5.1 Normaalkromme

Inleiding

Een bedrijf is geïnteresseerd in de tijd die nodig is om een klant te helpen, de transactietijd. Je kunt die tijd in klassen indelen (bijvoorbeeld van hele minuten) en zo bijhouden hoeveel minuten een transactie duurt. Je maakt dan een relatieve frequentieverdeling voor de variabele transactietijd. Maar de transactietijd kan in feite elke (positieve) reële waarde aannemen. Door steeds kleinere tijdsintervallen te nemen kun je een kansverdeling voor deze continue kansvariabele opstellen, benaderen.

Figuur 1

Je leert in dit onderwerp

- het begrip continue stochast;
- het begrip normaalkromme en enkele eigenschappen van de normaalkromme.

Voorkennis

- werken met discrete stochasten.

Verkennen

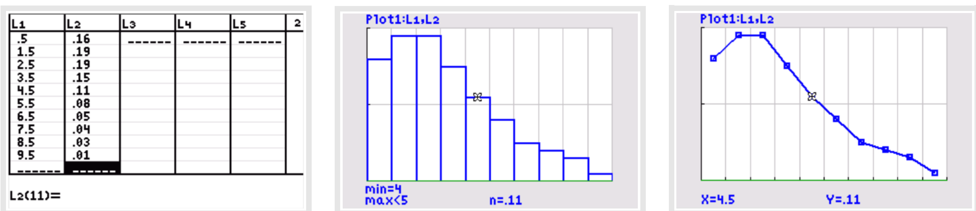
Opgave V1

Een bedrijf heeft door tellingen een frequentieverdeling opgesteld voor de tijd die nodig is om een klant te helpen. Een transactietijd van 1 minuut betekent dat de klant binnen een minuut is geholpen. Voor deze transactietijd (in minuten) geldt:

t (min.)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$P(T = t)$	0,16	0,19	0,19	0,15	0,11	0,08	0,05	0,04	0,03	0,01

Tabel 1

Je kunt dit opvatten als een kansverdeling voor een discrete stochast T. Maar T kan in feite elke (positieve) reële waarde aannemen. Door steeds kleinere tijdsintervallen te nemen kun je een kansverdeling voor deze continue stochast opstellen, benaderen. Het lijndiagram laat dit al een beetje zien. (Merk op dat voor de juiste figuren de klassenmiddens van elke minuut moeten worden ingevoerd in de grafische rekenmachine.)



Figuur 2

a Hoe groot is de kans dat een klant minder dan 4 minuten transactietijd kost?

b Hoe geef je die kans in het staafdiagram weer? En in het lijndiagram?

c Hoe bepaal je de kans dat een klant minder dan 4,75 minuten transactietijd kost?

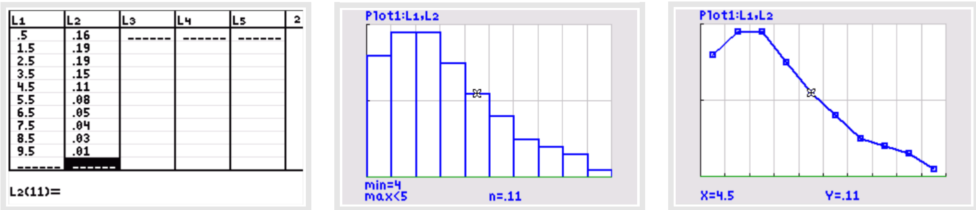
Uitleg 1

Een bedrijf noemt de tijd die nodig is om een klant te helpen de transactietijd. Een transactietijd van 1 minuut betekent dat de klant binnen een minuut is geholpen. Het bedrijf heeft door tellen de relatieve frequenties van die transactietijd vastgesteld.

t (min.)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$\text{P}(T = t)$	0,16	0,19	0,19	0,15	0,11	0,08	0,05	0,04	0,03	0,01

Tabel 2

Vat dit op als een kansverdeling voor de statistische variabele T.
De kansverdeling kun je invoeren op de grafische rekenmachine om er vervolgens een histogram of een lijndiagram bij te maken. Hoe dit gaat, vind je in het **Practicum**.



Figuur 3

- De kans dat een klant hoogstens vier minuten transactietijd kost, is dan:
  $\text{P}(T \leq 4) = 0{,}16 + 0{,}19 + 0{,}19 + 0{,}15 = 0{,}69$
  Dit is de oppervlakte van de eerste vier staafjes van het histogram.
  Het is ook de oppervlakte onder het lijndiagram vanaf $t = 0$ tot $t = 4$.
- De kans dat een klant hoogstens 4,75 minuten transactietijd kost, kun je benaderen door de oppervlakte te schatten onder het lijndiagram die de middens van de bovenkanten van de staafjes verbindt vanaf $t = 0$ tot $t = 4{,}75$.

T kan in werkelijkheid elke positieve waarde aannemen. Door meer metingen te doen, kun je een kansverdeling voor deze variabele opstellen met heel veel staafjes, zelfs zo veel staafjes dat de middens van hun bovenkanten een vloeiende kromme vormen.

Opgave 1

Bekijk de relatieve frequentieverdeling van de transactietijd T in **Uitleg 1**.

a Waarom is T hier een discrete stochast?

b Hoe groot is de kans op een transactietijd van twee minuten?

c Hoe groot is de kans op een transactietijd van meer dan acht minuten?

d Bepaal met behulp van het kanshistogram de kans dat een klant hoogstens 6 minuten moet wachten.

e Hoe groot is de oppervlakte van alle staafjes samen?

Opgave 2

Bekijk nogmaals de relatieve frequentieverdeling van de transactietijd T.

a Leg uit, dat de eerste klasse bestaat uit alle tijden van 0 tot 1 minuut.

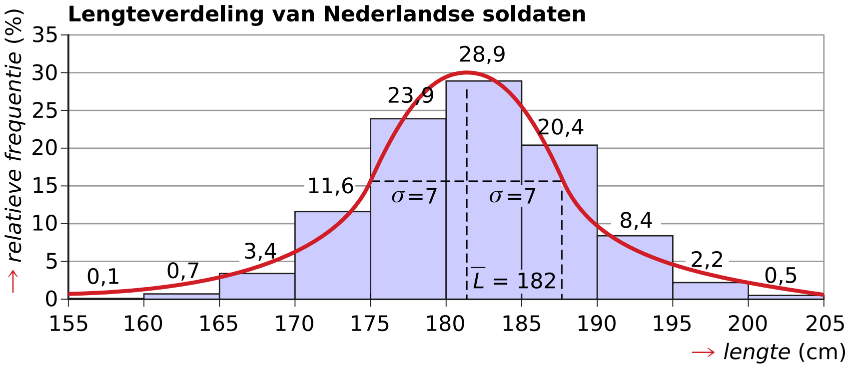
b Welk klassenmidden heeft de eerste klasse?

c Geef van elke klasse het klassenmidden.

d Bereken de kans $\text{P}(3 \leq T \leq 6)$.

Uitleg 2

Bekijk het histogram van de verdeling van de lichaamslengte van een groep soldaten.



Figuur 4

De lichaamslengte L lijkt discreet door de indeling in klassen.
In werkelijkheid is de lichaamslengte een continue toevalsvariabele. In de figuur is een passende kromme getekend die de continue verdeling van de lichaamslengte L benadert. De benadering wordt beter als je meer klassen maakt.

De grafiek heeft een klokvormige frequentieverdeling die wordt bepaald door gemiddelde (μ) van L en standaardafwijking (ook wel standaarddeviatie genoemd) σ, waar je al enkele uitspraken over weet. Je zegt ook wel dat L normaal verdeeld is. De grafiek wordt ook wel de normaalkromme genoemd. Het gemiddelde van een normale verdeling wordt μ genoemd. Er geldt:

- het hoogste punt van de normale verdeling zit bij μ.
- een maat voor de spreiding is de standaardafwijking σ.
- de normale verdeling is symmetrisch ten opzichte van μ in het midden.
- hoe verder je bij μ vandaan gaat (naar links of naar rechts), hoe dichter de hoogte van de normale verdeling bij 0 komt.

Kansen bepaal je door de bijpassende oppervlakte onder de grafiek te schatten. De totale oppervlakte onder deze kromme is altijd 1 of 100%.
Soms kun je ook de vuistregels voor klokvormige frequentieverdelingen gebruiken om kansen te benaderen. Van de oppervlakte onder de normaalkromme ligt:

- ongeveer 68% tussen $X = \mu - \sigma$ en $X = \mu + \sigma$.
- ongeveer 95% tussen $X = \mu - 2\sigma$ en $X = \mu + 2\sigma$.
- ongeveer 100% tussen $X = \mu - 3\sigma$ en $X = \mu + 3\sigma$.

Opgave 3

Bekijk de verdeling van de lichaamslengte L in **Uitleg 2**.

Waarom is L een continue stochast?

Opgave 4

Bekijk nogmaals het histogram van de lengtes van een groep soldaten.

a Waarom ligt een symmetrische verdeling van de frequenties van de lengtes hier wel voor de hand?

b Waarom volgt uit die symmetrie dat $P(L \leq 182) = 0{,}5$?

c Maak met behulp van het histogram een schatting van $P(L \leq 174)$.

d Welk percentage hoort bij het hele gebied onder de normaalkromme?

Opgave 5

X is een normaal verdeelde variabele met $\mu(X) = 100$ en $\sigma(X) = 2{,}5$. Welke beweringen zijn waar?

A. De normaalkromme van X is symmetrisch.
B. $P(X > 102) = P(X < 102)$
C. 68% van de oppervlakte onder de normaalkromme ligt tussen $X = 97{,}5$ en $X = 102{,}5$.
D. Het hoogste punt van de normaalkromme van X ligt bij $X = 105$.

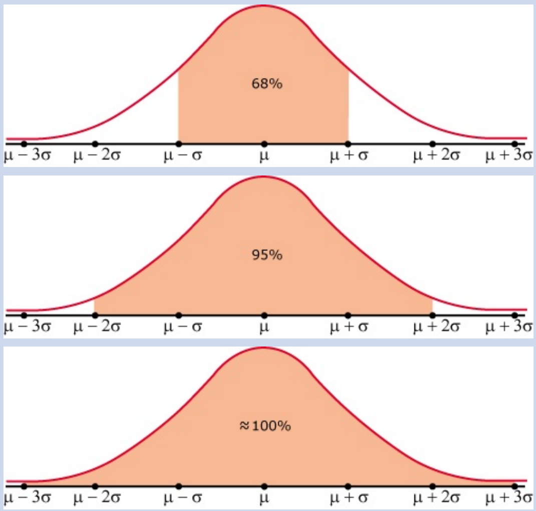
Theorie en voorbeelden

Om te onthouden

Bekijk de applet.

Een stochast X die alle reële waarden (uit een bepaald interval) kan aannemen noem je een **continue stochast**. Hierbij kun je een frequentiepolygoon tekenen; deze zal er steeds meer gaan uitzien als een vloeiende kromme naarmate je de klassenbreedte kleiner kiest.
Bij veel continue stochasten zoals lengte, gewicht, inhoud, enzovoort, hebben de relatieve frequentiehistogrammen vaak de kenmerkende klokvorm. Deze wordt gekarakteriseerd door het gemiddelde μ en de standaardafwijking (standaarddeviatie) σ van de frequentieverdeling. De grafiek daarvan is een perfecte klokvorm, de **normaalkromme** met als belangrijkste eigenschappen:

- de totale oppervlakte onder de normaalkromme is 100% (ofwel kans 1);
- het hoogste punt van de normaalkromme bevindt zich bij het gemiddelde $x = \mu$;
- de spreiding van de normaalkromme is de standaardafwijking σ;
- de normaalkromme is symmetrisch t.o.v. de lijn $x = \mu$ en nadert de x-as als x ver van μ af ligt;
- **vuistregels voor de oppervlakte onder de normaalkromme**:
  - ongeveer 86% ligt tussen $\mu - \sigma$ en $\mu + \sigma$;
  - ongeveer 95% ligt tussen $\mu - 2\sigma$ en $\mu + 2\sigma$;
  - ongeveer 100% ligt tussen $X = \mu - 3\sigma$ en $X = \mu + 3\sigma$.



Figuur 5

Als de normaalkromme van stochast X aan bovenstaande eigenschappen voldoet, dan heet X een normaal verdeelde stochast. Bijbehorende kansen kun je dan berekenen met behulp van bovenstaande vuistregels of de grafische rekenmachine.

Voorbeeld 1

In een callcenter is de transactietijd T de tijd die nodig is om een klant te woord te staan. T is een continue kansvariabele.
Waarom zal T niet normaal verdeeld zijn?
Hoe zou je $P(T \leq 4{,}5)$ kunnen bepalen?

Figuur 6

Antwoord

De bijbehorende kansverdeling zal niet symmetrisch zijn: de kans op een kleine transactietijd is veel groter dan die op een grote.

Schat de oppervlakte onder de kromme om $P(T \leq 4{,}5)$ te bepalen, bijvoorbeeld door er staafjes in te tekenen met een klassenbreedte van 0,5.
Dan vind je $P(T \leq 4{,}5) \approx 0{,}66$.

Opgave 6

Bekijk het kanshistogram met de frequentiepolygoon uit **Voorbeeld 1**.

a Waarom zal de transactietijd in het algemeen niet normaal verdeeld zijn?

b Bepaal met behulp van het kanshistogram $\text{P}(3 \leq T \leq 7)$.

c Hoe groot is de kans op meer dan 10 minuten transactietijd?

Opgave 7

In de tabel staan de gewichten van 154 peren die gedurende een week uit een perenboom zijn gevallen. Het gewicht G van deze peren is een continue stochast.

a Teken bij deze gegevens een histogram en een frequentiepolygoon. Vind je dat er hier sprake is van een normale verdeling?

b Reken met behulp van de klassenmiddens na, dat het gemiddelde gewicht van deze peren ongeveer 174,9 gram is.

c Leg zelf in duidelijke bewoordingen uit dat de oppervlakte van de staafjes ongeveer net zo groot is als de oppervlakte onder de frequentiepolygoon.

d Bereken de kans dat een volgende peer die uit de boom valt een gewicht heeft van meer dan 180 gram. Rond af op twee decimalen.

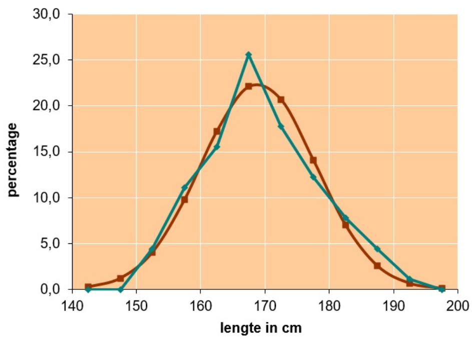
gewicht	*aantal*
$155- < 160$	6
$160- < 165$	14
$165- < 170$	37
$170- < 175$	26
$175- < 180$	24
$180- < 185$	23
$185- < 190$	12
$190- < 195$	9
$195- < 200$	2
$200- < 205$	1

Tabel 3

Voorbeeld 2

Je ziet hier dat deze **lengteverdeling van negentig meisjes van zeventien jaar** bij benadering klokvormig is. Bekijk de frequentietabel met klassen vanaf $1{,}40- < 1{,}45$ tot $1{,}95- < 2{,}00$.

lengteklasse	klassenmidden	abs.freq	rel.freq	norm.vd.
1,40-<1,45	142,5	0	0	0,3
1,45-<1,50	147,5	0	0,0	1,2
1,50-<1,55	152,5	4	4,4	4,1
1,55-<1,60	157,5	10	11,1	9,8
1,60-<1,65	162,5	14	15,6	17,2
1,65-<1,70	167,5	23	25,6	22,1
1,70-<1,75	172,5	16	17,8	20,7
1,75-<1,80	177,5	11	12,2	14,1
1,80-<1,85	182,5	7	7,8	7,0
1,85-<1,90	187,5	4	4,4	2,6
1,90-<1,95	192,5	1	1,1	0,7
1,95-<2,00	197,5	0	0,0	0,1
		90	100,0	98,3



Figuur 7

Welk percentage van deze meisjes heeft een lengte van 1,60 tot 1,78 meter? Schat percentage ook met behulp van de normaalkromme. Ga na dat dit percentage ongeveer met de eerste vuistregel overeenkomt.

Antwoord

Bekijk de frequentietabel en de frequentiepolygoon met de normaalkromme met gemiddelde $\mu = 169$ en standaardafwijking $\sigma = 9$ in de figuur.

Het percentage meisjes met een lengte van $1{,}60- < 1{,}78$ is:

- door de frequentietabel te gebruiken ongeveer: $15{,}6 + 25{,}6 + 17{,}8 + \frac{3}{5} \cdot 12{,}2 = 66{,}32\%$
- door schatten met de normaalkromme: $17 + 22 + 21 + \frac{3}{5} \cdot 14 = 68{,}4\%$

De eerste vuistregel zegt dat ongeveer 68% van de lengtes in moet liggen tussen $\mu - \sigma = 169 - 9 = 160$ en $\mu + \sigma = 169 + 9 = 178$ cm. Dat lijkt ongeveer te kloppen.

Opgave 8

Bekijk in **Voorbeeld 2** het bestand met de lengteverdeling van de 90 meisjes.

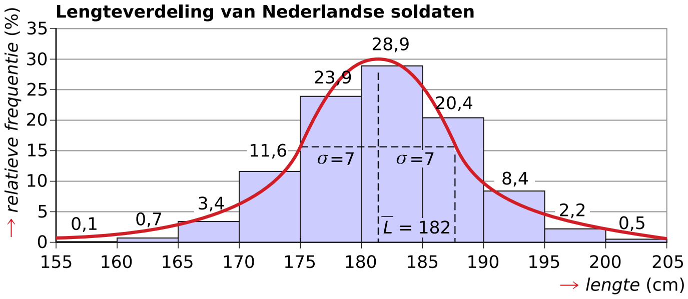
a Reken na dat het gemiddelde ongeveer 169 cm is en de standaardafwijking ongeveer 9 cm.

b Waarom is er $\frac{3}{5}$- deel van 12,2 genomen?

c Bekijk de lengtes van de 90 meisjes uit het voorbeeld.
Controleer of er ook aan de tweede vuistregel is voldaan. Doe dit ook op twee manieren, als in het voorbeeld.

Opgave 9

Bekijk het histogram van de lengteverdeling van de soldaten in **Uitleg 2**.



Figuur 8

a Controleer of er aan vuistregel 1 is voldaan.

b Controleer of er aan vuistregel 2 is voldaan.

Voorbeeld 3

Het gewicht G van appels is normaal verdeeld met een gemiddelde van 150 gram en een standaardafwijking van 17 gram. Er zijn zes gewichtsklassen:

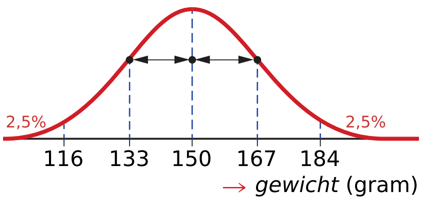
- klasse 1: appels lichter dan 116 gram
- klasse 2: appels vanaf 116 tot 133 gram
- klasse 3: appels vanaf 133 tot 150 gram
- klasse 4: appels vanaf 150 tot 167 gram
- klasse 5: appels vanaf 167 tot 184 gram
- klasse 6: appels vanaf 184 gram

Hoeveel procent van deze appels zit in klasse 1 en hoeveel procent in klasse 6?

Antwoord

Maak gebruik van de vuistregels voor de normale verdeling. Gebruik de beide vuistregels, het feit dat de kromme symmetrisch is en dat de totale oppervlakte eronder 100% is.

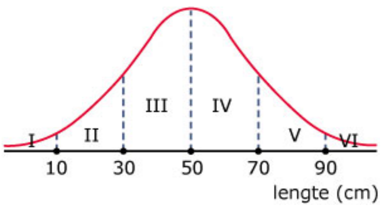
Ongeveer 95% van de appels zit tussen 116 en 184 gram, dus 5% zit daarbuiten. Daarom weegt 2,5% minder dan 116 gram: klasse 1 bevat 2,5% van de appels. Tegelijk weegt 2,5% meer dan 184 gram: klasse 6 bevat 2,5% van de appels.



Figuur 9

Opgave 10

De lengte van de buxusplanten bij een plantenkweker is normaal verdeeld met een gemiddelde van 50 cm en een standaardafwijking van 20 cm. De normaalkromme geeft de lengteverdeling weer. De buxusteler verdeelt de planten in zes categorieën van 20 cm. Eén daarvan is de categorie 50− < 70.



Figuur 10

a Bepaal hoeveel procent van de planten tot elke categorie behoren. Bekijk eventueel **Voorbeeld 3**.

b Hoeveel procent van de planten is groter dan 70 cm?

c Hoeveel procent van de planten heeft een lengte tussen 30 en 90 cm?

d Hoeveel procent van de planten is minstens 30 cm lang?

Opgave 11

Uit onderzoek is gebleken dat de levensduur van ouderwetse gloeilampen normaal verdeeld is. Een bepaald type lamp heeft een levensduur van 500 uur, met een standaardafwijking van 100 uur. Een grootwinkelbedrijf koopt 50000 lampen van dit type in.

a Maak een schets van de normaalkromme en geef daarin het gemiddelde en de standaardafwijking aan.

b Hoeveel van deze lampen branden langer dan 400 uur?

c Hoeveel van deze lampen hebben een levensduur die ligt tussen 400 en 700 uur?

d Hoeveel van deze lampen hebben een levensduur die onder de 600 uur ligt?

Opgave 12

Misschien denk je nu dat in de praktijk bij alle statistische variabelen een normale verdeling past. Dat is echter niet bepaald het geval: in veel situaties is een verdeling niet symmetrisch. In welke van de volgende gevallen is de verdeling waarschijnlijk niet symmetrisch (en dus niet normaal verdeeld)?

a Het vulgewicht van machinaal gevulde pakken suiker.

b De armlengte van volwassen mannen.

c Het gewicht van volwassen mannen.

d De reactietijd van een mens bij een onverwachte gebeurtenis.

e Het inkomen van alle Nederlanders.

f De wachttijd bij een helpdesk.

Verwerken

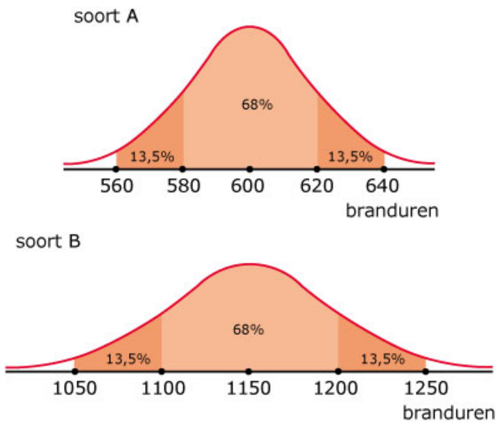
Opgave 13

Van twee soorten lampen is de levensduur van 500 exemplaren gemeten. Het aantal branduren blijkt vrijwel normaal verdeeld te zijn. Hier zie je de bijpassende normaalkrommen. Enkele percentages zijn gegeven.

Van soort A is het gemiddelde $\mu_A = 600$ branduren en de standaardafwijking $\sigma_A = 20$ uur.

a Hoeveel procent van de lampen van soort A brandt minder dan 600 uur?

b Hoeveel procent van de lampen van soort A brandt minder dan 620 uur?



Figuur 11

Je ziet bij soort A dat 68% van alle branduren tussen $\mu_A - \sigma_A$ en $\mu_A + \sigma_A$ ligt. Dat percentage is voor alle normale verdelingen hetzelfde omdat de normaalkromme alleen bepaald wordt door het gemiddelde en de standaardafwijking.

c Hoeveel is dus de standaardafwijking van de lampen van soort B? En hoeveel is het gemiddelde aantal branduren van de lampen van soort B?

d Waarom heeft de normale verdeling bij soort B een top die minder hoog is dan die van de normale verdeling van soort A?

e Hoeveel procent van de lampen van soort B brandt langer dan 1250 uur?

Opgave 14

De gemiddelde lengte van vrouwen is bij benadering normaal verdeeld. Van een zekere populatie vrouwen in Nederland was de gemiddelde lengte 170 cm met een standaardafwijking van 6,5 cm.

a Teken hierbij zelf een normaalkromme met het gemiddelde en de standaardafwijking erin aangegeven. Geef ook de bijbehorende percentages.

b Hoeveel procent van deze vrouwen had toen een lengte tussen 163,5 en 176,5 cm?

c Hoeveel procent van deze vrouwen was waarschijnlijk kleiner dan 157 cm?

d Hoeveel procent van deze vrouwen was waarschijnlijk kleiner dan 183 cm?

Opgave 15

In een fabriek worden kilopakken suiker machinaal gevuld. Volgens de Europese norm mag niet meer dan 2,5% van de pakken suiker minder dan 1000 gram bevatten (deze norm zie je vaak terug op de verpakking door een achter de inhoud). Er wordt een steekproef genomen van 100 pakken suiker. In de tabel staan de op hele grammen afgeronde vulgewichten van deze 100 pakken suiker.

onder	midden	boven	freq	c.r.f.
996,0	996,5	997,0	1	1
997,0	997,5	998,0	4	5
998,0	998,5	999,0	5	10
999,0	999,5	1000,0	4	14
1000,0	1000,5	1001,0	13	27
1001,0	1001,5	1002,0	13	40
1002,0	1002,5	1003,0	10	50
1003,0	1003,5	1004,0	13	63
1004,0	1004,5	1005,0	8	71
1005,0	1005,5	1006,0	12	83
1006,0	1006,5	1007,0	6	89
1007,0	1007,5	1008,0	8	97
1008,0	1008,5	1009,0	2	99
1009,0	1009,5	1010,0	0	99
1010,0	1010,5	1011,0	0	99
1011,0	1011,5	1012,0	1	100

Figuur 12

a Teken een relatief frequentiehistogram van deze vulgewichten. Teken hierin ook de frequentiepolygoon. Laat zien dat de vulgewichten van deze machine bij benadering een symmetrische klokvormige verdeling hebben.

b Hoeveel procent van de pakken suiker heeft een afgerond gewicht van 999 gram tot 1002 gram volgens dit histogram (of tabel)?

c Als je dit percentage met behulp van de frequentiepolygoon zou willen berekenen, welke grenzen moet je dan nemen?

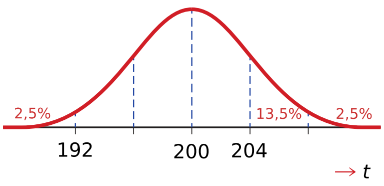
d Reken met behulp van je grafische rekenmachine na dat het gemiddelde gewicht van deze vulgewichten ongeveer 1002,4 gram is en de standaardafwijking ongeveer 2,4 gram.

e Bij het histogram past bij benadering een normale verdeling met het zojuist berekende gemiddelde en de bijbehorende standaardafwijking. Controleer of er aan de eerste vuistregel is voldaan.

f Voldoen de pakken suiker uit de steekproef aan de Europese norm volgens deze normale verdeling?

Opgave 16

Geef bij deze normaalkromme de waarden van μ en σ.



Figuur 13

Opgave 17

Een supermarkt verkoopt spliterwten in pakken van 500 gram. Veel klanten vermoeden dat in minstens een derde van de pakken te weinig spliterwten zitten. Zij dienen een klacht in bij de directie. Een consumentenorganisatie wordt gevraagd dit te onderzoeken. Zij nemen een steekproef van 100 pakken. Het gemiddelde gewicht van de pakken blijkt 502 gram met een standaardafwijking van 8 gram te zijn. Verder blijken de gewichten van pakken spliterwten normaal verdeeld te zijn.

a Hoeveel pakken uit de steekproef weken meer dan één keer de standaardafwijking af van het gemiddelde?

b Hoeveel pakken uit de steekproef hebben een gewicht van minder dan 510 gram?

c Kun je precies bepalen hoeveel procent van de pakken meer weegt dan 511 gram?

d Maak een schatting van het percentage van de pakken dat minder weegt dan 500 gram. Zullen de klagers in het gelijk gesteld worden?

Opgave 18

Een maat voor iemands intelligentie is het IQ (intelligentiequotiënt). Dat is de score op een intelligentietest vergeleken met die van leeftijdsgenoten. Het IQ is een continue stochast die normaal verdeeld is met een gemiddelde van 100 en een standaardafwijking van 15.

a Hoeveel procent van de mensen heeft een IQ tussen 85 en 115?

b Hoeveel procent van de mensen heeft een IQ van meer dan 130?

c Hoe groot is de kans dat het IQ van een willekeurige voorbijganger minder is dan 130?

d Met welk IQ behoor je tot de mensen die de 16% laagste scores hebben?

Toepassen

Opgave 19: Lichaamslengtes van 5001 vrouwen

Open het bestand **Enkele lichaamsafmetingen van 5001 vrouwen uit 1947**. Hierin zie je een tabel met lichaamslengtes in cm van de 5001 vrouwen uit het onderzoek in 1947 van Freudenthal en Sittig in opdracht van De Bijenkorf.

a Bereken met de computer de gemiddelde lichaamslengte en de standaarddeviatie.

b Teken een histogram en benader dit met een normaalkromme waarin je beide waarden aangeeft.

Neem nu verder aan dat de lichaamslengte L van vrouwen normaal is verdeeld met de eerder berekende waarden voor het gemiddelde μ en de standaarddeviatie σ.

c 95% van de lichaamslengtes zit tussen $\mu – a$ en $\mu + a$. Hoe groot is a?

d Welke minimale lengte hebben de 16% grootste lichaamslengtes?

Opgave 20: Aspergekweker

Een kweker van asperges (soort AA) wil weten wat de gemiddelde lengte is van zijn asperges. Hij meet daarvoor de lengte van een flink aantal asperges. Hij zet deze lengten in een tabel en het valt hem op dat de lengte ongeveer normaal verdeeld is met een gemiddelde van 211 mm en een standaardafwijking van 12 mm.
Asperges met een lengte kleiner dan 195 mm noemt de boer ‘kort’ (deze worden wat goedkoper verkocht). Asperges met een lengte tussen 211 mm en 227 mm noemt hij 'perfect'.
De boer ziet dat 9% van zijn asperges ‘kort’ zijn.

Bereken hoeveel procent van zijn asperges ‘perfect’ is.

Testen

Opgave 21

Bij een groep van 1000 mannen is de bloeddruk normaal verdeeld met een gemiddelde van 128,5 mm Hg met een standaardafwijking van 12,5 mm Hg.

a Maak een normaalkromme bij de bloeddrukverdeling van deze groep mannen.

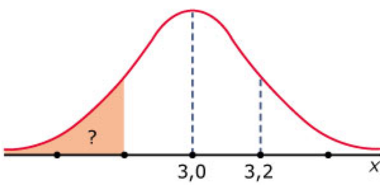
b Hoeveel van de mannen hebben een bloeddruk van minder dan 141?

c Hoeveel mannen hebben een bloeddruk die meer dan twee keer de standaardafwijking afwijkt van de gemiddelde bloeddruk?

d Kun je precies bepalen hoeveel procent van de mannen een bloeddruk heeft van meer dan 150?

Opgave 22

In de figuur zie je een normale verdeling met gegeven gemiddelde μ_X en gegeven $\mu_X + \sigma_X$. Bereken het door een vraagteken aangegeven percentage onder de normaalkromme.



Figuur 14

Practicum

In de volgende practica zie je hoe je **kansverdelingen in de grafische rekenmachine invoert** en zo histogrammen kunt maken en gemiddelde en standaardafwijking bepalen.

- **Statistiek en de TI-84**
- **Statistiek en de TInspire**
- **Statistiek en de Casio**
- **Statistiek en de HPprime**
- **Statistiek en de NumWorks**

Je kunt ook **werken met de normale verdeling in Excel**.
Zie het practicum:

- **Statistiek: de normale verdeling**