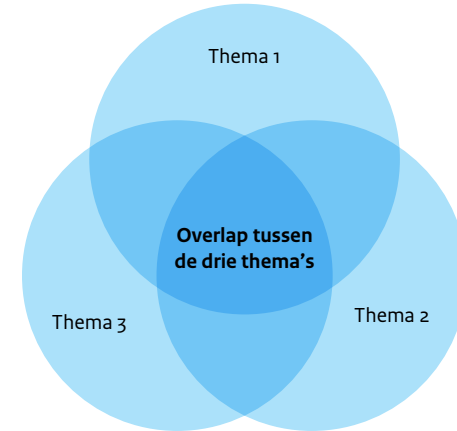
Het ruimtelijke effect van scenario's kun je met kaarten visualiseren. Daarbij moet je altijd goed in de gaten houden of aan de onzekerheid recht wordt gedaan. Op een kaart zoeken mensen al snel naar hun eigen woonplaats. Als die woonplaats binnen het scenariogebied valt, kan iemand dan de juiste conclusie trekken?



De kunst van concepten verbeelden

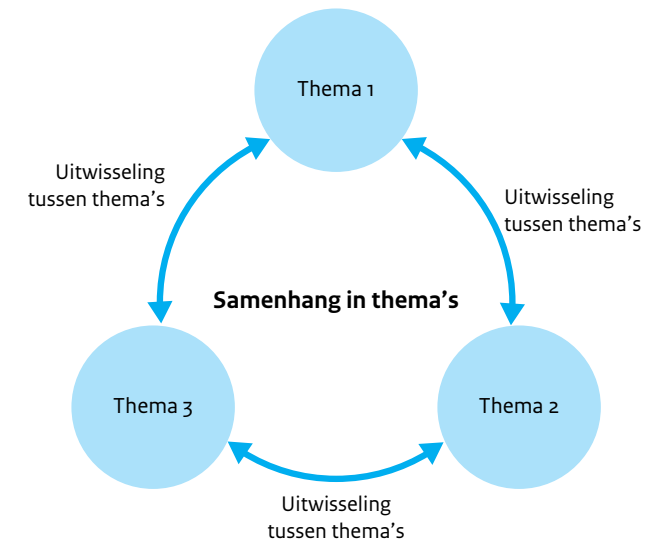
Thema's in samenhang

Als thema's elkaar overlappen en het voor het concept voordeel kan opleveren om die thema's in samenhang te bezien, kun je dat goed met een venndiagram verbeelden.



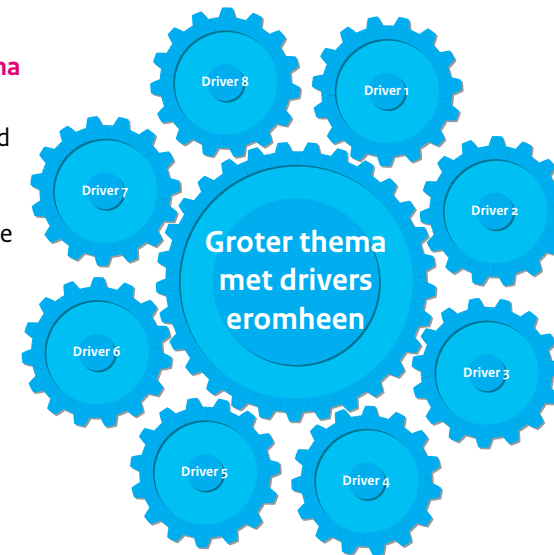
Relatie tussen thema's

In een ander geval gaat het om de relatie tussen meerdere onderwerpen. Deze moet je in de visualisatie zo weergeven dat de relatie zichtbaar wordt, maar de onderwerpen tegelijk hun afzonderlijke eigenschappen behouden.



Invloed op het thema

Als verschillende onderwerpen invloed uitoefenen op een thema, kun je met tandwielen die relatie laten zien. En online kun je die beweging met een animatie zichtbaar maken.



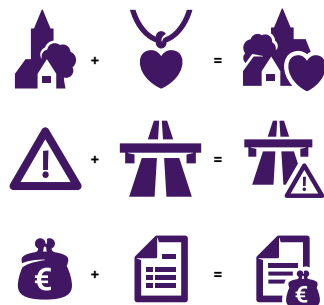
In één oogopslag

Pictogrammen slim gebruiken

Pictogrammen zijn beelden die taal vervangen. De naam is een samenstelling van het Latijnse woord *pictus* (schildering) en het Griekse woord *gramma* (letter). Sommige talen hadden letterlijk pictogrammen als onderdeel van de tekst of bestonden uit alleen maar pictogrammen. Denk aan de Egyptische hiërogliefen. Maar in de wereld van datavisualisatie en infographics gebruiken we pictogrammen om snel een indruk te geven van het onderwerp dat wordt behandeld.

Pictogrammen noemen we ook wel iconen. In de semiotiek of tekenleer zijn iconen een soort tekens die uitbeelden wat er wordt bedoeld. Zo beeld je een kip uit als je kippen bedoelt. Symbolen zijn een ander soort tekens, die vaak een afgesproken vorm hebben waarbij de lezer de conventie moet kennen om ze te begrijpen. Denk aan een stopbord in het verkeer of een doodskop voor gevaarlijke stoffen. Dan zijn er ook nog indextekens, die verwijzen naar het onderwerp. Zo kun je rook uitbeelden als je iets wilt zeggen over het onderwerp vuur.

Ook foto's kun je iconisch gebruiken om bepaalde thema's te introduceren. Vaak staat er op de voorkant van een rapport een foto die alvast aangeeft waar het rapport over gaat.

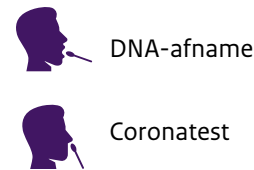


Combineren

Door het combineren van verschillende iconen kun je een nieuwe betekenis geven aan het beeld.

Subtiele verschillen maken het thema anders

Om een pictogram goed te kunnen interpreteren heeft de lezer de juiste context nodig. Een onderwerp moet je dus wel benoemen om de associatie de goede kant op te sturen. Subtiele verschillen kunnen de betekenis anders maken.

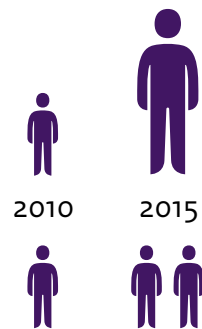


Kies het icoon bij het verhaal

Een keuze voor een icoon is ook een keuze in de framing van het onderwerp. Welk verhaal moet er verteld worden over de kip? Is het een plofkip, een vitale kip of alleen maar het vleesproduct?

Schalen van iconen?

Soms is het verleidelijk om iconen te schalen om een ontwikkeling te laten zien. Voor een juiste vergelijking is oppervlakte belangrijk, en bij het schalen van iconen zal deze vrijwel nooit in verhouding staan met het getal dat wordt weergegeven. Beter is het om dit niet te doen en – in plaats daarvan – iconen te herhalen.



Grote collectie iconen beschikbaar

We kunnen uit de grote collectie van de Rijkshuisstijl iconen putten om te gebruiken, maar ook om nieuwe samen te stellen. Context is cruciaal voor iconen. Gebruik ze alleen als ze iets repeterends vervangen of helpen een onderwerp snel te herkennen. Maak geen rebus van je visualisatie.

Voor internationale visualisaties is het goed er rekening mee te houden dat iconen en symbolen in verschillende culturen een andere waarde kunnen geven aan bepaalde thema's. Koeien en varkens worden in sommige religies niet gegeten en een duimpje omhoog betekent in sommige landen iets negatiefs.

'Overheid' kan op verschillende manieren worden uitgebeeld. Het is maar net welk niveau of welke lading nodig is.



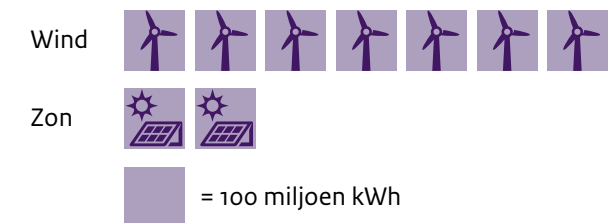
Er zijn iconen die bij meerdere thema's gebruikt kunnen worden. Een windmolen kan symbool staan voor windenergie, maar ook voor duurzame energieopwekking.

Duurzaamheidsiconen zijn er in veel verschillende soorten, en met een andere omschrijving kunnen ze iets heel anders betekenen. Een rups kan biodiversiteit aanduiden, maar ook plaagbestrijding.

Snel onderwerpen scheiden en herkennen

Hier hebben we ervoor gekozen om de iconen allemaal vierkant te maken omdat verschillende plaatjes verschillende oppervlaktes hebben. Nu kan de kijker door de vergelijking in oppervlakte eenvoudig zien wat het relatieve aandeel van zon en van wind is in de totale hernieuwbare elektriciteitsproductie.

Elektriciteit uit zon en wind



Dat ziet er zo uit

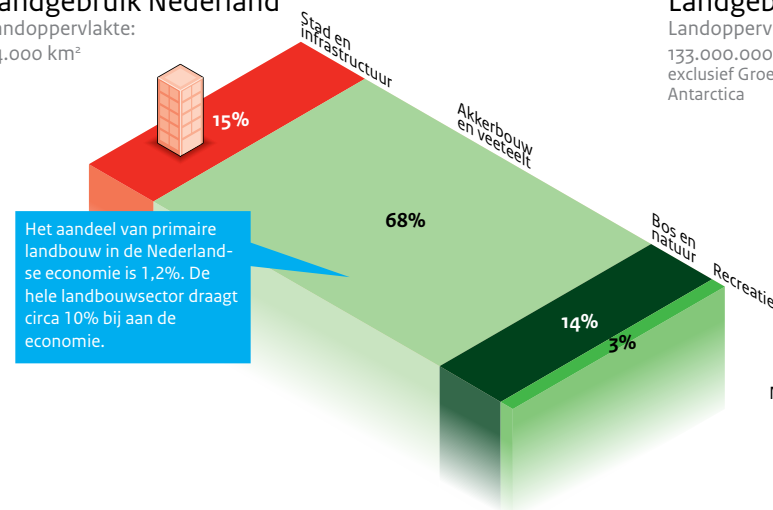
Elke boodschap zijn eigen landschap

Met een staafgrafiek kun je goed een vergelijking maken tussen verschillende situaties of grootheden en inzicht geven in de verdeling van de waarden (kwantitatief). Maar de lezer ziet in dit voorbeeld niet meteen dat het om oppervlakte gaat. Je visualisatie zo aanpassen dat je direct ziet dat het om – bijvoorbeeld – oppervlakte gaat, helpt om het onderwerp te vatten, zoals in onderstaande infographic. De tekst in de infographic helpt ook om snel een boodschap aan de lezer mee te geven. In een dergelijke visualisatie is het voor de lezer wel moeilijker om de vergelijking te zien. En het maken van de infographic kost meer tijd.

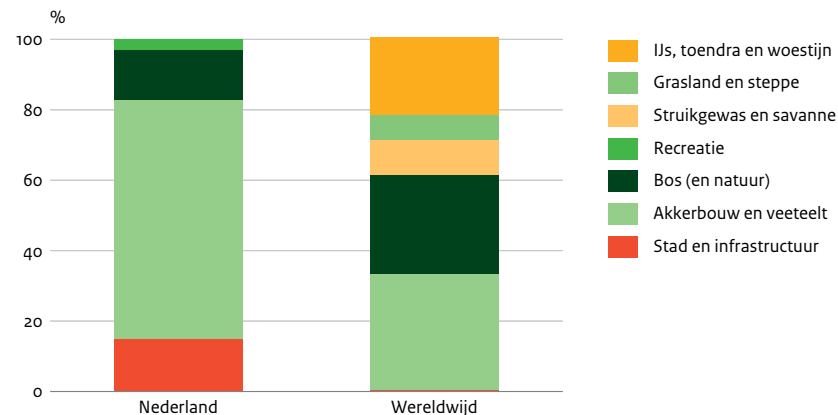
Uitbeelden van het onderwerp helpt dus om de boodschap te benadrukken en de samenhang zichtbaar te maken. Dat is dan ook gelijk de keuze: welke boodschap wil je met deze visualisatie overbrengen en past die in de publicatie waar je hem voor maakt?

Nederland: een dunbevolkte stad

Landgebruik Nederland
Landoppervlakte:
34.000 km²

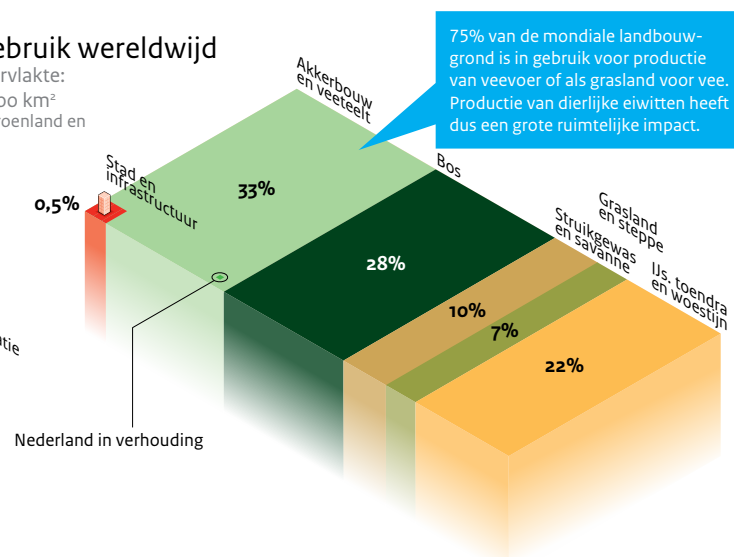


Landgebruik



Landgebruik wereldwijd

Landoppervlakte:
133.000.000 km²
exclusief Groenland en Antarctica



Een opsomming of een illustratie

Niet alleen kwantitatieve informatie, ook kwalitatieve informatie kun je visueel maken. Dat gebeurt zelfs in een tekst al: een opsomming of bullet list is een vereenvoudigde weergave van een groep onderwerpen die met elkaar verbonden zijn. Sortering is de enige visuele hulp die je de lezer kunt geven.

Maar bij een lange lijst van bullet points is het voor de lezer niet eenvoudig om zich gelijk bij alles een beeld te vormen. Door visuele informatie toe te voegen, maak je het begrijpen van de onderwerpen en de samenhang daartussen gemakkelijker.

Voorbeelden van ecosystemediensten in Nederland

Culturele diensten

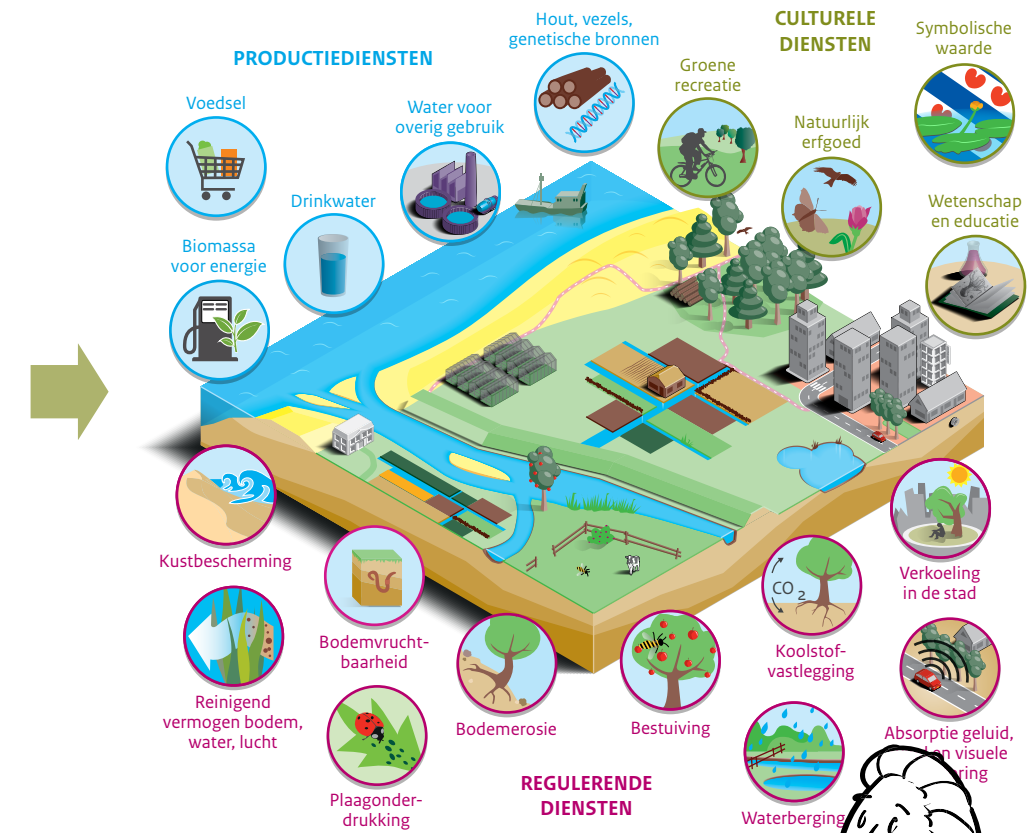
- Wetenschap en educatie
- Symbolische waarde
- Groene recreatie
- Natuurlijk erfgoed

Productiediensten

- Voedsel
- Drinkwater
- Water voor overig gebruik
- Biomassa voor energie
- Hout, vezels, genetische bronnen

Regulerende diensten

- Kustbescherming
- Waterberging
- Absorptie geluid, wind en visuele verstoring
- Reinigend vermogen bodem, water, lucht
- Plaagonderdrukking
- Bodemerrosie
- Koolstofvastlegging
- Verkoeling in de stad
- Bestuiving
- Bodemvruchtbaarheid

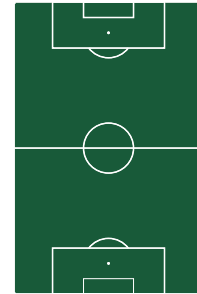


Onvoorstelbaar veel

De menselijke maat in onze figuren

Vragen die we ons bij het maken van elke infographic stellen zijn: Wat is de orde van grootte? Hoe maak je aan de lezers duidelijk waar het om draait in de thema's die we behandelen? Waar ga je het dan over hebben? Hoe plaats je het onderwerp in perspectief? Hoe krijg je het in de belevingswereld van de lezer? Het leggen van een link met iets waarvan iedereen wel een voorstelling heeft, werkt dan vaak erg goed.

Belangrijk is dat zo'n 'metafoor' bij het onderwerp past dat je behandelt. Een voetbalveld als oppervlaktemaat wordt veel gebruikt om lezers een idee te geven van hoeveel oppervlak iets beslaat. Voetbalvelden zijn weliswaar niet allemaal even groot en exact kun je er niet mee rekenen (een veld mag variëren tussen 6.400 en 7.140 vierkante meter), maar spreken zo tot de verbeelding dat ze toch regelmatig gebruikt worden.



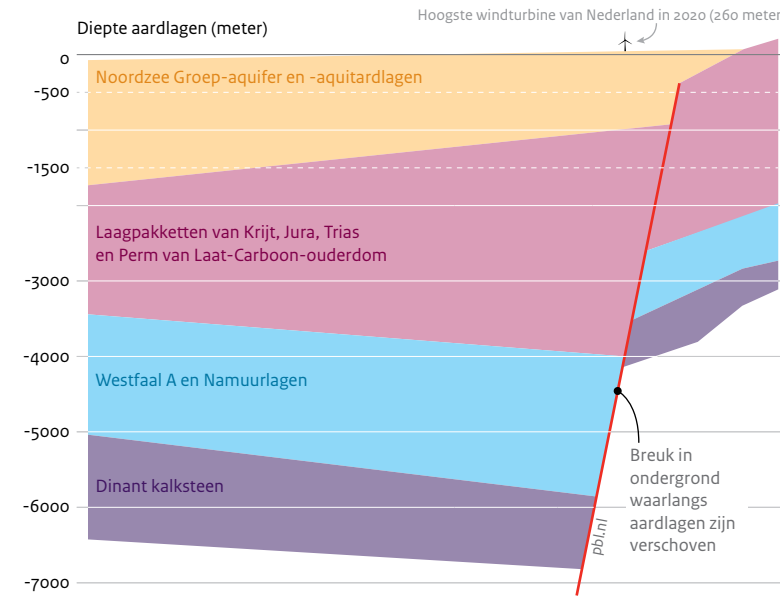
Op een willekeurige dag in 2011 leefden in Nederland:

- 
 12 miljoen varkens
- 
 97 miljoen kippen
- 
 4 miljoen koeien
- 
 1 miljoen schapen
- 
 16,7 miljoen mensen

Een blokje staat gelijk aan 50.000

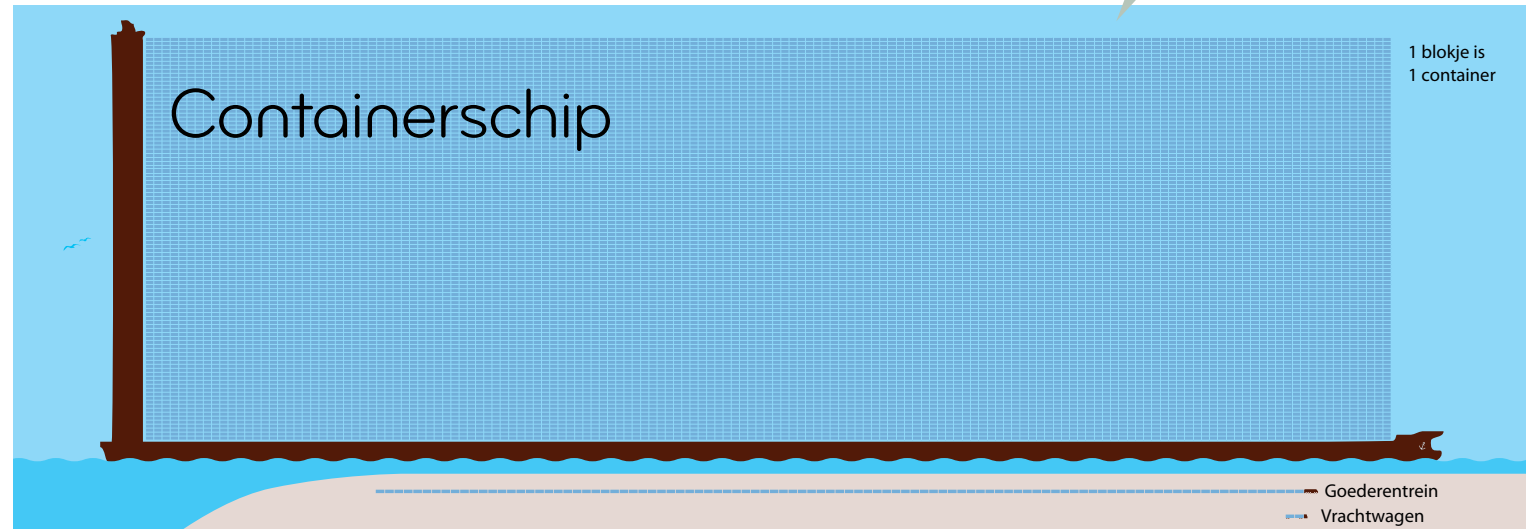


En wat kun je doen als je mensen een idee wilt geven van hoeveel vee Nederland telt? We besloten om in één infographic het aantal koeien, varkens, kippen en schapen náást het aantal van 17 miljoen mensen in Nederland te zetten. Zo krijgt de lezer meer perspectief bij de aantallen dieren.



Als we het over aardlagen hebben, dan is het voor de lezer lastig om een beeld te vormen van de diepte waarover we het hebben. Een landschapsobject kan dan die diepte in verhouding zetten.

Op een containerschip staan veel containers, dat is bekend. Maar hoeveel zijn er dat in verhouding tot een trein of een vrachtwagen? Deze afbeelding maakt dat duidelijk.



Het duizelt me

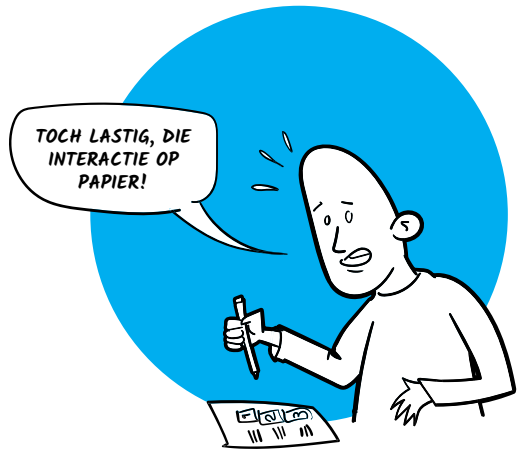
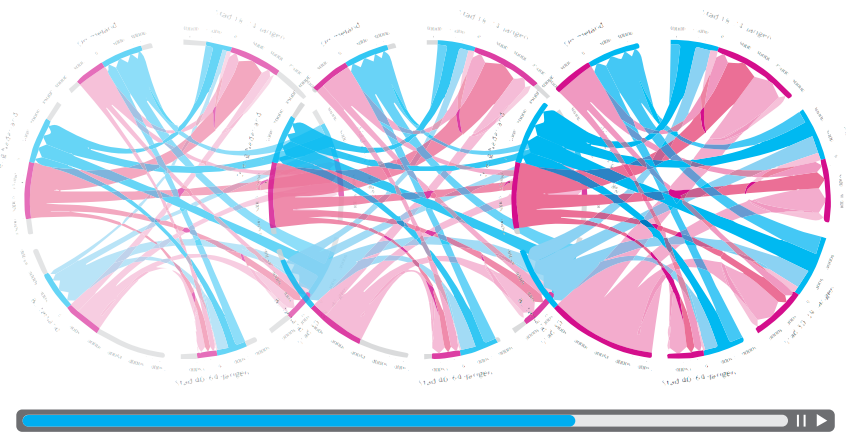
Hoe je met interactie een figuur bruikbaar maakt

Wat is interactie?
 Dat een plaatje reageert als je het aanraakt, daar kijkt tegenwoordig niemand meer van op. Het is eerder andersom: jonge kinderen kunnen verbaasd reageren als een plaatje in een boek of tijdschrift niets 'doet'. Dat een visualisatie reageert op jouw handeling, is zeker op websites niet meer uitzonderlijk. Deze interactiviteit geeft veel mogelijkheden om meer te vertellen met een visualisatie, zonder dat je die helemaal vol zet met lijnen, symbolen of andere tekens die gelijktijdig zichtbaar worden. Een simpele vorm van

interactie is bijvoorbeeld de mogelijkheid om exacte waarden alleen te tonen als de kijker met de muis over een onderdeel van de grafiek beweegt. In het geval van een kaart kun je op die manier ook interessante informatie weergeven die helpt bij het begrijpen van de figuur. Bijvoorbeeld de naam van een regio of afgeleide gegevens. Interactiviteit geeft je ook de mogelijkheid veel meer data toegankelijk te maken dan je kwijt kunt in een statisch figuur. Als er voor een bepaalde periode gegevens beschikbaar zijn voor alle gemeenten van Nederland,

dan kun je die niet allemaal over elkaar heen intekenen zonder een onoverzichtelijk figuur te krijgen. Je kunt de gebruiker de mogelijkheid bieden om alleen de voor hem relevante uitkomsten te zien, bijvoorbeeld de ontwikkeling van een bepaald thema in zijn gemeente, zónder dat het beeld onduidelijk wordt met informatie uit honderden andere gemeenten. Op deze manier helpt interactiviteit een grote hoeveelheid gegevens op een gebruiksvriendelijke manier aan te bieden.

Veranderingen in de tijd weergeven



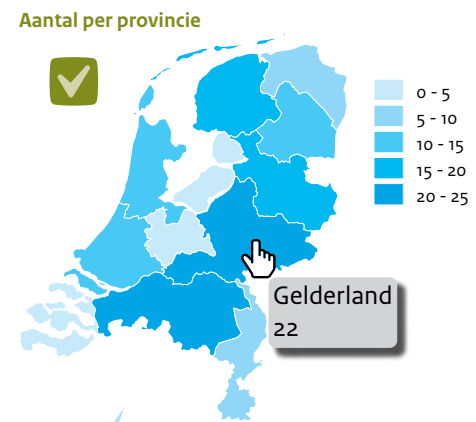
Interactie zonder actie

Niet iedereen zal gebruikmaken van de mogelijkheden die een interactief figuur geeft. Soms omdat het niet duidelijk genoeg is wat er mogelijk is, of omdat je als lezer snel de hoofdboodschap wilt vinden. Daarom is het belangrijk om interactieve figuren zo te maken dat ze zonder interactie van de lezer de hoofdboodschap al vertellen. Interactie is een waardevolle toevoeging, maar mag niet de voorwaarde zijn om een figuur te kunnen begrijpen. Interactie is dus vooral geschikt om de data te verkennen en minder om het hele verhaal met kop en staart te vertellen.

Klopt het nog wel?

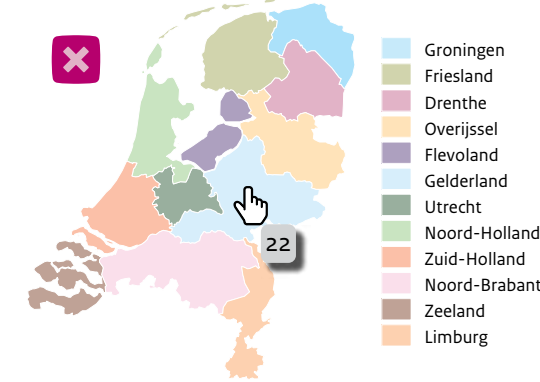
Je kunt een figuur zo vormgeven, dat de kijker zelf lagen of datareeksen kan aan- en uitzetten. De vertelvolgorde ligt dan niet meer vast, maar wordt bepaald door de kijker. Bij het maken van een interactief figuur is het belangrijk hiermee rekening te houden. Klopt de titel bijvoorbeeld nog wel met de inhoud als de kijker die aanpast? Blijft een legenda bij een kaart kloppend als er een andere laag aangezet wordt? En is de getoonde informatie wel duidelijk vóórdát andere informatie getoond is? Je moet er dus voor zorgen dat de kijker door de interactie geen figuur kan samenstellen die niet (helemaal) correct meer is.

Extra gegevens tonen

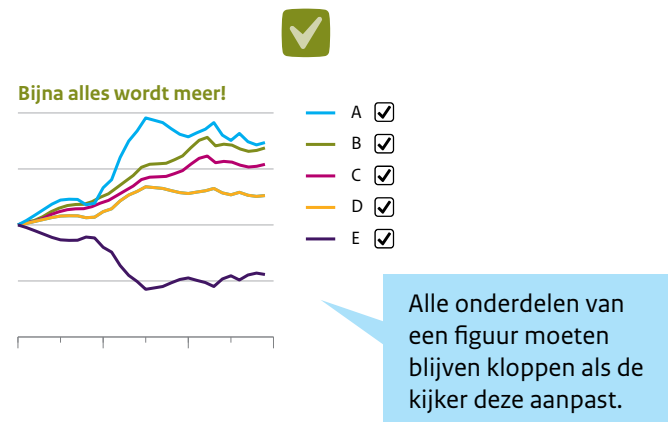


Zorg dat de hoofdboodschap ook zichtbaar is zonder gebruik van interactie.

Aantal per provincie



Eigen selectie maken



Zelf aan de knoppen

Digitale technieken om de lezer te betrekken

Een beeld zegt meer dan duizend woorden. Visualisaties brengen een boodschap duidelijker aan de lezer over dan alleen tekst. Maar als een lezer echt betrokken wordt in het verhaal, komt de boodschap het best over. Als je mensen uitdaagt om na te denken over wat ze zien, begrijpen ze de boodschap sneller en zullen ze die beter onthouden.

Je kunt de lezer op verschillende manieren uitdagen. Een eenvoudige manier is met een

prikkelende titel, een titel die eerst misschien wat verwarring veroorzaakt, maar iemand daarna aan het denken zet: wat wordt hier bedoeld?

Een titel in de vorm van een vraag zet een lezer aan het denken. Als vanzelf zullen ze een antwoord op deze vraag willen vinden in de visualisatie die daarna volgt. Ook zullen ze door een vraag geprikkeld worden om na te denken over het doel van de visualisatie: waarom is deze informatie interessant?

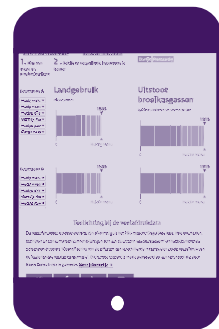
Op websites en in apps zijn er nog meer mogelijkheden om lezers te betrekken bij het verhaal. Als je niet alle informatie tegelijk laat zien, de visualisatie zich aanpast aan het verloop van het verhaal of de kijkers zelf 'aan de knoppen' kunnen zitten van een model achter het figuur, worden ze meer dan een lezer. Ze worden deelnemer.

We hebben in de afgelopen jaren verschillende websites gepubliceerd waarop deze technieken zijn gebruikt.

Bij de jaarlijkse cijfers van wereldwijde CO₂-uitstoot maakten we een site waarin veelgestelde vragen werden beantwoord aan de hand van datavisualisaties.

Om de complexe stromen van verhuisbewegingen tussen steden, het ommeland en de rest van Nederland inzichtelijk te maken, ontwierpen we een dynamische animatie die stap voor stap is opgebouwd.

Welk effect heeft een bepaald dieet op landgebruik en broeikasgasemissie? Met behulp van een interactief model waarin de kijker zelf alle parameters kan aanpassen wordt dat duidelijk.



Vraag – Antwoord

Een pagina van een website kan langer zijn dan in eerste instantie op scherm is te zien. Als kijkers eerst de vraag zien en pas bij verder scrollen de visualisatie, hebben ze al nagedacht over welk verhaal de figuur zou kunnen vertellen. Hierdoor zullen ze eerder geneigd zijn dit antwoord in de figuur te zoeken.



Dynamisch

Op een website kan een visualisatie zich aanpassen, zodat deze stap voor stap uitgelegd kan worden of juist precies aansluit bij het deel van het verhaal dat iemand op dat moment leest. Dit kan door de basisvisualisatie te laten staan en alleen de tekst te laten scrollen of door met knoppen naar een volgende stap te navigeren.



Interactief

Als je kijkers zelf 'aan de knoppen' laat zitten om een visualisatie aan te passen aan hun eigen interesse of omgeving, kunnen ze ook meer inzicht krijgen in hoe het model werkt, of hoe verschillende factoren een bepaald resultaat beïnvloeden.



Het juiste beeld bij het juiste medium

Maatwerk om je doelgroepen te bereiken

Doelgroep en medium

Bij het PBL richten we ons op verschillende doelgroepen: het kabinet, de Tweede Kamer, beleidsmakers, wetenschappers, de geïnformeerde burger, het brede publiek. We gebruiken verschillende middelen om die doelgroepen te bereiken, van papier tot digitaal en van tekst tot beeld.

live bijeenkomsten en digitale sessies. Het beeld verandert mee en een nieuw medium biedt nieuwe mogelijkheden.

Het PBL en zijn voorgangers zijn geen early adopters. Al 25 jaar lang is het (gedrukte) rapport dominant in het PBL-werk. Het werkproces voor de visualisaties is dus

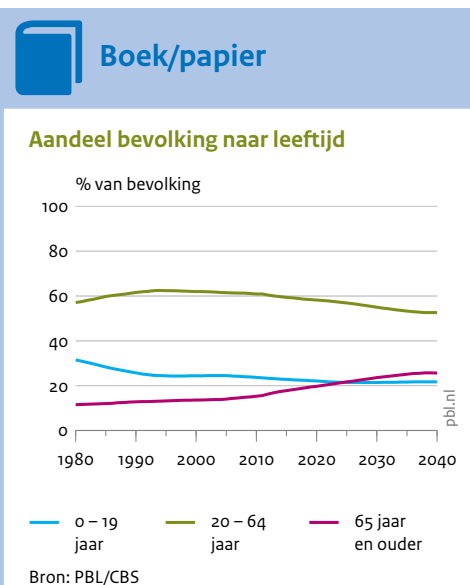
sterk beïnvloed door het papieren medium. Zo maken we figuren in drukwerkkleuren (CMYK) en is het formaat afgestemd op ons boekformaat 170x240 mm. Ook voor de kleurkeuze en de lettergrootte is het fysieke rapport de maatstaf. Online PDFs zijn hiervan de digitale variant: rechtstreeks te printen op papier in rapportformaat.

Er is geen gouden regel voor wat waar het best werkt. Hebben mensen het liefst een boek voor op de koffietafel? Zitten ze in de trein met een tablet in de hand? Of achter een bureau met vaste pc of een papieren rapport? Naast persoonlijke behoeften, spelen situaties en plekken ook een rol. Het gaat hier dus om en-en-en, om meerdere communicatiemiddelen voor dezelfde doelgroep. Feit is wel dat elk communicatiekanaal kansen biedt én beperkingen stelt aan de visualisaties.

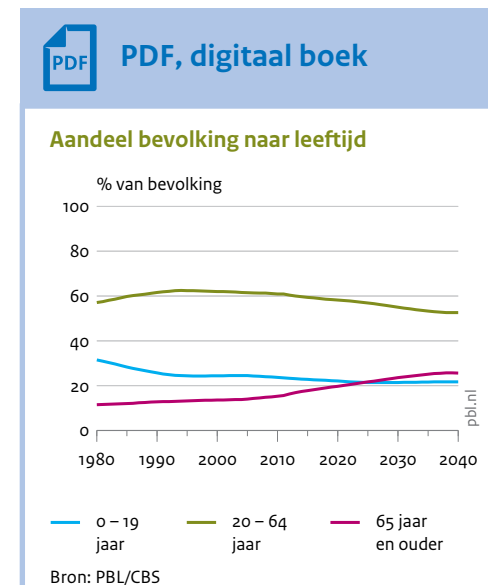
Visualisaties op maat voor elk medium

Alleen een papieren rapport, dát is lang geleden! Tegenwoordig is er een scala aan middelen en media om kennis uit te dragen: boek, artikel, flyer; smartphone, tablet, computer; social media, website;

Kenmerken en kracht van medium



- Statisch, details, zakelijke figuurtitel
- Rust, je hebt de tijd
- Vaste structuur, heen en weer bladeren
- Geen internetconnectie nodig
- Papier leest prettig
- Ruimte om uit te wijden

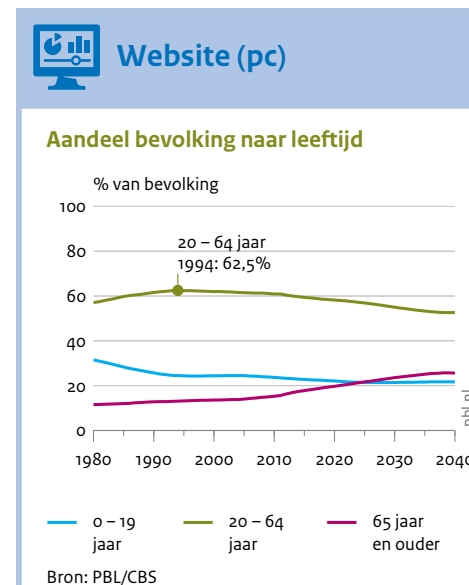


- Statisch, details, zakelijke figuurtitel
- Rust, je hebt de tijd
- Heen- en weer bladeren
- Geen live internetconnectie nodig
- Ruimte om uit te wijden

Kwalitatief hoogwaardige figuren die de juiste boodschap vertellen

Wat zijn voor ons kwalitatief hoogwaardige figuren? Dat is afhankelijk van het medium dat we inzetten. In een boek, gedrukt of als PDF, wil je scherpe figuren met heldere, goed te onderscheiden kleuren en details. Er zijn wel beperkingen. Meer dan acht lijnen in een grafiek is, bijvoorbeeld, te veel informatie. En landsgrenzen in kaarten op B5-formaat moet je met minder detail weergeven.

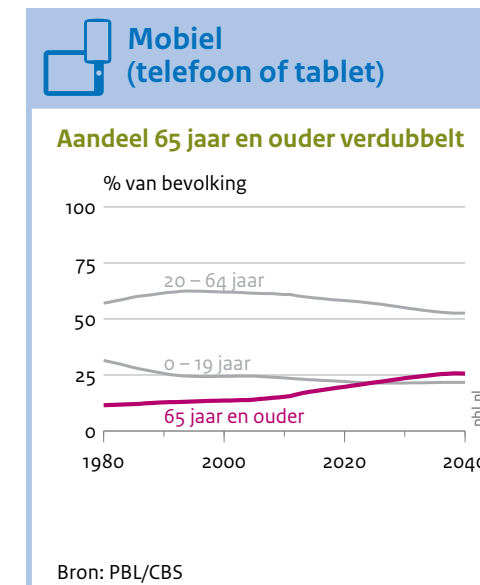
Op een website kun je gebruikmaken van dynamische figuren: mouse-overeffecten



- Dynamisch en interactie, pop-up bij datapunten
- Beweging is extra dimensie
- Getrapt opbouwen en uitleggen
- Audio als ondersteuning van het beeld
- Eenvoudig actueel te houden
- Ruimte om uit te wijden

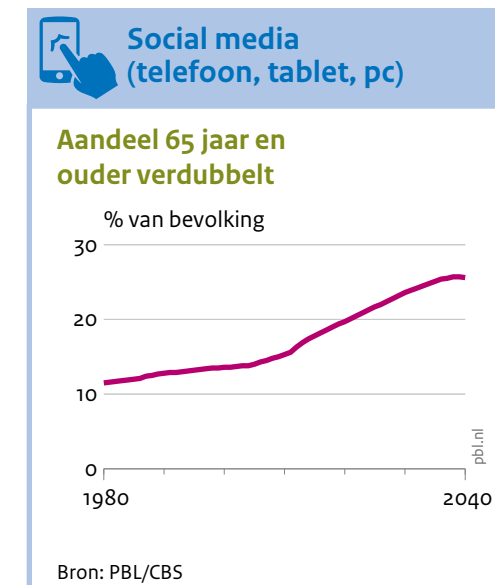
kunnen extra informatie geven over de lijnen in een grafiek of over de regio op de kaart. Via pop-ups kun je op het gewenste moment extra informatie bieden. Wel met een kanttekening: mensen kunnen die informatie ook over het hoofd zien, bijvoorbeeld als ze de website niet achter een laptop of pc bekijken, maar op een telefoon. Die heeft geen mouse-over.

Mobile first is een veelgehoorde uitspraak in communicatie. Op een mobiel apparaat, bijvoorbeeld een telefoon, is de schermgrootte beperkt en de aandacht



- Dynamisch, de kunst van het weglaten; beperken tot de essentie
- Beweging is extra dimensie
- Eenvoudig actueel te houden
- Audio
- Altijd bij je

vluchtiger. Figuren zul je dus nog verder moeten generaliseren: niet acht gekleurde lijnen, maar één gekleurde lijn en de overige grijs, of zelfs maar één lijn. Minder ruimte voor tekst, dus korte en bondige titels. Maar behalve beperkingen bieden digitale media ook weer mogelijkheden. Denk aan een animatie: de verandering dynamisch in beeld brengen door opbouwende lijnen, groeiende staven, verschuivende vlakken of veranderende kleuren. Zo kent elk medium naast beperkingen ook nieuwe mogelijkheden.



- Eenvoudig en pakkend tegelijk
- Kort en bondig
- Links naar meer informatie
- Altijd bij je
- Handig om informatie snel te verspreiden onder doelgroepen

De reis van een figuur

Impact, invloed en framing

De figuur is klaar, het rapport is gepubliceerd ... en dat is het dan? Niet altijd. Zowel intern als extern kan er discussie volgen waarin die figuur een cruciale rol speelt. Soms leidt de discussie alleen tot een nieuwe tekst, in andere gevallen ontwikkelen we nieuwe varianten van de figuur. De figuur als aanleiding tot en middel in de discussie.

Een sprekend voorbeeld is de figuur over invloed in de voedselketen. De figuur is ooit gemaakt door Wageningen Universiteit voor de Voedselbalans. Daarna heeft het PBL in 2012 de figuur opgepakt en aangepast, in eerste instantie voor de *Balans van de Leefomgeving* en daarna voor *Nederland verbeeld*.

Framing

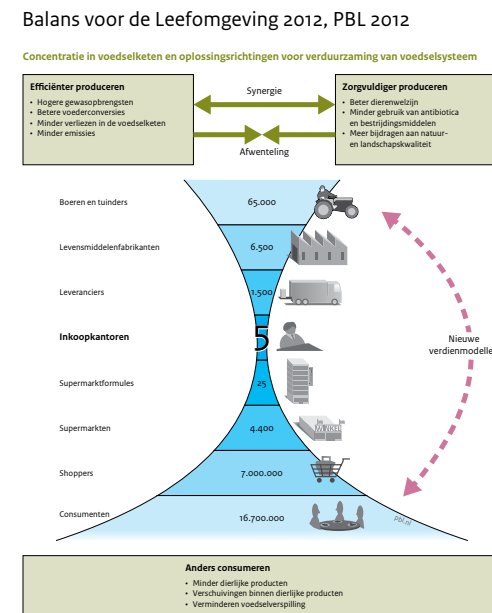
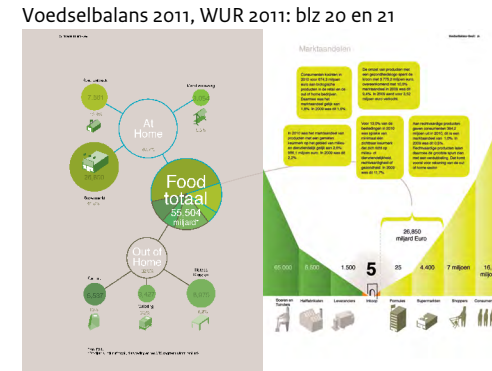
Het maken van een weldoordachte afweging tussen inhoud en vormgeving is een belangrijke taak voor, zoals Neurath het noemde, de transformer, die de kennis van de wetenschapper en de grafische vaardigheid van de ontwerper samenbrengt. Het resultaat is een figuur die is gebaseerd op echte data en die tegelijkertijd aantrekkelijk is om naar te kijken. Een volledig objectieve benadering bestaat niet, maar wel een gebaseerd op kennis. Maar wees je dus bewust dat je het werk een kader meegeeft, het frame.

Invloed door design

Een figuur kan zichtbaar maken wat anders in veel woorden verstopt zit. Zoals in het geval van de vijf inkoopkantoren die een centrale rol spelen in de keten tussen voedselproducent en consument. Wat die figuur ook duidelijk maakt is dat tussen consument en boer vele partijen zitten, dat de directe invloed van het gedrag van de consument op de boer beperkt is en dat als verandering in de voedselproductie of -consumptie gewenst is, die ook (of misschien vooral) in die keten dient te gebeuren.

De aantrekkelijke vormgeving en toegankelijkheid van de figuur zorgen ervoor dat een breed publiek zijn positie in de voedselketen kan herkennen. Daardoor kan de figuur een rol spelen in een brede discussie. Overigens zijn ook de omstandigheden en de timing van invloed: ten tijde van de publicatie van de figuur was er een discussie over duurzaam voedsel en beïnvloeding in de keten, waar deze figuur duidelijk op aansluit.

Zo zien we soms dat naast een discussie in woorden ook een discussie in beelden ontstaat: organisaties die de figuur naar hun eigen perspectief aanpassen en zo de figuur voor hun eigen positie in de discussie reframe.

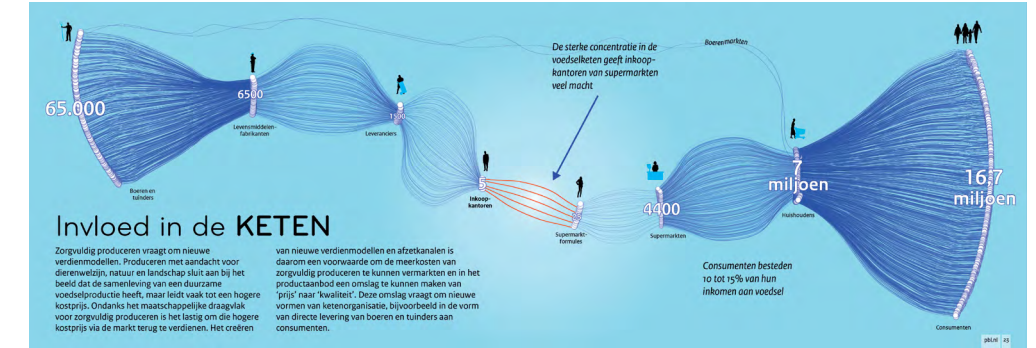


Nieuw product, nieuwe visualisatie

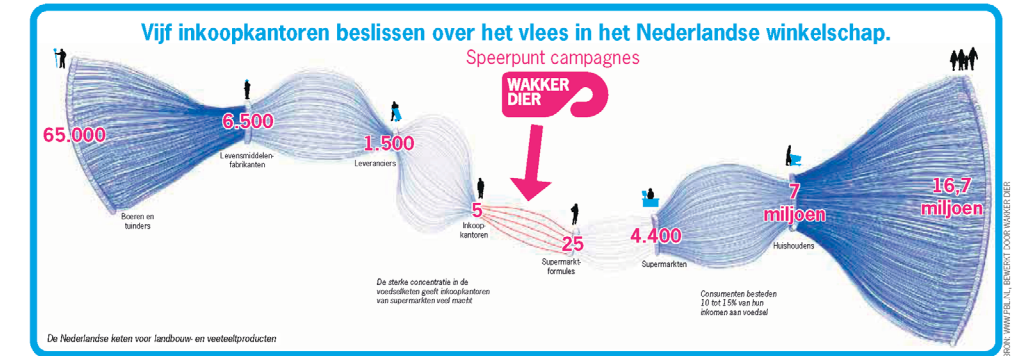
Om van een schema een volwaardige infographic te maken zijn enkele aanpassingen gedaan:

- 90 graden draaien om de keten te verbeelden
- de hoeveelheid verbeeld met 'draden' en knopen
- nadruk op het deel van de keten met weinig verbindingen door een lichtere kleur (spotlighteffect) en een tekstballon
- een titel die vertelt wat je ziet
- iedere lezer kan zich in de figuur herkennen, bijvoorbeeld de consument: 'Ja, ik ben een van die 16,7 miljoen inwoners. Mijn zaterdagse inkopen op de boerenmarkt twee keer per jaar, dat is dat hele dunne lijntje.'

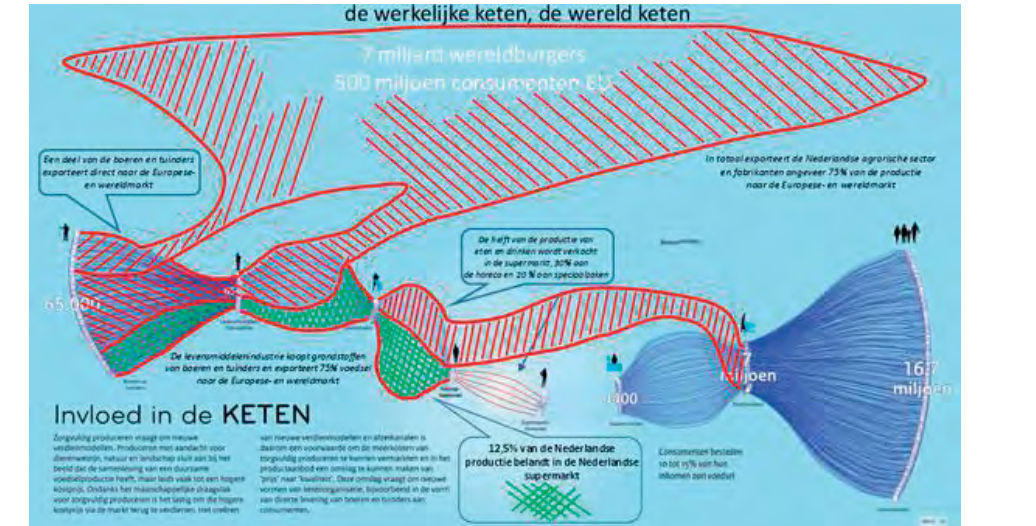
Nederland verbeeld, PBL 2012



Jaarverslag Wakker Dier 2014



De werkelijke keten, de wereld keten, CBL 2015



De figuur op reis

Externe organisaties gaan de figuur gebruiken en komen met nieuwe varianten. Met een andere titel, aangepaste tekstbox en grafische aanvullingen wordt de figuur toegespitst op hun eigen boodschap. Wakker Dier legt bijvoorbeeld extra de nadruk op de invloed van de vijf inkoopkantoren. En het CBL, de brancheorganisatie en belangenbehartiger van de supermarkten en foodservicebedrijven, verlegt juist de aandacht naar de organisatie van de markt buiten Nederland.

Een vooruitziende blik

Hoe het PBL bij de tijd blijft

Het visualisatievak staat niet stil. In dit boek hebben we laten zien wat wij hebben geleerd en toegepast in de afgelopen 25 jaar met het verbeelden van kennis voor beleid. Deze waardevolle lessen nemen we mee in de toekomst. Ze zijn en blijven een belangrijke basis voor ons werk.

Trends komen en gaan, maar in wezen blijft visualisatie hetzelfde: het helder communiceren van informatie met grafische middelen. Er zijn steeds meer kanalen via

welke je informatie kunt delen. We spelen in op actuele ontwikkelingen. Hoe kun je visualisatie beter inzetten op andere media dan de traditionele gedrukte? Hoe kunnen onderzoekers zonder specifieke visualisatiekennis in een exploratieve fase van onderzoek visualisatie inzetten? Daarnaast wordt door de democratisering van visualisatietools het maken van complexere datavisualisaties technisch steeds eenvoudiger. Maar op zichzelf zijn

deze tools geen garantie voor een goede visualisatie. Denkwerk en creativiteit blijven nodig om informatie zo te verbeelden dat je je boodschap helder overbrengt. En we blijven zoeken naar nieuwe manieren van visualisatie. Niet alleen binnen het PBL, maar ook in actieve samenwerking met andere organisaties en netwerken die zich hiermee bezighouden.

Social media zijn een vast onderdeel van onze PBL-communicatie. Een groot voordeel van social media is de eenvoudige en snelle verspreiding van onze boodschappen onder en door derden. Via social media kan de boodschap van het PBL goed verteld worden, snel en to the point, maar wel met een link naar een uitgebreide onderbouwing. De ruimte om informatie te visualiseren is er vaak beperkt. Het is daarom belangrijk meteen ter zake te komen. Dat wil zeggen: de kern van je boodschap overbrengen met weglating van zoveel mogelijk niet-essentiële informatie. Social media zijn voortdurend in ontwikkeling. Er komen regelmatig nieuwe mogelijkheden en platforms bij, andere verdwijnen weer. Wij blijven de mogelijkheden verkennen, en benutten ze waar ze de doelen van het PBL kunnen dienen.

Social media

Met een krachtige combinatie van beeld, geluid en tekst kun je je doelgroep in korte tijd een complex verhaal vertellen, uitleggen hoe een complexe visualisatie gelezen moet worden, wat de boodschap ervan is en waar achterliggende informatie te vinden is. Het maken van een animatie vraagt verschillende expertises op het gebied van beeld, geluid en communicatie. Nog belangrijker bij het ontwikkelen van een goede visualisatie is een goed opgebouwd verhaal, waarin de juiste informatie op het juiste moment zichtbaar wordt. Dit vraagt intensieve samenwerking met tekstschrijvers, stemacteurs voor een voice-over, sounddesigners en video-editors.

Animaties

Een fraai ogende visualisatie is niet gegarandeerd een goede visualisatie. Om fraaie visualisaties van goede kwaliteit te kunnen blijven maken is het belangrijk om kennis over visualisatie te delen en op te doen, zowel binnen het PBL als daarbuiten met collega's uit het vakgebied. De toenemende beschikbaarheid van tools om visualisaties te maken leidt tot een steeds groter aanbod van visualisaties. Het wordt daarom steeds belangrijker om het kaf van het koren te scheiden. Visualisaties moeten niet onbedoeld het verkeerde verhaal vertellen. Bij het PBL investeren we daarom in meer kennis over de impact van visualisaties, hoe visualisaties bij de doelgroep overkomen en ontwikkelen we onze kennis over framing in visualisaties.

Visualisatie wetenschap

In de afgelopen 25 jaar maakten wij vooral visualisaties om een boodschap te communiceren van wetenschap naar beleid. Visualisaties kunnen echter ook gebruikt worden om data beter te begrijpen in de beginfase van onderzoek. Technisch is het steeds eenvoudiger om complexe grote datasets te visualiseren. Door het visueel maken van de resultaten bij verschillende aannames en daarmee patronen in de data daarmee letterlijk zichtbaar te maken. Dit kan ook helpen om de werking van een wetenschappelijk model beter te begrijpen. Ook het maken van schetsen kan een sterk instrument zijn in de vroege onderzoeksfase, om eerste ideeën en concepten uit te werken of gedachten te stroomlijnen en als input voor een discussie of brainstorm.

Exploratieve visualisaties

Gebruiksrechten en referenties

Gebruiksrechten figuren

PBL-figuren mag je onder voorwaarden gratis hergebruiken.

Op PBL-figuren en infographics is de Creative Commons licentie Naamsvermelding 3.0 van toepassing (CC BY: creativecommons.org/licenses/by/3.0/nl/). Simpel gezegd betekent dit dat je de figuur mag gebruiken met vermelding van de bron. Ook aanpassingen in de figuur zijn toegestaan mits dit expliciet wordt vermeld. De volledige voorwaarden staan hiernaast vermeld.

Van de figuren en infographics die het PBL produceert, zijn ook versies in hogere resoluties beschikbaar voor bijvoorbeeld gebruik in drukwerk.

Referenties per visualisatie

Pagina 10

- Afbeeldingen links: © Gerd Arntz c/o Pictoright Amsterdam 2021

Pagina 12

- Grafiek: Gaalen, F. van, L. Osté & E. van Boekel (2020), *Nationale analyse waterkwaliteit. Onderdeel van de Delta-aanpak Waterkwaliteit*. Den Haag, PBL. Figuur 4.14, pagina 113
- Kaart: Gemaakt op basis van data uit CBS, PBL, RIVM & WUR (2020), 'Woningvoorraad naar bouwjaar en woningtype, 2019' (indicator 2166, versie 04, 20 oktober 2020, www.clo.nl/nl216604)
- Schema: Gaalen, F. van, L. Osté & E. van Boekel (2020), *Nationale analyse waterkwaliteit. Onderdeel van de Delta-aanpak Waterkwaliteit*. Den Haag, PBL. Figuur 2.3, pagina 44

Voorwaarden CC BY 3.0

Je bent vrij om:

het werk te delen — te kopiëren, te verspreiden en door te geven via elk medium of bestandsformaat

het werk te bewerken — te remixen, te veranderen en afgeleide werken te maken voor alle doeleinden, inclusief commerciële doeleinden.

Onder de voorwaarden: De gebruiker dient de maker van het werk te vermelden, een link naar de licentie te plaatsen en aan te geven of het werk veranderd is. Je mag dat op redelijke wijze doen, maar niet zodanig dat de indruk gewekt wordt dat de licentiegever instemt met je werk of je gebruik van het werk.

Pagina 14

- Grafiek: CPB & PBL (2016), Kansrijk Mobiliteitsbeleid, Den Haag, Centraal Planbureau en Planbureau voor de Leefomgeving. Figuur 3.5, pagina 76
- Kaart: CBS & PBL (2016), *Regionale Bevolkings- en Huishoudensprognose 2015 - 2040*. www.pbl.nl/regionalebevolkingsprognose
- Boer, M. (2008), *Huisstijlhandboek Planbureau voor de Leefomgeving*. Den Haag, PBL

Pagina 22

- Onderdeel 'Kaart of grafiek': CBS, PBL, RIVM, WUR (2020), Ruimte per inwoner, 1900-2015 (indicator 0062, versie 11, 21 april 2020, www.clo.nl/nl006211)
- Onderdeel 'Staaf of Sankey': en.wikipedia.org/wiki/Sankey_diagram

Pagina 28

- Correll M. et al. (2020), 'Truncating the Y-Axis: Threat or Menace?' Pdf: arxiv.org/pdf/1907.02035.pdf

Pagina 38

- Algemeen: en.wikipedia.org/wiki/Radar_chart

Pagina 42

- Algemeen: makingmaps.net/2007/08/28/perceptual-scaling-of-map-symbols/

Pagina 44

- CBS, Statline CBS, Bevolkingsdata Nederland 2018. Den Haag, Centraal Bureau voor de Statistiek: opendata.cbs.nl. Geraadpleegd dd maart 2021.

Pagina 46

- [Thetruesize.com](https://thetruesize.com)
- [Map-projections.net](https://map-projections.net)
- en.wikipedia.org/wiki/Mercator_projection
- nl.wikipedia.org/wiki/Geo-visualisatie

Pagina 48

- Ishiharatest: Wikipedia, nl.wikipedia.org/wiki/Ishiharatest
- Kleurenblindheid: www.kleurenblindheid.nl/kleuren-soorten.html
- Ishihari-afbeelding: public domain

Pagina 50

- Kaart stroomgebieden: PBL (2020), *Nationale analyse waterkwaliteit. Onderdeel van de Delta-aanpak Waterkwaliteit*. Den Haag, PBL. Figuur 2.1, pagina 31
- Kaart ruimtegebruik: CBS, PBL, RIVM & WUR (2020), 'Kaart bodemgebruik van Nederland, 2015' (indicator 0061, versie 11, 8 januari 2020, www.clo.nl). Den Haag, Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS); Den Haag, Planbureau voor de Leefomgeving; Bilthoven, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu; Wageningen, Wageningen University and Research

Pagina 52

- 'Veel komt van ver' uit: PBL (2012), *Nederland Verbeeld, een andere blik op vraagstukken rond de Leefomgeving*. Den Haag, PBL
- 'Ingrediënten voor een circulaire economie' uit themawebsite *Waarom een circulaire economie?*, www.pbl.nl/circulaire-economie

Pagina 58

- 'Nederland, een dunbevolkte stad' uit: PBL (2012), *Nederland Verbeeld, een andere blik op vraagstukken rond de Leefomgeving*. Den Haag, PBL
- 'Voorbeelden van ecosystemendiensten in Nederland' uit: PBL (2014), *Natuurlijk kapitaal. Toestand, trends en perspectief*. Den Haag, PBL

Pagina 60

- 'Op een willekeurige dag in 2011 leefden in Nederland' en 'Zeescheepvaart' uit: PBL (2012), *Nederland Verbeeld, een andere blik op vraagstukken rond de Leefomgeving*. Den Haag, PBL
- 'Opbouw aardlagen in Nederland' uit: PBL (2021), *Eindadvies basisbedragen SDE++*. Den Haag, PBL

Pagina 64

- PBL themasites:
- themasites.pbl.nl/o/trek-van-en-naar-de-stad/
- www.pbl.nl/globalco2
- www.pbl.nl/energietransitie

Pagina 68

- CBL (2015), Figuur op twitter, <https://twitter.com/desupermarkt/status/834469638553686022?s=09>
- PBL (2012), *Balans van de Leefomgeving 2012*. Den Haag, PBL
- PBL (2012), *Nederland Verbeeld, een andere blik op vraagstukken rond de Leefomgeving*. Den Haag, PBL
- Wakker dier (2014), *Jaarverslag 2014*. Amsterdam, Wakker dier, www.wakkerdier.nl/jaarverslag
- WUR (2011), *Voedselbalans 2011, deel 1*. Wageningen, WUR

Colofon

Kennis verbeeld. Lessen uit 25 jaar datavisualisatie voor beleid

Visualisatieteam Filip de Blois, Marian Abels, Raymond de Niet, Jan de Ruiter, Allard Warrink

Met dank aan Het projectteam is dank verschuldigd aan Evert-Jan Brouwer (PBL) voor het meeschrijven, aan Aldrik Bakema, Olav-Jan van Gerwen, Kersten Nabielek, Maarten van Schie en Annelies Sewell (allen PBL) voor hun bijdrage, aan Frédéric Ruys (Vizualism) en Laurens Brandes (RIVM) voor het meelesen.

Eindredactie en productie Uitgeverij PBL

Contact filip.deblois@pbl.nl

Opmaak Textcetera

Druk Xerox

© PBL Planbureau voor de Leefomgeving
Den Haag, 2021

PBL-publicatienummer 3050

Delen uit deze publicatie mogen worden overgenomen op voorwaarde van bronvermelding: de Blois, F.S. et al. (2021), Kennis verbeeld. Lessen uit 25 jaar datavisualisatie voor beleid, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.

Het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) is het nationale instituut voor strategische beleidsanalyses op het gebied van milieu, natuur en ruimte. Het PBL draagt bij aan de kwaliteit van de politiek-bestuurlijke afweging door het verrichten van verkenningen, analyses en evaluaties waarbij een integrale benadering vooropstaat. Het PBL is vóór alles beleidsgericht. Het verricht zijn onderzoek gevraagd en ongevraagd, onafhankelijk en wetenschappelijk gefundeerd.



www.pbl.nl/kennis-verbeeld

2021