

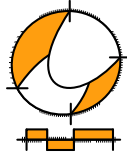
Wiskunde / PGA

1 HAVO / VWO / docentmateriaal

Grafieken

ConTeXt College





© 2024

Het auteursrecht op dit lesmateriaal berust bij Stichting Math4All. Math4All is derhalve de rechthebbende zoals bedoeld in de hieronder vermelde creative commons licentie.

Het lesmateriaal is met zorg samengesteld en getest. Stichting Math4All aanvaardt geen enkele aansprakelijkheid voor onjuistheden en/of onvolledigheden in de module. Ook aanvaardt Math4All geen enkele aansprakelijkheid voor enige schade, voortkomend uit (het gebruik van) dit lesmateriaal

Voor deze module geldt een Creative Commons Naamsvermelding Niet Commercieel 3.0 Nederland Licentie. (zie <http://creativecommons.org/licenses/by/3.0>).

Dit lesmateriaal is open, gratis en vrij toegankelijk lesmateriaal afkomstig van Stichting Math4All en is speciaal ontwikkeld voor het vak wiskunde in het voortgezet onderwijs. Het lesmateriaal op de website www.math4all.nl is afgestemd op kerndoelen wiskunde, tussendoelen wiskunde en eindtermen voor de vakken wiskunde A, B en C. Dit lesmateriaal is mediumneutraal ontwikkeld en op diverse manieren te bekijken en te gebruiken. Voor informatie en vragen kunt u contact opnemen via info@math4all.nl. Ook houden we ons altijd aanbevolen voor suggesties, verbeteringen en/of aanvullingen.

Voorwoord

Het lesmateriaal in dit katern is gebaseerd op het materiaal dat je kunt vinden op de Math4All website www.math4all.nl. In de tekst staan dan ook regelmatig verwijzingen naar die website. Waar je precies moet zijn op die website kun je zien in de kopregel van iedere pagina.

Ieder hoofdstuk bestaat uit een aantal paragrafen en wordt steeds afgesloten met een paragraaf *Totaalbeeld* waar de leerstof wordt samengevat en/of herhaald.

PGA

PGA staat voor 'probleemgestuurde aanpak'. Je begeleidt dan als docent de leerlingen die in kleine groepjes aan wiskundige problemen werken en op die manier een eigen theoretisch kader opstellen. Dit gebeurt voornamelijk op de wijze die wordt beschreven in het boek *Building Thinking Classrooms in Mathematics* van Peter Liljedahl. Dit boek is ook in het Nederlands beschikbaar. Het is verstandig om dit boek vooraf door te werken, maar je kunt ook beginnen met deze **beknopte handleiding**.

De PGA wordt ondersteund door verwerkings- en toepassingsopgaven waarmee de leerling kan nagaan of de stof wordt beheersd. Deze opgaven worden op drie niveaus aangeboden. De niveau aanduiding staat in de marge naast de opgave.

- ★ het basale niveau, dat iedereen zou moeten behalen
- ★ ★ een iets pittiger niveau, waarin iets meer uitdaging zit en die de leerling alleen hoeft te maken als er genoeg tijd voor is
- ★ ★ ★ een bijzondere toepassing of een echt pittige opgave die een leerling alleen maakt als de rest veel te gemakkelijk was

In de bijlage staat een "**Leerdoelentabel**" waarin staat aangegeven door welke opgave het specifieke leerdoel wordt afgedekt en op welk niveau dit gebeurt. Als je deze tabel aan de leerlingen uitreikt, kunnen ze hun eigen vorderingen bijhouden.

Opgaven uit de samenvattende paragraaf *Totaalbeeld* worden voorafgegaan door een T.

1

Grafieken

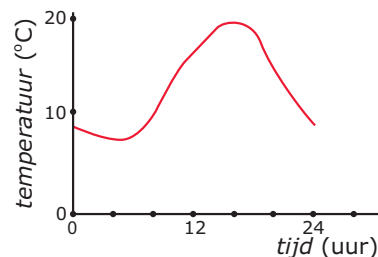
1.1	Verloop van een grafiek	6
1.2	Grafieken aflezen	13
1.3	Grafieken tekenen	21
1.4	Som- en verschilgrafiek	30
1.5	Maximum en minimum	36
1.6	Periodieke grafieken	43
1.7	Totaalbeeld	52

1.1 Verloop van een grafiek

Inleiding

De temperatuur verandert met de tijd, zoals alles. Je kunt de temperatuur meten in graden Celsius ($^{\circ}\text{C}$) en je kunt de tijd meten in bijvoorbeeld uren. Dus wil je weten hoe de temperatuur van de tijd afhangt en daar een overzichtelijk plaatje van hebben.

Zoiets zie je hier.



Figuur 1.1

Je leert in dit onderwerp

- de grootheden op de assen van een grafiek benoemen;
- het verloop van een grafiek beschrijven met de woorden stijgen, dalen en constant.

Voorkennis

- getallen gebruiken om te tellen en te rekenen.

Voor de docent

Bij het onderdeel 'Verloop van een grafiek' gaat het er om grafieken te herkennen en de bijbehorende terminologie te introduceren: de begrippen 'grootheid', 'eenheid', 'stijgend', 'dalend' en 'constant' en het herkennen ervan in een grafiek. Ook het herkennen van de 'afhankelijke grootheid' is van belang.

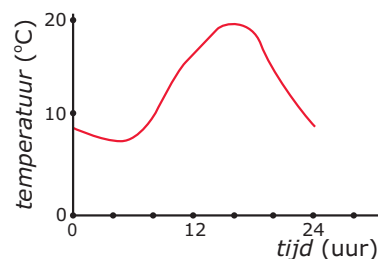
Gewenste materialen:

- Maak desgewenst vooraf een kopie van het werkblad bij de eerste opdracht.
- Gebruik eventueel dit werkblad ook voor het laten maken van het theorieblok bij de derde opdracht.
- Schrijfmateriaal voor op de verticale werkvlakken en eventueel plakband om de informatiebladen eraan op te hangen.

Opdracht 1.1

Zoiets heet een grafiek, hij geeft het verband weer tussen twee grootheden.

Beschrijf het verband in woorden. Gebruik daarbij de namen van de twee grootheden en de woorden 'stijgend', 'dalend' en 'constant'. Leg ook uit waarom de éne grootheid op de verticale as en de andere op de horizontale as staat en welke eenheden er worden gebruikt.



Figuur 1.2

— Toelichting —

Geef de opdracht mondeling. Kopieer de grafiek vooraf vanaf het **Werkblad** en deel dit uit.

De leerlingen zullen de gebruikte termen wel eerder hebben gehoord. Stel desgewenst vragen als "Welke twee grootheden zijn er?", "Wat is het verschil tussen een grootheid en een eenheid?", "Welke grootheid hangt af van de andere? En wat betekent dit voor de grafiek?", "Hoe zie je of een grafiek dalend/stijgend/constant is?" en/of "Kun je nu beschrijven wat er gebeurt (deze dag)?".

Bekijk na afloop de verschillende werkvlakken en benoem de belangrijke termen nog eens. Meld ook nog dat grootheden cursief worden gedrukt en de eenheden niet. Misschien alvast ruimte geven voor aantekeningen?

Uitwerking

Tijd en temperatuur kun je meten, het zijn grootheden. De temperatuur hangt af van het tijdstip op de dag: bij een zeker tijdstip hoort een bepaalde temperatuur. De grafiek geeft het verband aan tussen de twee grootheden:

- *tijd* staat op de horizontale as.
- *temperatuur* hangt af van tijd en staat daarom op de verticale as.

Grootheden zijn altijd voorzien van eenheden en ze worden cursief gedrukt. *tijd* heeft in dit geval eenheid 'uur'. *temperatuur* heeft in dit geval eenheid 'graden Celsius'.

Je kunt het verloop van de grafiek beschrijven met de woorden: stijgen, dalen en constant.

Deze grafiek laat zien: 's nachts daalt de temperatuur, maar vanaf het begin van de ochtend begint de temperatuur weer te stijgen. Dat gaat door tot tegen het eind van de middag, dan blijft de temperatuur even redelijk constant en vanaf het begin van de avond daalt de temperatuur snel.

Opdracht 1.2

De stortbak van een toilet loopt langzaam vol. De hoogte van het waterpeil neemt toe, de grafiek stijgt in het begin. De stortbak is vol. De hoogte van het waterpeil verandert niet, de grafiek loopt constant. Er wordt doorgetrokken: de stortbak loopt weer snel leeg. De hoogte van het waterpeil neemt af, de grafiek daalt snel.

Maak hierbij een grafiek. Maak zelf schattingen van hoe dit in werkelijkheid gaat.

Toelichting

Geef de opdracht mondeling.

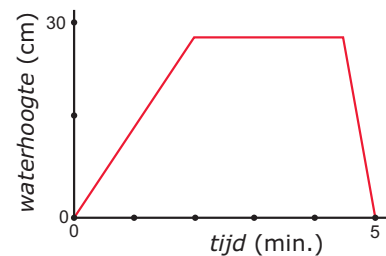
Mogelijke hulpvragen "Over welke twee grootheden gaat het?", "Welke eenheden gebruik je?", "Welke grootte komt op de verticale as en waarom?", "Hoe breng je nu het vollopen van de stortbak in beeld?" en "Kun je bijpassende schattingen maken?".

Weer na afloop de verschillende uitwerkingen bij langs lopen.

Uitwerking

Het tijdsverloop kan natuurlijk nogal verschillend zijn evenals de hoogte van het waterpeil.

Verder lijkt het erop dat in deze figuur het waterpeil in de stortbak gelijkmatig toeneemt, maar dat hangt vermoedelijk af van de vorm van de stortbak.



Figuur 1.3



Opdracht 1.3

Bekijk wat iedereen heeft gemaakt en heeft bedacht over het werken met grafieken. Maak een eigen overzicht van wat je hebt geleerd.

Toelichting

Loop samen met de leerlingen alle bedenksels na. Bevraag leerlingen of ze elkaars gedachtenspinsels kunnen toelichten. Samen zouden jullie naar een overzicht van de theorie moeten komen. Ieder schrijft het voor zichzelf.

Het lijkt nu een goed idee om de grafiek van opdracht 1 te laten gebruiken om er de begrippen 'grootheid', 'eenheid', 'stijgend', 'dalend' en 'constant' bij te zetten. Ook is het nuttig om alvast de afhankelijke grootheid te benoemen. Laat bijvoorbeeld bij de grootheid op de verticale as zetten 'hangt af van' met een pijl erbij naar de grootheid op de horizontale as. (In een volgend onderwerp worden de begrippen 'afhankelijke variabele' en 'onafhankelijke variabele' ingevoerd.)

Uitwerking

Het theorieblok geeft het gewenste overzicht.



Theorie

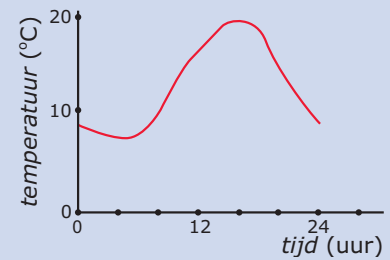
Om te onthouden

tijd en *temperatuur* zijn **grootheden**.

De temperatuur hangt af van het tijdstip op de dag: bij een zeker tijdstip hoort een bepaalde temperatuur. De **grafiek** geeft het **verband** aan tussen de twee grootheden.

- *tijd* staat op de **horizontale as**.
- *temperatuur* hangt af van *tijd* en staat daarom op de **verticale as**.

Je kunt het verloop van de grafiek beschrijven met de woorden: **stijgen**, **dalen** en **constant**.



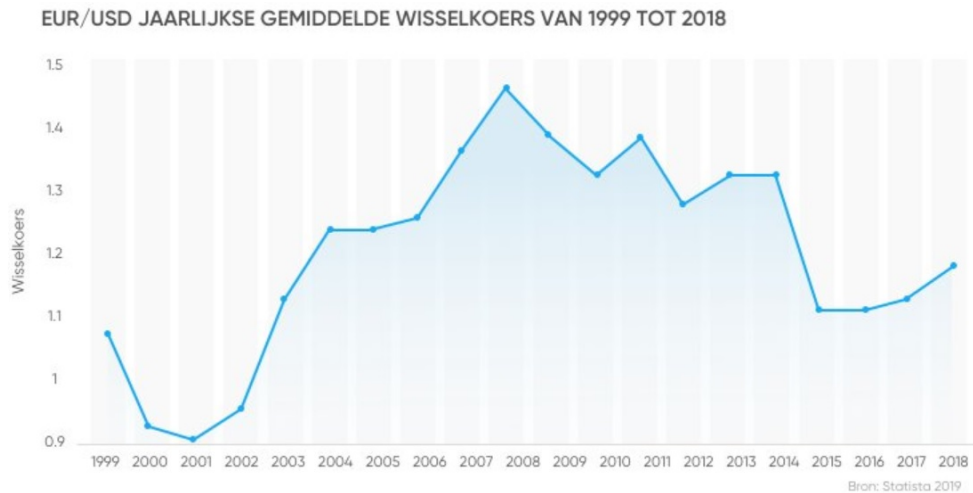
Figuur 1.4



Verwerken

★ Opgave 1.1

Hier zie je een grafiek van de wisselkoers van dollar naar euro begin deze eeuw. Je kunt hier dus aflezen hoeveel dollar je moet betalen voor 1 euro.



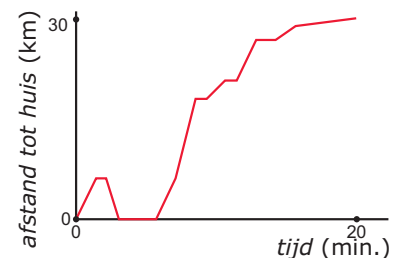
Figuur 1.5

- Welke grootte staat er op de horizontale as?
- Welke grootte staat er op de verticale as?
- Waarom zie je dat de dollar de latere jaren goedkoper is dan de euro?
- In welke periode was de euro goedkoper dan de dollar?
- Hoe kun je aan de grafiek zien dat de latere jaren de euro duurder is geworden ten opzichte van de dollar?

★ Opgave 1.2

Iemand gaat met de auto naar zijn werk. Hier zie je een globale grafiek van een bepaalde rit.

- Welke grootheden staan er op de assen?
- Zet bij elk deel van de grafiek een s (stijgend), een d (dalend) of een c (constant).
- Welk deel van de grafiek zat de automobilist waarschijnlijk op de snelweg? Geef het in de figuur aan.
- Wat betekent het dat de grafiek constant loopt?
- Waarom kun je zien dat de persoon in kwestie wat was vergeten?



Figuur 1.6

★ Opgave 1.3

In de krant staat een grafiek. De grafiek laat zien hoe het aantal werklozen in de afgelopen veertig jaar is veranderd.

- Wat zal er bij de horizontale as van de grafiek staan? En bij de verticale as?
- Wat betekent het als de grafiek stijgt?
- En wat als de grafiek constant is?

★ **Opgave 1.4**

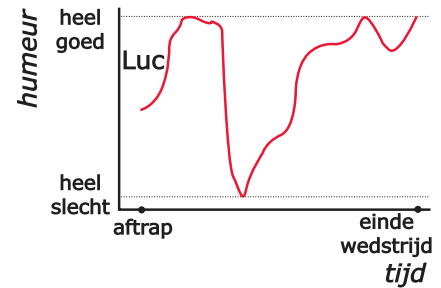
Als een pretpark 's morgens om 10:00 uur open gaat stromen de bezoekers al snel binnen. Pas vanaf 11:30 uur wordt de toestroom minder en vanaf 12:00 uur komen er nauwelijks nog mensen bij. Pas vanaf 13:30 uur komt er weer een bezoekersstroom op gang, meestal is om 14:30 uur het aantal bezoekers het grootst. En vanaf dat moment beginnen de eersten het park weer te verlaten. Om 18:00 uur sluit dit pretpark, alle bezoekers moeten dan weg zijn.

Teken een globale grafiek van het aantal bezoekers gedurende deze dag.

★ **Opgave 1.5**

Luc en Peter kijken naar een voetbalwedstrijd van Roda JC tegen NAC. Luc is voor Roda JC, Peter voor NAC. Je ziet het verloop van het humeur van Luc in de grafiek.

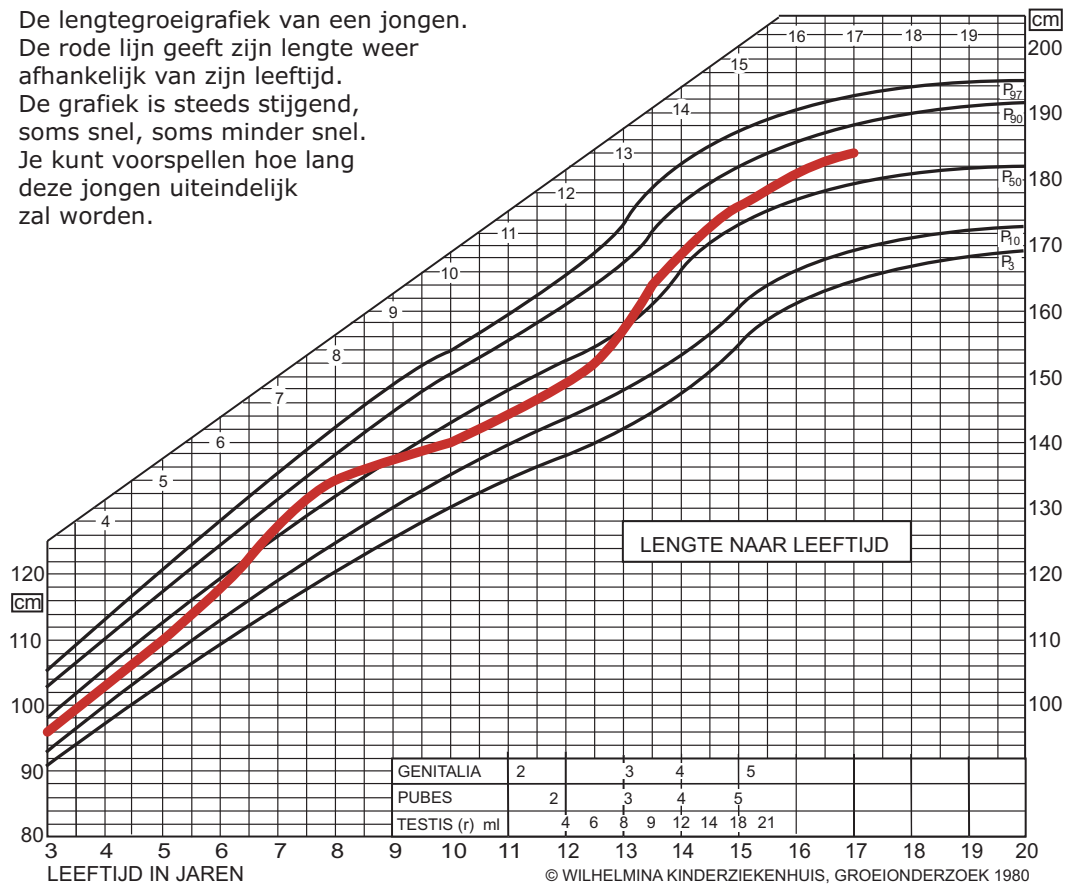
- a Hoeveel doelpunten heeft Roda JC waarschijnlijk gemaakt?
- b Roda JC kreeg een rode kaart en vervolgens een strafschop tegen. Geef in de grafiek dat moment met een pijl aan.
- c Wat is waarschijnlijk de uitslag van deze wedstrijd geweest? Verklaar je antwoord.
- d Teken in deze grafiek ook de vermoedelijke humeurgrafiek van Peter.



Figuur 1.7

Toepassen

De lengtegroefgrafiek van een jongen. De rode lijn geeft zijn lengte weer afhankelijk van zijn leeftijd. De grafiek is steeds stijgend, soms snel, soms minder snel. Je kunt voorspellen hoe lang deze jongen uiteindelijk zal worden.



Figuur 1.8

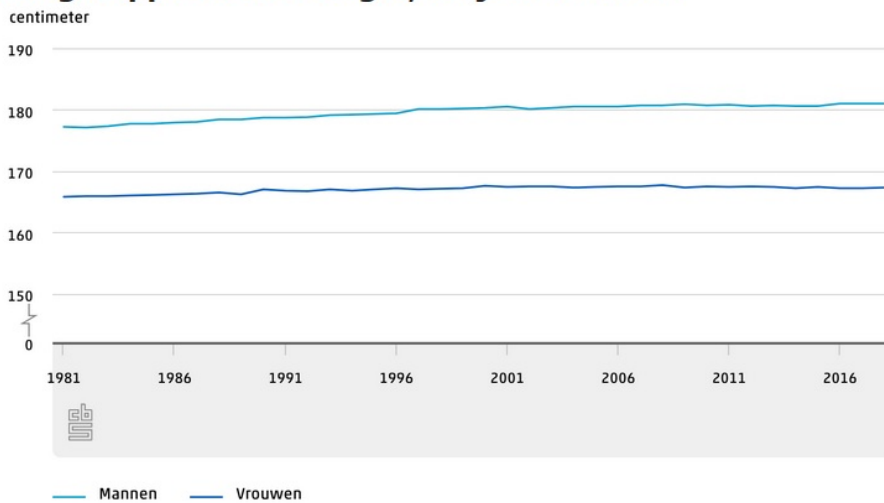
**★★ Opgave 1.6**

Bekijk de groeigrafiek van Kees in [Toepassen](#).

- Welke grootte staat er op de horizontale as?
- Welke grootte staat er op de verticale as?
- Wanneer groeide Kees sneller, in het begin of juist de laatste jaren?
- Hoe zie je dat aan de grafiek?

★★ Opgave 1.7

Kees vraagt zich af: "Zijn de mensen nu langer dan vroeger?" Hij heeft op internet deze grafiek gevonden over de gemiddelde lengte van mannen en vrouwen van de laatste jaren.

Zelfgerapporteerde lengte, 20 jaar of ouder

Bron: Gezondheidsenquête. M.i.v 2014 Gezondheidsenquête/Leefstijlmonitor, CBS en RIVM

Figuur 1.9

- Welke grootheden staan er bij de assen?
- Wat kun je zeggen over de gemiddelde lengte van mensen, de laatste tijd? Is er verschil tussen mannen en vrouwen?
- De verschillen in groei tussen mannen en vrouwen worden in deze grafiek overdreven weergegeven. Hoe komt dit?

★★ Opgave 1.8

Kees was aan het begin van het jaar nogal zwaar. Hij is daarna wel afgevallen, maar in de zomer is hij weer wat zwaarder geworden. Hij werd echter niet zo zwaar als in het begin van het jaar. De laatste maanden van het jaar is zijn gewicht eigenlijk niet meer veranderd.

Teken de globale grafiek van het gewicht van Kees het afgelopen jaar.

★★ Opgave 1.9

Bekijk nog eens het stuk van de schoolartsenkaart over de lengtegroei van jongens in [Toepassen](#).

Er staat een aantal groeilijnen op voorgedrukt. De middelste van die vijf lijnen is de P₅₀-lijn. De helft van alle jongens blijft daar voor wat betreft de lengtegroei onder.

- Waarom staan die grafieken op de schoolartsenkaart voorgedrukt, denk je?
- Op welke leeftijd groeien jongens volgens de P₅₀-lijn het snelst?
- Hoe zie je aan de grafiek dat de jongens op zekere leeftijd een maximale lengte bereiken? Op welke leeftijd is dat ongeveer?

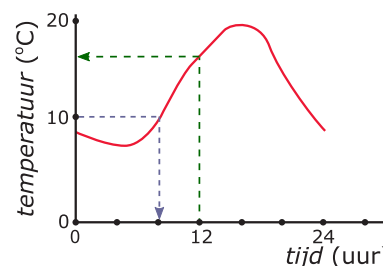
1.2 Grafieken aflezen

Inleiding

De temperatuur verandert met de tijd, zoals alles. Je kunt de temperatuur meten in graden Celsius ($^{\circ}\text{C}$) en je kunt de tijd meten in bijvoorbeeld uren. Dus wil je weten hoe de temperatuur van de tijd afhangt en daar een overzichtelijk plaatje van hebben.

Zoiets zie je hier.

Je wilt nu wat nauwkeuriger kunnen aflezen uit grafieken.



Figuur 2.1

Je leert in dit onderwerp

- grootheden en eenheden onderscheiden;
- de y -waarde van een punt op een grafiek aflezen bij gegeven x -waarde;
- de x -waarde van een punt op een grafiek aflezen bij gegeven y -waarde;
- waarden aflezen in een grafiek met een scheurlijn.

Voorkennis

- de grootheden op de assen van een grafiek benoemen;
- het verloop van een grafiek beschrijven met de woorden stijgen, dalen en constant;
- het verloop van een verband in een grafiek tekenen.

Voor de docent

Bij het onderdeel 'Grafieken aflezen' gaat het om het aflezen van waarden uit grafieken. Ook het herkennen een scheurlijntje is van belang.

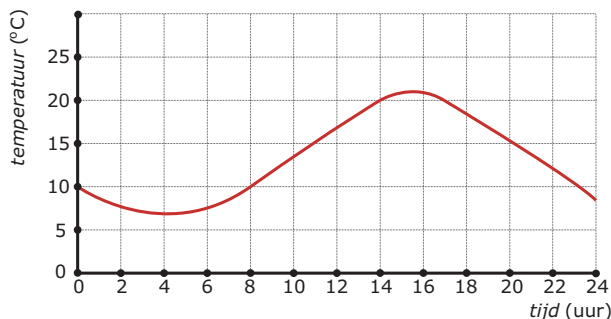
Gewenste materialen:

- Maak desgewenst vooraf een kopie van de werkbladen bij de eerste en de tweede opdracht.
- Gebruik eventueel het werkblad van de eerste opdracht ook voor het laten maken van het theorieblok bij de derde opdracht.
- Schrijfmateriaal voor op de verticale werkvlakken en eventueel plakband om de informatiebladen eraan op te hangen.

Opdracht 2.1

Je ziet een grafiek met het temperatuurverloop op een bepaalde dag. In deze grafiek staat op de x -as de *tijd* in uren en op de y -as de *temperatuur* in $^{\circ}\text{C}$. *tijd* en *temperatuur* zijn grootheden. Grootheden worden uitgedrukt in eenheden. In dit geval zijn de eenheden uren en graden Celsius.

1. Laat in de figuur zien hoe je de temperatuur om 7:00 's morgens afleest en geef de juiste waarde.
2. Laat in de figuur zien hoe je de tijdstip(pen) afleest waarop de temperatuur 16°C is en geef de juiste waarde(n).



Figuur 2.2

Toelichting

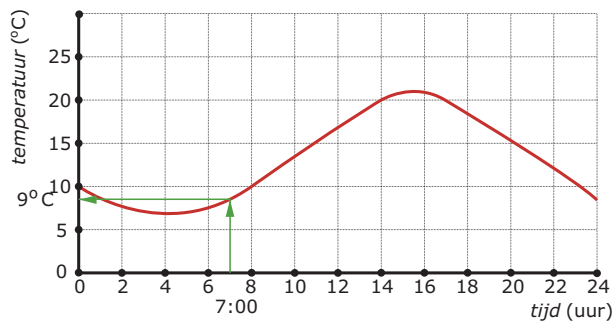
Geef de opdracht mondeling en in twee stappen. Kopieer de grafiek vooraf vanaf het **Werkblad** en deel dit uit.

De leerlingen zullen zeker met de eerste vraag weinig moeite hebben. Stel desgewenst vragen als “Waar vind je het genoemde tijdstip?”, “Hoe bepaal je nu met behulp van de grafiek de bijbehorende temperatuur?” en “Waar vind je de gegeven temperatuur?”, “Hoe bepaal je met behulp van de grafiek de bijbehorende tijdstippen?”.

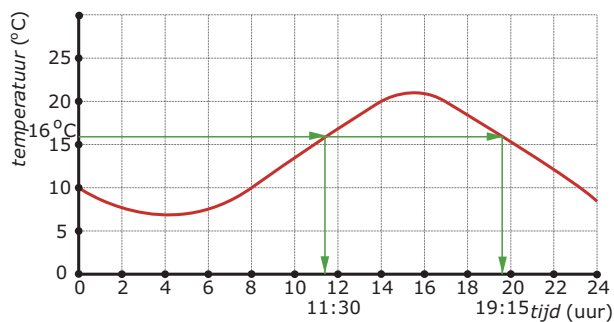
Stel na afloop de vraag “Waarom krijg je bij een vraag zoals de eerste altijd maar één antwoord en hoeft dat bij een vraag zoals de tweede niet zo te zijn?”. Breng dan ook nog de termen x-as en y-as nadrukkelijk onder de aandacht.

Uitwerking

Zie de figuren.



Figuur 2.3



Figuur 2.4

Opdracht 2.2

Waarover gaat deze grafiek en wat is er voor bijzonders aan?

Toelichting

Geef de opdracht mondeling. Gebruik eventueel het **Werkblad** en deel dit uit.

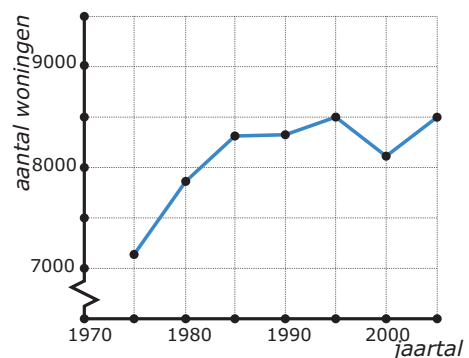
Hulpvragen zijn vast niet nodig, eventueel “Wat is er met de assen aan de hand?”.

Wel is het nuttig om de term ‘scheurlijntje’ te laten vallen en de vraag te stellen waarom die er bij de jaartallen niet is.

Uitwerking

Bij het aflezen van een grafiek is het belangrijk goed te kijken naar de waarden op de assen. Soms begint een as namelijk niet bij 0. In dat geval wordt een scheurlijn gebruikt (zie de grafiek).

In de grafiek zie je het *totaal aantal woningen* in een wijk van een grote stad uitgezet tegen de *tijd* in jaartallen. In deze wijk schommelde het *aantal woningen* sinds 1975 tussen de 7000 en 8500. Er is een scheurlijn gebruikt om de y-as bij 7000 te kunnen laten beginnen.



Figuur 2.5



Opdracht 2.3

Bekijk wat iedereen heeft gemaakt en heeft bedacht over het aflezen uit grafieken.
Maak een eigen overzicht van wat je hebt geleerd.

Toelichting

Loop samen met de leerlingen alle bedenksels na. Bevraag leerlingen of ze elkaars gedachtenspinsels kunnen toelichten. Samen zouden jullie naar een overzicht van de theorie moeten komen. Ieder schrijft het voor zichzelf.

Het lijkt ook nu een goed idee om de grafiek van opdracht 1 te laten gebruiken om het aflezen duidelijk weer te laten geven.

Uitwerking

Het theorieblok geeft het gewenste overzicht.

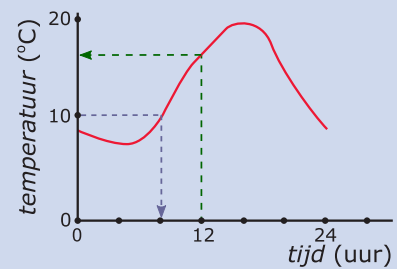
Theorie

Om te onthouden

Je ziet een grafiek met het temperatuurverloop op een bepaalde dag. In deze grafiek staat op de **x-as** de *tijd* in uren en op de **y-as** de *temperatuur* in °C. *tijd* en *temperatuur* zijn **grootheden**. Grootheden worden uitgedrukt in **eenheden**. In dit geval zijn de eenheden uren en graden Celsius.

Nu wil je **waarden uit een grafiek aflezen**. In de figuur zie je:

- Als je op de *x*-as een waarde (als 12 uur) gegeven hebt, hoort daar op de *y*-as een waarde bij (ongeveer 16 °C).
- Als je op de *y*-as een waarde (als 10 °C) gegeven hebt, hoort daar op de *x*-as een waarde bij (ongeveer 9 uur en ook ongeveer 9 uur).



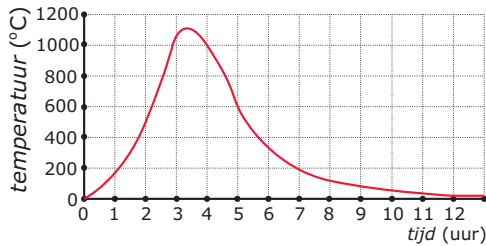
Figuur 2.6

Soms wordt in een grafiek een deel van een as weggelaten. Dan wordt een **scheurlijntje** gebruikt.

Verwerken

★ Opgave 2.1

Als aardewerken potten te snel afkoelen nadat ze zijn gebakken, barsten ze. Bekijk de temperatuurgrafiek van een aardewerken pot die gebakken wordt en weer langzaam afkoelt.



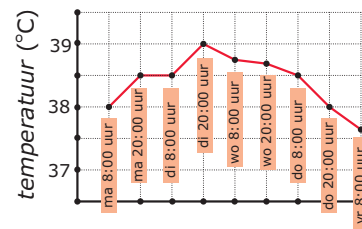
Figuur 2.7

- Hoe hoog is de *temperatuur* na een uur?
- Hoe hoog is de *temperatuur* van de oven als hij wordt uitgezet?
- De *temperatuur* in de oven moet minstens een uur boven de 700 °C blijven. Is dat gelukt?
- Na hoeveel tijd komt de *temperatuur* onder de 100 °C?
- Wordt de *temperatuur* ooit 0 °C? Licht je antwoord toe.

★ Opgave 2.2

Sabine ligt in het ziekenhuis. Aan het voeteneinde van haar bed hangt deze grafiek.

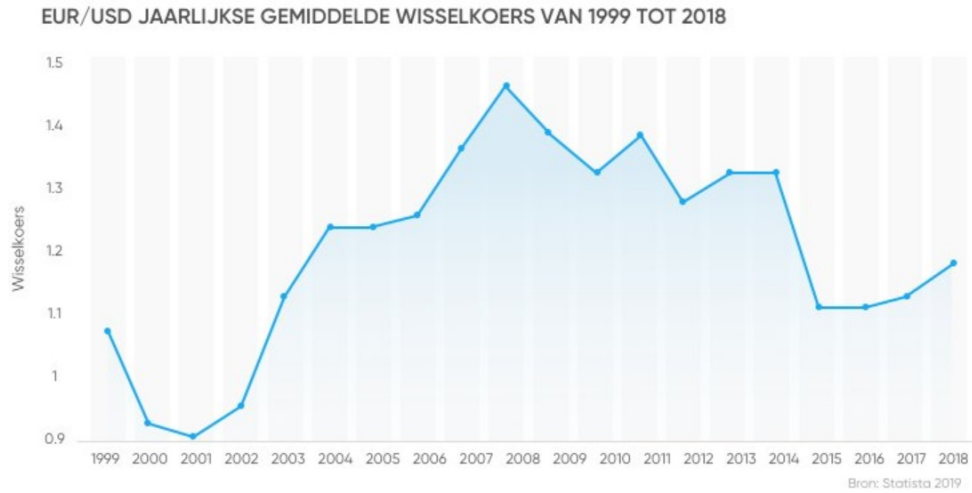
- Hoeveel keer per dag is de temperatuur van Sabine opgenomen?
- De punten op de grafiek zijn verbonden door lijnstukjes. Waarom heeft het trekken van een vloeiende lijn hier geen zin?
- Welke grootte met eenheid staat op de horizontale as? Waarom horen er eigenlijk scheurlijntjes in de grafiek?
- Wat is de hoogste temperatuur die bij Sabine gemeten is? Op welk moment is deze temperatuur gemeten?
- Hoelang had Sabine een temperatuur boven de 38,5 °C?



Figuur 2.8

★ **Opgave 2.3**

Je ziet een grafiek van de wisselkoers van dollar naar euro. Je kunt hieruit aflezen hoeveel dollar je moet betalen voor 1 euro.



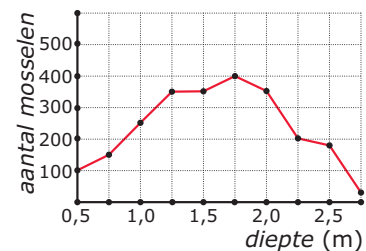
Figuur 2.9

- a Welke grootte staat er op de x-as? En in welke eenheid wordt deze grootte uitgedrukt?
- b Waaraan zie je dat de dollar de laatste jaren goedkoper is dan de euro?
- c Hoeveel dollar betaalde je in februari 2004 voor één euro?
- d In welke periodes kostte een euro \$ 1,30 of meer?

★ **Opgave 2.4**

Mosselen leven in ondiep water. In de grafiek zie je het verband tussen het *aantal mosselen* per m^2 en de *diepte* van het water.

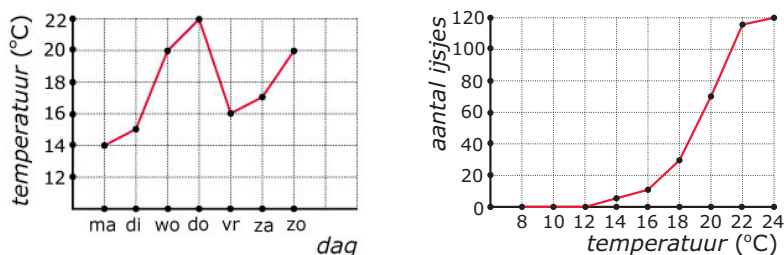
- a Hoeveel mosselen leven er per m^2 op 75 cm diepte?
- b Welke waterdiepte is voor mosselvisser het gunstigst?
- c Mosselvisser vissen alleen daar waar minimaal 250 mosselen per m^2 leven. Op welke diepte kunnen ze vissen?



Figuur 2.10

★ **Opgave 2.5**

Je ziet twee grafieken. De ene grafiek beschrijft het temperatuurverloop in een bepaalde week. De andere grafiek laat de ijsverkoop bij diezelfde temperatuur zien.



Figuur 2.11

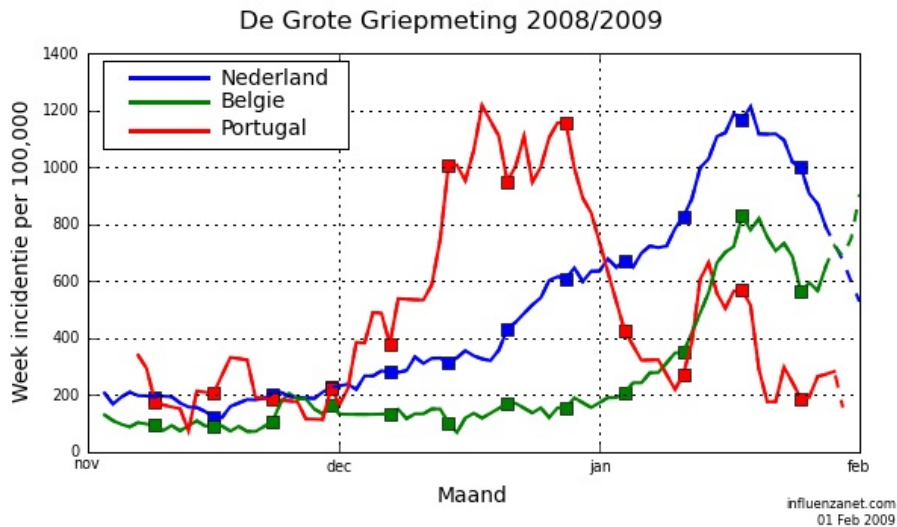
- a Hoeveel ijsjes zijn er op woensdag verkocht?
- b Hoeveel ijsjes zijn er op vrijdag verkocht?
- c Op een dag worden er twintig ijsjes verkocht. Op welke dag is dat?
- d Hoeveel ijsjes zijn er die week in totaal verkocht?

Toepassen

★ ★

Opgave 2.6: Griep epidemie

In de winter van 2008—2009 heerste een grote griep epidemie in Europa. Bekijk de grafieken van het verloop van het aantal grieppatiënten in Portugal, Nederland en België tijdens deze epidemie.



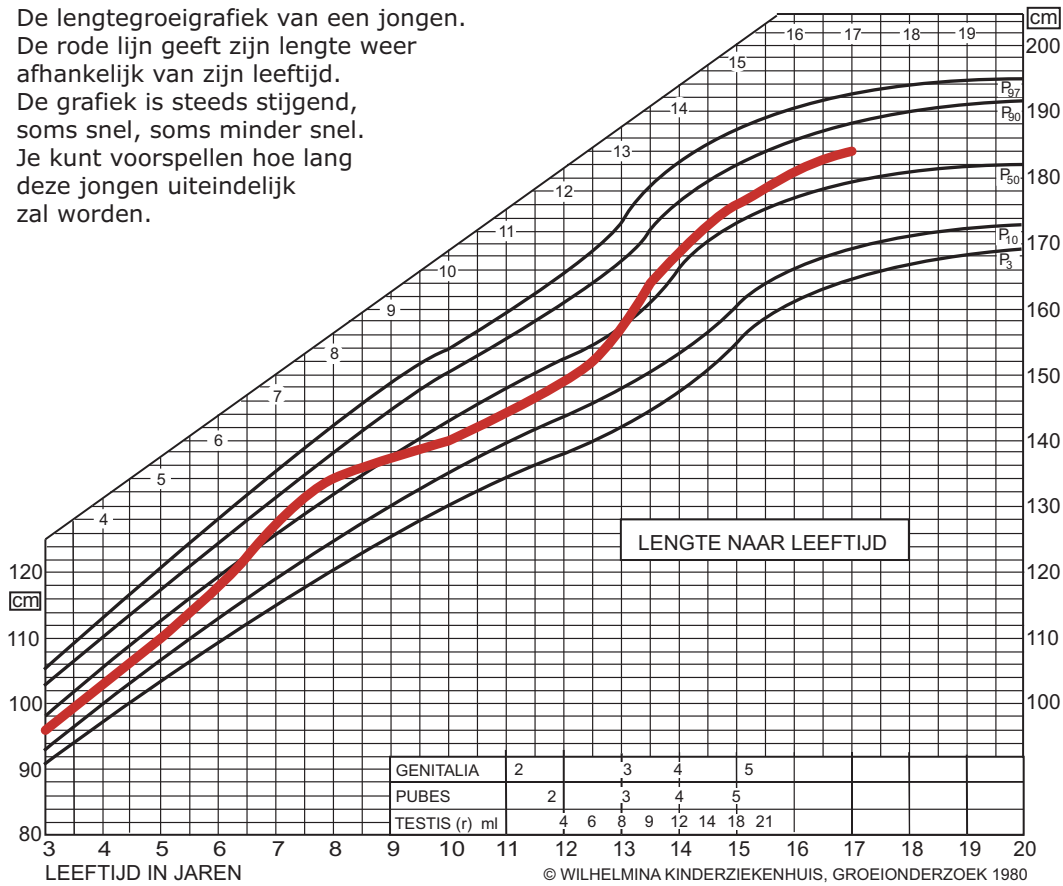
Figuur 2.12

- a Wat betekent ‘week incidentie per 100.000’?
- b Hoeveel personen per 100.000 inwoners hebben in Portugal op 1 januari de griep?
- c Hoeveel personen per 100.000 inwoners hebben in Nederland op 1 januari de griep?
- d Hoeveel personen per 100.000 inwoners hebben in België op 1 januari de griep?
- e In welke periode is er in Portugal sprake van een griep epidemie? Hoe zie je dat aan de grafiek?
- f Hoe hoog is het aantal griepgevallen per 100.000 inwoners in Portugal op het hoogste punt?
- g Op welk moment zijn er in Nederland even veel griepgevallen per 100.000 inwoners als op het hoogtepunt van de griep epidemie in Portugal? Zijn dat ook even veel griepgevallen?
- h In welke twee periodes in januari 2009 is het aantal griepgevallen per 100.000 inwoners in Portugal groter dan in België?
- i Waaruit blijkt dat de onderzoekers denken dat in België de griep epidemie nog niet voorbij is, maar in Nederland wel?

★★ **Opgave 2.7: Schoolartsenkaart**

Bekijk de schoolartsenkaart met de lengtegroei van jongens. De rode lijn geeft de *lengte* van Kees weer, afhankelijk van zijn *leeftijd*. Daarnaast staat er op de kaart een aantal groeilijnen voorgedrukt. De middelste van die vijf lijnen is de P₅₀-lijn. Verder is er een P₃-lijn, een P₁₀-lijn, een P₉₀-lijn en een P₉₇-lijn. Deze getallen geven aan hoeveel procent van de jongens voor wat betreft de lengte onder die lijn blijft.

De lengtegroefgrafiek van een jongen. De rode lijn geeft zijn lengte weer afhankelijk van zijn leeftijd. De grafiek is steeds stijgend, soms snel, soms minder snel. Je kunt voorspellen hoe lang deze jongen uiteindelijk zal worden.



Figuur 2.13

- a** In welke jaren was Kees langer dan de helft van de jongens van die leeftijd?
- b** Waarom denk je dat er een aantal groeilijnen op de schoolartsenkaart staat voorgedrukt?
- c** Waaraan zie je dat Kees niet bij de 10% langste jongens hoort?
- d** Op welke leeftijd wordt Kees langer dan 1,70 m?
- e** Op welke leeftijd groeit Kees meer dan tien centimeter in één jaar?
- f** Hoe zie je aan de grafiek dat jongens op zekere leeftijd een maximale lengte bereiken?
- g** Op welke leeftijd is dat ongeveer?

1.3 Grafieken tekenen

Inleiding

Inmiddels wil je natuurlijk wel eens weten hoe je grafieken maakt.

Je hebt immers gezien hoe gemakkelijk ze het verloop van bepaalde grootheden afhankelijk van een andere grootheid zichtbaar maken. Je moet dan eerst tabellen maken...

Je leert in dit onderwerp

- een grafiek tekenen bij een tabel;
- het gebruiken van een scheurlijn in een grafiek als dat nodig is.

Voorkennis

- coördinaten kunnen hanteren in een assenstelsel;
- de y -waarde van een punt op een grafiek aflezen bij gegeven x -waarde;
- de x -waarde van een punt op een grafiek aflezen bij gegeven y -waarde;
- waarden aflezen in een grafiek met een scheurlijn.

Voor de docent

Bij het onderdeel 'Grafieken tekenen' gaat het om het tekenen van grafieken. Ook het wel of niet gebruiken van een scheurlijntje is van belang.

Gewenste materialen:

- Maak desgewenst vooraf een kopie van de werkbladen bij de eerste en de tweede opdracht.
- Zorg voor roosterpapier om op te tekenen.
- Als er tijd is voor de derde opdracht zijn er wellicht zaken nodig om mee te experimenteren, zoals een waterkoker, water, verschillende doorzichtige grote vazen of bakken met meetlinten eraan. Maar deze opdracht kan ook worden gebruikt om grafieken in een spreadsheet (rekenblad) weer te geven en gegevens op te zoeken. Dan zijn er computers nodig in de klas.
- Schrijfmateriaal voor op de verticale werkvlakken en eventueel plakband om de informatiebladen eraan op te hangen.

Opdracht 3.1

Je ziet een tabel van het temperatuurverloop op een bepaalde dag, gemeten om de 2 uur.

<i>tijd (uur)</i>	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
<i>temperatuur (°C)</i>	6	4	3	5	7	11	15	20	24	19	16	12	7

Tabel 3.1

Teken een bijbehorende grafiek.

— Toelichting —

Geef de opdracht mondeling. Kopieer de tabel vooraf vanaf het **Werkblad** en deel dit uit, eventueel met roosterpapier om op te tekenen.

Mogelijke hulpvragen: "Welke grootheid komt op welke as?", "Hoe bepaal je een geschikte schaalverdeling op elke as?", "Door welke punten gaat de grafiek?" en/of "Hoe maak je nu die grafiek? Is er maar één mogelijk?".

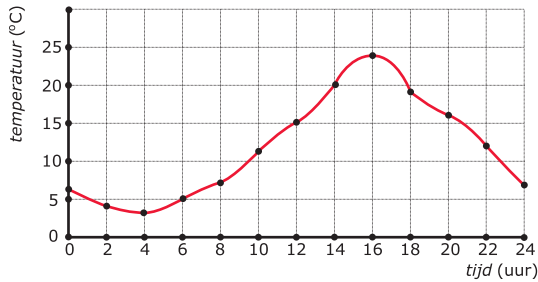
Vergelijk na afloop de verschillende grafieken en wijs op onvolkomenheden. De bijschriften bij de assen (grootheid met eenheid) zijn nogal van belang.

Uitwerking

De *temperatuur* hangt af van de *tijd* op de dag. Dus komt de *temperatuur* op de *y*-as en de *tijd* op de *x*-as.

- Teken een assenstelsel. Zet bij de *x*-as *tijd* in uren en bij de *y*-as *temperatuur* in °C. Maak een geschikte indeling voor de assen.
- Teken de punten uit de tabel in de grafiek: (0,6), (2,4), (4,3), enzovoort.
- Verbind de punten door een vloeiende lijn of door lijnstukjes.

Door het verbinden van de punten maak je het aflezen van waarden tussen de punten mogelijk. En hier is dat logisch omdat er op tussenliggende tijdstippen ook temperaturen zijn.



Figuur 3.1

Opdracht 3.2

In de tabel zie je het totale aantal inwoners van Nederland in de jaren 1950, 1960, ..., 2020.

tijd (jaartal)	1950	1960	1970	1980	1990	2000	2010	2020
totale bevolking	10026773	11417254	12957621	14091014	14892574	15863950	16574989	17407585
mannen	4998251	5686152	6465081	6994280	7358482	7846317	8203476	8648031
vrouwen	5028522	5731102	6492540	7096734	7534092	8017633	8371513	8759554

Tabel 3.2

Maak hier een geschikte grafiek bij. Leg ook uit hoe je dat doet.

In welk jaar waren er voor het eerst 16 miljoen Nederlanders?

Toelichting

Geef de opdracht mondeling. Gebruik eventueel het **Werkblad** en roosterpapier en deel dit uit.

Mogelijke hulpvragen: “Welke grootheid komt op welke as?”, “Hoe bepaal je een geschikte schaalverdeling op elke as?”, “Gebruik je gewoon de getallen uit de tabel of doe je er iets mee?” en/of “Is een scheurlijntje nu handig?”.

Vergelijk na afloop de verschillende grafieken en wijs op onvolkomenheden. De bijschriften bij de assen (grootheid met eenheid) zijn nogal van belang. Ook is het goed om even te praten over het wel of niet gebruiken van een scheurlijntje, bijvoorbeeld hoe je met behulp van een scheurlijntje en een geschikte schaalverdeling de groei van de bevolking erg kunt overdrijven. Of, hoe je met behulp van een geschikte schaalverdeling de groei kunt bagatelliseren.

Opmerking: de tabel is zo uitgebreid omdat er in het volgende onderdeel iets wordt gezegd over som- en verschilgrafiek. Dan wordt deze tabel opnieuw gebruikt.

Uitwerking

Maak eerst een tabel waarin je het totale aantal inwoners in miljoenen noteert, afgerond op honderdduizendtallen.

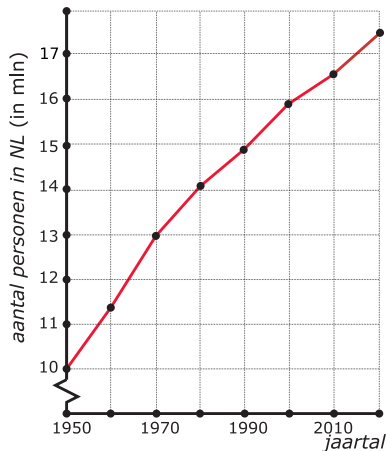
tijd (jaartal)	1950	1960	1970	1980	1990	2000	2010	2020
bevolking (mln)	10,0	11,4	13,0	14,1	14,9	15,9	16,6	17,4

Tabel 3.3

Op de horizontale as komen de jaartallen.

Op de verticale as staat het aantal inwoners in miljoenen. Je begint bij 0 en gaat tot 18 miljoen met stappen van 2, dus 0, 2, 4, 6, enzovoort.

Omdat je ziet dat het aantal inwoners pas bij 10 miljoen begint, kun je ook een scheurlijn gebruiken. Dan laat je de verticale as lopen van 10 tot 17 miljoen met stappen van 1 miljoen. Dus 10, 11, 12, enzovoort.



Figuur 3.2

Je trekt een horizontale lijn van 16 miljoen naar de grafiek. Bij het eerste snijpunt trek je een verticale lijn naar de x-as en lees je af dat er in 2001 voor het eerst 16 miljoen mensen waren.

Opdracht 3.3

Het leukst is natuurlijk een grafiek maken van eigen meetgegevens en daar dan iets mee voorspellen. Er is dan van alles denkbaar, zoals:

1. Neem een hele grote doorzichtige bak en vul die onder een kraan met langzaam stromend water. Plak aan de zijkant een meetlint aan de bak om de waterhoogte te kunnen opmeten. Meet elke 10 seconden de waterhoogte en laat de groepjes daar een grafiek bij maken. Stop na ongeveer 1 minuut en laat ze met hun grafiek voorspellen in hoeveel tijd de bak zal overstromen. Als daar mogelijkheden voor zijn kan ook elk groepje met een eigen glazen bak werken. Het mooiste is als die dan ook nog van vorm verschillen.
2. Neem een niet al te dikke kaars (b.v. een verjaardagstaartkaarsje) en steek die aan. Meet om de minuut hoe lang de kaars nog is en laat de groepjes daar een grafiek bij maken. Stop na ongeveer 5 minuten en laat ze met hun grafiek voorspellen in hoeveel tijd de kaars zal zijn opgebrand. Als daar mogelijkheden voor zijn kan ook elk groepje met een eigen kaars werken. Het mooiste is als die dan ook nog van dikte verschillen.
3. Neem een kan die gevuld is met heet water en meet de temperatuur van dat water, zeg om de minuut. Laat de leerlingen daar een grafiek bij maken en na een tijdje voorspellen hoe die grafiek gaat verlopen.
4. Een hele andere mogelijkheid is het laten zoeken van gegevens om grafieken te maken via het internet. Bijvoorbeeld zijn veel gegevens te vinden via het **CBS (Centraal Bureau voor de Statistiek)**. Maar je kunt ook zoeken naar bijvoorbeeld de wereldrecords hoogspringen in de loop der jaren, of het aantal werklozen in de loop van een jaar of van de jaren, of de prijs van een dollar in de loop van de tijd, of nog iets anders. Bedenk zelf iets en schakel een zoekmachine in of zoek de gegevens in boeken of kranten en tijdschriften op.
5. ...

En daarbij kun je met de hand grafieken maken, maar je kunt ook leren hoe dit met behulp van een 'rekenblad' (ook wel 'spreadsheet' genoemd. Bekijk het **Practicum**.



Toelichting

Doe deze opdracht alleen als daar tijd voor is en als er mogelijkheden toe zijn, bijvoorbeeld als de leerlingen over eigen laptops beschikken die ze voor deze opdracht mogen gebruiken. Je kunt ook navragen of er samen te werken is met een ander vak waar de leerlingen toevallig net een experiment doen waar grafieken bij gebruikt kunnen worden.

Uitwerking

Eigen uitwerkingen.

Opdracht 3.4

Bekijk wat iedereen heeft gemaakt en heeft bedacht over het tekenen van grafieken. Maak een eigen overzicht van wat je hebt geleerd.

Toelichting

Loop samen met de leerlingen alle bedenksels na. Bevraag leerlingen of ze elkaars gedachtenspingsels kunnen toelichten. Samen zouden jullie naar een overzicht van de theorie moeten komen. Ieder schrijft het voor zichzelf.

Het lijkt een goed idee om de beste grafiek van opdracht 1 te gebruiken om het tekenen ervan duidelijk weer te geven. Bespreek ook het gebruik van een scheurlijntje zoals in de tweede opdracht is gesuggereerd.

Uitwerking

Het theorieblok geeft het gewenste overzicht.



Theorie

Om te onthouden

Bij een tabel kun je een **grafiek tekenen**.

- Teken een assenstelsel. Zet bij de assen wat je meet (**grootheid**) en met welke maat (**eenheid**). Maak een geschikte indeling voor de assen.
- Teken de punten uit de tabel in de grafiek.
- Verbind als dat kan de punten door een vloeiende lijn of door lijnstukjes.

Door het verbinden van de punten maak je het aflezen van waarden tussen de punten mogelijk. Ook kun je daarmee het verloop van de grafiek beter laten zien.

Als de waarden op de x -as of y -as ver van 0 af liggen, kun je een stukje van de grafiek weglaten. Zo blijft de grafiek mooi compact. Om aan te geven dat je een stukje weglaat, gebruik je een **scheurlijn**.

Verwerken

★ Opgave 3.1

Je ziet een tabel met de hoogste waterstanden die vanaf 23 januari werden bereikt.

tijd (dagen na 23 januari)	1	2	3	4	5	6
waterstand (m)	4,5	4,5	4,6	4,6	4,6	4,5

Tabel 3.4

- a Maak bij de tabel een geschikte grafiek. Gebruik geen scheurlijnen.
Het waterschap heeft de waterhoogtes nauwkeuriger bijgehouden. Bekijk de tabel.

tijd (dagen na 23 januari)	1	2	3	4	5	6
waterstand (m)	4,50	4,46	4,55	4,56	4,59	4,53

Tabel 3.5

- b Maak met deze gegevens een nauwkeuriger grafiek. Gebruik een scheurlijn op de verticale as.

★ Opgave 3.2

Deze tabel geeft de *temperatuur* op een winterdag weer.

tijd (uur)	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
temperatuur (°C)	-5	-6	-8	-9	-7	-4	-1	2	3	2	-1	-4	-5

Tabel 3.6

- a Teken een bijpassende grafiek.
b Gedurende hoeveel uur was de temperatuur die dag boven 0 °C?

★ Opgave 3.3

In de tabel zie je het *aantal* grijze zeehonden in de Waddenzee in de loop van de tijd.

tijd (jaartal)	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
aantal zeehonden	500	550	950	1050	1100	1500	1750	1500	1700	2100	2050

Tabel 3.7

- a Zijn deze aantallen exact, denk je? Licht je antwoord toe.
b Maak van de grijze zeehondenpopulatie in de Waddenzee in die jaren een grafiek.
c Kun je het aantal zeehonden in 2011 gemakkelijk met deze grafiek voorspellen?

★ Opgave 3.4

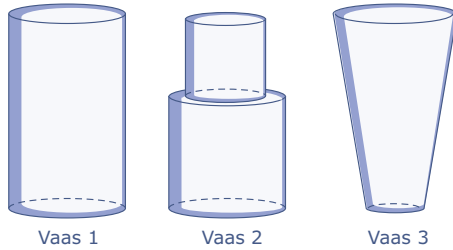
Een vaas wordt onder een stromende kraan gezet. In de tabel zie je hoe de *waterhoogte* verandert.

tijd (seconde)	0	5	10	15	20	25	30	35	40
waterhoogte (cm)	0	8	15	21	26	30	33	35	36

Tabel 3.8

- a Teken met de gegevens uit de tabel een bijpassende grafiek.

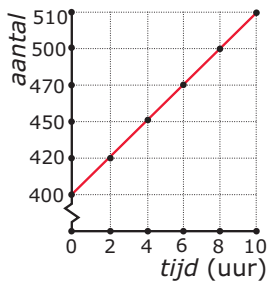
b Welk van deze drie vazen past bij de grafiek die je hebt getekend? Licht je antwoord toe.



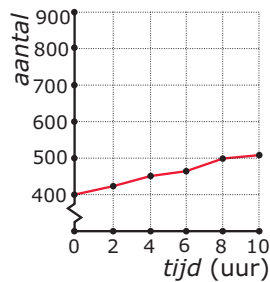
Figuur 3.3

★ **Opgave 3.5**

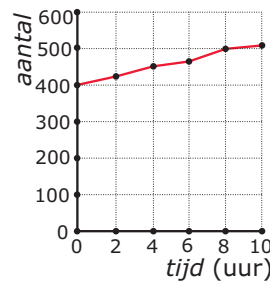
Je ziet drie grafieken.



grafiek I



grafiek II



grafiek III

Figuur 3.4

Op elk van deze grafieken is wat aan te merken, geef commentaar en beschrijf of teken hoe je grafiek I zou kunnen verbeteren.

Toepassen

★★ **Opgave 3.6: Bejaarde motorrijders**

In de tabel zie je het aantal motorfietsen met eigenaren van 65 jaar en ouder gedurende een aantal jaren. Er is in elk jaar op 1 januari gemeten.

- a Rond de tabel af op duizendtallen.
- b Teken een assenstelsel. Zet de juiste grootheden op de assen.
- c Maak een bijpassende grafiek.
- d Hoeveel motorfietsen met eigenaren van 65 jaar en ouder zijn er in juli 2005?
- e Hoe nauwkeurig is je antwoord bij d?

tijd (jaartal)	aantal motorfietsen
2000	6573
2001	7605
2002	8851
2003	10250
2004	11868
2005	13768
2006	15893
2007	18197
2008	20873
2009	24473
2010	28364
2011	32142
2012	37617
2013	43004

Tabel 3.9

★★ **Opgave 3.7: BMI**

Het aflezen en tekenen van grafieken kun je toepassen bij allerlei zaken die met jouw eigen groei en gezondheid te maken hebben.

Een op de acht jongeren is te dik. Een oorzaak is te weinig beweging! Hoe zit het met jou? Je kunt het zelf uitrekenen door middel van je BMI. BMI is een getal dat de verhouding aangeeft tussen lengte en gewicht. Je berekent je BMI door je gewicht te delen door je lengte in het kwadraat (lengte maal lengte). Dus: $BMI = \frac{\text{gewicht}}{\text{lengte} \times \text{lengte}}$.

Voorbeeld: veronderstel je weegt 35 kilo en je bent 1,5 meter lang.

Dan is je BMI: $\frac{35}{1,5 \times 1,5} = 15,6$.

Welke waarde van je BMI gezond is, hangt af van je leeftijd en of je een jongen of een meisje bent. Bekijk de tabellen. Hieruit kun je aflezen of je ondergewicht, een gezond gewicht, overgewicht of ernstig overgewicht hebt (< betekent kleiner dan en > betekent groter dan).

Meisjes:

leeftijd	ondergewicht	gezond gewicht	overgewicht	ernstig overgewicht
10	< 14,6	14,6 - 19,9	19,9 - 24,1	> 24,1
11	<15,0	15,0 - 20,7	20,7 - 25,4	> 25,4
12	<15,5	15,5 - 21,7	21,7 - 26,7	> 26,7
13	<16,1	16,1 - 22,6	22,6 - 27,8	> 27,8
14	<16,7	16,7 - 23,3	23,3 - 28,6	> 28,6

Tabel 3.10

Jongens:

leeftijd	ondergewicht	gezond gewicht	overgewicht	ernstig overgewicht
10	< 14,5	14,5 - 19,8	19,8 - 24,0	> 24,0
11	< 14,8	14,8 - 20,6	20,6 - 25,1	> 25,1
12	< 15,2	15,2 - 21,2	21,2 - 26,0	> 26,0
13	< 15,7	15,7 - 21,9	21,9 - 26,8	> 26,8
14	< 16,3	16,3 - 22,6	22,6 - 27,6	> 27,6

Tabel 3.11

In de vragen verken je welke gewichten gezond zijn bij jouw lengte. Ook kijk je hoe dat verandert als je lengte verandert.

- a Neem je eigen lengte en maak een tabel van de BMI bij verschillende gewichten. Maak er een grafiek bij en geef in die grafiek aan welke gewichten bij jouw lengte gezond zijn.
- b Doe dit ook voor enkele andere lengtes en teken de grafieken in de grafiek van a. Hebben je grafieken dezelfde vorm?



Practicum

Het maken van grafieken is vaak nogal tijdrovend. Computerprogramma's zoals MS-Excel, Open Office Calc en Google Sheets kunnen je daarbij helpen. Je noemt dergelijke programma's **rekenbladen** of **spreadsheets**.

Werk daartoe één van deze practica door:

- **MS-Excel: Grafieken bij tabellen**
- **OO Calc: Grafieken bij tabellen**
- **Google Sheets: Grafieken bij tabellen**

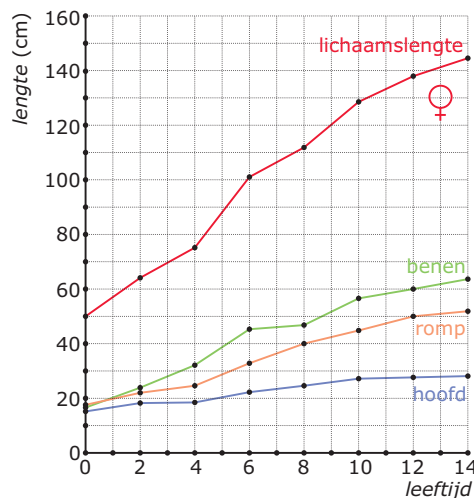
Heb je echt nog nooit met zo'n rekenblad gewerkt, doe dan eerst één van deze practica:

- **MS-Excel: Tafels van vermenigvuldiging**
- **OO Calc: Tafels van vermenigvuldiging**
- **Google Sheets: Tafels van vermenigvuldiging**

1.4 Som- en verschilgrafiek

Inleiding

Bekijk de grafieken met de groei van een meisje. Er is één grafiek voor de beenlengte, één voor de lengte van de romp (inclusief de nek) en één voor de lengte van het hoofd. Ook zie je een grafiek met de totale lichaamslengte. Je krijgt de grafiek van de totale lichaamslengte door steeds de waarden van beenlengte, romplengte en hoofd- lengte die bij een bepaalde leeftijd horen op te tellen.



Figuur 4.1

Je leert in dit onderwerp

- wat een somgrafiek is en hoe je hem maakt en interpreteert;
- wat een verschilgrafiek is en hoe je hem maakt en interpreteert.

Voorkennis

- een tabel bij een grafiek maken en een grafiek bij een tabel maken;
- optellen en aftrekken van positieve en negatieve getallen;
- grootheden op de assen van een grafiek benoemen.

Voor de docent

Bij het onderdeel 'Som- en verschilgrafieken' gaat het om het maken en interpreteren van som- en verschilgrafieken.

Gewenste materialen:

- Maak desgewenst vooraf een kopie van de werkbladen bij de eerste en de tweede opdracht.
- Zorg voor roosterpapier om op te tekenen of gebruik de tweede opdracht om som- en verschilgrafieken in een spreadsheet (rekenblad) weer te geven en er grafieken bij te maken. Dan zijn er computers nodig in de klas.

Opdracht 4.1

Bekijk de grafieken over de groei van een meisje. Er is één grafiek voor de beenlengte, één voor de lengte van de romp (inclusief de nek) en één voor de lengte van het hoofd. Ook zie je een grafiek met de totale lichaamslengte.

Waarom kun je de grafiek van de lichaamslengte een somgrafiek noemen?

Maak een grafiek van haar beenlengte en romplengte samen. Op welke twee manieren kan dat met deze gegevens?

Toelichting

Geef de opdracht mondeling. Kopieer de grafiek vooraf vanaf het **Werkblad** en deel dit uit, eventueel met roosterpapier om op te tekenen.

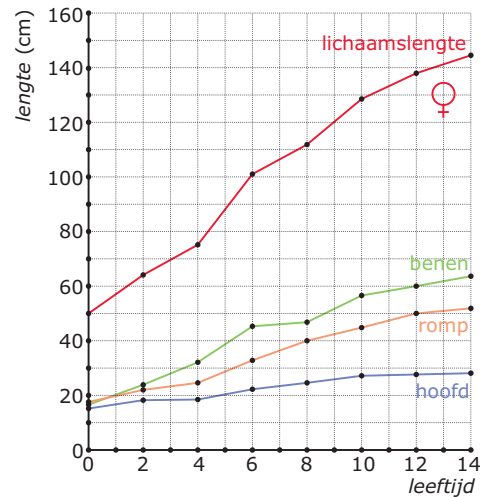
Mogelijke hulpvragen: “Wat wordt in de wiskunde onder een som verstaan? Waarom mag je dus een opgave, of een opdracht nooit een som noemen?”, “Wat is dan een verschil?” en/of “Kun je ook een verschilgrafiek maken?”.

Vergelijk na afloop de verschillende grafieken en wijs op onvolkomenheden. De bijschriften bij de assen (grootheid met eenheid) zijn nogal van belang.

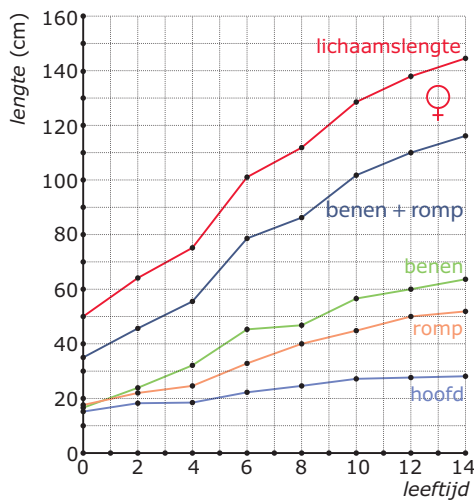
Uitwerking

Door per jaar (leeftijd, horizontale lijn) beenlengte, romplengte en hoofdengte op te tellen krijg je de totale lichaamslengte.

Zie de grafiek. Je kunt op meerdere manieren te werk gaan. Eén manier is om een tabel te maken met de leeftijd, beenlengte en romplengte en dan een nieuwe rij te maken met beenlengte + romplengte. Een andere manier is een nieuwe rij te maken met romplengte - hoofdengte. Vervolgens teken je bij deze tabel de grafiek:



Figuur 4.2



Figuur 4.3

Opdracht 4.2

In de tabel zie je het totale aantal inwoners van Nederland in de jaren 1950, 1960, ..., 2020.

tijd (jaartal)	1950	1960	1970	1980	1990	2000	2010	2020
totale bevolking	10026773	11417254	12957621	14091014	14892574	15863950	16574989	17407585
mannen	4998251	5686152	6465081	6994280	7358482	7846317	8203476	8648031
vrouwen	5028522	5731102	6492540	7096734	7534092	8017633	8371513	8759554

Tabel 4.1

Maak hier een grafiek van het verschil tussen het aantal vrouwen en het aantal mannen.

— Toelichting —

Geef de opdracht mondeling. Gebruik eventueel het **Werkblad** en roosterpapier en deel dit uit.

Mogelijke hulpvragen: “Gebruik je gewoon de getallen in de tabel?”, “Hoe bepaal je een geschikte schaalverdeling op de verticale as?” en/of “Is een scheurlijntje nu handig?”.

Vergelijk na afloop de verschillende grafieken. De bijschriften bij de assen (grootheid met eenheid) zijn nogal van belang. Ook is het goed om even te praten over het wel of niet gebruiken van een scheurlijntje, afhankelijk van de gekozen afrondingen. Of, hoe je met behulp van een geschikte schaalverdeling het verschil kunt overdrijven. Ook zou het leuk zijn als er groepen juist een mannenoverschot hebben vastgesteld. Dan kun je ook ingaan op negatieve waarden op de verticale as.

Als er in het voorgaande onderdeel tijd is gestopt in het werken met een spreadsheet, dan zou dit nu ook kunnen worden ingezet. De tabel moet dan wel nog handmatig worden ingevoerd.

— Uitwerking —

Maak eerst een tabel van deze verschillen. Rond af op bijvoorbeeld miljoenen in één decimaal nauwkeurig. Je krijgt dan wel een wat grove grafiek.

tijd (jaartal)	1950	1960	1970	1980	1990	2000	2010	2020
aantal vrouwen (mln)	5,0	5,7	6,5	7,1	7,5	8,0	8,4	8,8
aantal mannen (mln)	5,0	5,7	6,5	7,0	7,4	7,8	8,2	8,6
vrouwenoverschot (mln)	0	0	0	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2

Tabel 4.2

Kies een geschikte schaalverdeling op de verticale as.

Opdracht 4.3

Bekijk wat iedereen heeft gemaakt en heeft bedacht over het tekenen van somgrafieken en verschilgrafieken.

Maak een eigen overzicht van wat je hebt geleerd.

— Toelichting —

Loop samen met de leerlingen alle bedenksels na. Bevraag leerlingen of ze elkaars gedachtenspinsels kunnen toelichten. Samen zouden jullie naar een overzicht van de theorie moeten komen. Ieder schrijft het voor zichzelf.

— Uitwerking —

Het theorieblok geeft het gewenste overzicht.



Theorie

Om te onthouden

Bekijk de groeigrafieken. Er is één grafiek voor de beenlengte, één voor de lengte van de romp (inclusief de nek) en één voor de lengte van het hoofd. Je krijgt de grafiek van de totale lichaamslengte door steeds de waarden van beenlengte, romplengte en hoofd lengte die bij een bepaalde leeftijd horen op te tellen.

Je kunt grafieken ook bij elkaar optellen, je krijgt dan een **somgrafiek**.

Je krijgt een grafiek van de lengte van romp en hoofd samen door steeds van de waarden van de totale lichaamslengte die van de beenlengte die bij een bepaalde leeftijd horen af te trekken.

Je kunt grafieken dus ook van elkaar aftrekken. Dan krijg je een **verschilgrafiek**.

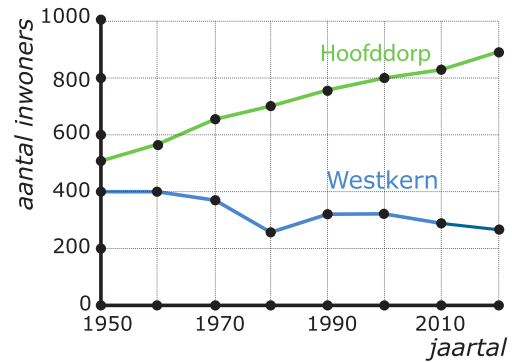
Werk daarbij met tabellen om de optellingen en aftrekkingen te doen.

Verwerken

★ Opgave 4.1

Op een eiland woont de complete bevolking in de twee dorpskernen Hoofddorp en Westkern. In deze grafieken zie je het aantal inwoners van elk van die dorpskernen.

- Teken de grafiek van de totale bevolking op het eiland.
- Teken de grafiek van het verschil van het aantal bewoners in de beide dorpen.



Figuur 4.4

★ Opgave 4.2

Bekijk de tabel van het *aantal verkeersongelukken* binnen en buiten de bebouwde kom in de gemeente A.

tijd (jaartal)	2016	2017	2018	2019	2020
verkeersongelukken binnen de bebouwde kom	10	10	15	17	19
verkeersongelukken buiten de bebouwde kom	20	17	15	24	21

Tabel 4.3

- In welk jaar waren er binnen de bebouwde kom evenveel ongelukken als daarbuiten?
- Teken de grafieken van het *aantal verkeersongelukken* in gemeente A binnen de bebouwde kom en buiten de bebouwde kom in één assenstelsel.
- Teken ook de bijbehorende somgrafiek en leg uit welke betekenis deze heeft.
- In welk jaar was het totaal aantal verkeersongelukken het grootst?

★ Opgave 4.3

Martijn en Johan zijn fervente hardlopers. Ze doen beiden mee aan een loop over 9 km. Martijn blijkt sneller te lopen dan Johan. Om de kilometer is zijn tussentijd genoteerd. Ook is bijgehouden hoeveel hij op Johan voor ligt.

afstand (km)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
tijd (min)	0	5	10	15	22	27	30	35	40	45
voorsprong (min)	0	1	1	2	2	4	7	8	10	12

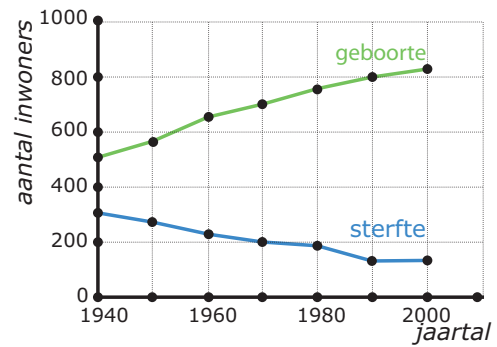
Tabel 4.4

- Teken in een assenstelsel de grafieken van de doorkomsttijden van Martijn en Johan.
- Hoeveel kilometer ligt Martijn voor op Johan als hij finisht?

★ **Opgave 4.4**

Op een eiland in de Atlantische Oceaan is de volksgezondheid eind vorige eeuw sterk verbeterd. Deze grafieken van het aantal geboorten per jaar en de sterfte per jaar laten dat zien. Ga er verder van uit dat er geen mensen naar het eiland verhuisden of van het eiland vertrokken.

- a Hoe kun je aan deze grafieken zien dat de volksgezondheid is verbeterd?
- b Welke betekenis heeft de verschilgrafiek 'geboorte – sterfte'?
- c In 1990 telde dit eiland 20600 inwoners. Hoeveel waren dat er in 2000 ongeveer?

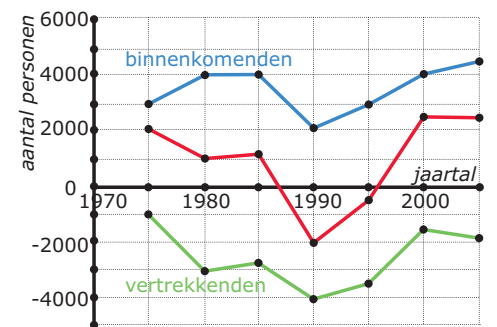


Figuur 4.5

★★ **Opgave 4.5**

De gemeente W houdt bij hoeveel personen er vertrekken uit de gemeente en hoeveel er van buiten bijkomen, dit heet het 'migratiesaldo'. Er zijn dus vertrekkenden (emigranten) die negatief meetellen voor het aantal inwoners. Er zijn ook binnenkomenden (immigranten) die positief meetellen voor het aantal inwoners. Je ziet in het assenstelsel hoe negatief meetellende aantallen worden weergegeven.

De somgrafiek geeft aan met hoeveel personen de gemeente dat jaar is gegroeid. Die grafiek geeft het 'migratiesaldo' per jaar weer. Je ziet dat dit migratiesaldo in 1990 en in 1995 negatief was: er vertrokken meer personen dan erbij kwamen.



Figuur 4.6

- a Waarom wordt het aantal 'vertrekkenden' met een negatief getal aangeduid?
- b Laat zien dat in 1990 en in 1995 het migratiesaldo van de gemeente als gevolg van migratie negatief was.

Toepassen

★★ **Opgave 4.6: Daglengte**

De tabel geeft het tijdstip van zonsopkomst en zonsondergang weer op elke laatste dag van de maand.

- a Maak in een assenstelsel grafieken voor de zonsopkomst en de zonsondergang gedurende het jaar.
- b Welke betekenis heeft 'zonsondergang – zonsopkomst'? Teken de bijpassende grafiek.
- c Gedurende welke perioden van het jaar is het minder dan 12 uur licht?

maand	opkomst	ondergang
1	8:48	16:39
2	8:20	17:28
3	7:26	18:20
4	6:15	19:14
5	5:10	20:05
6	4:25	20:50
7	4:24	21:03
8	5:02	20:30
9	5:52	19:27
10	6:41	18:17
11	7:35	17:12
12	8:26	16:32

Figuur 4.7

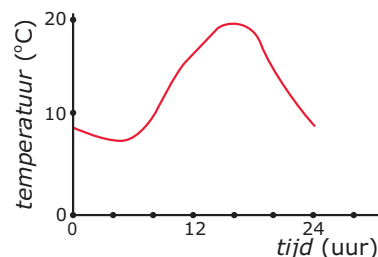
1.5 Maximum en minimum

Inleiding

De temperatuur verandert met de tijd, zoals alles. Je kunt de temperatuur meten in graden Celsius ($^{\circ}\text{C}$) en je kunt de tijd meten in bijvoorbeeld uren. Dus wil je weten hoe de temperatuur van de tijd afhangt en daar een overzichtelijk plaatje van hebben.

Zoiets zie je hier.

Je wilt nu de hoogste en de laagste temperatuur weten.



Figuur 5.1

Je leert in dit onderwerp

- een maximum en/of minimum in een grafiek herkennen en aflezen;
- de extremen van een grafiek benoemen.

Voorkennis

- waarden in een grafiek aflezen;
- een tabel bij een grafiek maken en een grafiek bij een tabel maken;
- optellen en aftrekken van positieve en negatieve getallen;
- grootheden op de assen van een grafiek benoemen.

Voor de docent

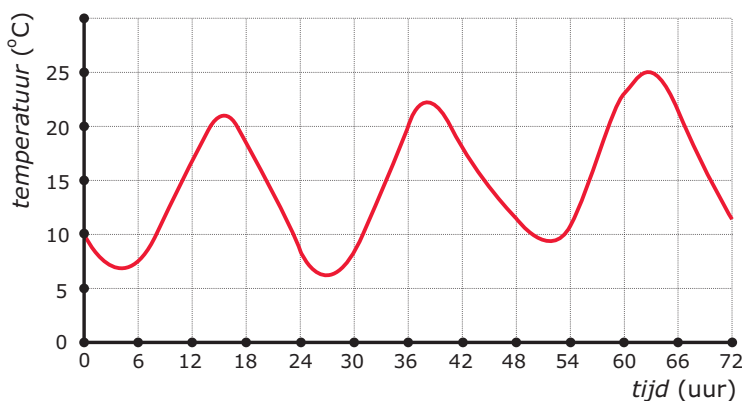
Bij het onderdeel 'Maximum en minimum' gaat het om het bepalen van extreme waarden in grafieken.

Gewenste materialen:

- Maak vooraf een kopie van de werkbladen bij de eerste en de tweede opdracht.

Opdracht 5.1

Je ziet een grafiek van het temperatuurverloop op drie achtereenvolgende dagen.



Figuur 5.2

Maximale en minimale waarden heten 'extremen' of ook 'extreme waarden'. Hoeveel extremen zijn er in deze grafiek? Bepaal ze allemaal en geef ook de bijbehorende tijdstippen.

Toelichting

Geef de opdracht mondeling. Kopieer de grafiek vooraf vanaf het **Werkblad** en deel dit uit, eventueel met roosterpapier om op te tekenen.

Mogelijke hulpvragen: “Wat wordt in het dagelijks taalgebruik onder een maximum (maximale waarde) verstaan?”, “Hoe bepaal je zo'n maximale waarde in een grafiek?” en idem voor de minimale waarden.

Bespreek na afloop hoe e.e.a. te maken heeft met het dalen en stijgen van de grafiek.

Benoem ook het feit dat extremen lokale gebeurtenissen zijn. Een maximum hoeft niet de allergrootste waarde te zijn, maar is alleen de grootste waarde in zijn ‘naaste omgeving’. En een minimum is de kleinste waarde in ‘zijn omgeving’.

Uitwerking

Er zijn meerdere maxima: elke dag heeft een maximum temperatuur.

Er zijn ook meerdere minima: elke dag heeft een minimum temperatuur.

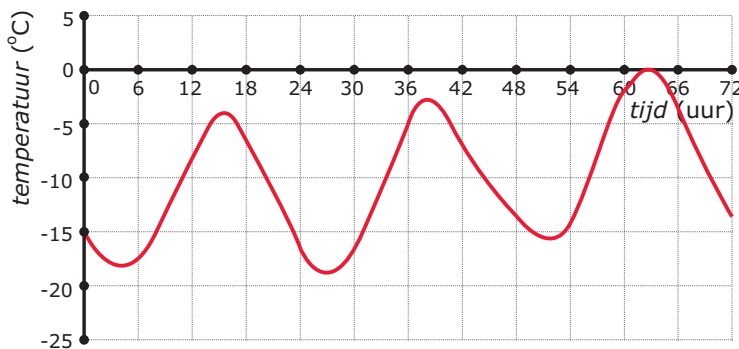
Er zijn in totaal zes extremen.

Maximale waarden: 21 °C om ongeveer 16:00 uur, 22 °C om ongeveer 14:00 (≈ 38 – 24) en 25 °C om ongeveer 15:00 uur (≈ 63 – 48).

Minimale waarden: 7 °C om ongeveer 5:00 uur; 6 °C om 2:00 uur (≈ 26 – 24) en 9,5 °C om 4:00 uur (≈ 52 – 48).

Opdracht 5.2

Je ziet een grafiek van het temperatuurverloop op drie achtereenvolgende winterse dagen.



Figuur 5.3

Maximale en minimale waarden heten ‘extremen’ of ook ‘extreme waarden’. Hoeveel extremen zijn er in deze grafiek? Bepaal ze allemaal en geef ook de bijbehorende tijdstippen.

Toelichting

Geef de opdracht mondeling. Kopieer de grafiek vooraf vanaf het **Werkblad** en deel dit uit, eventueel met roosterpapier om op te tekenen.

Het gaat nu om het aflezen van maximale en minimale waarden als er negatieve getallen voorkomen in de grafiek. Mogelijke hulpvragen: “Wat is het kenmerkende verschil met de voorgaande opdracht?” en “Maakt dit wat uit voor het bepalen van de extremen van een grafiek?”.

Uitwerking

Er zijn meerdere maxima: elke dag heeft een maximum temperatuur.

Er zijn ook meerdere minima: elke dag heeft een minimum temperatuur.

Er zijn in totaal zes extremen.

Maximale waarden: -4 °C om 16:00 uur de eerste dag, -3 °C om 14:00 uur de tweede dag en 0 °C om 15:00 uur de derde dag.

Minimale waarden: -18 °C om 4:00 uur de eerste dag, -19 °C om 3:00 uur de tweede dag en -16 °C om 4:00 uur de derde dag.



Opdracht 5.3

Bekijk wat iedereen heeft gemaakt en heeft bedacht over het bepalen van de extreme waarden in grafieken.

Maak een eigen overzicht van wat je hebt geleerd.

Toelichting

Loop samen met de leerlingen alle bedenksels na. Bevraag leerlingen of ze elkaars gedachtenspingsels kunnen toelichten. Samen zouden jullie naar een overzicht van de theorie moeten komen. Ieder schrijft het voor zichzelf.

Uitwerking

Het theorieblok geeft het gewenste overzicht.

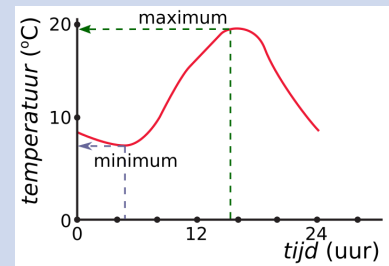
Theorie

Om te onthouden

Als een grafiek overgaat van stijgen in dalen, dan heeft de grafiek een hoogste waarde. Die waarde noem je een **maximum**. Sommige grafieken hebben meerdere maxima.

Als een grafiek overgaat van dalen in stijgen, dan heeft de grafiek een laagste waarde. Die waarde noem je een **minimum**. Sommige grafieken hebben meerdere minima.

Maxima en minima noem je de **extremen** of **uiterste waarden**. Het zijn altijd y-waarden.



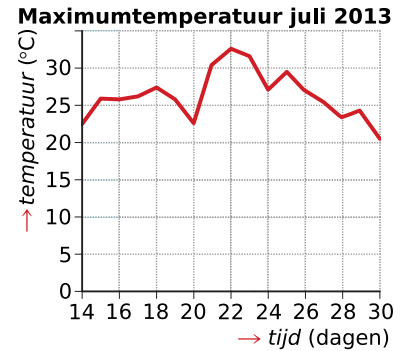
Figuur 5.4

Verwerken

★ Opgave 5.1

In juli 2013 was er een hittegolf in Nederland. In de grafiek zie je de maximum temperaturen in de Bilt van een aantal dagen in deze maand.

Welke extremen heeft deze grafiek?

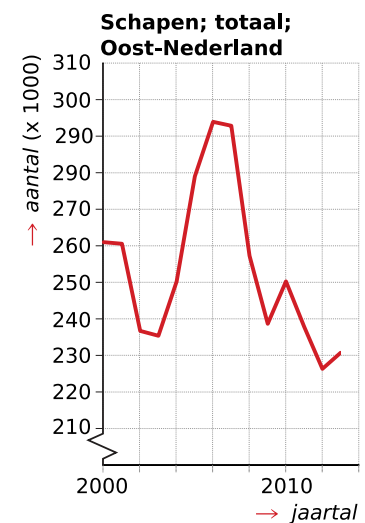


Figuur 5.5

★ Opgave 5.2

In de grafiek zie je het aantal schapen in Oost-Nederland in de periode van 2000—2013.

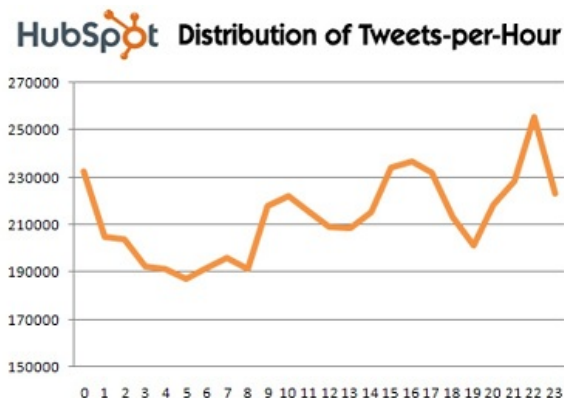
- Hoeveel schapen waren er in deze periode maximaal in Oost-Nederland? En wanneer was dat?
- Hoeveel schapen waren er minimaal in Oost-Nederland in deze periode? En wanneer was dat?
- Hoeveel schapen waren er minimaal in de periode 2000—2005 in Oost-Nederland?



Figuur 5.6

★ Opgave 5.3

Deze grafiek laat de verdeling van het aantal tweets (tegenwoordig "posts", want Twitter is X geworden) op een dag zien.



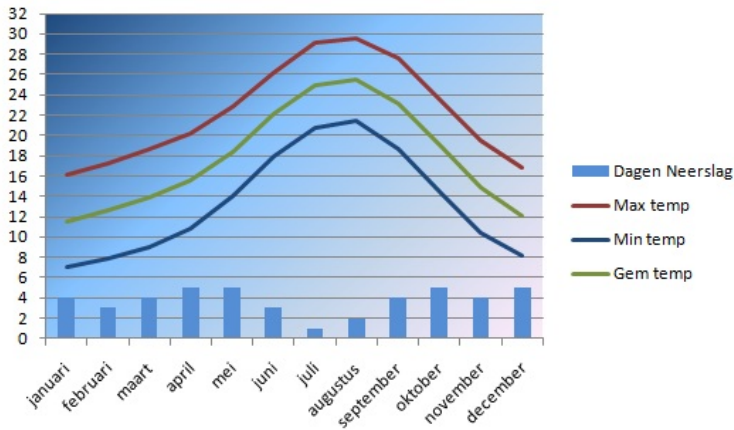
Figuur 5.7

- Op welke tijdstippen zitten de maxima?
- Op welk tijdstip vindt het grootste aantal tweets plaats?
- Om hoeveel tweets gaat het?
- Verklaar het minimum om 19:00 uur.

- e Op welk tijdstip vindt het kleinste aantal tweets plaats?
- f Om hoeveel tweets gaat het dan toch nog?

★ **Opgave 5.4**

Valencia is een populaire vakantiebestemming in Spanje. Aan de grafiek kun je zien waarom.

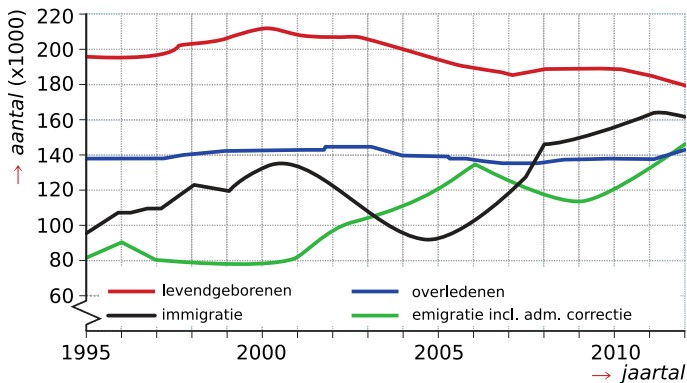


Figuur 5.8

- a Ongeveer hoeveel dagen per jaar is zelfs de laagste temperatuur boven de 20 °C?
- b Hoe hoog is de laagste gemiddelde dagtemperatuur maximaal?
- c Hoe hoog is de laagste gemiddelde dagtemperatuur minimaal?
- d Zijn lagere temperaturen niet mogelijk in Valencia? Licht je antwoord toe.
- e Tussen welke waarden schommelt de maximale dagtemperatuur?
- f Wanneer is die dagtemperatuur maximaal?

★ **Opgave 5.5**

Bekijk de grafiek over de bevolkingsontwikkeling van Nederland per jaar.



Figuur 5.9

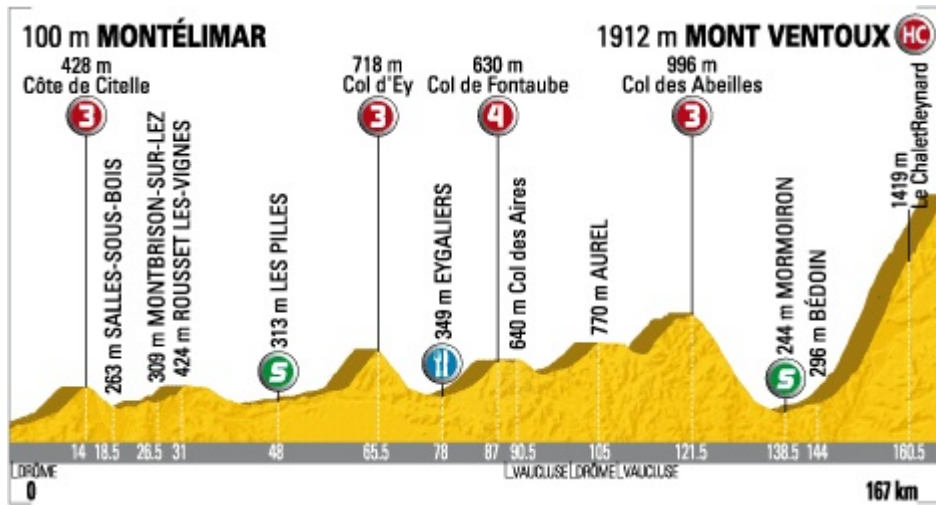
Het migratiesaldo is het verschil tussen de hoeveelheid mensen die immigreren naar Nederland en de mensen die emigreren uit Nederland.

- a Hoe groot is het maximale migratiesaldo deze jaren?
- b Waaraan zie je dat het geboorteoverschot vanaf 2000 steeds kleiner wordt?
- c Bepaal met je geodriehoek of liniaal of het geboorteoverschot in 2000 maximaal is voor de periode 1995–2012.

Toepassen

★★ Opgave 5.6: Tour de France

Bekijk de grafiek. Het is een hoogteprofiel van een etappe in een Tour de France.



Figuur 5.10

- Welke betekenis hebben de maxima van deze grafiek?
- Hoeveel zijn er in totaal?
- Hoe hoog is het grootste maximum tijdens deze etappe?
- Na hoeveel kilometer wordt dit grootste maximum bereikt?

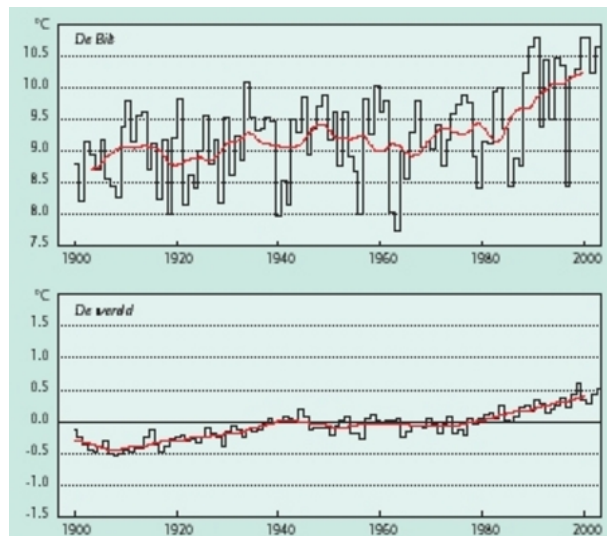
In de Tour de France worden de bergen in categorieën ingedeeld. Er zijn vijf categorieën: 4, 3, 2, 1 en de buitencategorie (in het Frans: hors catégorie). Die categorieën zijn in het kaartje aangegeven. Bijvoorbeeld: de Mont Ventoux is een berg in de buitencategorie.

- Welke berg van de vierde categorie zit er in deze etappe?
- Waarom kun je zien dat de categorie niet alleen door de hoogte van de berg wordt bepaald?
- Waarvan zou men de hoogte van een categorie nog meer laten afhangen?

★★ Opgave 5.7: Klimaatverandering in de vorige eeuw

In deze opgave kijk je naar de klimaatverandering in de 20^e eeuw. In de grafiek zie je het verloop van de gemiddelde jaartemperatuur in De Bilt en wereldwijd van 1900 tot 2003. De rode lijn is het gemiddelde van tien jaar. De temperatuur wereldwijd is uitgedrukt in de afwijking ten opzichte van het gemiddelde over 1961–1990. Ook hier is de rode lijn het gemiddelde van tien jaar.

- Waarom zie je dat de wereldtemperatuur is uitgedrukt in de afwijking ten opzichte van het gemiddelde over 1961–1990?
- Wat is het maximale en het minimale jaargemiddelde in De Bilt in deze periode?
- Hoe is de rode lijn van de jaargemiddelde temperatuur in De Bilt tot stand gekomen?
- Hoe kun je het maximum van de rode grafiek van De Bilt in de periode 1940–1960 verklaren uit de jaargemiddelden?
- Schat de gemiddelde jaartemperatuur in De Bilt in de periode 1961–1990. Warmde Nederland, op grond van deze grafieken, sneller op dan de wereld?



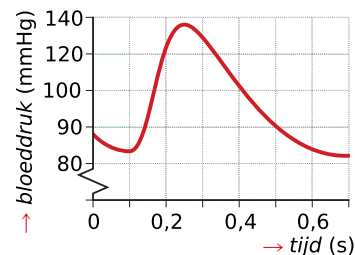
Figuur 5.11

1.6 Periodieke grafieken

Inleiding

Het hart pompt bloed door je aderen. Door het pompen varieert de bloeddruk in je aderen. Hier zie je daar een grafiek van. In de periode van 0,1 tot 0,7 seconden maakt dit hart één hartslag. De druk in de slagaderen is het laagst als het hart zich met bloed vult (diastolische bloeddruk), en stijgt als het hart bloed wegpompt (systolische bloeddruk). De eenheid van druk is millimeter kwik (mmHg).

Na elke periode herhaalt zich de hartslag. Het is daarom een periodiek verschijnsel.



Figuur 6.1

Je leert in dit onderwerp

- een periodieke grafiek herkennen en interpreteren;
- de periode in een periodieke grafiek aflezen, herkennen of berekenen;
- een periodieke grafiek tekenen aan de hand van gegevens over één periode.

Voorkennis

- waarden in een grafiek aflezen;
- een tabel bij een grafiek maken en een grafiek bij een tabel maken;
- grootheden op de assen van een grafiek benoemen.

Voor de docent

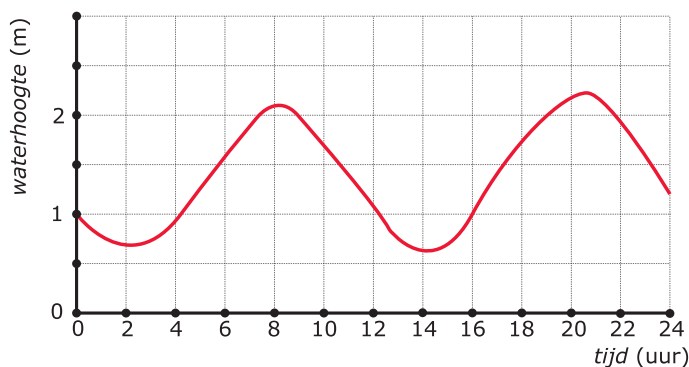
Bij het onderdeel 'Periodieke grafieken' gaat het om het gebruiken van de periodiciteit in grafieken, ook als die soms niet helemaal zuiver is en om het tekenen van een zuiver periodieke grafiek.

Gewenste materialen:

- Maak vooraf een kopie van de werkbladen bij de eerste en de tweede opdracht.
- Bij de derde opdracht zit in het Practicum een bijpassende applet die is te gebruiken als er ook met computers kan worden gewerkt.

Opdracht 6.1

Dit is een grafiek van de waterstand boven een bepaalde plek op de bodem van de Waddenzee in de loop van een dag. De waterhoogte is gegeven in m ten opzichte van NAP (Normaal Amsterdams Peil). Het is een voorbeeld van een 'periodieke grafiek'. Een bepaald deel van de grafiek wordt steeds weer (ongeveer) herhaald. De tijd die daarbij hoort, heet de 'periode'.



Figuur 6.2

De grafiek is elke dag (afhankelijk van de omstandigheden) anders, dus de waterstand is niet zuiver periodiek.

Geef in deze grafiek de periode aan en bepaal de grootte ervan.

Bepaal ook de tijdstippen van eb en vloed en laat zien dat die ongeveer passen bij de periode van de grafiek.

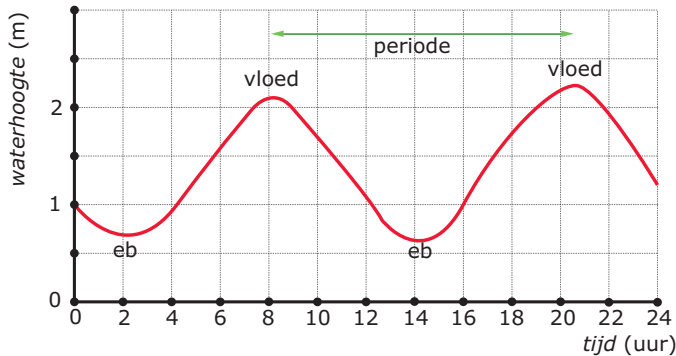
Toelichting

Geef de opdracht mondeling. Kopieer de grafiek vooraf vanaf het **Werkblad** en deel dit uit.

Mogelijke hulpvragen: “Wat wordt onder de periode van zo'n grafiek verstaan? Om welke variabele gaat het? Op welke as zit die variabele altijd?” en “Wat wordt bedoeld met ‘eb’ en ‘vloed’?”.

Uitwerking

Zie de grafiek.



Figuur 6.3

De periode van deze grafiek is ongeveer 12,5 uur.

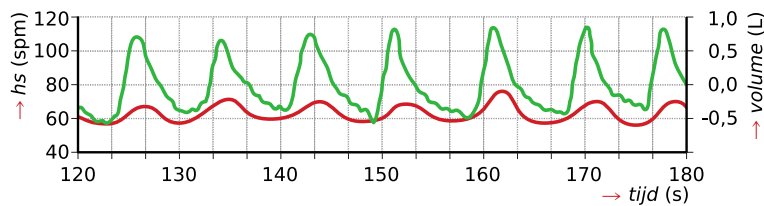
Eb (de laagste waterstand) is op ongeveer 2:00 en 14:00 uur, daar zit 12 uur tussen.

Vloed (de hoogste waterstand) is op ongeveer 8:00 en ruim 20:30 uur, daar zit ruim 12,5 uur tussen.

Opdracht 6.2

Je ziet in één figuur een ademhalingsgrafiek (groen) en een hartslaggrafiek (rood). Op de horizontale as staat de *tijd* in seconden.

Op de verticale as staat voor de rode grafiek *hs* (spm), ofwel *hartslag* in slagen per minuut. Voor de groene grafiek staat er *volume* in liters.



Figuur 6.4

Hoeveel ademhalingen per minuut doet deze persoon? Wat wordt er weergegeven in de bijbehorende grafiek?

Tussen welke waarden varieert het aantal hartslagen per minuut en waarom lopen de periode van de hartslaggrafiek en die van de ademhalingsgrafiek ongeveer gelijk?

Toelichting

Geef de opdracht mondeling en in twee stappen. Kopieer de grafiek vooraf vanaf het **Werkblad** en deel dit uit.

Mogelijke hulpvragen: “Wat is wordt er in de groene grafiek gemeten? (Let op de negatieve waarden.)”, “Hoe vaak wordt er ingeademd?” en “Waarom varieert het aantal hartslagen?”.

Uitwerking

De groene grafiek meet het aantal ademhalingen, de toename/afname van het longvolume is gemeten: positief is toename, negatief afname. De periode is ongeveer $\frac{60}{7} \approx 8,5$ seconden. Deze persoon haalt ongeveer $\frac{60}{8,5} = 7$ keer adem per minuut.

Je zoekt het minimum en maximum van de hartslaggrafiek. Het aantal hartslagen varieert tussen de 56 en de 76 hartslagen per minuut.

Kennelijk gaat bij het inademen de hartslag wat omhoog. Dat komt doordat je bij het inademen spieren gebruikt en je je dus eigenlijk een klein beetje inspant. Bij het uitademen heb je geen spieren nodig.

Opdracht 6.3

Hier zie je een reuzenrad. De *hoogte* van een bakje (in meters boven de grond) is afhankelijk van de *tijd* (de ronddraaitijd in seconden). De periode is 40 seconden, in die tijd ga je één keer helemaal rond. Je komt tot een maximale hoogte van wel 39 meter en je stapt op 1 m boven de grond in. Teken een bijpassende grafiek van de hoogte van een bakje boven de grond.



Figuur 6.5

Hoeveel seconden zit je elk rondje boven de 35 meter?

Toelichting

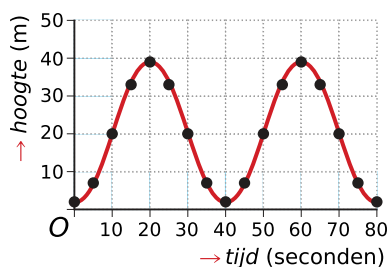
Deze opdracht zal tijd kosten, want er moet veel worden opgemeten. Geef hem mondeling, maak eventueel een schets met de gegevens op je eigen bord.

Mogelijke hulpvragen: “Heb je het reuzenrad zelf al (op schaal) getekend?”, “Hoe hoog zit je na 0 seconden?”, “En na 10 seconden?”, “Kun je een tabel maken van je hoogtes?” en “Hoe maak je nu je grafiek? Hoe geef je de periode aan?”

Als er met een computer kan worden gewerkt, is het ook mogelijk om de applet in het **Practicum** te gebruiken.

Uitwerking

Er zou zoiets moeten komen.



Figuur 6.6

Trek in je grafiek een horizontale lijn vanaf 35 meter. Vanaf ongeveer 16 seconden tot ongeveer 24 seconden zit je boven de 35 meter. Dat is ongeveer $24 - 16 = 8$ seconden.



Opdracht 6.4

Bekijk wat iedereen heeft gemaakt en heeft bedacht over het werken met periodieke grafieken. Maak een eigen overzicht van wat je hebt geleerd.

— **Toelichting** —

Loop samen met de leerlingen alle bedenksels na. Bevraag leerlingen of ze elkaars gedachtenspinsels kunnen toelichten. Samen zouden jullie naar een overzicht van de theorie moeten komen. Ieder schrijft het voor zichzelf.

— **Uitwerking** —

Het theorieblok geeft het gewenste overzicht.

Theorie

Om te onthouden

Dit is een **periodieke grafiek**. Een bepaald deel van de grafiek wordt steeds weer (ongeveer) herhaald. De tijd die daarbij hoort, heet de **periode**. De periode van deze grafiek is ongeveer 0,6 seconden.

Je kunt de grafiek verder tekenen door steeds het deel van de grafiek binnen één periode achter de laatste periode te 'plakken'.



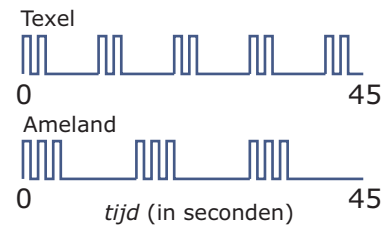
Figuur 6.7

Verwerken

★ Opgave 6.1

De figuur geeft de lichtsignalen weer van de vuurtorens op Texel en op Ameland.

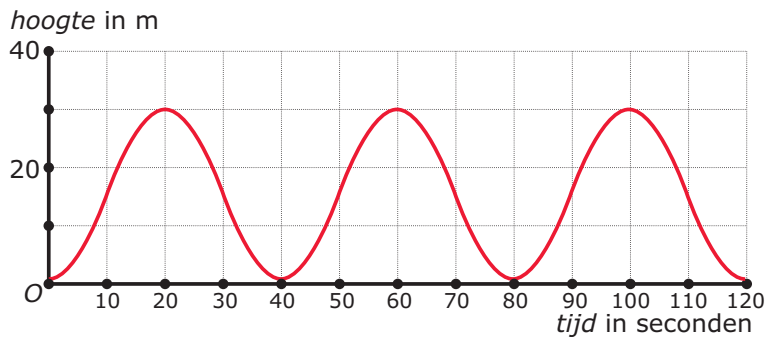
- Waarom is hier sprake van een periodiek verschijnsel?
- Welke periode heeft de vuurtoren van Texel? En die van Ameland?
- Hoeveel lichtflitsen geeft de vuurtoren van Texel per periode? En die van Ameland?
- Waarom hebben beide vuurtorens een verschillende periode en een verschillend aantal lichtflitsen?



Figuur 6.8

★ Opgave 6.2

Bekijk de grafiek van Johans hoogte boven de grond als hij in een reuzenrad zit. Hij stapt op het laagste punt, één meter boven de grond, in.



Figuur 6.9

- Hoe hoog komt hij maximaal?
- Hoe groot is de straal van dit reuzenrad?
- Hoelang doet dit reuzenrad over een omwenteling?
- Hoeveel omwentelingen maakt dit reuzenrad per uur als het constant doordraait?
- Johan zit vier minuten in dit reuzenrad. Hoeveel van die tijd heeft hij een uitzicht vanaf meer dan 20 meter hoogte?

★ **Opgave 6.3**

Het volgende stukje is afkomstig uit de Wikipedia (november 2011):

De hartslag van de mens in rust is tussen ruwweg 60 en 100 slagen per minuut (30-40 voor sporters in topconditie; 70 is een gemiddelde waarde). De maximaal bereikbare normale hartslag van de mens is afhankelijk van de leeftijd, en is ruwweg als volgt te schatten:

- voor niet-sporters:
 - vrouwen: $226 - \text{leeftijd} = \text{hartslag}$
 - mannen: $220 - \text{leeftijd} = \text{hartslag}$
- voor sporters (met een lang sportverleden): $250 - \text{helft van leeftijd} = \text{maximale hartslag}$

De hartslag wordt zeer veel gebruikt om trainingsintensiteit te meten en om met een bepaald doel te trainen. Zo neemt men aan dat vanaf 50% van de maximale hartslag de conditie verbetert. Ideaal voor conditietraining is echter tussen de 70-80% van de maximale hartslag, en voor vetverbranding wordt dit gesteld tussen de 60-70%.

- a Als je hartslag 90 slagen per minuut is, hoeveel seconden duurt dan gemiddeld één hartslag?
- b Hoeveel is jouw maximale hartslag?
- c Vanaf welk aantal slagen per minuut werk je aan je conditie?

★ **Opgave 6.4**

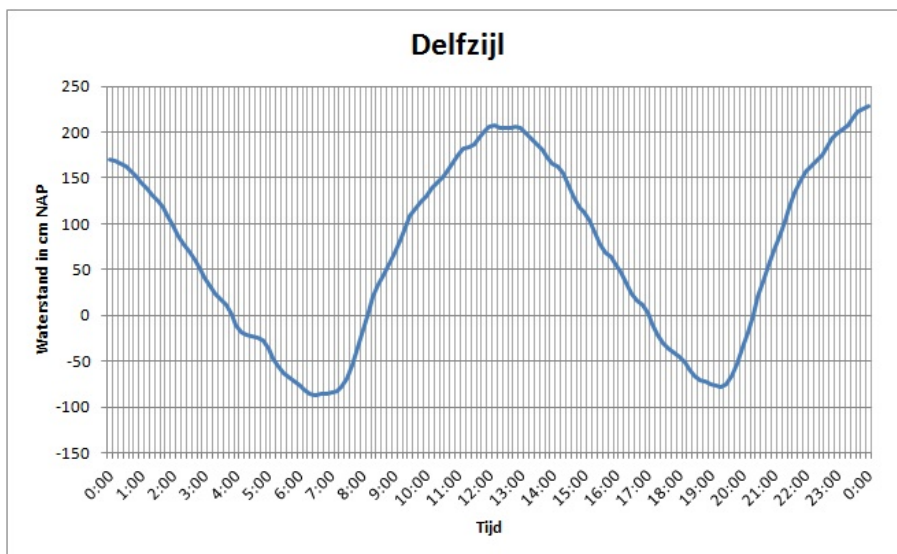
De London Eye is een heel groot reuzenrad dat in Londen aan de Theems staat.

De London Eye heeft een diameter van 135 meter en er zitten 32 gondels aan waarin je als bezoeker de 30 minuten durende rondrit kunt meemaken.

- a In de loop van 30 minuten draai je één keer rond. Teken een grafiek van je hoogte afhankelijk van de tijd. Maak eerst een tabel van je hoogtes op 0 minuten, op 3,75 minuten, op 7,5 minuten, enzovoort.
- b Hoeveel tijd breng je in totaal door op een hoogte van meer dan 100 meter?

★ **Opgave 6.5**

In de grafiek zie je de waterstanden van Delfzijl op 14 april 2014. De waterstand is uitgedrukt in cm boven NAP.



Figuur 6.10

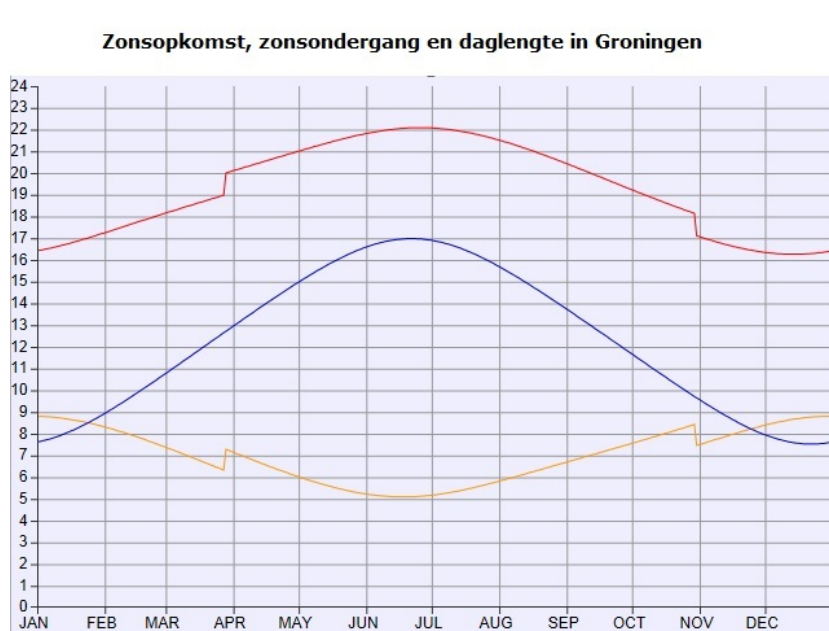
- a Op welke tijdstippen was het eb die dag?

- b Hoe groot is de periode van deze grafiek?
- c Schat nu met behulp van de periode op welke tijdstippen het op 17 april vloed (hoog water) is.

Toepassen

★★ Opgave 6.6: Zonsopkomst en -ondergang

In de grafiek zie je de tijdstippen van zonsopkomst en zonsondergang in de loop van het jaar in Groningen.



Figuur 6.11

- a Waaraan zie je dat de gele grafiek de zonsopkomst betreft?
- b Waarom zijn deze grafieken onderdeel van een periodieke grafiek?
- c Welke periode heeft de grafiek?
- d Op twee plaatsen hebben de grafieken voor zonsopkomst en zonsondergang een knik. Wat stelt die knik voor?
- e Hoe kun je de blauwe grafiek afleiden uit de grafieken van zonsopkomst en zonsondergang?
- f Hoeveel dagen per jaar is de daglengte groter dan 12 uur?

★★★ Opgave 6.7: Tijdrekening

Een typisch voorbeeld van een periodiek verschijnsel is de tijdrekening. De standaardperiode van de tijdrekening is de tijd die de planeet Aarde nodig heeft om om haar as te wentelen.

- a Hoelang is die standaardperiode?
- b In hoeveel uur is die periode verdeeld?
In de christelijke jaartelling duurt een jaar (ongeveer) 365 dagen en is jaar 1 het eerste jaar na de geboorte van Christus. In de islamitische jaartelling duurt een jaar (ongeveer) 11 dagen korter en is jaar 1 het eerste jaar na de tocht van Mohammed van Mekka naar Medina. Dat gebeurde op 15/16 juli 622 volgens de christelijke jaartelling.
- c In welk jaar zal voor beide jaartellingen hetzelfde jaartal voorkomen?



Practicum

Dit stelt een bakje in het reuzenrad bij voor. De afmetingen staan in de figuur. t stelt de tijd in seconden voor. Met behulp van het schuifbalkje kun je het bakje draaien en de hoogte boven de grond aflezen.

[Bekijk de applet.](#)

1.7 Totaalbeeld

Samenvatten

Begrippenlijst

- grafiek — horizontale, verticale as — grootheid met eenheid — verband — stijgen, dalen, constant
- x-as, y-as — waarden aflezen — scheurlijntje
- grafiek tekenen — scheurlijn
- somgrafiek — verschilgrafiek
- maximum — minimum — extremen, uiterste waarden
- periodieke grafiek — periode

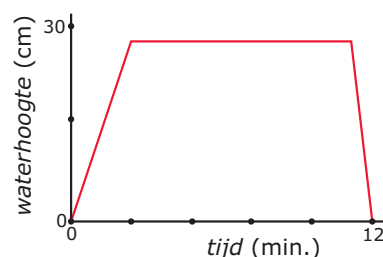
Activiteitenlijst

- grafieken globaal bekijken
- waarden uit grafieken aflezen
- grafieken tekenen vanuit een tabel
- som- en verschilgrafieken maken en gebruiken, ook met negatieve waarden
- stijgen en dalen herkennen — extremen, maxima en minima aflezen
- periodieke grafieken herkennen, tekenen en gebruiken — periode bepalen

Opgave 7.1

Iemand heeft een gootsteen vol laten lopen. Je ziet daarvan de grafiek.

- Welke grootheden staan bij de assen en welke eenheden horen er bij?
- Waar is in de grafiek sprake van: stijgen, dalen, constant.
- Hoelang is de waterhoogte constant? Hoe zie je dit aan de grafiek?
- Hier staan drie uitspraken. Welke is fout?
 - De grafiek stijgt als de kraan openstaat.
 - De gootsteen leegt zich sneller dan dat hij zich vult.
 - De gootsteen vult zich sneller dan dat hij leegloopt.

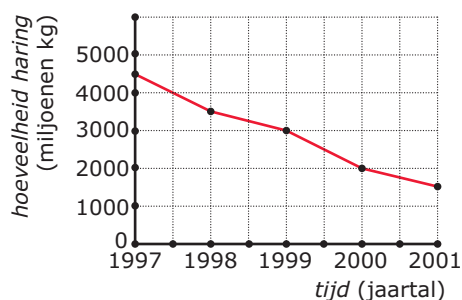


Figuur 7.1

Opgave 7.2

De haringstand in de Noordzee liep de laatste jaren van de vorige eeuw en begin deze eeuw terug. Je ziet dat in de grafiek. Hij staat ook op dit [werkblad](#).

- Welke grootheid is uitgezet op de verticale as? Waarom juist op die as?
- Welke eenheden worden gebruikt?
- Hoe hoog was de haringstand in 1998?
- In welk jaar was de haringstand zo'n 2000 miljoen kg?



Figuur 7.2

Opgave 7.3

Maria woont in een oudere woning, die nog verwarmd wordt met een gaskachel. Ze neemt een week lang elke dag om 20:00 uur de stand van de gasmeter (m^3) op. Ze wil hiervan een grafiek maken.

- Wat is de eerste stap die ze moet zetten?
- Welke grootte komt op welke as en waarom?
- Teken de complete grafiek met alle bijschriften.
- Waarom kan deze grafiek nooit dalend zijn?
- Wat is het nut van zo'n grafiek?

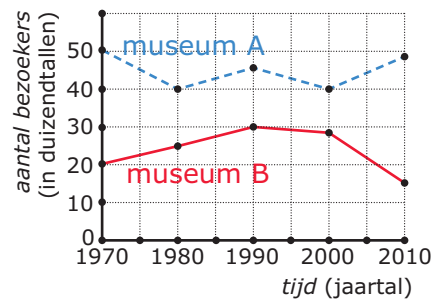
dag	stand
1	42425
2	42430
3	42438
4	42447
5	42455
6	42465
7	42474

Tabel 7.1

Opgave 7.4

In een assenstelsel kunnen meerdere grafieken staan.

- Leg uit wanneer dat kan.
- Je ziet twee grafieken in hetzelfde assenstelsel. Teken de bijbehorende somgrafiek.
- Teken ook de bijbehorende verschilgrafiek.



Figuur 7.3

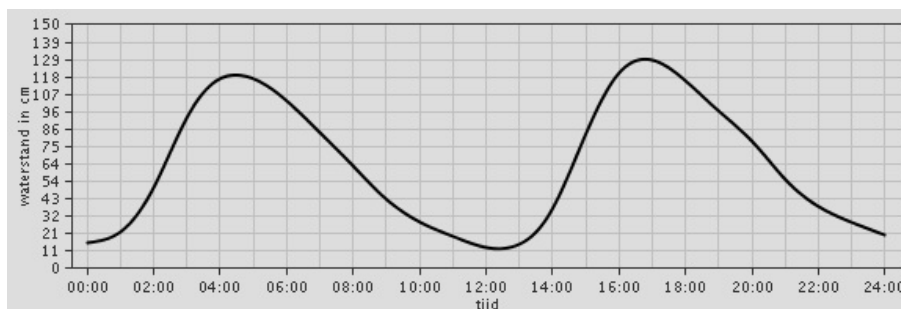
Opgave 7.5

Bekijk de gegevens over het aantal bezoekers van de twee musea.

- In welk jaar was volgens deze gegevens het aantal bezoekers van beide musea samen maximaal?
- In welk jaar was volgens deze gegevens het verschil in aantal bezoekers van beide musea minimaal?

Opgave 7.6

Je ziet de waterstanden bij Schoonhoven op 6 februari.



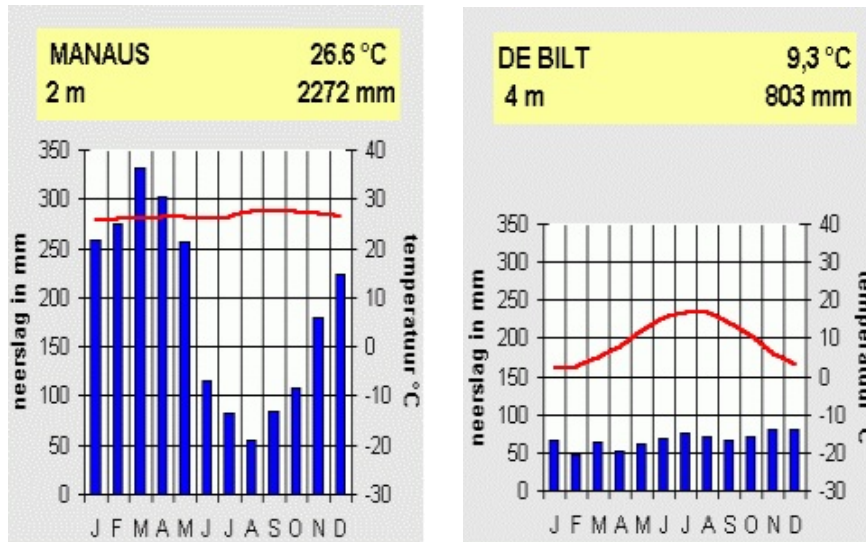
Figuur 7.4

- Tussen welke twee grootheden (en eenheden) geeft deze grafiek een verband weer?
- Op welke tijdstippen is de waterhoogte die dag maximaal?
- En op welke tijdstippen was het eb?
- De waterstand bij Schoonhoven is een periodiek verschijnsel. Welke periode heeft dit verschijnsel?
- Op welke tijdstippen op 8 februari is het weer hoog water geweest?

Testen

★ Opgave 7.7

Manaus is een gemeente en de hoofdstad van de staat Amazonas in Brazilië. De stad telt ongeveer 2 miljoen inwoners. De klimaatgrafiek van Manaus wordt vergeleken met die van Nederland. De staven geven de hoeveelheid neerslag aan (links in de grafiek af te lezen) en de rode grafiek de temperatuur (rechts in de grafiek af te lezen).



Figuur 7.5

- Waarom zie je dat in Manaus een tropisch klimaat heerst? Wat betekent dit voor de temperatuur in Manaus? Gebruik woorden als stijgen, dalen en/of constant.
- En hoe verloopt de temperatuur in Nederland jaarlijks (grofweg)? Gebruik woorden als stijgen, dalen en/of constant.

★ Opgave 7.8

Met Google Analytics kun je het gemiddeld aantal bezoeken aan een website per dag bijhouden. Je ziet hoe van een bepaalde site dit aantal bezoeken per uur in de loop van de dag verandert.



Figuur 7.6

- Op welk tijdstip is het aantal bezoeken per uur maximaal?
- En op welk tijdstip is dit minimaal?
- Beschrijf het verloop van het dagelijkse aantal bezoeken in woorden.
- Gedurende hoeveel uur per dag heeft deze site meer dan 150 bezoeken per uur?

★ Opgave 7.9

Tussen de inhoud van een kubus en de lengte van de ribben bestaat een verband. Een kubus met ribben van 1 cm heeft een inhoud van $1 \times 1 \times 1 = 1 \text{ cm}^3$. Een kubus met ribben van 2 cm heeft een inhoud van $2 \times 2 \times 2 = 8 \text{ cm}^3$.

- Maak een tabel die het verband tussen de inhoud van een kubus en de lengte van de bijbehorende ribben weergeeft. Neem voor de lengtes van de ribben de waarden 0,1,2,...,10 cm.

- b Teken de bijbehorende grafiek (denk om de bijschriften).
- c Hoe groot is de inhoud van een kubus met een ribbe van 5,3 cm? Geef het bijbehorende punt in je grafiek aan.
- d Hoe lang is de ribbe van een kubus met een inhoud van 600 cm^3 ? Geef het bijbehorende punt in je grafiek aan.

★ **Opgave 7.10**

In de tabel staat het aantal studenten in het beroepsonderwijs (inclusief het wetenschappelijk onderwijs).

Onderwijsinstellingen; grootte, soort							
Totaal aantal studenten							
Perioden	1990/'91	1995/'96	2000/'01	2005/'06	2010/'11	2015/'16	2018/'19*
Middelbaar beroepsonderwijs	332 295	320 442	451 988	483 812	527 917	475 872	498 138
Hoger beroepsonderwijs	242656	270565	312698	356842	416629	442594	455736
Wetenschappelijk onderwijs	181983	177746	166299	205894	242345	261169	294769

Bron: CBS

Figuur 7.7

- a Maak een grafiek van het totaal aantal studenten in het beroepsonderwijs gedurende de genoemde schooljaren.
- b Teken een grafiek van *aantal mbo-studenten – aantal hbo-studenten*.
- c In welk jaar was het verschil tussen het aantal mbo-studenten en het aantal hbo-studenten het grootst?
- d Hoe groot was dit verschil?

★ **Opgave 7.11**

Op de kermis staat een reuzenrad dat in 120 seconden één keer ronddraait. Je stapt in op 2 meter boven de grond. Als je op het hoogste punt zit, ben je 20 meter boven de grond.

Bekijk de applet

- a Teken een zijaanzicht van dit reuzenrad op schaal 1 : 1000. Het rad wordt daarin een grote cirkel boven de grond.
- b De hoogte boven de grond hangt af van de tijd na het instappen. Waarom is hier sprake van een periodiek verschijnsel?
- c Welke periode hoort erbij?
- d Teken een grafiek van je hoogte boven de grond als je twee minuten in dit reuzenrad zit. Verricht daartoe metingen in je zijaanzicht van het reuzenrad.
- e Hoe hoog zit je na 40 seconden?

Toepassen

★★ **Opgave 7.12: Eb en vloed**

Via www.rijkswaterstaat.nl vind je gegevens over de waterstanden in Nederland. Daar komen de grafieken over de waterhoogte vandaan die je in dit onderwerp hebt gezien.

Zoek zelf actuele gegevens van minstens twee plaatsen in Nederland. Vergelijk die gegevens met elkaar en doe uitspraken over de periode van de waterstand, de verschillen tussen de waterhoogtes en hoog/laagwatertijden op die plaatsen, en dergelijke. Probeer ook oorzaken van die verschillen te benoemen en te verklaren.

★★ **Opgave 7.13: Lengte en gewicht**

Bij een groeionderzoek van het Wilhelmina Kinderziekenhuis werden kaarten gebruikt om de groei van kinderen op aan te geven. Er waren verschillende kaarten voor jongens en voor meisjes. Behalve tabellen voor lengte en gewicht, kunnen er ook grafieken van lengte en gewicht op worden getekend. Op de bijbehorende werkbladen staat een deel van die kaarten afgedrukt.

- **De groeikaart voor meisjes**
- **De groeikaart voor jongens**

Joop van Straaten zit in de brugklas van een grote scholengemeenschap. Hij is net twaalf jaar oud geworden. Op zijn verjaardagsfeestje wordt hij door ooms en tantes (die alleen op dit soort gelegenheden langskomen) met zijn oudere zus Marleen vergeleken. Hoewel Joop maar 1,53 meter is en zijn zus 1,68 meter lang is, vertelt zijn vader hem dat hij op den duur vast groter zal worden dan Marleen. Joop is verbaasd. Jullie ook?

Hier zie je de gegevens van Joop en Marleen van Straaten netjes in tabellen bijeengebracht.

MARLEEN			JOOP		
leeftijd	lengte	gewicht	leeftijd	lengte	gewicht
3	98	15	3	101	16,5
4	104	16,5	4	107	18
5	112	19	5	114	21
6	118	21,5	6	117	22
7	126	24,5	7	124	24,5
8	132	28	8	130	27,5
9	137	31	9	136	31
10	142	34	10	142	35
11	148	37	11	147	38,5
12	157	44	12	153	44
13	164	53,5			
14	168	56			

Tabel 7.2

De lengtes zijn afgerond op hele centimeters nauwkeurig en alle gewichten zijn op halve kilo's afgerond.

- a** Breng de gegevens van Joop en Marleen op de groeikaarten aan. Teken hun groeigrafieken, zowel voor lengte als gewicht. Op welke leeftijd is Joop ernstig ziek geweest en waaraan kun je dat zien?
- b** Teken de groeigrafieken van Joop en Marleen verder door tot hun 20^e levensjaar. Volg de richting van de voorgedrukte lijnen. Hoe lang en hoe zwaar zal Joop zijn als hij 20 is? En Marleen als zij 20 is?
- c** Waarom zijn er verschillende kaarten voor jongens en voor meisjes?
In het onderste deel van beide kaarten staan vier grafieken getekend. Bij de onderste kromme lijn staat P_3 . Dat betekent dat slechts 3% van alle kinderen wat lengte betreft onder die lijn uitkomt.
- d** Er staan meer van dergelijke lijnen op deze groeikaarten. Hoe is men aan die lijnen gekomen?
- e** Waarom zijn de lijnen voor de gewichten niet aaneengesloten?
- f** Joop is op zijn achtste verjaardag 1,30 meter lang. Zit hij onder of boven de lijn P_3 ? Hoeveel procent van alle jongens is zeker groter dan hij?
- g** Marleen is op haar achtste verjaardag 1,32 meter lang. Zit zij bij de kleinste helft of de grootste helft van alle meisjes van die leeftijd? Leg uit.
- h** Is Joop op zijn twaalfde verjaardag zwaar voor iemand van zijn lengte? En hoe zit het met Marleen?



- i Waarom lopen de grafieken niet verder dan tot 20 jaar? Kun je zeggen dat jongens gemiddeld langer worden dan meisjes?
- j Hoe lang en hoe zwaar worden de gemiddelde man en de gemiddelde vrouw?

Leerdoelentabel

In het achter de opgave kun je aangeven hoe je de opgave hebt gemaakt:

✓ goed gemaakt — S wel begrepen maar een slordige fout gemaakt — H hulp nodig gehad — G samen met groepje goed gemaakt — X fout gemaakt en niet goed begrepen — N niet bekeken

1	Verloop van een grafiek	★	★★	★★★
	De grootheden op de assen van een grafiek benoemen.	1.1 <input type="checkbox"/> 1.2 <input type="checkbox"/> 1.3 <input type="checkbox"/> 1.4 <input type="checkbox"/> 1.5 <input type="checkbox"/> T7.7 <input type="checkbox"/> T7.8 <input type="checkbox"/> T7.11 <input type="checkbox"/>	1.6 <input type="checkbox"/> 1.7 <input type="checkbox"/> 1.8 <input type="checkbox"/> 1.9 <input type="checkbox"/> T7.13 <input type="checkbox"/>	
	Het verloop van een grafiek beschrijven met de woorden stijgen, dalen en constant.	1.1 <input type="checkbox"/> 1.2 <input type="checkbox"/> 1.3 <input type="checkbox"/> 1.4 <input type="checkbox"/> 1.5 <input type="checkbox"/> T7.7 <input type="checkbox"/> T7.8 <input type="checkbox"/> T7.11 <input type="checkbox"/>	1.6 <input type="checkbox"/> 1.7 <input type="checkbox"/> 1.8 <input type="checkbox"/> 1.9 <input type="checkbox"/> T7.13 <input type="checkbox"/>	
2	Grafieken aflezen	★	★★	★★★
	Grootheden en eenheden onderscheiden.	2.1 <input type="checkbox"/> 2.2 <input type="checkbox"/> 2.3 <input type="checkbox"/> 2.4 <input type="checkbox"/> 2.5 <input type="checkbox"/>	2.6 <input type="checkbox"/> 2.7 <input type="checkbox"/> T7.13 <input type="checkbox"/>	
	De y-waarde van een punt op een grafiek aflezen bij gegeven x-waarde.	2.1 <input type="checkbox"/> 2.2 <input type="checkbox"/> 2.3 <input type="checkbox"/> 2.4 <input type="checkbox"/> 2.5 <input type="checkbox"/> T7.8 <input type="checkbox"/> T7.9 <input type="checkbox"/> T7.11 <input type="checkbox"/>	2.6 <input type="checkbox"/> 2.7 <input type="checkbox"/> T7.13 <input type="checkbox"/>	
	De x-waarde van een punt op een grafiek aflezen bij gegeven y-waarde.	2.1 <input type="checkbox"/> 2.2 <input type="checkbox"/> 2.3 <input type="checkbox"/> 2.4 <input type="checkbox"/> 2.5 <input type="checkbox"/> T7.8 <input type="checkbox"/> T7.9 <input type="checkbox"/> T7.11 <input type="checkbox"/>	2.6 <input type="checkbox"/> 2.7 <input type="checkbox"/> T7.13 <input type="checkbox"/>	
	Waarden aflezen in een grafiek met een scheurlijn.	2.1 <input type="checkbox"/> 2.2 <input type="checkbox"/> 2.5 <input type="checkbox"/>	2.7 <input type="checkbox"/>	
3	Grafieken tekenen	★	★★	★★★
	Een grafiek tekenen bij een tabel.	3.1 <input type="checkbox"/> 3.2 <input type="checkbox"/> 3.3 <input type="checkbox"/> 3.4 <input type="checkbox"/> 3.5 <input type="checkbox"/> T7.9 <input type="checkbox"/> T7.11 <input type="checkbox"/>	3.6 <input type="checkbox"/> 3.7 <input type="checkbox"/> T7.13 <input type="checkbox"/>	
	Een scheurlijn gebruiken als dat nodig is.	3.1 <input type="checkbox"/> 3.3 <input type="checkbox"/> 3.5 <input type="checkbox"/> T7.10 <input type="checkbox"/>	3.6 <input type="checkbox"/> 3.7 <input type="checkbox"/> T7.13 <input type="checkbox"/>	
4	Som- en verschilgrafiek	★	★★	★★★
	Wat een somgrafiek is en hoe je hem maakt en interpreteert.	4.1 <input type="checkbox"/> 4.2 <input type="checkbox"/> 4.3 <input type="checkbox"/> T7.10 <input type="checkbox"/>	4.5 <input type="checkbox"/> 4.6 <input type="checkbox"/>	
	Wat een verschilgrafiek is en hoe je hem maakt en interpreteert. .	4.1 <input type="checkbox"/> 4.3 <input type="checkbox"/> 4.4 <input type="checkbox"/> T7.10 <input type="checkbox"/>	4.5 <input type="checkbox"/> 4.6 <input type="checkbox"/>	
5	Maximum en minimum	★	★★	★★★
	Een maximum en/of minimum in een grafiek herkennen en aflezen.	5.1 <input type="checkbox"/> 5.2 <input type="checkbox"/> 5.3 <input type="checkbox"/> 5.4 <input type="checkbox"/> 5.5 <input type="checkbox"/> T7.8 <input type="checkbox"/> T7.10 <input type="checkbox"/>	5.6 <input type="checkbox"/> 5.7 <input type="checkbox"/> T7.12 <input type="checkbox"/>	
	De extremen van een grafiek benoemen.	5.1 <input type="checkbox"/> 5.3 <input type="checkbox"/> 5.4 <input type="checkbox"/> T7.8 <input type="checkbox"/>	5.6 <input type="checkbox"/> 5.7 <input type="checkbox"/> T7.12 <input type="checkbox"/>	



6

Periodieke grafieken	★	★★	★★★
Een periodieke grafiek herkennen en interpreteren.	6.1 <input type="checkbox"/> 6.2 <input type="checkbox"/> 6.3 <input type="checkbox"/> 6.4 <input type="checkbox"/> 6.5 <input type="checkbox"/> T7.11 <input type="checkbox"/>	6.6 <input type="checkbox"/> T7.12 <input type="checkbox"/>	6.7 <input type="checkbox"/>
De periode in een periodieke grafiek aflezen, herkennen of berekenen.	6.1 <input type="checkbox"/> 6.2 <input type="checkbox"/> 6.3 <input type="checkbox"/> 6.4 <input type="checkbox"/> 6.5 <input type="checkbox"/> T7.11 <input type="checkbox"/>	6.6 <input type="checkbox"/> T7.12 <input type="checkbox"/>	6.7 <input type="checkbox"/>
Een periodieke grafiek tekenen aan de hand van gegevens over één periode.	6.4 <input type="checkbox"/> 6.5 <input type="checkbox"/> T7.11 <input type="checkbox"/>		

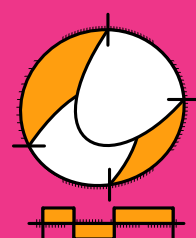
Het lesmateriaal in deze reader is gebaseerd op het materiaal dat ook op de Math4All website staat.

De reader is gegenereerd met de Math4All maatwerkdienst. De inhoud en de volgorde van de onderwerpen in deze reader zijn gekozen door docenten van het ConTeXt College.

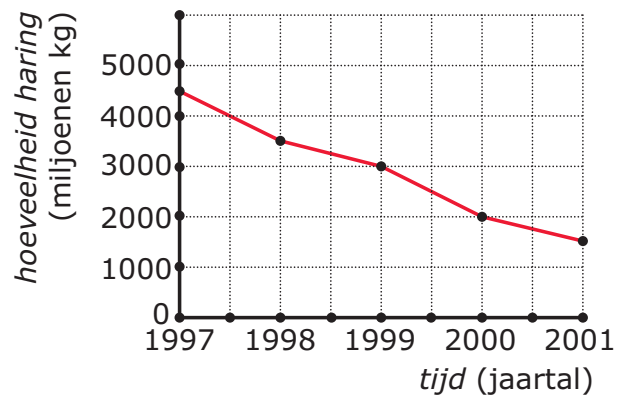
Stichting Math4All



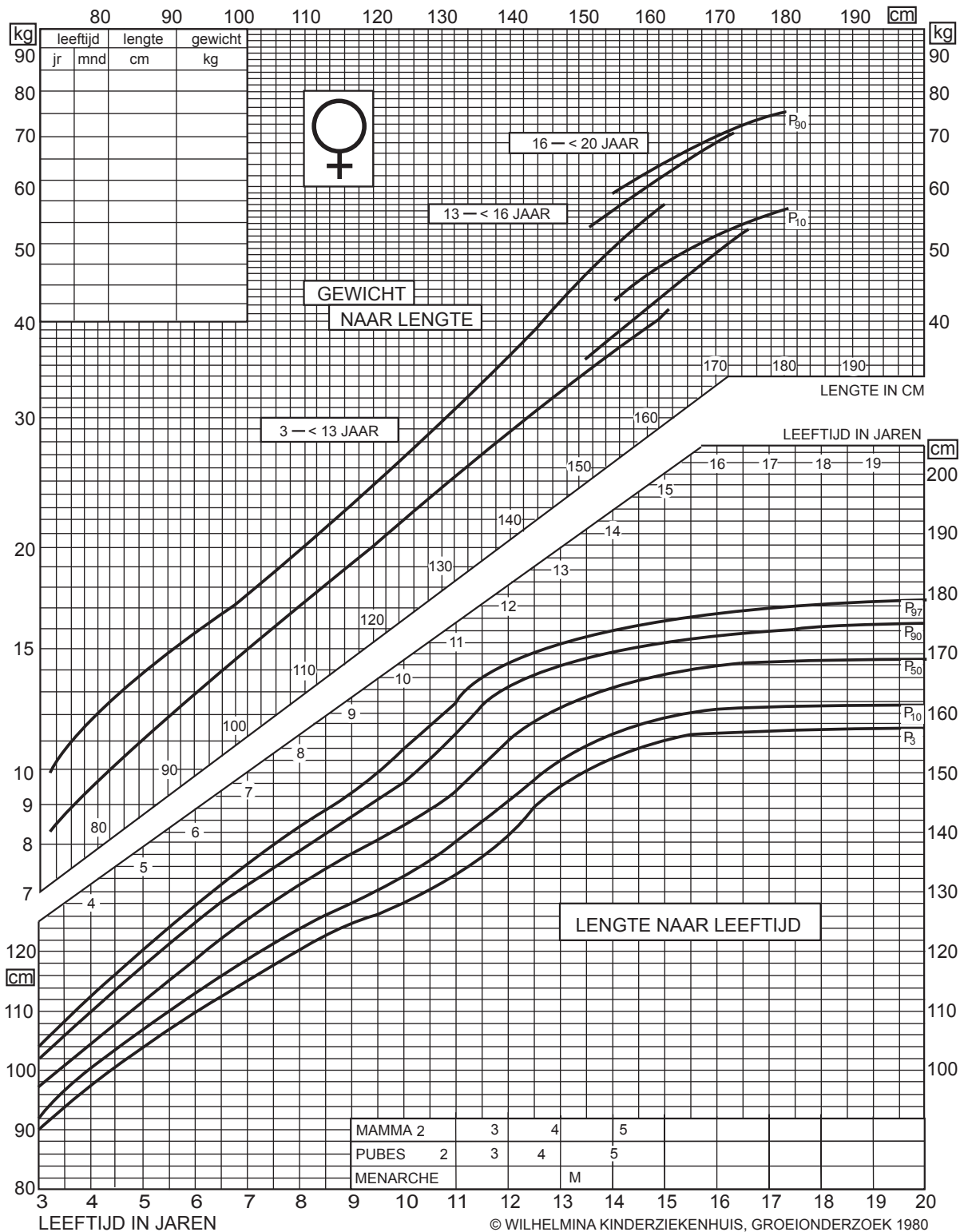
www.math4all.nl

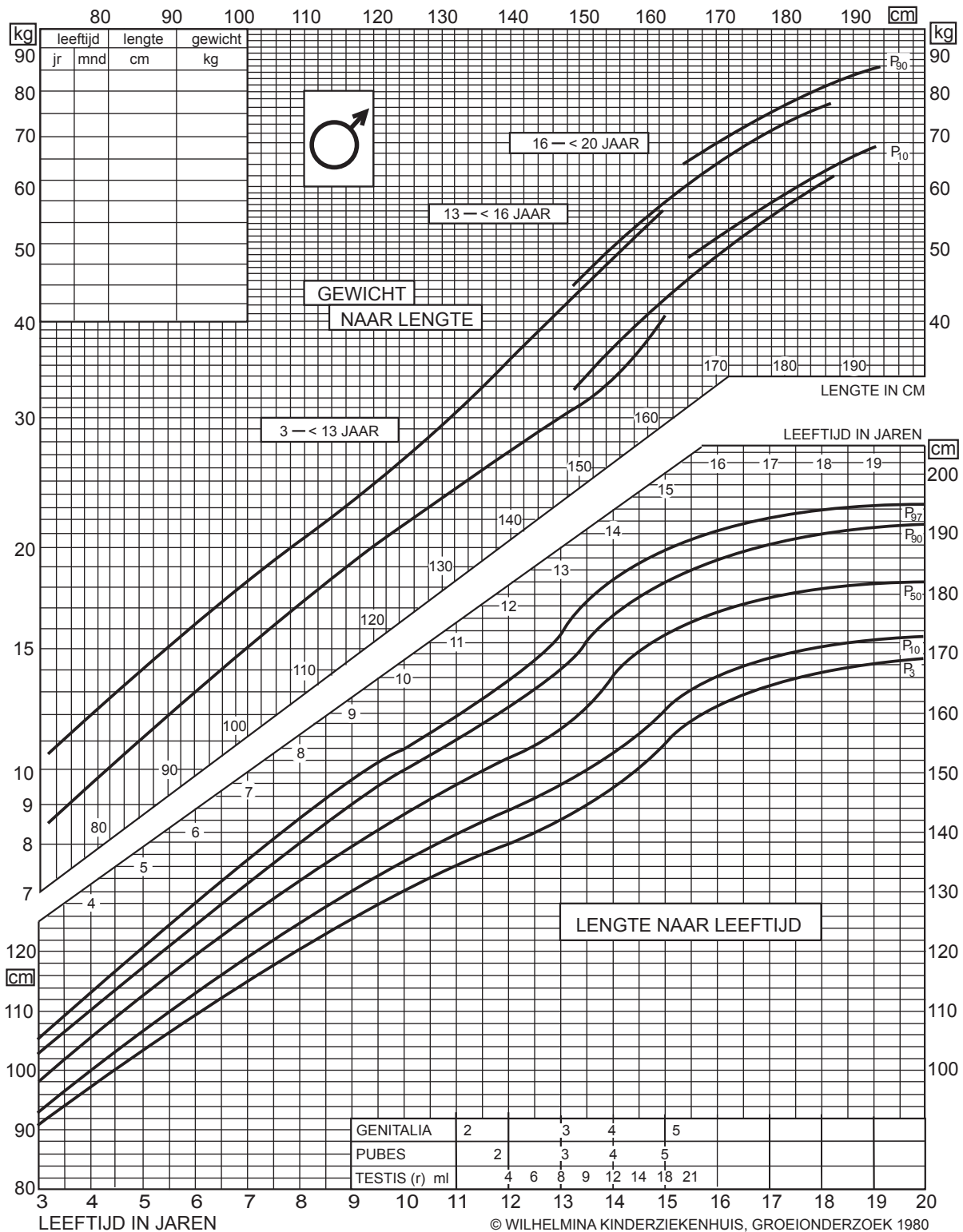


Werkblad bij Opgave 7.2 op pagina 52

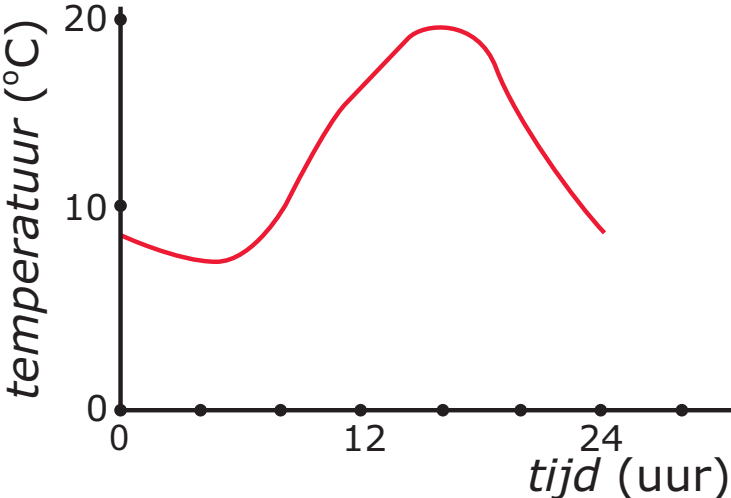


Werkblad bij Opgave 7.13 op pagina 56



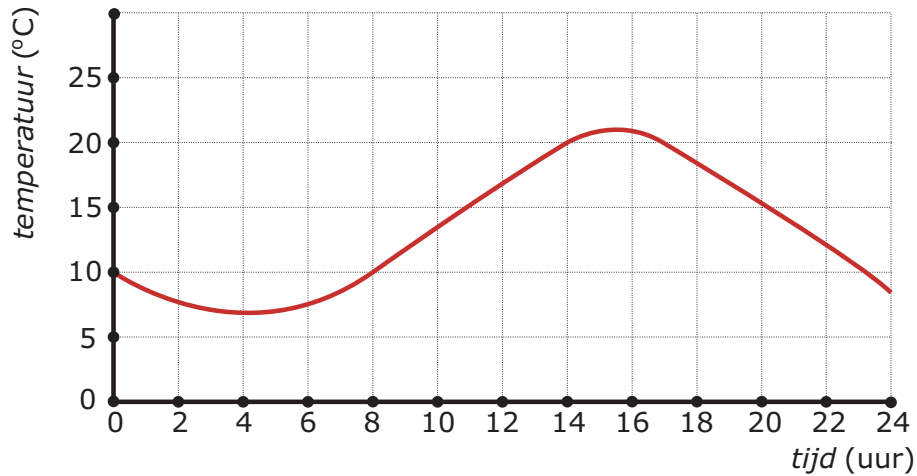


Informatieblad bij Opdracht 1.1

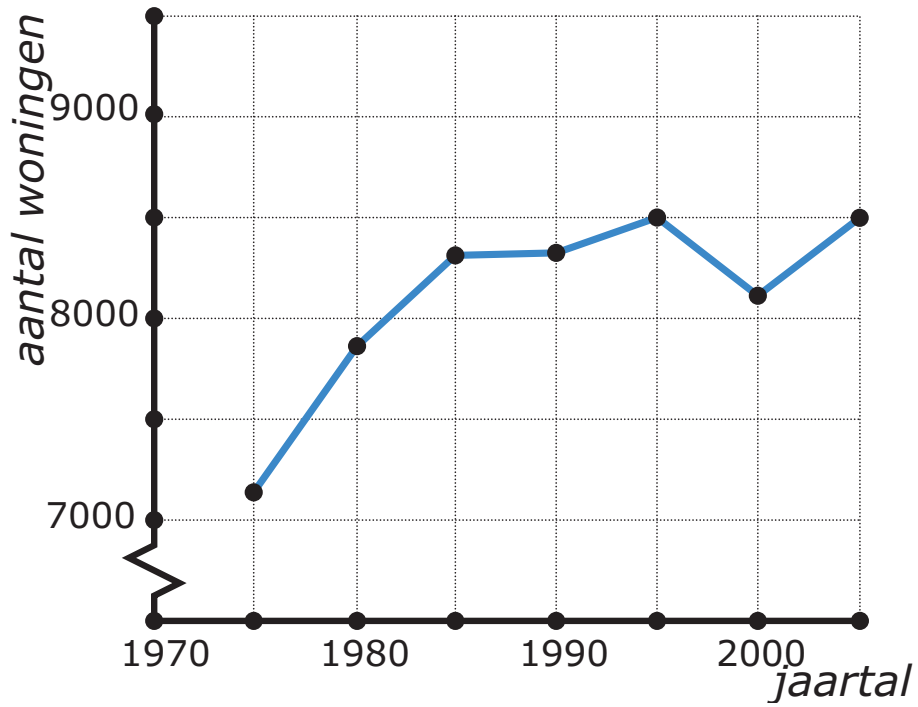


Informatieblad bij Opdracht 2.1

Je ziet een grafiek met het temperatuurverloop op een bepaalde dag. In deze grafiek staat op de x -as de *tijd* in uren en op de y -as de *temperatuur* in $^{\circ}\text{C}$. *tijd* en *temperatuur* zijn grootheden. Grootheden worden uitgedrukt in eenheden. In dit geval zijn de eenheden uren en graden Celsius.



Informatieblad bij Opdracht 2.2



Informatieblad bij Opdracht 3.1

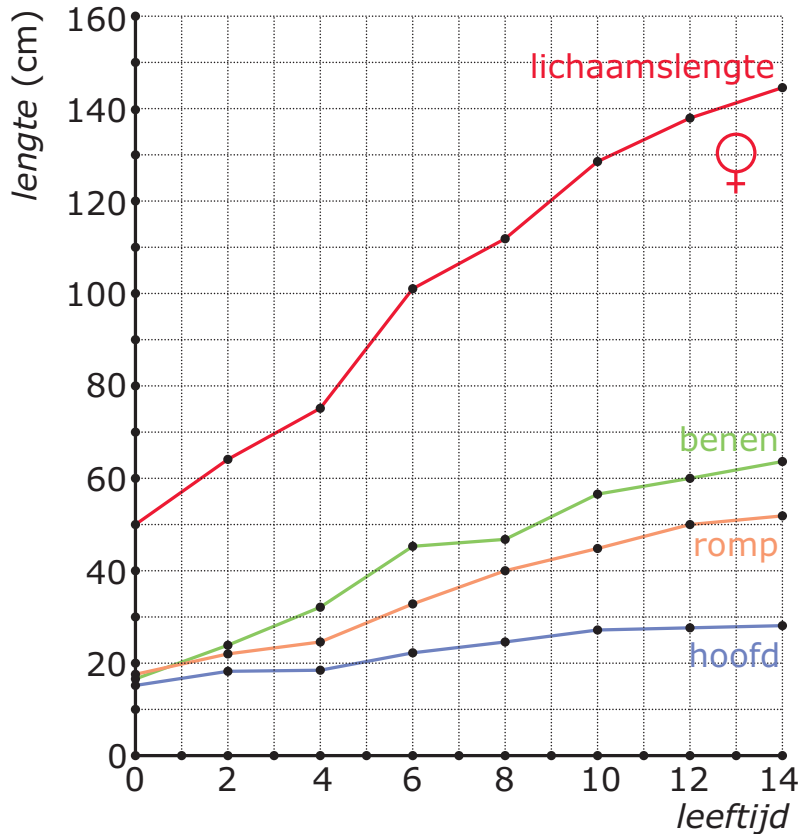
<i>tijd (uur)</i>	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
<i>temperatuur (°C)</i>	6	4	3	5	7	11	15	20	24	19	16	12	7

Informatieblad bij Opdracht 3.2

<i>tijd (jaartal)</i>	1950	1960	1970	1980	1990	2000	2010	2020
<i>totale bevolking</i>	10026773	11417254	12957621	14091014	14892574	15863950	16574989	17407585
<i>mannen</i>	4998251	5686152	6465081	6994280	7358482	7846317	8203476	8648031
<i>vrouwen</i>	5028522	5731102	6492540	7096734	7534092	8017633	8371513	8759554

Informatieblad bij Opdracht 4.1

Dit zijn grafieken over de groei van een meisje. Er is één grafiek voor de beenlengte, één voor de lengte van de romp (inclusief de nek) en één voor de lengte van het hoofd. Ook zie je een grafiek met de totale lichaamslengte.

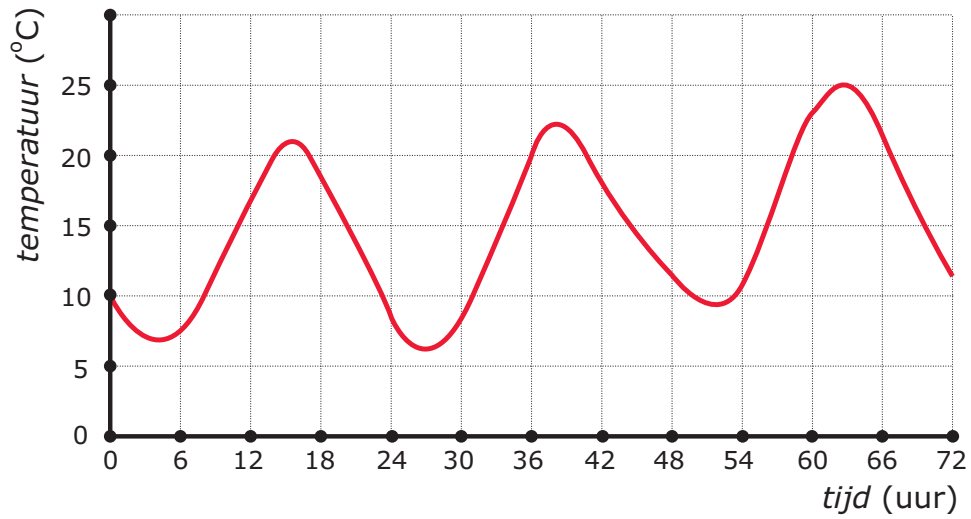


Informatieblad bij Opdracht 4.2

<i>tijd (jaartal)</i>	1950	1960	1970	1980	1990	2000	2010	2020
<i>totale bevolking</i>	10026773	11417254	12957621	14091014	14892574	15863950	16574989	17407585
<i>mannen</i>	4998251	5686152	6465081	6994280	7358482	7846317	8203476	8648031
<i>vrouwen</i>	5028522	5731102	6492540	7096734	7534092	8017633	8371513	8759554

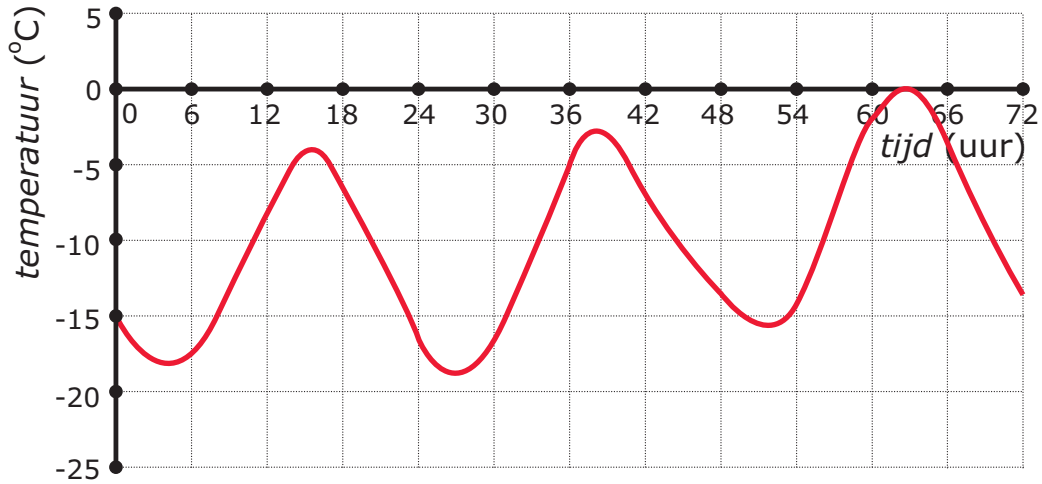
Informatieblad bij Opdracht 5.1

Je ziet een grafiek van het temperatuurverloop op drie achtereenvolgende dagen.



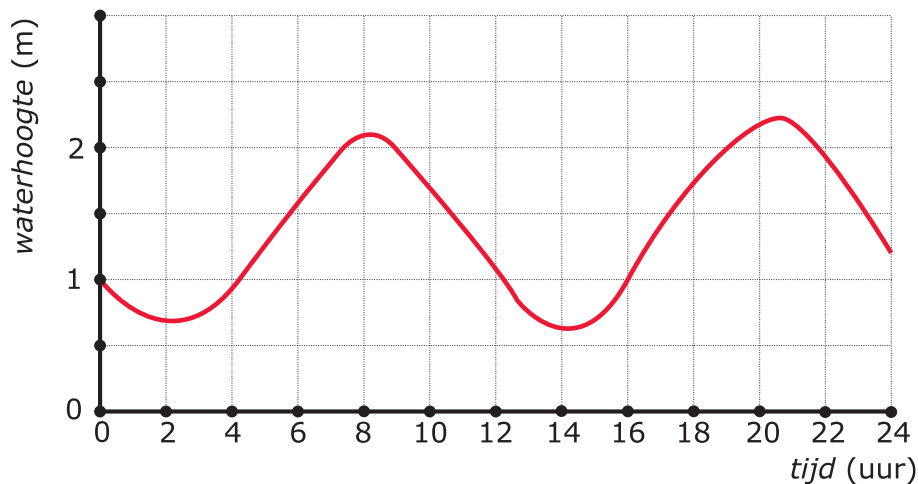
Informatieblad bij Opdracht 5.2

Je ziet een grafiek van het temperatuurverloop op drie achtereenvolgende winterse dagen.



Informatieblad bij Opdracht 6.1

Dit is een grafiek van de waterstand boven een bepaalde plek op de bodem van de Waddenzee in de loop van een dag. De waterhoogte is gegeven in m ten opzichte van NAP (Normaal Amsterdams Peil). Het is een voorbeeld van een 'periodieke grafiek'. Een bepaald deel van de grafiek wordt steeds weer (ongeveer) herhaald. De tijd die daarbij hoort, heet de 'periode'.



De grafiek is elke dag (afhankelijk van de omstandigheden) anders, dus de waterstand is niet zuiver periodiek.

Informatieblad bij Opdracht 6.2

Je ziet in één figuur een ademhalingsgrafiek (groen) en een hartslaggrafiek (rood). Op de horizontale as staat de *tijd* in seconden.

Op de verticale as staat voor de rode grafiek *hs* (spm), ofwel *hartslag* in slagen per minuut. Voor de groene grafiek staat er *volume* in liters.

