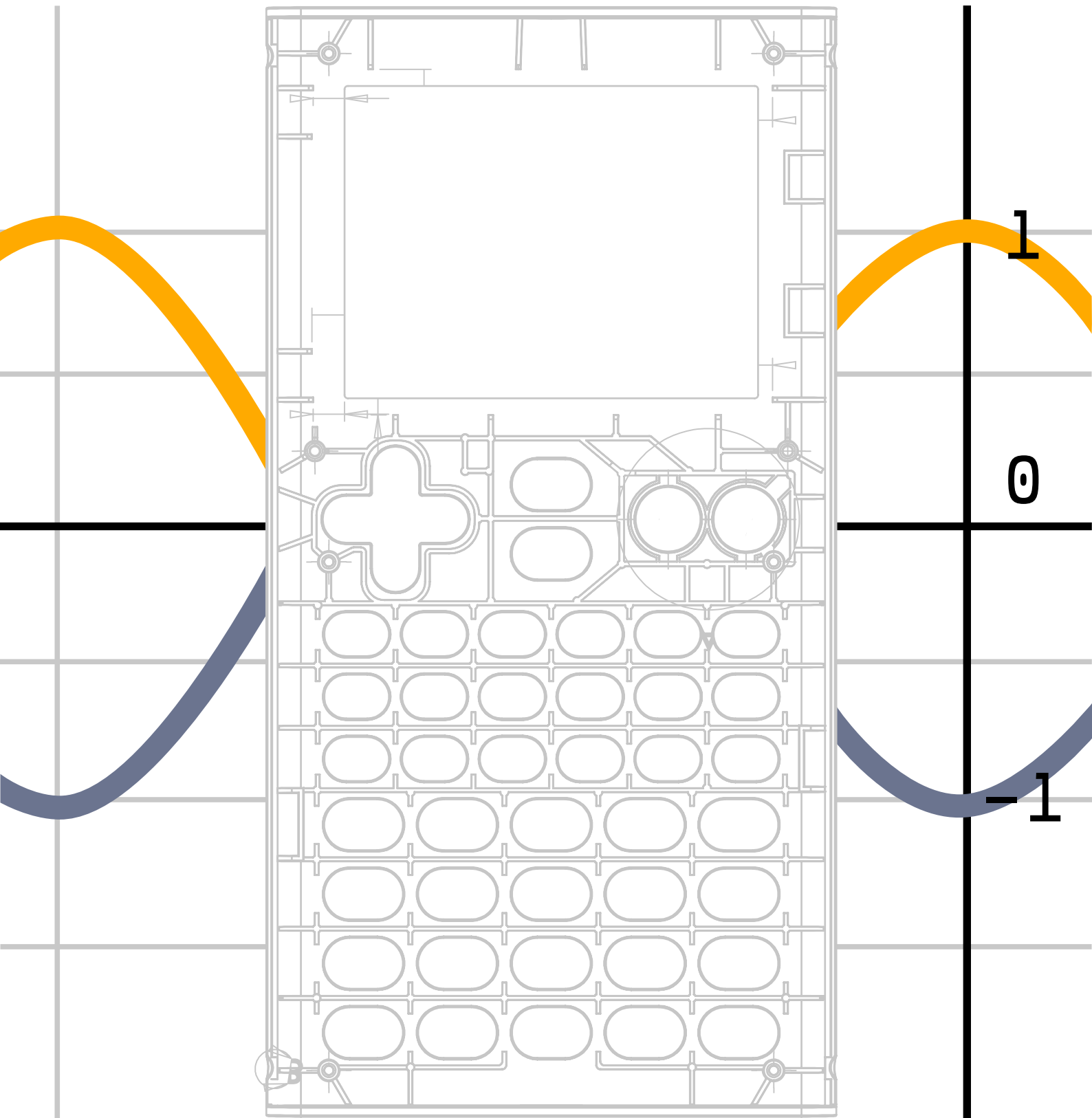


# NUMWORKS

Gebruikershandleiding



# Inhoudsopgave

<b>1</b>	<b>Rekenen</b>	<b>7</b>
1.1	De rekenen-app gebruiken . . . . .	7
1.1.1	Een berekening uitvoeren . . . . .	7
1.1.2	Het resultaat van de direct voorafgaande berekening gebruiken . . . . .	7
1.1.3	Een element uit de berekeningsgeschiedenis gebruiken . . . . .	8
1.1.4	Een regel in de geschiedenis verwijderen . . . . .	8
1.2	Aanvullende resultaten op een berekening weergeven . . . . .	8
1.3	Het uitvoeren van berekeningen met complexe getallen . . . . .	9
1.3.1	De complexe notatie van de resultaten kiezen . . . . .	9
1.3.2	Absolute waarde, argument, reëel deel, imaginair deel, geconjugeerde . . . . .	9
1.4	Berekeningen met matrices uitvoeren . . . . .	10
1.4.1	Een matrix typen . . . . .	10
1.4.2	Berekeningen uitvoeren . . . . .	10
1.4.3	Inverse, determinant, getransponeerde, spoor, grootte . . . . .	11
1.5	Berekeningen uitvoeren met lijsten . . . . .	11
1.5.1	Een lijst creëren . . . . .	11
1.5.2	Een lijst opslaan in een variabele . . . . .	12
1.5.3	Een element oproepen . . . . .	12
1.5.4	Berekeningen doen met lijsten . . . . .	12
1.5.5	Statistische berekeningen doen met lijsten . . . . .	13
1.5.6	Andere bewerkingen uitvoeren op lijsten . . . . .	13
1.6	Berekeningen met eenheden uitvoeren . . . . .	14
1.6.1	Een berekening met eenheden en constanten typen . . . . .	14
1.6.2	Eenheden omzetten . . . . .	14
<b>2</b>	<b>Functies</b>	<b>15</b>
2.1	Aan de slag . . . . .	15
2.1.1	De grafiek van een functie tekenen . . . . .	15

2.1.2	De waardentabel weergeven . . . . .	15
2.2	Het tabblad Uitdrukkingen gebruiken . . . . .	16
2.2.1	Een element aan de lijst met uitdrukkingen toevoegen . . . . .	16
2.2.2	Bewerk een uitdrukking uit de lijst . . . . .	16
2.2.3	Het plot-interval van een functie wijzigen . . . . .	16
2.2.4	Punten plotten . . . . .	17
2.2.5	Inverse functies plotten . . . . .	17
2.2.6	Stuksgewijs gedefinieerde functies plotten . . . . .	17
2.2.7	Polaire- en Parametrische functies . . . . .	17
2.2.8	Ongelijkheden plotten . . . . .	18
2.2.9	Een element uit de lijst in- of uitschakelen . . . . .	18
2.2.10	Een element uit de lijst verwijderen . . . . .	18
2.2.11	Een element uit de lijst hernoemen . . . . .	19
2.2.12	Wijzig de kleur van een curve . . . . .	19
2.2.13	Extra informatie krijgen over een kegelsnede of een lijn . . . . .	19
2.3	Het tabblad Grafiek gebruiken . . . . .	19
2.3.1	Interessante punten weergeven . . . . .	19
2.3.2	De cursor in het grafiek-venster verplaatsen . . . . .	19
2.3.3	Het weergave-venster instellen . . . . .	20
2.3.4	De cursor naar een bepaald coördinaat-punt verplaatsen . . . . .	21
2.3.5	De waarde van het hellingsgetal weergeven . . . . .	21
2.3.6	Het Bereken-menu . . . . .	21
2.4	Het tabblad Tabel gebruiken . . . . .	23
2.4.1	Het interval in de waardentabel wijzigen . . . . .	23
2.4.2	Waarden van x in de tabel typen . . . . .	24
2.4.3	Alle tabelwaarden verwijderen . . . . .	24
2.4.4	Exacte resultaten weergeven . . . . .	24
2.4.5	De afgeleide functiewaarden weergeven . . . . .	25
<b>3</b>	<b>Python</b>	<b>26</b>
3.1	Scripts . . . . .	26
3.1.1	De lijst met scripts . . . . .	26
3.1.2	Een script uit de lijst toevoegen of verwijderen . . . . .	26
3.1.3	Een script hernoemen . . . . .	26
3.1.4	Een script bewerken . . . . .	27
3.1.5	Automatisch aanvullen . . . . .	27
3.1.6	Automatische import in de Python shell uitschakelen . . . . .	27
3.2	De shell . . . . .	28

3.3	Modules . . . . .	28
3.3.1	De math-module . . . . .	28
3.3.2	De cmath-module . . . . .	31
3.3.3	De matplotlib.pyplot-module . . . . .	31
3.3.4	De numpy module . . . . .	33
3.3.5	De turtle-module . . . . .	34
3.3.6	De random-module . . . . .	36
3.3.7	De kandinsky-module . . . . .	37
3.3.8	De ion-module . . . . .	37
3.3.9	De time-module . . . . .	37
3.4	De toolbox- en var-toets . . . . .	38
3.4.1	De var-toets . . . . .	38
3.4.2	De Toolbox-toets . . . . .	38
<b>4</b>	<b>Statistiek</b>	<b>39</b>
4.1	Aan de slag . . . . .	39
4.1.1	Je gegevens in de tabel invoeren . . . . .	39
4.1.2	Gegevens grafisch weergeven . . . . .	40
4.1.3	Statistische variabelen weergeven . . . . .	40
4.2	Het tabblad Gegevens gebruiken . . . . .	40
4.2.1	Een waarde uit de datatabel wissen . . . . .	40
4.2.2	Een frequentietabel wissen . . . . .	41
4.2.3	Een lijst met een formule genereren . . . . .	41
4.2.4	Lijst met waarden oplopend sorteren . . . . .	41
4.2.5	De kolom met absolute cumulatieve frequenties weergeven . . . . .	42
4.2.6	Een gegevensreeks verbergen . . . . .	42
4.3	Het tabblad Diagram gebruiken . . . . .	42
4.3.1	Een grafische voorstelling kiezen . . . . .	42
4.3.2	Histogram . . . . .	43
4.3.3	Boxplot . . . . .	43
4.3.4	Cumulatieve frequenties . . . . .	44
4.3.5	Normale verdeling (kwantiel-kwantiel diagram) . . . . .	44
4.4	Het tabblad Stats gebruiken . . . . .	44
<b>5</b>	<b>Kansrekenen</b>	<b>46</b>
5.1	Kansrekenen sectie . . . . .	46
5.1.1	Aan de slag . . . . .	46
5.1.2	De grenzen wijzigen . . . . .	49

INHOUDSOPGAVE	4
5.1.3 De inverse berekenen . . . . .	49
5.1.4 Berekenen van $\mu$ of $\sigma$ . . . . .	50
<b>6 Vergelijkingen applicatie</b>	<b>51</b>
6.1 Vergelijkingen . . . . .	51
6.1.1 Aan de slag . . . . .	51
6.1.2 Een stelsel van vergelijkingen oplossen . . . . .	52
<b>7 Rijen</b>	<b>53</b>
7.1 Aan de slag . . . . .	53
7.1.1 De grafiek van een rij plotten . . . . .	53
7.1.2 De waardentabel weergeven . . . . .	54
7.2 Het tabblad Rijen gebruiken . . . . .	54
7.2.1 Een rij aan de lijst toevoegen . . . . .	54
7.2.2 De uitdrukking van een rij bewerken . . . . .	54
7.2.3 Een rij in de lijst in- of uitschakelen . . . . .	54
7.2.4 De uitdrukking van een rij verwijderen . . . . .	55
7.2.5 Een rij uit de lijst verwijderen . . . . .	55
7.2.6 Het type rij wijzigen . . . . .	55
7.2.7 De uitdrukking van een recursieve rij invoeren . . . . .	56
7.2.8 Een eerste termindex wijzigen . . . . .	56
7.2.9 Wijzig de kleur van een rij . . . . .	56
7.3 Het tabblad Grafiek gebruiken . . . . .	57
7.3.1 De cursor in het grafiekvenster verplaatsen . . . . .	57
7.3.2 Het weergave-venster aanpassen . . . . .	57
7.3.3 De cursor naar een bepaald punt verplaatsen . . . . .	58
7.3.4 De som van de termen berekenen . . . . .	58
7.3.5 Een webgrafiek plotten . . . . .	59
7.4 Het tabblad Tabel gebruiken . . . . .	59
7.4.1 Het interval in de waardentabel wijzigen . . . . .	59
7.4.2 Waarden van $n$ in de tabel typen . . . . .	60
7.4.3 De somrij weergeven . . . . .	60
7.4.4 Alle tabelwaarden verwijderen . . . . .	60
<b>8 Regressie</b>	<b>61</b>
8.1 Aan de slag . . . . .	61
8.1.1 Gegevens in de tabel invoeren . . . . .	61
8.1.2 Een puntenwolk weergeven . . . . .	61
8.1.3 Een regressiemodel weergeven . . . . .	61

8.1.4	Statistische waarden weergeven . . . . .	62
8.2	Het tabblad Gegevens gebruiken . . . . .	62
8.2.1	Een waarde uit de datatabel wissen . . . . .	62
8.2.2	Een kolom van de tabel wissen . . . . .	62
8.2.3	Een lijst genereren met een formule . . . . .	63
8.2.4	Lijst met waarden oplopend sorteren . . . . .	63
8.2.5	Het regressiemodel wijzigen . . . . .	63
8.3	Het Grafiek tabblad gebruiken . . . . .	64
8.3.1	De cursor verplaatsen in het grafiekvenster . . . . .	64
8.3.2	Het weergave-venster instellen . . . . .	64
8.3.3	Regressie menu . . . . .	65
8.3.4	Het regressiemodel wijzigen . . . . .	66
8.4	Het tabblad Stats gebruiken . . . . .	67
<b>9</b>	<b>Instellingen</b>	<b>69</b>
9.1	Hoekmaat . . . . .	69
9.2	Resultaat formaat . . . . .	69
9.3	Schrijfformaat . . . . .	70
9.4	Complex formaat . . . . .	70
9.5	Helderheid . . . . .	70
9.6	Python lettergrootte . . . . .	70
9.7	Taal . . . . .	70
9.8	Land . . . . .	70
9.9	Examenstand . . . . .	70
9.9.1	De examenstand activeren . . . . .	70
9.9.2	Wat gebeurt er als de examenstand wordt geactiveerd? . . . . .	71
9.9.3	De examenstand deactiveren . . . . .	71
9.10	Over deze rekenmachine . . . . .	72
9.11	Reset de rekenmachine . . . . .	72
<b>10</b>	<b>Variabelen</b>	<b>73</b>
10.1	De var-toets . . . . .	73
10.1.1	Een variabele opslaan . . . . .	73
10.1.2	Opgeslagen variabelen gebruiken . . . . .	75
<b>11</b>	<b>Toolbox</b>	<b>76</b>
11.1	Differentiaalrekening . . . . .	76
11.2	Complexe getallen . . . . .	77
11.3	Kansrekenen . . . . .	77

11.3.1 Combinatoriek . . . . .	77
11.3.2 Kansverdelingen . . . . .	78
11.3.3 Aselect . . . . .	79
11.4 Eenheden en constanten . . . . .	80
11.5 Matrices en vectoren . . . . .	80
11.5.1 Matrix . . . . .	80
11.5.2 Vectoren . . . . .	80
11.6 Lijsten . . . . .	81
11.7 Rekenkunde . . . . .	82
11.8 Goniometrie . . . . .	82
11.8.1 Hyperbolisch . . . . .	82
11.8.2 Geavanceerd . . . . .	83
11.9 Decimale getallen . . . . .	83
11.10 Logica . . . . .	83

# Hoofdstuk 1

## Rekenen

### 1.1 De rekenen-app gebruiken

#### 1.1.1 Een berekening uitvoeren

1. Wanneer je de **Rekenen** applicatie kiest bevindt de cursor zich in de bewerkingsbalk onderaan het scherm. Voer je berekening in deze bewerkingsbalk in.
2. Druk op de **(EXE)** toets om de berekening uit te voeren.

Wanneer een berekening is uitgevoerd wordt deze onderaan de berekeningsgeschiedenis weergegeven. In de betreffende geschiedenis-regel zie je links de berekening die je hebt ingevoerd en rechts het resultaat. Het exacte resultaat wordt in het zwart weergegeven, terwijl het decimale resultaat in het grijs wordt weergegeven.

Invoer met decimale getallen geeft ook exacte resultaten. Selecteer met behulp van de richtingstoetsen het decimale resultaat om ook het exacte resultaat weer te geven.

Voor een betere leesbaarheid wordt het resultaat van een berekening met een decimaal getal altijd in decimale vorm gegeven:  $0.1 + 0.3$  geeft  $0.4$ , terwijl  $\frac{1}{10} + \frac{3}{10}$  geeft  $\frac{2}{5}$ .

#### 1.1.2 Het resultaat van de direct voorafgaande berekening gebruiken

Je kunt het exacte resultaat van de berekening die je zojuist hebt uitgevoerd gebruiken in de uitdrukking van een nieuwe berekening. Druk hiervoor op **(Ans)**. De uitdrukking **Ans** wordt dan weergegeven in de bewerkingsregel en vertegenwoordigt het resultaat van de vorige berekening. Je kunt op dit resultaat wiskundige bewerkingen uitvoeren.

Het is ook mogelijk om direct een bewerking uit te voeren op het meest recente resultaat door op een bewerkingstoets te drukken. Er kan bijvoorbeeld 5 aan het laatste resultaat worden toegevoegd door op **(+)** en vervolgens **(5)** te drukken. De bewerkingsbalk toont vervolgens **Ans+5**.



De NumWorks rekenmachine heeft maar één min-toets. Bij het drukken op de  $\ominus$  verschijnt  $-$  en bij twee keer drukken op  $\ominus$  verschijnt **Ans-**.

### 1.1.3 Een element uit de berekeningsgeschiedenis gebruiken

Om een vorig resultaat of een uitdrukking (van een reeds uitgevoerde berekening) naar de bewerkingsbalk te kopiëren selecteer je met de richtingtoetsen het element dat je wilt gebruiken (exact of bij benadering) en druk op  $\odot$ . Het element wordt vervolgens weergegeven in de bewerkingsbalk onderin het scherm.

### 1.1.4 Een regel in de geschiedenis verwijderen

Om een regel in de geschiedenis te verwijderen gebruik je de richtingtoetsen om een item uit deze regel te selecteren en druk je op  $\text{clear} \frac{\%}{\text{CE}}$ .

Om de hele geschiedenis te wissen, selecteer je een item in de geschiedenis met de richtingtoetsen en gebruik je de **clear** functie ( $\text{shift}$  en vervolgens  $\text{clear} \frac{\%}{\text{CE}}$ ).

## 1.2 Aanvullende resultaten op een berekening weergeven

In de berekeningsgeschiedenis is het mogelijk om aanvullende informatie over het resultaat van bepaalde berekeningen te tonen. Als je naar een berekening gaat en er verschijnen drie puntjes rechts van de berekening, dan zijn er aanvullende resultaten beschikbaar. Selecteer de drie puntjes en druk op  $\odot$  om de aanvullende resultaten weer te geven.

- Wanneer het resultaat een geheel getal is, geeft de rekenmachine de volgende aanvullende resultaten: wetenschappelijke notatie, decimale vorm, hexadecimale vorm, binaire vorm en ontbinding in factoren(indien relevant).
- Wanneer het resultaat een breuk is, geeft de rekenmachine de volgende aanvullende resultaten: gemengde breuk en geheeltallige deling van de teller door de noemer.
- Wanneer het resultaat of de invoer **sin(x)** of **cos(x)** is, geeft de rekenmachine de volgende aanvullende resultaten: hoek (in graden & radialen), waarde van de cosinus, sinus en tangens en een voorstelling van de goniometrische cirkel.
- Wanneer het resultaat een complex getal is, geeft de rekenmachine de volgende aanvullende resultaten: absolute waarde, argument, reëel deel, imaginair deel en een voorstelling in het complexe vlak.
- Wanneer het resultaat een matrix is, geeft de rekenmachine (indien mogelijk) de volgende aanvullende resultaten: de determinant, de inverse, het spoor, de echelonvorm en de gereduceerde echelonvorm van de matrix.

- Wanneer het resultaat een eenheid bevat, geeft de rekenmachine de volgende aanvullende resultaten: resultaten in gemeenschappelijke eenheden (bijvoorbeeld in uren, minuten en seconden voor tijdseenheden), resultaten in SI-eenheden.
- Wanneer het resultaat een vector is, geeft de rekenmachine de volgende aanvullende resultaten: een grafische voorstelling, de magnitude, de overeenkomstige eenheidsvector en de hoek met de positieve x-as.
- Wanneer het resultaat de uitkomst van een basisfunctie is, geeft de rekenmachine de volgende aanvullende resultaten: een grafische weergave van de curve van de basisfunctie, het punt op de kromme en de vergelijking van de kromme.

## 1.3 Het uitvoeren van berekeningen met complexe getallen

### 1.3.1 De complexe notatie van de resultaten kiezen

Met de NumWorks rekenmachine is het mogelijk om zowel complexe als reële getallen te berekenen. De resultaten kunnen in drie verschillende vormen worden weergegeven:

1. Algebraïsch: de berekening van  $\sqrt{-1}$  geeft het resultaat  $i$
2. Polair: de berekening van  $\sqrt{-1}$  geeft het resultaat  $e^{1.570796*i}$
3. Reëel: de berekening van  $\sqrt{-1}$  geeft het resultaat “unreal”

In de polaire notatie wordt de hoek in de exponentiële vorm altijd gegeven in radialen, zelfs als de rekenmachine ingesteld staat op graden.

Volg de volgende stappen om de notatie te kiezen:

1. Druk op de knop om naar het startscherm te gaan.
2. Selecteer de **Instellingen** applicatie met de richtingtoetsen.
3. Druk op de  knop om de app te openen.
4. Kies **Complex formaat**.
5. Selecteer de gewenste notatie.

### 1.3.2 Absolute waarde, argument, reëel deel, imaginair deel, geconjugeerde

Je kunt deze waarden berekenen met behulp van de sneltoetsen die beschikbaar zijn in het gedeelte **Complexe getallen** van het menu **Toolbox** waartoe je toegang hebt als je op de toets  drukt.

Je kunt de functies waarmee deze waarden worden berekend ook handmatig invoeren. In de volgende lijst staan de syntaxen van de corresponderende functies:

- Absolute waarde: **abs(z)**
- Argument: **arg(z)**
- Reëel deel: **re(z)**
- Imaginair deel: **im(z)**
- Geconjugeerde: **conj(z)**

## 1.4 Berekeningen met matrices uitvoeren

### 1.4.1 Een matrix typen

Om een matrix te typen in de bewerkingsbalk onderaan het scherm, gebruik je de haakjes [ en ], toegankelijk door op **(shift)** te drukken en vervolgens op **(<sup>1</sup>e<sup>x</sup>A)** of **(<sup>1</sup>ln<sup>B</sup>)**.

Typ bijvoorbeeld **[[1,0][0,1]]** om een 2 x 2 eenheidsmatrix in te voeren:

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Wanneer je op **(OK)** drukt, zie je je matrix met de juiste opmaak in de berekeningsgeschiedenis verschijnen.

Het kan nuttig zijn om matrices in variabelen op te slaan. Om dit te doen, voer je je matrix in en gebruik je de functie **sto** → (door op **(shift)** te drukken en vervolgens op **(sto→F<sup>x</sup>)**). Typ vervolgens de naam van de gewenste variabele en druk op **(EXE)**. Bijvoorbeeld, om de eerder genoemde 2 x 2 eenheidsmatrix in variabele M1 op te slaan, typ je **[[1,0][0,1]]**. → **M1** en druk je vervolgens op **(EXE)**.

Om een hoofdletter te maken druk je op **(shift)** en vervolgens op **(ALPHA/alpha)** en druk je op de toets met de gewenste letter.

### 1.4.2 Berekeningen uitvoeren

Je kunt berekeningen tussen verschillende matrices uitvoeren:

- Optellen van twee matrices: **M1+M2**
- Aftrekken van twee matrices: **M1-M2**
- Vermenigvuldigen van twee matrices (matrixproduct): **M1\*M2**.

Je kunt ook berekeningen uitvoeren tussen een getal en een matrix:

- Vermenigvuldigen van een matrix met een scalair: **4\*M1**
- Macht van een matrix: **M1^5**
- Inverse van een matrix: **M1^(-1)**

### 1.4.3 Inverse, determinant, getransponeerde, spoor, grootte

Je kunt deze waarden berekenen met behulp van de sneltoetsen die beschikbaar zijn in het gedeelte **Matrix** van het menu **Toolbox** waartoe je toegang hebt als je op de toets  drukt.





Je kunt de functies waarmee deze waarden worden berekend ook handmatig invoeren. In de volgende lijst staan de syntaxen van de corresponderende functies:

- Inverse: `inverse(M)`
- Determinant: `det(M)`
- Getransponeerde: `transpose(M)`
- Spoor: `trace(M)`
- Grootte: `dim(M)`

## 1.5 Berekeningen uitvoeren met lijsten

### 1.5.1 Een lijst creëren

Er bestaan drie manieren om een lijst van waarden te creëren:

- Eerste optie: met het Toolbox menu
  1. Met de knop  kan het Toolbox menu worden geopend in de Rekenen applicatie.
  2. Gebruik de toetsen   om de sectie **Lijsten** te selecteren.
  3. Kies de optie **Nieuwe lijst**.
  4. Voer de waarden van de lijst in met het numerieke toetsenbord van de rekenmachine.
  5. Druk op de toets  voor het invoeren van een komma tussen de verschillende waarden uit de lijst.

Het is ook mogelijk om een lijst te genereren met behulp van een functie.

1. Vanuit de sectie **Lijsten** van de Toolbox kan de optie **{f(k)}** geselecteerd worden.
  2. Voer de gewenste functie in.
  3. Voer vervolgens de bovengrens in. Bijvoorbeeld, **k 5** geeft de mogelijkheid om een lijst van 5 waarden te maken die de ingevoerde functie gebruikt.
- Tweede optie: creëer een lijst met de hand.

1. In de Rekenen applicatie kan via de toetsen  $\text{shift}$  en  $\text{log}$  een accolade worden geopend waarna een lijst kan worden ingevoerd.
2. Het invoeren van waarden in deze lijst kan vervolgens met het numerieke toetsenbord en met de toets  $\text{}$  kunnen de waarden van elkaar worden gescheiden.
3. Het einde van de lijst kan worden aangegeven door via  $\text{shift}$  en  $\text{}$  de accolade te sluiten.

- Derde optie: de gegevensreeksen

Lijsten worden automatisch aangemaakt of gewijzigd wanneer waarden zijn toegevoegd aan de gegevensreeksen in de tabbladen **Gegevens** van de applicaties **Statistiek** (lijsten N1, V1, ...) en **Regressie** (lijsten X1, Y1, ...).

### 1.5.2 Een lijst opslaan in een variabele

Het is mogelijk een lijst in een variabele op te slaan en deze vervolgens te openen met het menu  $\text{copy}$   $\text{var}$ .

1. Creëer een lijst.
2. Druk op  $\text{shift}$ .
3. Druk op  $\text{sto} \rightarrow \text{F}$   $\text{x}^{\text{y}}$ : een pijltje verschijnt in de bewerkingsbalk.
4. Voer de naam van de gewenste variabele in, bijvoorbeeld **L** door te drukken op  $\text{ALPHA}$   $\text{alpha}$  en vervolgens  $\text{x}^2$ .
5. Bevestig door te drukken op  $\text{EXE}$ .

Om hoofdletters te gebruiken dient eerst op  $\text{shift}$  en vervolgens op  $\text{ALPHA}$   $\text{alpha}$  gedrukt te worden alvorens de knop te gebruiken die bij de gewenste letter hoort.

### 1.5.3 Een element oproepen

Een element van een lijst kan worden opgeroepen door haakjes te gebruiken. Alle lijsten worden geïndexeerd vanaf 1. Dus om het vierde element van de lijst **L** op te roepen, typ je **L(4)**.

### 1.5.4 Berekeningen doen met lijsten

Het is mogelijk om verschillende soorten berekeningen te doen met lijsten. Bijvoorbeeld, als de lijst **L** is gedefinieerd kunnen we:

- Een waarde optellen bij elk element uit de lijst:  $L+2$
- Een waarde aftrekken van elk element uit de lijst:  $L-2$
- Elke waarde uit de lijst vermenigvuldigen met een waarde:  $L*2$
- Elke waarde uit de lijst delen door een waarde:  $L/2$

Bijvoorbeeld, als de lijsten **L** en **R** zijn gedefinieerd kunnen we:


- De waarden van beide lijsten, term voor term, bij elkaar optellen:  $L+R$
- De waarden van beide lijsten, term voor term, van elkaar aftrekken:  $L-R$
- De waarden van beide lijsten, term voor term, met elkaar vermenigvuldigen:  $L*R$
- De waarden van beide lijsten, term voor term, door elkaar te delen:  $L/R$

### 1.5.5 Statistische berekeningen doen met lijsten

De volgende statistische gegevens kunnen worden berekend voor een lijst:

- Gemiddelde: **Mean**(L)
- Standaardafwijking: **stddev**(L)
- Steekproef standaardafwijking: **samplestddev**(L)
- Mediaan: **med**(L)
- Variance: **var**(L)

Om deze berekeningen te verrichten:

1. Druk op  om het Toolbox menu te openen.
2. Selecteer **Lijsten** en vervolgens **Statistiek**.
3. Kies de gewenste functie.


### 1.5.6 Andere bewerkingen uitvoeren op lijsten

De volgende berekeningen kunnen worden uitgevoerd op lijsten:

- Lengte van een lijst: **dim**(L)
- Minimum: **min**(L)

- Maximum: **max(L)**
- Sorteer de lijst: **sort(L)**
- Sommatie van elementen: **sum(L)**
- Product van elementen: **prod(L)**




Om deze bewerkingen uit te voeren:

1. Druk op  om het Toolbox menu te openen.
2. Selecteer **Lijsten** en vervolgens **Bewerkingen**.
3. Kies de gewenste functie.


## 1.6 Berekeningen met eenheden uitvoeren

### 1.6.1 Een berekening met eenheden en constanten typen

Je kunt een berekening uitvoeren met behulp van eenheden en constanten. De afkortingen hiervan kunnen terug gevonden worden in de toolbox () onder **Eenheden en constanten**. Ook is het mogelijk om de afkortingen handmatig in te voeren als je weet welke afkorting bij de eenheid of constante hoort. Dit kan door op  te drukken en vervolgens de afkorting in te typen met behulp van de alpha knoppen.

Om de alfabetische modus van het toetsenbord te vergrendelen, druk twee keer op . Hierdoor is het niet nodig om voor het typen van elke letter de  knop in te drukken. Druk één keer op  om de alpha modus te verlaten.

### 1.6.2 Eenheden omzetten

Om eenheden om te zetten, gebruik je de pijl op het toetsenbord die toegankelijk is via  en vervolgens . Om bijvoorbeeld 185 minuten naar uren om te zetten, typ je: **185min→h**.



Het is ook mogelijk om **a→b** in de toolbox te gebruiken.

## Hoofdstuk 2

# Functionies

### 2.1 Aan de slag

#### 2.1.1 De grafiek van een functie tekenen


1. Wanneer de **Functionies** app wordt geopend, kan de gewenste functie worden ingevoerd met het toetsenbord. De bewerkingsbalk verschijnt onderin het scherm. Druk op  voor het invoeren van de variabele  $x$  in de uitdrukking van de functie.
2. Bevestig door op  te drukken.
3. Selecteer vervolgens de **Grafiek plotten** toets onder aan het scherm of het tabblad **Grafiek** boven aan het scherm.

Je bevindt je nu in het tabblad **Grafiek** en je grafiek is geplot. Je kunt de cursor op de grafiek bewegen met behulp van de richtingtoetsen en de coördinaten van het punt onderin het scherm aflezen.

Om het optiemenu te openen van de grafiek waarop de cursor zich bevindt, druk je op .

#### 2.1.2 De waardentabel weergeven

De waardentabel voor de functie is te vinden in het tabblad **Tabel**. Er zijn twee manieren om er toegang toe te krijgen.

- Eerste optie: vanaf het tabblad **Uitdrukkingen**.
  1. Als je je op het tabblad **Uitdrukkingen** bevindt, selecteer je de knop **Waarden weergeven** onder aan het scherm.
  2. Bevestig door op  te drukken.



De waardentabel wordt nu weergegeven.


- Tweede optie: vanaf een willekeurig tabblad
  1. Selecteer het tabblad **Tabel** bovenaan het scherm.
  2. Bevestig door op  te drukken.

De waardentabel wordt nu weergegeven.

## 2.2 Het tabblad Uitdrukkingen gebruiken

### 2.2.1 Een element aan de lijst met uitdrukkingen toevoegen

Je kunt meerdere soorten elementen aan de lijst met uitdrukkingen toevoegen: functies, ongelijkheden, polaire krommen, kegelsneden, ...

1. Selecteer de cel **Element toevoegen** onderaan de lijst met elementen.
2. Bevestig door op  te drukken en kies het type uitdrukking die ingevoerd moet worden.

Er verschijnt een nieuw element in de lijst. Je kunt de uitdrukking ervan direct typen met het toetsenbord.

Je kunt ook een functie maken vanuit de Rekenen applicatie. Zie de sectie Variabelen.


### 2.2.2 Bewerk een uitdrukking uit de lijst

Je kunt een uitdrukking uit de lijst wijzigen door deze te markeren en op  te drukken. De uitdrukking kan nu bewerkt worden.

Gebruik voor samengestelde functies de naam van de bestaande functie in de functie-uitdrukking. Een voorbeeld van een uitdrukking die ingevoerd kan worden:  $\cos(f(x))$ .

### 2.2.3 Het plot-interval van een functie wijzigen

Je kunt het domein van een functie wijzigen.

1. Selecteer het vakje met drie puntjes rechts van de desbetreffende functie in de lijst.
2. Klik op  om het optiemenu voor deze functie te openen.

3. Selecteer de optie **Domein** en druk op **OK**.
4. Bewerk de waarden en klik op **Bevestig**.

### 2.2.4 Punten plotten

Gebruik de template **Punt** of voeg een uitdrukking toe in de vorm  $(2, 3)$  om een punt te plotten.

Gebruik de template **Lijst van punten** of voeg een uitdrukking toe in de vorm  $\{(2, 3), (3, 5)\}$  om een lijst met punten te plotten.

Het is ook mogelijk om een lijst met punten te plotten door gebruik te maken van een opgeslagen lijst of dataset uit de **Regressie** applicatie.  $(X1, Y1)$  zal bijvoorbeeld de punten plotten door de lijsten **X1** en **Y1** te gebruiken uit de Regressie applicatie.

### 2.2.5 Inverse functies plotten

Een inverse functie toe voegen kan door een uitdrukking toe te voegen die een functie is van  $y$ . Bijvoorbeeld  $x = \sin(y)$

Het is ook mogelijk om de inverse van een functie die al gedefinieerd is, grafisch weer te geven. Bijvoorbeeld als  $f(x)$  is gedefinieerd, is het mogelijk om de inverse grafisch weer te geven door de uitdrukking  $x = f(y)$  toe te voegen.

### 2.2.6 Stuksgewijs gedefinieerde functies plotten

Om een stuksgewijs gedefinieerde functie te plotten kan er gebruik gemaakt worden van het template **Stuksgewijs gedefinieerde functie**. In dit template kunnen de gewenste uitdrukkingen en domeinen ingevuld worden.

Logische functies kunnen gebruikt worden in het domein veld van een stuksgewijs gedefinieerde functie. Deze zijn te vinden in de **Logica** sectie van de **Toolbox**.

### 2.2.7 Polaire- en Parametrische functies







De uitdrukking van een poolkromme dient het  $\theta$ -symbool te bevatten, deze kan getypt worden met de toets  $x, n, t$ .

De uitdrukking van een parametrische kromme moet worden getypt als een kolomvector van grootte 2. De eerste coëfficiënt is de uitdrukking van  $\mathbf{x}(t)$  terwijl de tweede de uitdrukking van  $\mathbf{y}(t)$  is.

Voorbeelden van uitdrukkingen zijn beschikbaar in de pop-up die verschijnt wanneer de cel **Element toevoegen** wordt geselecteerd.

### 2.2.8 Ongelijkheden plotten




Voeg een ongelijkheid toe door het template **Ongelijkheid** te kiezen en vul vervolgens de gewenste uitdrukking in. Het is ook mogelijk om een ongelijkheid toe te voegen door de volgende symbolen te gebruiken:

- Kleiner dan,  $<$ :  en vervolgens 
- Groter dan,  $>$ :  en vervolgens 
- Kleiner dan of gelijk aan,  $\leq$ : Open de  en selecteer
- Groter dan of gelijk aan,  $\geq$ : Open de  en selecteer

Het “kleiner / groter dan of gelijk aan” symbool kan ook ingevoerd worden door eerst het  $< / >$  symbool in te voeren en vervolgens het  $=$  symbool.

### 2.2.9 Een element uit de lijst in- of uitschakelen

Een uitgeschakeld element verschijnt in het grijs in de lijst met elementen. Je kunt de uitdrukking ervan nog steeds bewerken, maar de grafiek en de waardentabel worden niet weergegeven in de tabbladen **Grafiek** en **Tabel**.

1. Om een element uit te schakelen, selecteer je het vakje met drie puntjes rechts van de desbetreffende uitdrukking in de lijst.
2. Druk op  om het optiemenu voor deze uitdrukking te openen.
3. Selecteer de optie **Toon het element** en druk op  om de status van de uitdrukking te wijzigen.
4. Keer terug naar de uitdrukkingenlijst door op  te drukken.

Dezelfde procedure kan gebruikt worden om het element te heractiveren.

### 2.2.10 Een element uit de lijst verwijderen

1. Selecteer de uitdrukking van het element die je wilt verwijderen.
2. Druk op de toets .



Het element verdwijnt vervolgens uit de lijst.

### 2.2.11 Een element uit de lijst hernoemen

Het is mogelijk om de naam van een uitdrukking te wijzigen. Selecteer hiervoor de desbetreffende uitdrukking en druk op  om vervolgens vanuit de bewerkingsbalk de naam aan te passen.


### 2.2.12 Wijzig de kleur van een curve

Bij het creëren van een nieuw element wordt deze automatisch een kleur toegewezen. Deze kleur kan echter veranderd worden.

1. Selecteer het vakje met de drie puntjes rechts van de uitdrukking.
2. Bevestig door op de  toets te drukken en het optiemenu te openen.
3. Selecteer de optie **Kleur** en druk op de  toets.
4. Kies de gewenste kleur voor de uitdrukking.

### 2.2.13 Extra informatie krijgen over een kegelsnede of een lijn

Voor kegelsnede- of lijnuitdrukkingen is het mogelijk de parameters (excentriciteit, ...) die horen bij een kegelsnede of de herleide vergelijking van een lijn te raadplegen.

1. Selecteer het vakje met de drie puntjes rechts van de kegelsnede of lijnuitdrukking.
2. Bevestig door op de  toets te drukken en het optiemenu te openen.
3. Kies **Details** om extra informatie over de kegelsnede of lijn te verkrijgen.

## 2.3 Het tabblad Grafiek gebruiken



### 2.3.1 Interessante punten weergeven

Wanneer je de grafiek van een uitdrukking voor het eerst bekijkt, toont de geselecteerde curve automatisch **interessante punten** in het zwart. Interessante punten zijn onder andere maxima, minima, nulpunten en snijpunten.

### 2.3.2 De cursor in het grafiek-venster verplaatsen

Je kunt de cursor verplaatsen met behulp van de richtingtoetsen:

-  / : Beweeg de cursor op de curve naar links of naar rechts

-  / : Verplaats de cursor naar een curve boven of onder de curve waarop je je bevindt.

Wanneer je de cursor over de curve beweegt dan springt deze automatisch naar interessante punten en de legenda geeft aan wat voor soort punt dit is.

### 2.3.3 Het weergave-venster instellen

Om de instellingen van het weergave-venster te openen, selecteer je één van de opties onder het tabblad **Grafiek** en druk je op .

Je kunt kiezen uit drie opties: **Auto**, **Assen** en **Navigeren**.

Wanneer je in het grafiek-venster bent kun je op de toetsen  en  drukken om in/uit te zoomen.

#### Auto

Kies **Auto** om de automatische instelling van het grafiekvenster te gebruiken. Het venster past zich vervolgens aan de verschillende weergegeven functies aan en probeert de opmerkelijke punten van de verschillende curven weer te geven. Wanneer deze instelling staat ingeschakeld dan wordt het bolletje rechts van de naam geel aangevinkt. De instelling wordt automatisch gedeactiveerd wanneer het venster wordt gewijzigd, hetzij door een andere instelling te gebruiken, hetzij door het verplaatsen van het venster door de cursor over een curve te bewegen.

Voor het uitschakelen van deze instelling moet het gele bolletje uitgezet worden. Bijvoorbeeld wanneer je een nieuwe functie wilt toevoegen in hetzelfde venster. Daarvoor selecteer je **Auto** en druk je op . Het venster blijft dan hetzelfde en past zich niet langer aan bij het toevoegen of verwijderen van een functie.


#### Assen

In **Assen** kunnen de waarden van **Xmin**, **Xmax**, **Ymin** en **Ymax** ingevoerd worden die het gewenste weergave-venster bepalen. Bevestig door de knop **Bevestig** te selecteren en op  te drukken.

Als de grafiek geen gelijke assen heeft, verschijnt er een  $\neq$  symbool rechts van de **Assen** instelling om aan te geven dat de grafiek geen gelijke assen heeft. Een knop verschijnt vervolgens in de **Assen** instelling om de assen van de grafiek gelijk te maken.

#### Navigeren

Kies **Navigeren** voor toegang tot de interactieve venterinstelling op volledig scherm:

-  /  /  / : beweeg het venster

- $\oplus$  /  $\ominus$ : zoom in/zoom uit

### 2.3.4 De cursor naar een bepaald coördinaat-punt verplaatsen

1. Wanneer de cursor op de curve van de functie staat waarvoor je een bepaald coördinaat zoekt, druk je op  $\text{OK}$  of  $\text{paste}$ . Het is ook mogelijk om het **Bereken** menu te openen via de balk onder de tabbladen bovenin het scherm.
2. Het menu met plotopties wordt geopend, selecteer **x** of **y** en druk op  $\text{OK}$ .
3. Voer de x-coördinaat of y-coördinaat in van het punt waarnaar je de cursor wilt verplaatsen.
4. Bevestig de invoer door op  $\text{OK}$  te klikken.

De cursor staat nu op het gewenste punt.

Je kunt ook direct op het toetsenbord de waarde van het x-coördinaat intypen om de cursor naar het gewenste punt te brengen.

Via het **Vinden** menu kun je het origineel vinden.

### 2.3.5 De waarde van het hellingsgetal weergeven

Je kunt de waarde van het hellingsgetal in een balk onder aan het scherm weergeven.




1. Wanneer de cursor op een willekeurige curve staat, druk op  $\text{OK}$  of  $\text{paste}$ . Het is ook mogelijk om het **Bereken** menu te openen via de balk onder de tabbladen bovenin het scherm.
2. Het menu met plotopties wordt geopend. Selecteer **Opties** en druk op  $\text{OK}$ .
3. Selecteer **Hellingsgetal** en druk op  $\text{OK}$  om de instelling in te schakelen.
4. Druk op  $\text{↵}$  om terug te keren naar het weergave-venster van de grafiek. De waarde van het hellingsgetal verschijnt in de balk onder aan het scherm.

Doe hetzelfde als je de weergave van het hellingsgetal uit wilt schakelen.

### 2.3.6 Het Bereken-menu

Het Bereken-menu maakt het mogelijk om snijpunten, minima, maxima en nulpunten te identificeren, integralen en oppervlaktes tussen functies te berekenen en raaklijnen te tekenen met hun vergelijking. Daarnaast kun je de waarde van x vinden als y gegeven is.

Het Bereken-menu openen:

1. Wanneer de cursor zich op een bepaalde kromme bevindt, druk op  of . Het is ook mogelijk om het **Bereken** menu te openen via de balk onder de tabbladen bovenin het scherm.
2. Het menu met de plotopties wordt geopend. Selecteer **Vinden** en druk op .

### Origineel

Gebruik de functie **Origineel** onder **Vinden** in het Bereken-menu om het origineel (de X-waarde) te vinden van een bepaalde Y-waarde. Vul de gewenste Y-waarde in en **Bevestig**. De cursor bevindt zich nu op het origineel van de gewenste Y-waarde. Als er meerdere originelen bestaan voor de ingevulde Y-waarde, dan kunnen deze worden weergegeven door deze punten te selecteren met de   knoppen.

Houd er rekening mee dat het origineel zich binnen het ingestelde venster moet bevinden.

### Snijpunt

De cursor gaat automatisch naar een punt waar de kromme snijdt met een andere kromme. Om van snijpunt naar snijpunt te springen binnen het venster, gebruik je de richtingtoetsen.

### Maximum / Minimum

De cursor gaat automatisch naar een lokaal maximum / minimum van de functie. Om van maximum / minimum naar maximum / minimum binnen het venster te springen, gebruik je de richtingtoetsen.




### Nulpunten

De cursor gaat automatisch naar een punt waar de functie verdwijnt. Om binnen het venster van nul naar nul te springen, gebruik je de richtingtoetsen.

### Raaklijn

Je observeert de raaklijn van de curve op een punt. De vergelijking wordt gegeven in de legenda onderaan het scherm. Je kunt de richtingtoetsen gebruiken om andere raaklijnen te tekenen of typ direct de x-coördinaat van de raaklijn op het toetsenbord.

## Integraal

1. Onder aan het beeldscherm word je gevraagd de ondergrens te selecteren. Gebruik hiervoor de toetsen ◀ en ▶ om de cursor op de ondergrens te plaatsen. Bevestig met . Je kunt de waarde van  $x$  ook direct typen met het toetsenbord.
2. Selecteer nu op dezelfde manier de bovengrens. Bevestig met . Je kunt teruggaan naar de vorige stap door op de ⏮ te drukken. Je wordt dan gevraagd om de ondergrens opnieuw te selecteren.
3. De waarde van de integraal die je wilt berekenen wordt weergegeven in de weergavebalk onderaan het scherm. Om een nieuwe integraal te berekenen druk je op ⏮. Om de modus **Integraal** te verlaten, druk je op .

## Oppervlakte tussen functies

Als er meer dan één functie geplot is kun je de oppervlakte tussen deze curves berekenen:

1. Selecteer **Oppervlakte tussen functies** en druk op .
2. Nu keer je terug naar het grafiekvenster. Selecteer de ondergrens door de ◀▶ knoppen te gebruiken of type de waarde van de ondergrens in op het toetsenbord. Druk op  om de selectie te bevestigen.
3. Selecteer nu op dezelfde manier de bovengrens. De ondergrens is aan te passen door op de ⏮ knop te drukken, hierdoor ga je een stap terug.
4. De waarde van het gebied tussen de twee curven wordt getoond in de legenda onderin het scherm. Druk op de toets +toets-terug+ om een nieuwe berekening uit te voeren.

## 2.4 Het tabblad Tabel gebruiken

### 2.4.1 Het interval in de waardentabel wijzigen

Je kunt de waardentabel automatisch invullen met waarden van  $x$  in een interval naar keuze. Er zijn twee manieren om dit te doen.


- Eerste optie

1. Selecteer **Bepaal het interval** in het tabblad **Tabel** en bevestig door op  te drukken.





2. Je komt bij de instellingen om het bereik van de waarden van  $x$  te specificeren. Voer de waarden van **X begin** en **X einde** in met de numerieke toetsen van het toetsenbord en voer vervolgens de stapgrootte tussen elke waarde van  $x$  in.
  3. Selecteer de knop **Bevestig** en druk op . De nieuwe tabel geeft nu het zojuist opgegeven interval weer.
- De tweede optie
    1. Selecteer de cel **x** boven aan de eerste kolom van de tabel en druk op .
    2. Het optiemenu voor de kolom **x** wordt geopend. Selecteer **Bepaal het interval** en druk op .
    3. Je komt bij de instellingen om het bereik van de waarden van  $x$  te specificeren. Voer de waarden van **X begin** en **X einde** in met de numerieke toetsen van het toetsenbord en voer vervolgens de stapgrootte tussen elke waarde van  $x$  in.
    4. Selecteer de knop **Bevestig** en druk op . De nieuwe tabel geeft nu het zojuist opgegeven interval weer.

#### 2.4.2 Waarden van $x$ in de tabel typen


Wanneer je een cel selecteert uit de eerste kolom van de tabel (**Kolom x**), kun je handmatig een waarde van  $x$  intypen met behulp van de numerieke toetsen op het toetsenbord. Zodra je je waarde in de cel hebt ingevoerd, bevestig je door op  te drukken. Je kunt een rij uit de tabel verwijderen door deze te selecteren en op  te drukken.

#### 2.4.3 Alle tabelwaarden verwijderen

1. Selecteer de cel **x** bovenaan de eerste kolom van de tabel en druk op .
2. Selecteer **Verwijder kolom** en druk op .
3. Er verschijnt een lege waardentabel op het scherm. Je kunt nu handmatig of automatisch waarden invoeren in de kolom **x**.




#### 2.4.4 Exacte resultaten weergeven


Exacte resultaten van een uitdrukking kunnen worden weergegeven in plaats van decimale resultaten:

1. Selecteer **Exacte resultaten** in het tabblad **Tabel**
2. Bevestig dit door op de toets  te drukken. De tabel geeft nu exacte waarden weer.

### 2.4.5 De afgeleide functiewaarden weergeven

Je kunt de kolom van de afgeleide functie in de tabel weergeven.

1. Selecteer de naam van de functie en druk op .
2. Selecteer **Afgeleide functie kolom** en druk op . Je hebt zojuist de weergave van de kolom van de afgeleide functie geactiveerd.
3. Druk op  om terug te keren naar de tabel. De kolom van de afgeleide functie verschijnt naast de door jou geselecteerde functie.

Om de kolom van de afgeleide functie te verbergen, doe je hetzelfde of selecteer je de naam van de afgeleide functie en druk je op  om de opties van deze kolom te openen en niet meer weer te geven.

## Hoofdstuk 3

# Python

De versie van Python die beschikbaar is op je NumWorks rekenmachine is MicroPython 1.17, compatibel met Python 3.4.


### 3.1 Scripts

#### 3.1.1 De lijst met scripts

Wanneer je de Python applicatie opent, zie je de lijst met reeds opgeslagen scripts. Wanneer je de applicatie voor het eerst gebruikt, worden vier scripts als voorbeeld gedefinieerd: `squares.py`, `parabola.py`, `mandelbrot.py` en `polynomial.py`.

#### 3.1.2 Een script uit de lijst toevoegen of verwijderen

Je kunt maximaal acht scripts toevoegen in de lijst.

1. Selecteer de cel **Script toevoegen** onderaan de lijst met scripts.
2. Bevestig door op  te drukken.





Er verschijnt een nieuw script in de lijst. Je kunt nu een naam voor dit script invoeren. Om een script te verwijderen, selecteer je de drie puntjes rechts van de scriptnaam en druk je op . Kies **Verwijder script** en druk op .


#### 3.1.3 Een script hernoemen


Om een scriptnaam te wijzigen, selecteer je het opties-symbool naast de scriptnaam en druk je op . Kies **Hernoem script** en druk op . Je kunt nu de naam van het script wijzigen.








### 3.1.4 Een script bewerken

Om een script te schrijven, selecteer je de naam van het script en druk je op . De editor opent en je kunt nu een programma schrijven.

Om een alfabetisch teken in te voeren (oranje markering op het toetsenbord), druk je op de toets  en vervolgens op de letter die je wilt weergeven. Voor hoofdletters druk je bovendien op de  toets voordat je de gewenste letter toevoegt. Om het toetsenbord in alfabetische modus te vergrendelen, druk je tweemaal op de toets  en druk je op  om te wisselen tussen kleine letters en hoofdletters.







Om het schrijven te vergemakkelijken druk je op . Een menu opent en toont enkele sneltoetsen om het bewerken te vergemakkelijken. Het menu **Herhalingen en testen** biedt voorgedefinieerde blokken voor **For**, **If** en **While** commando's, en geeft ook een reeks andere **Conditie's**.

Het menu **Catalogus** geeft een overzicht van de functies die in Python aanwezig zijn en geeft een korte beschrijving ervan. Je kunt ook de toets  gebruiken om de lijst met functies die in je scripts zijn gedefinieerd en de beschikbare variabelen weer te geven.

Als je een deel van een tekst wilt kopiëren en plakken, selecteer je de te kopiëren tekens door de toets  ingedrukt te houden en  of  te gebruiken. Druk vervolgens op  en vervolgens op  om de selectie te kopiëren. Druk op  en dan op  om de gekopieerde selectie te plakken.

### 3.1.5 Automatisch aanvullen

De script bewerker heeft een **automatisch aanvullen** functionaliteit. Wanneer je begint met het typen van een woord dan geeft de applicatie een suggestie in het grijs.

- Om de suggestie te accepteren, druk op  of .
- Om de suggestie af te wijzen, druk op  of ga je gewoon door met het typen van het woord.
- Om een nieuwe suggestie te krijgen, druk op  of .
- Alle mogelijke suggesties voor de getypte letters staan in het menu van de  toets.

### 3.1.6 Automatische import in de Python shell uitschakelen

Automatische import is standaard ingeschakeld voor je scripts. Dit betekent dat het commando `from script_name import *` systematisch wordt ingevoerd wanneer de shell wordt geopend, zodat je de functies die je hebt gedefinieerd in de scripts, direct in de console kunt gebruiken.


Om de automatische import van een script uit te schakelen selecteer je de drie puntjes naast de scriptnaam en druk je op . Kies **Automatisch importeren in shell** en druk op

⊗ om de instelling te wijzigen. De schakelaar wordt grijs en het script zal niet meer automatisch in de shell geactiveerd worden.

## 3.2 De shell

Onderaan de lijst met scripts staat een knop **Python shell** die toegang geeft tot de interactieve shell van Python.

De drievoudige pijlen >>> vragen je om een commando in te voeren.


Je kunt de sneltoetsen in het  menu gebruiken om het invoeren van tekst te vergemakkelijken. Het menu van de  toets toont de lijst met functies en de beschikbare variabelen in de geïmporteerde scripts.

Om de uitvoering van een script te onderbreken, druk je op de toets  op het toetsenbord. Als het script vastzit in een oneindige loop, houd je  ingedrukt en herhaal je dit tot het script wordt onderbroken.

## 3.3 Modules

De modules die in deze versie van Python aanwezig zijn, zijn de **math**, **cmath**, **matplotlib.pyplot**, **turtle**, **random**, **kandinsky**, **ion** en **time** modules.

### 3.3.1 De math-module

Hier is de volledige beschrijving van de **math**-module. Je kunt deze lijst op je rekenmachine krijgen door op  te drukken en naar **Modules** en vervolgens **math** te gaan.

**e** De constante **e=2,718281828459045**.

**pi** De constante **pi=3,141592653589793**.

**sqrt(x)** Vierkantswortel, typ **sqrt(x)** voor  $\sqrt{x}$ .

**pow(x,y)** Macht, typ **pow(x,y)** voor  $x^y$ .

**exp(x)** Exponentieel, typ **exp(x)** voor  $e^x$ .

**expm1(x)** Exponentieel min 1, typ **expm1(x)** voor  $e^x - 1$ .

**log(x)** Natuurlijk logaritme: **log(x)** berekent  $\ln(x)$ .

**log2(x)** Logaritme met grondtal 2, typ **log2(x)** voor  $\frac{\ln(x)}{\ln(2)}$ .

**log10(x)** Briggs logaritme, typ **log10(x)** voor  $\frac{\ln(x)}{\ln(10)} = \log(x)$ .

**cosh(x)** Cosinus hyperbolicus.

**sinh(x)** Sinus hyperbolicus.

**tanh(x)** Tangens hyperbolicus.

**acosh(x)** Inverse van cosinus hyperbolicus.

**asinh(x)** Inverse van sinus hyperbolicus.

**atanh(x)** Inverse van tangens hyperbolicus.

**cos(x)** Cosinus in radialen.

**sin(x)** Sinus in radialen.

**tan(x)** Tangens in radialen.

**acos(x)** Arccosinus.

**asin(x)** Arcsinus.

**atan(x)** Arctangens.

**atan2(y,x)** Typ **atan2(y,x)** om  $\text{atan}(\text{frac}y{x})$  te berekenen.

**ceil(x)** Afronden naar boven.

**copysign(x,y)** Geeft als resultaat **x** met het teken **y**, bijvoorbeeld **copysign(3,-1)=-3**.

**fabs(x)** Absolute waarde, **fabs(x)** geeft  $|x|$ .

**factorial(n)** De faculteit, **factorial(n)** geeft  $n!$ .

**floor(x)** Afronden naar beneden, typ **floor(x)** om  $\lfloor x \rfloor$  te berekenen.

**fmod(a,b)** **fmod(a,b)** geeft  $a$  modulo  $b$ .

**frexp(x)** Mantissa en exponent van **x**: bijvoorbeeld, **frexp(10)** geeft (0,625,4) omdat  $10 = 0.625 \times 2^4$ .

**gcd(a,b)** Grootste Gemene Deler van **a** en **b**.

**ldexp(x,i)** Inverse van **frexp(x)**, dat is  $x \times 2^i$ .

**modf(x)** Fractionele en gehele delen, bijvoorbeeld **modf(5.1)**=(0.1,5.0).

**isfinite(x)** Controleert of **x** eindig is.

**isinf(x)** Controleert of **x** oneindig is.

**isnan(x)** Controleert of **x** NaN is (staat voor Not a Number).

**trunc(x)** Geeft als resultaat **x** afgeknot tot een geheel getal, bijvoorbeeld **trunc(6.7)**=6.

**radians(x)** Converteert **x** van graden naar radialen, bijvoorbeeld **radians(180)** geeft 3.141592653589793.

**degrees(x)** Converteert **x** van radialen naar graden, bijvoorbeeld **degrees(pi)** geeft 180.


**erf(x)** Foutfunctie,  $erf(x) = \frac{2}{\pi} \int_0^x e^{-t^2} dt$ .

**erfc(x)** Complementaire foutfunctie,  $erfc(x) = 1 - erf(x)$ .

**gamma(x)** Gammafunctie.

**lgamma(x)** Log-gamma,  $lgamma(x) = \ln(gamma(x))$ .

### 3.3.2 De cmath-module

Hier is de volledige beschrijving van de **cmath**-module. Je kunt deze lijst op je rekenmachine krijgen door op  te drukken en naar **Modules** en vervolgens **cmath** te gaan.

**e** De constante  $e=2,718281828459045$ .

**pi** De constante  $\pi=3,141592653589793$ .

**phase(z)** Fase van  $z$  in radialen, bijvoorbeeld **phase(1j)**=1,570796326794897.

**polar(z)** Representatie van  $z$  in poolcoördinaten: **polar(1j)** geeft (1,0, 1,570796326794897).

**rect(z)** Representatie van  $z$  in cartesische coördinaten: **rect(1,pi/4)** geeft 0,70710+0,70710j.

**exp(x)** Exponentiële functie, bijvoorbeeld **exp(i\*pi/4)** geeft 0,70710+0,70710j.


**log(x)** Natuurlijke logaritme, bijvoorbeeld **log(1j)** geeft 1.570796326794897j.

**sqrt(x)** Vierkantswortel.

**cos(x)** Cosinus.

**sin(x)** Sinus.

### 3.3.3 De matplotlib.pyplot-module

Hier is de volledige beschrijving van de **matplotlib.pyplot**-module. Je kunt deze lijst op je rekenmachine krijgen door op  te drukken en naar **Modules** en vervolgens **matplotlib.pyplot** te gaan.

**arrow(x,y,dx,dy)** Tekent een pijl van punt ( $x, y$ ) naar punt ( $x+dx, y+dy$ ). Het is mogelijk om een optioneel argument te plaatsen om de grootte van de pijl aan te passen door bijvoorbeeld **head\_width = 0.1** te schrijven. Een ander optioneel argument kan worden gebruikt om de kleur van de lijn te kiezen, bijvoorbeeld door **color="red"** te schrijven.



**axis(*xmin,xmax,ymin,ymax*)** Stelt het weergavevenster in op (*xmin*, *xmax*, *ymin*, *ymax*). De instructie **axis ()** retourneert de lijst met waarden voor de uiteinden van de assen. Bovendien verbergt **axis(öff)** of **axis(False)** de assen terwijl **axis(ön)** of **axis(True)** ze weergeeft. Om de assen te resetten met de automatische instellingen kan je de **axis(äuto)** instructie gebruiken.

**bar(*x,height,bin\_width,bottom*)** Tekent een staafdiagram uit de waarden in de *x*-lijst en de cijfers in de *height*-lijst. De laatste twee argumenten zijn optioneel. Met het argument *bin\_width* kun je de breedte aanpassen van de staven waarvan de standaardwaarde 0.8 is. Het *bottom* argument is de lijst met start ordinaten van de staven, standaard ingesteld op 0. Het is mogelijk om een optioneel argument te plaatsen om de kleur van de lijn te kiezen door bijvoorbeeld **color="red"** te schrijven.

**grid()** Geeft de roosterlijnen weer als deze verborgen waren of verbergt de roosterlijnen als deze werden weergegeven. Met de instructies **grid(True)** en **grid(False)** kunt u respectievelijk de roosterlijnen tonen of verbergen.

**hist(*x,bins*)** Tekent een histogram met de waarden uit de *x* lijst. Het tweede argument is optioneel. Als het tweede argument een integer is, wordt het aantal rechthoeken waaruit het histogram bestaat aangepast. Dit nummer is standaard op 10 ingesteld. Als het tweede argument een lijst is, kun je de klassen van het histogram kiezen. Bijvoorbeeld, als *bin* is **[0,1,3,5]**, dan zijn de klassen: **[0,1[**, **[1,3[** en **[3,5]**. Het is mogelijk om een optioneel argument te plaatsen om de kleur van de lijn te kiezen door bijvoorbeeld **color="red"** te schrijven.

**plot(*x,y*)** Tekent de *y* lijst ten opzichte van de *x* lijst. De punten (*x,y*) worden per segment gelinkt. Als slechts één *y* lijst is ingevoerd; de *x* wordt dan uitgezet als **[0,1,2,3...]**. Het **color** argument is optioneel. Hiermee kun je de kleur van de lijn kiezen.

**scatter(*x,y*)** Tekent een scatterplot op basis van (*x,y*) waarden. De argumenten van de functie kunnen nummers of lijsten van dezelfde lengte zijn. Het is mogelijk om een optioneel argument te plaatsen om de kleur van de lijn te kiezen door bijvoorbeeld **color="red"** te schrijven.

**show()** Tekent het figuur.

**text(*x,y,"text"*)** Geeft de tekst weer die als argument op de coördinaten (*x,y*) is geplaatst.

### 3.3.4 De numpy module

Hier is de volledige beschrijving van de **numpy**-module. Je kunt deze lijst op je rekenmachine krijgen door op  te drukken en naar **Modules** en vervolgens **numpy** te gaan.

**array(list)** Maakt een array vanuit een lijst.

**arange(start,stop)** Geeft als resultaat een array van gehele getallen van **start** tot **stop-1**.

**concatenate((a,b))** Geeft een array als resultaat dat array **b** samenvoegt met array **a**.

**linspace(start,stop,n)** Geeft als resultaat een array van **n** waarden gelijkmatig verdeeld over het opgegeven interval.

**ones(n)** Geeft als resultaat een array van grootte **n** gevuld met enen.

**zeros(n)** Geeft als resultaat een array van grootte **n** gevuld met nullen.

**array.flatten()** Geeft als resultaat een kopie van een array die is samengevoegd in één dimensie.

**array.reshape((n,m))** Zet een array om naar een array van grootte **(n,m)**.

**array.shape** Geeft als resultaat de grootte van het array in de vorm **(n,m)**.

**array.tolist()** Zet een array om in een lijst.

**array.transpose()** Geeft als resultaat een getransponeerde array.

**argmax(a)** Geeft als resultaat de index van het maximum.

**argmin(a)** Geeft als resultaat de index van het minimum.

**dot(a,b)** Geeft als resultaat het scalair- of matrixproduct van twee arrays.

**cross(a,b)** Geeft als resultaat het kruisproduct van twee arrays.

**max(a)** Geeft als resultaat het maximum van de elementen.

**min(a)** Geeft als resultaat het minimum van de elementen.

**mean(a)** Geeft als resultaat het gemiddelde van de elementen.

**median(a)** Geeft als resultaat de mediaan van de elementen.

**polyfit(x,y,d)** Past een polynoomregressie van graad **d** toe op de punten **(x,y)**. Geeft als resultaat een vector van coëfficiënten die de kwadratische verschillen minimaliseert in de volgorde **d, d-1, ... 0**.

**polyval(p,x)** Evalueert de polynoom **p** op **x**.


**size(a)** Geeft als resultaat het aantal elementen in de array.

**sort(a)** Sorteert de array in oplopende volgorde.

**std(a)** Geeft als resultaat de standaardafwijking van de elementen.

**sum(a)** Geeft als resultaat de som van de elementen.

### 3.3.5 De turtle-module

Hier is de volledige beschrijving van de **turtle**-module. Je kunt deze lijst op je rekenmachine krijgen door op  te drukken en naar **Modules** en vervolgens **turtle** te gaan.

**forward(x)** Ga voorwaarts met **x** pixels.

**backward(x)** Ga achterwaarts met **x** pixels.

**right(a)** Sla rechtsaf met **a** graden.

**left(a)** Sla linksaf met **a** graden.

**goto(x,y)** Verplaats naar **(x,y)** coördinaten.

**setheading(a)** Zet de oriëntatie op **a** graden.

**circle(r)** Cirkel van straal **r** pixels.

**speed(x)** Tekensnelheid (**x** between 0 and 10).

**position()** Zet de huidige (**x,y**) locatie terug.

**heading()** Zet terug naar de standaard koers.

**pendown()** Zet de pen naar beneden (er wordt getekend bij bewegen).

**penup()** Zet de pen omhoog (er wordt niet getekend bij bewegen).

**pensize(x)** Stel de lijndikte in op **x** pixels.

**write("text")** Schrijft de tekst die als argument op de positie van de schildpad is geplaatst.

**isdown()** Geef **True** als de pen naar beneden is.

**reset()** Reset de tekening.

**showturtle()** Laat de schildpad zien.

**hideturtle()** Verberg de schildpad.

**color('c')** of **color(r,g,b)** Stel de kleur van de pen in.

**colormode(x)** **colormode (1.0)** schakelt de kleurmodus naar 1.0 en de kleuren moeten dan worden gedefinieerd door tupels van het type **(0.5,1.0,0.5)** terwijl **colormode (255)** de kleurmodus naar 255 verandert en de kleuren worden dan gedefinieerd door tupels van het type **(128,255,128)**. De kleurmodus is standaard 255.

**blue** Blauwe kleur.

**red** Rode kleur.

**green** Groene kleur.

**yellow** Gele kleur.

**brown** Bruine kleur.

**black** Zwarte kleur.

**white** Witte kleur.

**pink** Roze kleur.

**orange** Oranje kleur.

**purple** Paarse kleur.

**grey** Grijs kleur.

### 3.3.6 De random-module

Hier is de volledige beschrijving van de **random**-module. Je kunt deze lijst op je rekenmachine krijgen door op  te drukken en naar **Modules** en vervolgens **random** te gaan.

**getrandbits(k)** Geeft als resultaat een integer met **k** willekeurige bits.

**seed(x)** Initialiseer de willekeurige getallengenerator.

**randrange(start, stop)** Geeft als resultaat een willekeurig getal in **range(start, stop)**.


**randint(a, b)** Geeft als resultaat een integer in **[a, b]**.

**choice(list)** Geeft als resultaat een willekeurig getal in de lijst.

**random()** Geeft als resultaat een willekeurig zwevendekommagetal in **[0, 1[**.

**uniform(a, b)** Geeft als resultaat een willekeurig zwevendekommagetal in **[a, b]**.

### 3.3.7 De kandinsky-module

Hier is de volledige beschrijving van de **kandinsky**-module. Je kunt deze lijst op je rekenmachine krijgen door op  te drukken en naar **Modules** te gaan en vervolgens naar **kandinsky**.

**color(r,g,b)** Definieert de kleur uit de waarden van **r,g,b**. Je kunt ook eenvoudigweg een tuple gebruiken om een kleur te definiëren: **(r,g,b)**.

**get\_pixel(x,y)** Zet de pixel **x,y** kleur als een tuple **(r,g,b)**.

**set\_pixel(x,y,color)** Kleurt de pixel **x,y** van de **color** kleur.

**draw\_string(text,x,y,[color1],[color2])** Toont **text** van de pixel **x,y**. De argumenten **color1** (tekstkleur) en **color2** (achtergrondkleur) zijn optioneel.

**fill\_rect(x,y,width,height,color)** Vult een rechthoek vanaf pixel **(x,y)** met de kleur **color**.


### 3.3.8 De ion-module

Hier is de volledige beschrijving van de ‘ion’-module. Je kunt deze lijst op je rekenmachine krijgen door op  te drukken en naar **Modules** en vervolgens **ion** te gaan.

**keydown(k)** Geeft **True** als de **k** toets in het argument is ingedrukt en **False** als dit niet het geval is.

De andere items in dit menu geven de syntaxis aan die wordt gebruikt om de toetsen op het toetsenbord te identificeren.

### 3.3.9 De time-module

Hier is de volledige beschrijving van de **time**-module. Je kunt deze lijst op je rekenmachine krijgen door op  te drukken en naar **Modules** en vervolgens **time** te gaan.


**monotonic()** Geeft de waarde van de klok op het moment dat de functie wordt opgeroepen.

**sleep(t)** Pauzeert de uitvoering voor **t** seconden.


## 3.4 De toolbox- en var-toets

### 3.4.1 De var-toets

In de script bewerker, de  toets geeft de beschikbare suggesties weer voor automatisch aanvullen.

In de uitvoeringsconsole, de  toets geeft een lijst van alle functies die gedefinieerd zijn in je geïmporteerde scripts (die geen error bevatten) evenals de overige beschikbare variabelen.

### 3.4.2 De Toolbox-toets

Het  menu bevat vier secties voor een snellere bewerking van je scripts.

**Herhalingen en testen** Bevat instructies voor **for**, **if** en **while** commando's, evenals overige **conditions**.

**Modules** Bevat de functies die beschikbaar zijn in de **math**, **cmath**, **matplotlib.pyplot**, **turtle**, **random** en **kandinsky** modules.

**Catalogus** Bevat de functies die in Python gebruikt kunnen worden, vooral die van de modules maar ook functies als **print()** en **input()**. Een alfabetische zoekopdracht met de letters van het toetsenbord is mogelijk.

**Functies** Bevat instructies voor het definiëren van een functie: **def-functie(argument):** en **return**.

## Hoofdstuk 4

# Statistiek

### 4.1 Aan de slag

#### 4.1.1 Je gegevens in de tabel invoeren

Wanneer je de **Statistiek**-app opent, kan je je data in een tabel met twee kolommen typen. Je kunt maximaal drie datatabellen toevoegen.

- In de eerste kolom (**Waarden**) voer je de waarden van je statistische gegevens in.
- In de tweede kolom (**Frequenties**) voer je de frequenties in die bij elke waarde in je dataset horen, d.w.z. het aantal keren dat elke waarde voorkomt.

Wanneer je de eerste kolom invult, wordt de tweede kolom automatisch ingevuld met de waarde 1. Dit betekent dat elk van de waarden in je statistische gegevens slechts één keer in de set verschijnt. Wijzig de frequenties in de tweede kolom als de waarden in je dataset meer dan eens voorkomen.

Bijvoorbeeld:

Laten we de volgende statistische gegevens nemen: 1, 1, 1, 2, 3, 3, 4, 5, 5.

Om deze statistische gegevens in de tabel in te voeren, ga je als volgt te werk.


Waarden V1	Frequenties N1
1	3
2	1
3	2
4	1
5	2

Je kunt de frequenties invoeren in de kolom **Frequenties**.



### 4.1.2 Gegevens grafisch weergeven

Zodra er gegevens in de kolommen van het tabblad **Gegevens** zijn ingevoerd, kunnen deze grafisch worden weergegeven.


1. Selecteer het tabblad **Diagram** boven aan het scherm.
2. Bevestig door op  te drukken.
3. Kies de gewenste grafische voorstelling.

Er kan gekozen worden tussen de volgende grafische voorstellingen:

- Histogram
- Boxplot
- Relatieve cumulatieve frequentiepolygoon
- Kwantiel-kwantiel diagram voor een normale verdeling

### 4.1.3 Statistische variabelen weergeven

Zodra er gegevens in de kolommen van het tabblad **Gegevens** zijn ingevoerd, kunnen de bijbehorende statistische variabelen worden weergegeven: gemiddelde, standaardafwijking, mediaan,...

1. Selecteer het tabblad **Stats** bovenaan het scherm.
2. Bevestig door op  te drukken.

Het overzicht met statistische variabelen wordt nu weergegeven.

## 4.2 Het tabblad Gegevens gebruiken



### 4.2.1 Een waarde uit de datatabel wissen

Een rij uit de tabel verwijderen kan simpelweg door een cel in die rij te selecteren en op  te drukken.




De inhoud van een cel wijzigen kan door deze te selecteren en een nieuwe waarde in te voeren met het toetsenbord.

### 4.2.2 Een frequentietabel wissen

Een frequentietabel kan worden gewist (beide kolommen Waarden en Frequenties).



1. Selecteer de naam van de te wissen frequentietabel (bijvoorbeeld V1). Bevestig door op  te drukken.
2. Het menu met kolomopties wordt geopend. Selecteer **Tabel V1/N1 wissen** en bevestig met .


Door dezelfde procedure voor de kolom met frequenties (bijvoorbeeld N1) te gebruiken kunnen alle frequenties opnieuw ingesteld worden op 1.

Het is ook mogelijk om de frequentietabel te wissen door op  en dan  te drukken. Of door de naam van de kolom V1 te selecteren en vervolgens op  te drukken.

### 4.2.3 Een lijst met een formule genereren

Een kolom van de frequentietabel vullen kan met behulp van een formule.

1. Selecteer de naam van de kolom, bijvoorbeeld **Frequenties N2**, die je wilt vullen. Bevestig door op  te drukken.
2. Het menu met kolomopties wordt geopend. Selecteer **Vul met een formule** en bevestig met .
3. Kies een voorbeeld formule uit de pop-up lijst die verschijnt, of gebruik de optie **Leeg** om handmatig een formule te creëren.
4. Het is ook mogelijk om een formule te maken die de naam van een andere kolom gebruikt. Bijvoorbeeld, het is mogelijk om de formule **X1/2** in te voeren zodat kolom **Y1** wordt gevuld met de waarden van **X1** gedeeld door 2.

Hoofdletters kunnen worden ingevoerd door op  te drukken, dan op  en vervolgens op de hoofdletter die weergegeven moet worden.

De formule kan bewerkt worden door de optie **Vul met een formule** nog een keer te selecteren.




### 4.2.4 Lijst met waarden oplopend sorteren

Het is mogelijk om een lijst van de tabel oplopend te sorteren. Deze sortering heeft ook effect op de waarden in de bijbehorende kolom (Waarden of Frequenties).

Om te sorteren selecteer je de naam van de kolom die je wilt sorteren. Druk op  om de kolomopties te openen. Selecteer in de kolomopties **Sorteren** en bevestig met .




### 4.2.5 De kolom met absolute cumulatieve frequenties weergeven

Er kan ook een kolom worden getoond met de absolute cumulatieve frequenties van een gegevensreeks.

1. Selecteer de naam van één van de kolommen van de gegevensreeks waarvoor de cumulatieve frequenties weergegeven moeten worden en druk op .
2. Het kolomopties menu wordt geopend. Selecteer **Cumulatieve frequenties** en druk op  om de schakel om te zetten.
3. Druk nu op  om terug te keren naar de frequentietabel en observeer de waarden in de kolom CF.

### 4.2.6 Een gegevensreeks verbergen

Het is mogelijk om een gegevensreeks te verbergen zodat de gegevens niet worden weergegeven in de tabbladen **Diagram** en **Stats**.


1. Selecteer de naam van één van de kolommen van de gegevensreeks die verborgen moeten worden en druk op .
2. Het kolomopties menu wordt geopend. Selecteer **Cumulatieve frequenties** en druk op  om de schakel om te zetten.
3. Druk nu op  om terug te keren naar de frequentietabel. De gedesactiveerde gegevensreeks wordt nu in het grijs weergegeven.

Om de gegevensreeks te heractiveren kan dezelfde procedure worden gevolgd en de schakel naar de andere kant worden omgezet.

## 4.3 Het tabblad Diagram gebruiken

### 4.3.1 Een grafische voorstelling kiezen

De ingevoerde gegevens kunnen op meerdere manieren visueel worden weergegeven. Om een voorstelling te kiezen:

1. Gebruik de navigatietoetsen om het tabblad **Diagram** bovenin het scherm te selecteren.
2. Bevestig door op  te drukken.
3. Kies vervolgens het gewenste type diagram.

Wanneer er eenmaal een keuze is gemaakt, kan er gewisseld worden van voorstelling door de optie **Type** te gebruiken die beschikbaar is onder de tabbladen balk.

### 4.3.2 Histogram

#### De cursor verplaatsen over het histogram

Wanneer het type **Histogram** is gekozen, kunnen de frequenties en relatieve frequenties in de balk onderin het scherm voor elke kolom afgelezen worden. De intervallen die door de kolommen worden aangegeven, worden ook getoond.

Om de selectie naar een andere kolom in het histogram te verplaatsen, gebruik je de toetsen ◀ en ▶.

Om naar een andere dataset te gaan, gebruik je de toetsen ▲ en ▼.

#### De parameters van het histogram instellen

De breedte van de histogram-kolom (klassenbreedte) en de startwaarde van de dataset kunnen aangepast worden.

1. Druk op Ⓚ of selecteer de optie **Instellingen** onder de tabbladen balk.
2. Het menu met de histograminstellingen wordt geopend. Voer de waarden voor de breedte van de kolom en de startwaarde van de set in. Bevestig door **Bevestig** te selecteren en de toets Ⓚ in te drukken.

### 4.3.3 Boxplot

#### De cursor verplaatsen over de boxplot

Wanneer het type **Boxplot** is gekozen, kunnen de statistische variabelen van de boxplot afgelezen worden:




- Minimum
- Eerste kwartiel
- Mediaan
- Derde kwartiel
- Maximum

Om de cursor te verplaatsen, gebruik je de toetsen ◀ en ▶.

Om naar een andere dataset te gaan, gebruik je de toetsen ▲ en ▼.

### De uitschieters weergeven

Standaard worden uitschieters niet getoond in de boxplot weergave. Om ze te activeren:

1. Selecteer de optie **Instellingen** onder de tabbladen balk en druk op .
2. Het instellingenmenu wordt geopend en de optie **Uitschieters weergeven** is geselecteerd.
3. Druk op  om de uitschieters te activeren.
4. Druk op  om terug te keren naar de grafiek.

#### 4.3.4 Cumulatieve frequenties

Wanneer de relatieve cumulatieve frequentiepolygoon is gekozen, kunnen de relatieve cumulatieve frequenties worden afgelezen in de legenda onderin het scherm.

Gebruik de toetsen  en  om over de verschillende waarden te lopen.


Gebruik de toetsen  en  om van gegevensreeks te veranderen.

Voer een waarde in bij het bekijken van de relatieve cumulatieve frequentiepolygoon en spring naar dat punt in de grafiek.

#### 4.3.5 Normale verdeling (kwantiel-kwantiel diagram)

Wanneer gekozen wordt voor het uitzetten van een kwantiel-kwantiel diagram voor een normale verdeling, toont de legenda onderin het scherm de verwachte Z-score voor elke waarde.

Het diagram toont ook de lijn  $y = \frac{x - \mu}{\sigma}$ .

Gebruik de toetsen  en  om over de verschillende waarden te lopen.

Gebruik de toetsen  en  om van gegevensreeks te veranderen.

### 4.4 Het tabblad Stats gebruiken

Het tabblad **Stats** geeft de statistische variabelen weer die zijn berekend met behulp van de gegevens in het tabblad **Gegevens**:

- Totale frequentie
- Minimum
- Maximum
- Spreidingsbreedte

- Gemiddelde (dit is het rekenkundig gemiddelde)
- Standaardafwijking (van de populatie)
- Variantie
- Eerste kwartiel
- Derde kwartiel
- Mediaan
- Interkwartielafstand
- Som
- Som van de kwadraten
- Steekproef standaardafwijking
- Steekproef variantie
- Modus en de frequentie van de modus

## Hoofdstuk 5

# Kansrekenen

### 5.1 Kansrekenen sectie

Met deze app kun je verschillende kansverdelingen bestuderen, zoals binomiaal, normaal of exponentieel. Voer de parameters van de verdeling in en krijg de bijbehorende kansen. Het is georganiseerd in drie stappen:

1. Keuze van de kansverdeling: selecteer de kansverdeling die je wenst uit te voeren voor je kansberekeningen. De normale verdeling bijvoorbeeld.
2. Keuze van de parameters: typ de waarden van de parameters van de kansdichtheid: de standaardafwijking en het gemiddelde bijvoorbeeld.
3. Bereken de kans: definieer de grenzen en bereken de overeenkomstige kans of voer het omgekeerde uit door een kanswaarde te typen om de waarde van de overeenkomstige grens te berekenen.

Zodra je een keuze hebt gemaakt en naar de volgende stap bent gegaan, kun je teruggaan naar de vorige stap door op de ⬅ te drukken.

#### 5.1.1 Aan de slag

##### Eerste stap: Kies de kansverdeling

Selecteer de gewenste kansverdeling met de richtingtoetsen. Bevestig vervolgens door op ⓧ te drukken om naar de volgende stap te gaan.

Je hebt de keuze tussen zes continue verdelingen en vier discrete verdelingen.

Continue verdelingen:

- Uniforme verdeling
- Exponentiële verdeling

- Normale verdeling
- Chi-kwadraatverdeling
- Studentverdeling
- Fisher's F-verdeling

Discrete verdelingen:

- Binomiale verdeling
- Geometrische verdeling
- Hypergeometrische verdeling
- Poissonverdeling

### **Tweede stap: bepaal de parameters**

Typ de waarde van de parameter(s) en selecteer vervolgens **Next** en druk op  om naar de volgende stap te gaan.

Onderaan het scherm zie je een beschrijving van de gevraagde parameters.

In de onderstaande tabel worden de gevraagde parameters voor iedere verdeling beschreven.

#### **Binomiaal**

- $(n, p)$ : aantal proeven en kans op succes
- (natuurlijk getal, reëel getal in  $[0, 1]$ )

#### **Uniform**

- $(a, b)$ : grenzen van het interval
- (reëel getal, reëel getal)

#### **Exponentieel**

- $\lambda$ : parameter
- positief reëel getal



**Normaal**

- $(\mu, \sigma)$ : gemiddelde en standaardafwijking...
- (reëel getal, positief reëel getal)

**Chi-kwadraat**

- $k$ : vrijheidsgraden
- positief geheel getal

**Student**

- $k$ : vrijheidsgraden
- positief reëel getal

**Geometrisch**

- $p$ : kans op succes
- reëel getal in  $]0, 1]$

**Hypergeometric**

- $N$ : totale populatie
- $K$ : aantal elementen met de eigenschap
- $n$ : steekproefomvang

**Poisson**

- $\lambda$ : parameter
- positief reëel getal

**Fisher's F-verdeling**

- $(d1, d2)$ : vrijheidsgraden van de teller en van de noemer
- (positief reëel getal, positief reëel getal)

**Derde stap: bereken de kans****Een kans berekenen**

1. Selecteer de begrenzing waarin je je waarde wilt invoeren.
2. Typ de waarde.
3. Bevestig door op  $\odot$  te drukken.

Je kunt nu het resultaat van de kansberekening aflezen.

**5.1.2 De grenzen wijzigen**

Je kunt het type grenzen voor je kansberekeningen wijzigen:

- $X \leq a$
- $a \leq X$
- $a \leq X \leq b$
- $X = a$

De laatste optie betreft alleen discrete verdelingen.

Volg hiervoor de onderstaande instructies.

1. Selecteer het pictogram **Type begrenzing** links boven in het scherm en druk op  $\odot$ .
2. De verschillende keuzes worden zichtbaar. Kies het gewenste grenstype en bevestig dit door op  $\odot$  te drukken.

Je hebt het type begrenzing voor de berekening van je kansen gewijzigd.

**5.1.3 De inverse berekenen**

Je kunt  $a$  berekenen in  $P(a \leq X) = p$  uit een gegeven  $p$  kanswaarde.

1. Selecteer het veld waarin de kanswaarde zich bevindt.
2. Typ je waarde.
3. Bevestig door op  $\odot$  te drukken.

De rekenmachine zal de waarde van  $a$  weergeven.

#### 5.1.4 Berekenen van $\mu$ of $\sigma$

Het is mogelijk om de waarde van  $\mu$  of  $\sigma$  te berekenen van een normale kansverdeling. Om dit te doen, laat je de te berekenen waarde ( $\mu$  of  $\sigma$ ) leeg in de tweede stap en voer je de overige waarden in. De rekenmachine geeft vervolgens de opgevraagde waarde onder de grafische weergave van de normale verdeling.

## Hoofdstuk 6

# Vergelijkingen applicatie



Met deze app kun je vergelijkingen en lineaire stelsels oplossen. Dit kan in een exacte of benaderde vorm.

### 6.1 Vergelijkingen



#### 6.1.1 Aan de slag

##### Een vergelijking invoeren

Zodra de app geopend is kan er meteen een vergelijking ingetypt worden. Druk op  om een menu te openen met daarin verschillende vergelijkingstemplates, deze kunnen vervolgens gewijzigd worden.

Je kunt elke willekeurige kleine letter als onbekend gebruiken: druk op  en vervolgens op een letter om deze in te voeren of druk op de toets  om de letter x in te voeren.

Bevestig door op  te drukken zodra de vergelijking is ingevoerd.

Om het = teken in te voeren, druk op  en vervolgens op . Als je bevestigt zonder een = teken in je vergelijking te zetten, wordt deze automatisch toegevoegd.

##### Oplossingen van vergelijkingen

Om de oplossingen van de vergelijking te krijgen, selecteer de knop **Vergelijking oplossen** onderaan het scherm en druk op .

##### Tweede- en derdegraadsvergelijkingen

Als de ingevoerde vergelijking een tweede- of derdegraadsvergelijking is, worden de oplossingen automatisch in een exacte vorm gegeven.

De tabel geeft ook de waarde van de discriminant weer.

### Normale gevallen

Over het algemeen worden oplossingen numeriek berekend en wordt de waarde ervan benaderd.

Wanneer je op de knop **Vergelijking oplossen** drukt, vraagt de applicatie om een interval in te stellen waarin de oplossing wordt gezocht.

Stel de waarden van **Xmin** en **Xmax** in en druk op de knop **Vergelijking oplossen**.

Als er te veel oplossingen zijn dan geeft de rekenmachine alleen de eerste tien weer.

### 6.1.2 Een stelsel van vergelijkingen oplossen

#### Een stelsel van vergelijkingen invoeren

Om een stelsel in te voeren, ga je op dezelfde manier te werk. Als je een tweede vergelijking toevoegt, toont de app de vergelijkingen als een stelsel.

Je kunt opnieuw elke kleine letter als onbekend gebruiken.

Er kunnen maximaal 6 vergelijkingen worden toegevoegd.

#### Oplossingen van stelsels

De applicatie lost lineaire stelsels op met reële of complexe coëfficiënten.

Om de oplossingen te krijgen, selecteer de knop **Stelsel oplossen** onder aan het scherm en druk op .

De applicatie geeft vervolgens de oplossingen in exacte vorm. Ook wordt er aangegeven als er een oneindig aantal oplossingen zijn of als er geen oplossing is.

Wanneer een lineair stelsel oneindig veel oplossingen heeft, geeft de rekenmachine de **Geparametriseerde vorm** van de oplossingen.

## Hoofdstuk 7

# Rijen

### 7.1 Aan de slag

#### 7.1.1 De grafiek van een rij plotten


1. Wanneer je de **Rijen**-app opent, selecteer je de cel **Rij toevoegen** en bevestig je met .
2. Kies het type uitdrukking dat je wilt invoeren: directe formule van de rij (op basis van  $n$ ), recursief eerste orde (uitdrukking op basis van de vorige term) of recursief tweede orde (uitdrukking op basis van de twee vorige termen).
3. Typ vervolgens de uitdrukking van de rij die je wilt plotten. Het veld voor het bewerken van de rij verschijnt onder aan het scherm. Om de variabele  $n$  te gebruiken binnen de uitdrukking van de rij, druk je op de toets . Om een recursieve formule te gebruiken, gebruik je de snelkoppelingen van het menu **Toolbox** door op  te drukken. In dit geval moet je de waarde van de eerste term van de rij aangeven.
4. Bevestig met .
5. Selecteer vervolgens de knop **Grafiek plotten** onder aan het scherm of het tabblad **Grafiek** boven aan het scherm.
6. Bevestig door op  te drukken.

Je bevindt je nu op het tabblad **Grafiek** en je grafiek is geplot. Je kunt de cursor verplaatsen met behulp van de richtingtoetsen en de coördinaten van de punten onderaan het scherm aflezen.


Om het optiemenu te openen van de grafiek waarop de cursor zich bevindt, druk je op .

### 7.1.2 De waardentabel weergeven

De waardentabel voor de functie is te vinden in het tabblad **Tabel**. Er zijn twee manieren om er toegang toe te krijgen.

- Eerste optie: van het tabblad **Rijen**.
  1. Als je je op het tabblad **Rijen** bevindt, selecteer je de optie **Waarden weergeven** onder aan het scherm.
  2. Bevestig door op  te drukken.

De waardentabel wordt dan weergegeven.


- Tweede optie: van een willekeurig tabblad
  1. Selecteer het tabblad **Tabel** bovenaan het scherm.
  2. Bevestig door op  te drukken.

De waardentabel wordt dan weergegeven.

## 7.2 Het tabblad Rijen gebruiken

### 7.2.1 Een rij aan de lijst toevoegen

Je kunt maximaal drie rijen in de lijst opnemen.

1. Selecteer de cel **Rij toevoegen** onder aan de lijst.
2. Bevestig door op  te drukken.

Kies vervolgens het type rij dat je wilt invoeren en typ de uitdrukking ervan.




### 7.2.2 De uitdrukking van een rij bewerken

Je kunt de uitdrukking van een rij in de lijst wijzigen door deze te markeren en op  te drukken

Het veld voor het bewerken van de rij wordt dan onderaan het scherm weergegeven.

### 7.2.3 Een rij in de lijst in- of uitschakelen

In de lijst verschijnt een uitgeschakelde rij in het grijs. Je kunt de uitdrukking ervan nog steeds bewerken, maar de grafiek en de waardentabel worden niet weergegeven in de tabbladen **Grafiek** en **Tabel**.

1. Om een rij uit te schakelen, selecteer je de naam van de rij in de lijst.
2. Bevestig door op  te drukken om het optiemenu voor deze rij te openen.
3. Selecteer de optie **Toon het element** en druk op  om de status van de reeks te wijzigen.
4. Keer terug naar de lijst met rijen door op  te drukken.

Dezelfde procedure geldt voor het heractiveren van de rij.


#### 7.2.4 De uitdrukking van een rij verwijderen

1. Selecteer de uitdrukking van de rij die je wilt verwijderen.
2. Druk op de toets .

De uitdrukking van de rij is gewist. Je kunt een nieuwe uitdrukking invoeren.

#### 7.2.5 Een rij uit de lijst verwijderen

Je kunt een rij permanent van de lijst verwijderen.



1. Selecteer de naam van de rij die uit de lijst moet worden verwijderd.
2. Druk op  om het optiemenu voor deze rij te openen.
3. Selecteer de optie **Rij verwijderen** en bevestig.

De rij verdwijnt uit de lijst.

Je kunt ook een rij uit de lijst verwijderen door de naam van de te verwijderen rij te selecteren en op  te drukken.

#### 7.2.6 Het type rij wijzigen

Je kunt het type uitdrukking van een rij kiezen: directe formule van de rij (gebaseerd op  $n$ ), recursief van eerste orde (uitdrukking gebaseerd op de vorige term) of recursief van tweede orde (uitdrukking gebaseerd op de twee vorige termen).

1. Selecteer de naam van de rij die je wilt wijzigen.
2. Druk op  om het optiemenu voor deze rij te openen.
3. Selecteer de optie **Rij type** en druk op .




4. Kies het gewenste type uitdrukking en bevestig door op  te drukken.

Het type van de rij is gewijzigd. Als je ervoor kiest om de rij te definiëren met een recursieve uitdrukking, moet je de eerste term opgeven.

Wanneer je het type van een rij wijzigt, wordt de eerder ingevoerde uitdrukking voor die rij gewist.




### 7.2.7 De uitdrukking van een recursieve rij invoeren

Je kunt de uitdrukking van een recursieve rij invoeren, bijvoorbeeld  $u_{n+2} = u_{n+1} + u_n$ . Het is dan mogelijk om de twee voorgaande termen in de uitdrukking gebruiken ( $u_{n+1}$  en  $u_n$ ).

Deze termen zijn voor de Rijen applicatie beschikbaar in de Toolbox. Druk op  bij het bewerken van de uitdrukking en selecteer de term die je nodig hebt. Je kunt ook direct de gewenste term invoeren: typ **u (n+1)** voor  $u_{n+1}$  en **u (n)** voor  $u_n$ .




Bij een recursieve rij moet je de eerste termen van de rij definiëren. Typ de vereiste termen in de lijst onder de uitdrukking van de recursieve rij.

### 7.2.8 Een eerste terminde wijzigen

1. Selecteer de naam van de rij die je wilt wijzigen uit lijst met rijen.
2. Druk op  om het optiemenu voor deze rij te openen.
3. Selecteer de regel **Eerste terminde** en typ een waarde.
4. Druk op  en  om terug te keren naar het tabblad **Rijen**.

### 7.2.9 Wijzig de kleur van een rij





Bij het creëren van een nieuwe rij wordt deze automatisch een kleur toegewezen. Deze kleur kan echter veranderd worden.

1. Selecteer de naam van de betreffende rij in de lijst met rijen.
2. Bevestig door op de  toets te drukken en het optiemenu van deze rij te openen.
3. Selecteer de optie **Kleur** en druk op de  toets.
4. Kies de gewenste kleur voor de uitdrukking en druk op  om te bevestigen.

## 7.3 Het tabblad Grafiek gebruiken

### 7.3.1 De cursor in het grafiekvenster verplaatsen

Je kunt de cursor verplaatsen met behulp van de vier richtingtoetsen:

-  / : Beweeg de cursor naar rechts of naar links.
-  / : Beweeg de cursor naar een rij boven of onder de rij waarop je je bevindt.

### 7.3.2 Het weergave-venster aanpassen

Om de instellingen van het weergave-venster te openen, selecteert je een van de opties onder het tabblad **Grafiek** en druk je op .

Je kunt kiezen uit drie opties: **Auto**, **Assen** en **Navigeren**.

Wanneer je in het grafiek-venster bent, kun je op de toetsen  en  drukken om in/uit te zoomen.

#### Auto

Kies **Auto** om de automatische instelling van het grafiekvenster te gebruiken. Het venster past zich vervolgens aan de verschillende weergegeven functies aan en probeert de opmerkelijke punten van de verschillende curven weer te geven. Wanneer deze instelling staat ingeschakeld dan wordt het bolletje rechts van de naam geel aangevinkt. De instelling wordt automatisch gedeactiveerd wanneer het venster wordt gewijzigd, hetzij door een andere instelling te gebruiken, hetzij door het verplaatsen van het venster door de cursor over een curve te bewegen.

Voor het uitschakelen van deze instelling moet het gele bolletje uitgezet worden. Bijvoorbeeld wanneer je een nieuwe functie wilt toevoegen in hetzelfde venster. Daarvoor selecteer je **Auto** en druk je op . Het venster blijft dan hetzelfde en past zich niet langer aan bij het toevoegen of verwijderen van een functie.

Bevestig door de optie **Bevestig** te selecteren en op  te drukken.







#### Assen

In **Assen** kunnen de waarden van **Xmin**, **Xmax**, **Ymin** en **Ymax** ingevoerd worden die het gewenste weergave-venster bepalen. Bevestig door de knop **Bevestig** te selecteren en op  te drukken.




Als de grafiek niet orthonormaal is, verschijnt er een  $\neq$  symbool rechts van de **Assen** instelling om aan te geven dat de grafiek niet orthonormaal is. Een knop verschijnt vervolgens in de **Assen** instelling om de grafiek orthonormaal te maken.

## Navigeren

Kies **Navigeren** voor toegang tot de interactieve venterinstelling op volledig scherm:

-  /  /  / : beweeg het venster
-  / : zoom in/zoom uit











### 7.3.3 De cursor naar een bepaald punt verplaatsen

1. Wanneer de cursor op de rij staat waarvoor je een bepaalde waarde zoekt, druk je op  of . Het is ook mogelijk om het **Bereken** menu te openen via de balk onder de tabbladen bovenin het scherm.
2. Het menu met rij-opties wordt geopend, selecteer **Ga naar** en bevestig.
3. Voer de index in van het punt waarnaar je de cursor wilt verplaatsen.
4. Selecteer de optie **Bevestig** en druk op .

De cursor staat nu op het gewenste punt.




Je kunt ook direct op het toetsenbord de waarde van de index typen om deze naar het gewenste punt te brengen.

### 7.3.4 De som van de termen berekenen

1. Wanneer de cursor zich op een bepaalde rij bevindt, druk je op  of . Het is ook mogelijk om het **Bereken** menu te openen via de balk onder de tabbladen bovenin het scherm.
2. Het menu met de rij-opties wordt geopend. Selecteer **Som van termen** en druk op .
3. Onderaan het weergavevenster wordt je gevraagd de eerste term te selecteren. Gebruik de toetsen  en  om de cursor op de gewenste eerste term te plaatsen. Bevestig met . Je kunt ook direct de waarde van  $n$  intypen met het toetsenbord.
4. Selecteer nu de laatste term op dezelfde manier. Bevestig met . Je kunt teruggaan naar de vorige stap door op  te drukken. Je wordt dan gevraagd om de eerste term opnieuw te selecteren.
5. De waarde van de som die je wilt berekenen wordt weergegeven in de weergavebalk onder aan het scherm. Om een nieuwe som te berekenen, druk je op de . Om de modus **Som van termen** te verlaten, druk je op .

### 7.3.5 Een webgrafiek plotten

Een recursieve rij kan worden onderzocht met een webgrafiek om te bepalen of deze convergeert of divergeert. Een webgrafiek plotten:

1. Zorg dat de cursor op de recursieve rij staat waarmee je wilt werken.
2. Druk op de knop . Het menu met rij-opties wordt geopend.
3. Selecteer **Webgrafiek**. Bevestig met de knop .
4. Gebruik de richtingstoetsen om tussen de termen te navigeren.
5. Druk op de  knop om de webgrafiek te verlaten.



Met de   knoppen kun je in- en uitzoomen rond de geselecteerde term.

## 7.4 Het tabblad Tabel gebruiken




### 7.4.1 Het interval in de waardentabel wijzigen

Je kunt de waardentabel automatisch invullen met waarden van  $n$  in een interval naar keuze. Er zijn twee manieren om dit te doen.



- Eerste optie

1. Selecteer **Bepaal het interval** in het tabblad **Tabel** en druk op .
2. Je komt bij de instellingen om het bereik van de waarden van  $n$  te specificeren. Voer de waarden van **N begin** en **N einde** in met de numerieke toetsen van het toetsenbord en voer vervolgens de stapgrootte tussen elke waarde van  $n$  in.
3. Selecteer de optie **Bevestig** en druk op . De nieuwe tabel geeft nu het zojuist opgegeven interval weer.

- De tweede optie



1. Selecteer de cel **n** bovenaan de eerste kolom van de tabel en druk op .
2. Het optiemenu voor de kolom **n** wordt geopend. Selecteer **Bepaal het interval** en druk op .
3. Je komt bij de instellingen om het bereik van de waarden van  $n$  te specificeren. Voer de waarden van **N begin** en **N einde** in met de numerieke toetsen van het toetsenbord en voer vervolgens de stapgrootte tussen elke waarde van  $n$  in.
4. Selecteer de optie **Bevestig** en druk op . De nieuwe tabel geeft nu het zojuist opgegeven interval weer.

### 7.4.2 Waarden van $n$ in de tabel typen

Wanneer je een cel selecteert uit de eerste kolom van de tabel (**Kolom  $n$** ), kun je handmatig een waarde van  $n$  typen met behulp van de numerieke toetsen op het toetsenbord. Zodra je de waarde in de cel hebt ingevoerd, bevestigt je dit door op  te drukken. Je kunt een rij uit de tabel verwijderen door deze te selecteren en op  te drukken.



### 7.4.3 De somrij weergeven

Het is mogelijk om de somrij op te roepen in het tabel tabblad:

1. Selecteer de kolomnaam van de gewenste rij.
2. Druk op de toets  om de optie **Weergeven van de somrij** in te schakelen.
3. Druk op  en de somrij verschijnt rechts van de geselecteerde rij.

Volg dezelfde stappen om de optie **Weergeven van de somrij** uit te schakelen.

### 7.4.4 Alle tabelwaarden verwijderen

1. Selecteer de cel **n** bovenaan de eerste kolom van de tabel en druk op .
2. Selecteer **Kolom leegmaken** en druk op .
3. Er verschijnt een lege waardentabel op het scherm. Je kunt nu handmatig of automatisch waarden invoeren in de kolom **n**.

## Hoofdstuk 8

# Regressie

### 8.1 Aan de slag


#### 8.1.1 Gegevens in de tabel invoeren

Na het openen van de **Regressie** applicatie kunnen gegevens in een tabel met twee kolommen worden ingevoerd. Maximaal drie datasets kunnen worden toegevoegd.

- In de eerste kolom (X1) kunnen de waarden van de eerste variabele van een statistische dataset ingevoerd worden.
- In de tweede kolom (Y1) kunnen de waarden van de tweede variabele van een statistische dataset ingevoerd worden.

#### 8.1.2 Een puntenwolk weergeven



Wanneer de gegevens van de dataset zijn ingevoerd in de tabel op het tabblad **Gegevens** kan de bijbehorende puntenwolk worden weergegeven.

1. Selecteer het tabblad **Grafiek** bovenaan het scherm.
2. Bevestig door op  te drukken.

De puntenwolk die hoort bij de ingevoerde waarden wordt vervolgens weergegeven. De coördinaten van het geselecteerde punt worden weergegeven in de onderste balk, samen met de correlatiecoëfficiënt,  $r$ .


#### 8.1.3 Een regressiemodel weergeven

Wanneer de puntenwolk wordt weergegeven kan er een regressiemodel worden toegevoegd.

1. Op het tabblad **Grafiek** wordt de lijst met beschikbare regressiemodellen weergegeven door op  te drukken.
2. Selecteer vervolgens het gewenste regressiemodel en bevestig deze keuze met .

#### 8.1.4 Statistische waarden weergeven


Nadat je je data in de tabel in het tabblad **Data** hebt ingevoerd, kun je de statistische waarden weergeven: gemiddelde, standaardafwijking, mediaan,...

1. Selecteer het tabblad **Statistieken** bovenaan het scherm.
2. Bevestig door op  te drukken.

Je ziet dan de tabel met statistische waarden.

## 8.2 Het tabblad Gegevens gebruiken

### 8.2.1 Een waarde uit de datatabel wissen



Het is mogelijk om een waarde uit de tabel te verwijderen door een cel in die rij te selecteren en op  te drukken.




Het is mogelijk om de inhoud van een cel te wijzigen door deze te selecteren en een nieuwe waarde te typen met het toetsenbord.

Wanneer beide waarden van dezelfde rij worden verwijderd dan verdwijnt de rij uit de tabel.

### 8.2.2 Een kolom van de tabel wissen



Alle waarden in een kolom van de tabel kunnen in één keer verwijderd worden.

1. Selecteer de naam van de kolom die gewist moet worden. Bevestig door op  te drukken.
2. Het menu met kolomopties wordt geopend. Selecteer **Kolom wissen** en bevestig met .

Het is ook mogelijk een kolom te verwijderen door de naam van die kolom te selecteren (bijvoorbeeld het vakje **X1** boven de kolom) en op  te drukken. Of door op  en dan  te drukken op een willekeurige cel in de desbetreffende kolom.

### 8.2.3 Een lijst genereren met een formule

Een kolom van de datatabel vullen kan met behulp van een formule.



1. Selecteer de naam van de kolom, bijvoorbeeld **Y1**, die je wilt vullen. Bevestig door op  te drukken.
2. Het menu met kolomopties wordt geopend. Selecteer **Vul met een formule** en bevestig met .
3. Kies een voorbeeld formule uit de pop-up lijst die verschijnt, of gebruik de optie **Leeg** om handmatig een formule te creëren.
4. Het is ook mogelijk om een formule te maken die de naam van een andere kolom gebruikt. Bijvoorbeeld, het is mogelijk om de formule **X1/2** in te voeren zodat kolom **Y1** wordt gevuld met de waarden van **X1** gedeeld door 2.

Hoofdletters kunnen worden ingevoerd door op  te drukken, dan op  en vervolgens op de hoofdletter die weergegeven moet worden.

De formule kan bewerkt worden door de optie **Vul met een formule** nog een keer te selecteren.

### 8.2.4 Lijst met waarden oplopend sorteren

Het is mogelijk om een lijst van de tabel oplopend te sorteren. Deze sortering heeft ook effect op de waarden in de bijbehorende kolom (X of Y).

Om te sorteren selecteer je de naam van de kolom die je wilt sorteren. Klik op  om de kolomopties te openen. Selecteer in de kolomopties **Sorteer waarden oplopend** en bevestig met .



### 8.2.5 Het regressiemodel wijzigen

Het is mogelijk om het gebruikte regressiemodel te wijzigen. De beschikbare regressie-modellen zijn:

- Lineair
- Evenredig
- Tweedegraads
- Derdegraads
- Vierdegraads







- Logaritmisch
- Exponentieel (twee vormen beschikbaar)
- Macht
- Goniometrisch
- Logistisch
- Mediaan-Mediaan

1. Selecteer de naam van een kolom en bevestig met .
2. Het menu met kolomopties wordt geopend. Selecteer **Model** en bevestig met .
3. Selecteer het gewenste model en druk op .

## 8.3 Het Grafiek tabblad gebruiken

### 8.3.1 De cursor verplaatsen in het grafiekvenster

Je kunt de cursor verplaatsen met behulp van de vier richtingtoetsen:

-  / : beweeg de cursor op de lijn, of van punt naar punt, naar links of rechts.
-  / : verplaats de cursor van de datapunten naar de regressielijn of ga naar een andere dataset.

### 8.3.2 Het weergave-venster instellen

Om de instellingen van het weergave-venster te openen, selecteer je één van de opties onder het tabblad **Grafiek** en druk je op .

Je kunt kiezen uit drie opties: **Auto**, **Assen** en **Navigeren**.

Wanneer je in het grafiek-venster bent kun je op de toetsen  en  drukken om in/uit te zoomen.

#### Auto

Kies **Auto** om de automatische instelling van het grafiekvenster te gebruiken. Het venster past zich vervolgens aan de verschillende weergegeven regressies aan en probeert de opmerkelijke punten van de verschillende regressies weer te geven. Wanneer deze instelling staat ingeschakeld dan wordt het bolletje rechts van de naam geel aangevinkt. De instelling wordt automatisch gedeactiveerd wanneer het venster wordt gewijzigd,

hetzij door een andere instelling te gebruiken, hetzij door het verplaatsen van het venster door de cursor over het scherm te bewegen.

Voor het uitschakelen van deze instelling moet het gele bolletje uitgezet worden. Bijvoorbeeld wanneer je een nieuwe functie wilt toevoegen in hetzelfde venster. Daarvoor selecteer je **Auto** en druk je op . Het venster blijft dan hetzelfde en past zich niet langer aan bij het toevoegen of verwijderen van een functie.







### Assen

In **Assen** kunnen de waarden van **Xmin**, **Xmax**, **Ymin** en **Ymax** ingevoerd worden die het gewenste weergave-venster bepalen. Bevestig door de knop **Bevestig** te selecteren en op  te drukken.

Als de grafiek geen gelijke assen heeft, verschijnt er een  $\neq$  symbool rechts van de **Assen** instelling om aan te geven dat de grafiek geen gelijke assen heeft. Een knop verschijnt vervolgens in de **Assen** instelling om de assen van de grafiek gelijk te maken.

### Navigeren

Kies **Navigeren** voor toegang tot de interactieve venterinstelling op volledig scherm:

-  /  /  / : beweeg het venster
-  / : zoom in/zoom uit

### 8.3.3 Regressie menu

Het Regressie menu is beschikbaar op de balk onder de tabbladen. Alle instellingen of berekeningen die gedaan kunnen worden met de ingevoerde data kunnen in dit menu worden gevonden.

#### Een regressiemodel weergeven

Na het creëren van een puntenwolk kan een regressiemodel worden toegevoegd.

1. Open het menu **Regressie**.
2. Selecteer het gewenste regressiemodel en druk op  om te bevestigen.

De functie van het regressiemodel kan nu gebruikt worden in andere applicaties vanuit het **var** menu.





### Informatie over de regressie

Na het toevoegen van een regressiemodel zijn de bijbehorende regressievergelijking, correlatiecoëfficiënt (alleen voor lineaire modellen) en determinatiecoëfficiënt  $r^2$  beschikbaar.

Deze gegevens zijn beschikbaar in het menu **Regressie**.

### Een waarde van X of Y voorspellen

Je kunt op de regressielijn zoeken naar een specifiek punt, als je de x- of de y-coördinaat ervan weet; dat wil zeggen dat je een waarde van  $X$  kunt voorspellen gegeven  $Y$  en een waarde van  $Y$  gegeven  $X$ .





1. Verplaats de cursor naar de regressielijn en druk op  of . Het is ook mogelijk om het **Regressie** menu te openen via de balk onder de tabbladen bovenin het scherm.
2. Het menu van de regressielijn wordt geopend. Selecteer **Voorspelling gegeven X** als je de waarde van  $X$  kent en **Voorspelling gegeven Y** als je de waarde van  $Y$  kent. Bevestig door op  te drukken.
3. Typ uw waarde en selecteer vervolgens de optie **Bevestig** en druk op .

De cursor is naar het gewenste punt verplaatst. Je kunt de coördinaten van dit punt onderaan het scherm aflezen.

### 8.3.4 Het regressiemodel wijzigen


Het is mogelijk om het gebruikte regressiemodel te wijzigen. De beschikbare regressie-modellen zijn:

- Lineair ( $ax + b$  of  $a + bx$ )
- Evenredig
- Tweedegraads
- Derdegraads
- Vierdegraads
- Logaritmisch
- Exponentieel ( $a \cdot b^x$  of  $a \cdot e^{(bx)}$ )
- Macht

- Goniometrisch
  - Logistisch
  - Mediaan-Mediaan
1. Verplaats de cursor naar een curve en druk op  of . Het is ook mogelijk om het **Regressie** menu te openen via de balk onder de tabbladen bovenin het scherm.
  2. Het optiemenu voor de curve wordt geopend. Selecteer **Model** en bevestig met .
  3. Selecteer de gewenste instelling en druk op .


### Weergeven van het residuele plot

Het **Regressie** menu maakt het ook mogelijk om het residuele plot weer te geven in het geval van een lineaire regressie.

1. Open het **Regressie** menu vanuit de balk onder de tabbladen.
2. Selecteer **Residuele plot** en bevestig met .

### Een regressiemodel verwijderen

Het is ook mogelijk om een regressiemodel te verwijderen om weer terug te keren naar een eenvoudige puntenwolk.

1. Open het **Regressie** menu vanuit de balk onder de tabbladen.
2. Selecteer **Wis de regressie** en bevestig met .

## 8.4 Het tabblad Stats gebruiken

Het tabblad **Stats** geeft de statistische variabelen weer die zijn berekend met behulp van de gegevens van het tabblad **Gegevens**:

- Gemiddelde van  $x_i$  en  $y_i$  (dit is het rekenkundige gemiddelde)
- Som van  $x_i$  en  $y_i$
- Som van de kwadraten van  $x_i$  en  $y_i$
- Standaardafwijking van  $x_i$  en  $y_i$
- Variantie van  $x_i$  en  $y_i$

- Standaardafwijking van een steekproef van  $x_i$  en  $y_i$
- Aantal datapunten
- Covariantie
- Som van  $x_i \times y_i$
- Correlatiecoëfficiënt  $r$  (voor lineaire modellen)
- Regressievergelijking
- Helling  $a$  en y-asafsnede  $b$  van de regressielijn (of andere aanpassingscoëfficiënten)
- Determinatiecoëfficiënt  $r^2$

## Hoofdstuk 9

# Instellingen

### 9.1 Hoekmaat

Als je **Graden** kiest, worden alle argumenten van de goniometrische functies beschouwd als zijnde in graden en de resultaten van inverse goniometrische functies worden uitgedrukt in graden.

Als je **Radialen** kiest, worden alle argumenten van de goniometrische functies beschouwd als zijnde in radialen en de resultaten van de inverse goniometrische functies worden uitgedrukt in radialen.

Kies je voor **Decimale graden**, dan worden alle argumenten van de goniometrische functies beschouwd als zijnde in decimale graden en geven de inverse goniometrische functies resultaten uitgedrukt in decimale graden.

De eenheid van de hoeken wordt in de bovenste balk van het scherm weergegeven als **grad**, **rad** of **gon**.

### 9.2 Resultaat formaat

Als je **Decimaal** kiest, worden de numerieke waarden weergegeven volgens de standaardinstellingen van de rekenmachine, zodat ze zo geschikt mogelijk zijn voor elke toepassing.

Als je kiest voor **Wetenschappelijk**, worden de numerieke waarden in wetenschappelijke vorm weergegeven. Een **wet**-indicator verschijnt dan in de bovenste balk van het scherm om aan te geven dat je resultaten in wetenschappelijke notatie worden weergegeven.

Als je kiest voor **Engineering**, worden de numerieke waarden in technische vorm weergegeven. Een **eng** indicator verschijnt dan in de bovenste balk van het scherm om aan te geven dat je resultaten worden weergegeven in engineering notatie.

Je kunt het aantal weer te geven cijfers voor de resultaten kiezen in de sectie **Significante cijfers**. Het maximum aantal cijfers dat kan worden weergegeven is 14.

## 9.3 Schrijfformaat

Je kunt de bewerkinsmodus van wiskundige uitdrukkingen kiezen: in één (lineair) of in twee dimensies (natuurlijk).

## 9.4 Complex formaat

Als je **Reëel** kiest, worden complexe resultaten niet weergegeven.

Als je kiest voor  $a + ib$ , worden complexe resultaten in cartesische vorm weergegeven.

Als je  $re^{i\theta}$  kiest, worden complexe resultaten in polaire vorm weergegeven. In dit geval wordt het argument in de exponentiële vorm altijd in radialen gegeven, zelfs als de hoekeenheid is ingesteld op **Graden**.

## 9.5 Helderheid

Je kunt de helderheid van het scherm aanpassen met behulp van de richtingtoetsen.

## 9.6 Python lettergrootte

Om de lettergrootte te veranderen die gebruikt wordt in de Python-applicatie (editor en shell).

## 9.7 Taal

Je kunt kiezen tussen **Engels**, **Frans**, **Nederlands**, **Portugees**, **Italiaans**, **Duits** en **Spaans**.


## 9.8 Land

Hier kan de instelling van het land van de rekenmachine worden gewijzigd. Er kan gekozen worden tussen **Duitsland**, **Canada**, **Spanje**, **Verenigde Staten**, **Frankrijk**, **Internationaal**, **Italië**, **Nederland**, **Portugal** en **Verenigd Koninkrijk**.

## 9.9 Examenstand

### 9.9.1 De examenstand activeren

Selecteer **Examenstand** in de applicatie **Instellingen** en druk vervolgens op **OK**.

Er verschijnt een knop **Activeer de NL Examenstand**. Druk op  om de examenstand te activeren.

Er verschijnt een bericht dat aangeeft dat de activering van de examenmodus de gegevens zal wissen. Kies **Bevestig** en druk op .

De examenstand is nu geactiveerd op de rekenmachine.

### 9.9.2 Wat gebeurt er als de examenstand wordt geactiveerd?

Als je de examenstand inschakelt, worden alle opgeslagen gegevens gewist:

- Rekengeschiedenis
- Variabelen
- Functielijst
- Statistische reeksen
- Python-scripts
- Enzovoort.

Voor de Nederlandse examenstand zijn er extra beperkingen:

- De Python applicatie is niet beschikbaar
- De Elementen applicatie is niet beschikbaar
- Exacte resultaten worden niet weergegeven voor goniometrische en wortelberekeningen
- Aanvullende resultaten zijn niet beschikbaar
- Er kan niet met eenheden gewerkt worden

Wanneer de examenstand actief is, verschijnt er een klein symbool van een examenhoedje in de gele balk bovenaan het scherm. Naast dit symbool staan de letters NL. De LED knippert oranje (bijna geel) licht voor de Nederlandse examenstand.

### 9.9.3 De examenstand deactiveren

Je kunt de examenstand alleen deactiveren door de rekenmachine via een USB-kabel op een computer aan te sluiten. Zodra je het apparaat aansluit, verschijnt er een bericht met de vraag of je de examenstand wilt afsluiten. Kies **Bevestig** en druk op .

Je bevindt je niet langer in de examenstand: het symbool **Examenstand** verdwijnt van het scherm en het LED-lampje stopt met knipperen.



## 9.10 Over deze rekenmachine

Dit scherm geeft je toegang tot het softwareversienummer dat op je rekenmachine is geïnstalleerd en het serienummer van je apparaat.

## 9.11 Reset de rekenmachine





Met de knop Reset de rekenmachine kan de rekenmachine opnieuw opgestart worden alsof de RESET-knop aan de achterkant van het apparaat wordt gedrukt. Alle gegevens die op het apparaat zijn opgeslagen worden gewist en de rekenmachine wordt volledig gereset.

# Hoofdstuk 10

## Variabelen

Het is mogelijk om uitdrukkingen, functies, lijsten, matrices of rijen op te slaan in variabelen voor hergebruik in toekomstige berekeningen. Alle variabelen worden weergegeven in het menu dat verschijnt wanneer op de toets  wordt gedrukt.

De namen van de variabelen (uitdrukking of functie) kunnen vrij worden gekozen met behulp van de tekens: a..z, A..Z, 0..9 en `_`. De naam van een variabele kan niet beginnen met een getal en niet meer dan zeven tekens bevatten.


Om een alfabetisch teken in te voeren (oranje markering op het toetsenbord), druk je op de toets  en vervolgens op de letter die je wilt weergeven. Voor hoofdletters druk je bovendien op de  toets voordat je de gewenste letter toevoegt. Om het toetsenbord in alfabetische modus te vergrendelen, druk je tweemaal op de toets  en druk je op  om te wisselen tussen kleine letters en hoofdletters.

### 10.1 De var-toets

#### 10.1.1 Een variabele opslaan

Druk op elk moment op  om een nieuwe variabele op te slaan.

Selecteer **Definieer een variabele** en voer een waarde of uitdrukking in en een variabele naam.

Als een waarde is geselecteerd terwijl er op  gedrukt wordt dan zal **Definieer een variabele** automatisch weergegeven worden met deze waarde ingevuld.

#### Uitdrukkingen

De numerieke variabelen die beschikbaar zijn in de rekenmachine worden opgeslagen in het gedeelte **Uitdrukkingen** in het  menu.

Om een getal in een variabele op te slaan, typ je het getal dat je wilt opslaan en voeg je de pijl **sto** in (door op  $\text{shift}$  te drukken en vervolgens op  $\text{sto} \rightarrow \text{F}$ ) gevolgd door de gewenste naam van de variabele. Om bijvoorbeeld 5 op te slaan in  $a$  typ:  $5 \rightarrow a$ . Druk vervolgens op  $\text{EXE}$  om te bevestigen.

## Functies

De functies die beschikbaar zijn in de rekenmachine worden opgeslagen in de sectie **Functies** in het menu  $\text{copy} \rightarrow \text{var}$ .

Om een functie in een variabele op te slaan, typ je de betreffende functie-uitdrukking en voeg je de pijl **sto** in (door op  $\text{shift}$  te drukken en vervolgens op  $\text{sto} \rightarrow \text{F}$ ) gevolgd door de gewenste naam van de variabele. Bijvoorbeeld om  $f(x) = 2x + 3$  op te slaan, typ:  $2x+3 \rightarrow f(x)$  en druk vervolgens op  $\text{EXE}$  om te bevestigen.

## Lijsten

Lijsten opgeslagen in variabelen zijn beschikbaar in de **Lijsten** sectie van het  $\text{copy} \rightarrow \text{var}$  menu. Om een lijst in een variabele op te slaan moet eerst de lijst ingevoerd worden en vervolgens kan de pijl **sto** (door op  $\text{shift}$  te drukken en vervolgens op  $\text{sto} \rightarrow \text{F}$ ) gebruikt worden, gevolgd door de gewenste variabele. Bijvoorbeeld om  $\{1, 2, 3\}$  in  $L$  op te slaan moet  $\{1, 2, 3\} \rightarrow L$  ingevoerd worden.

Lijsten worden automatisch aangemaakt en gewijzigd wanneer gegevens in de **Statistiek** of de **Regressie** applicaties worden bewerkt.

## Matrices

De matrixvariabelen die beschikbaar zijn in de rekenmachine worden opgeslagen in het gedeelte **Uitdrukkingen** in het  $\text{copy} \rightarrow \text{var}$  menu.

Om een matrix in een variabele op te slaan, typ je de betreffende matrix en voeg je de pijl **sto** in (door op  $\text{shift}$  te drukken en vervolgens op  $\text{sto} \rightarrow \text{F}$ ) gevolgd door de gewenste naam van de variabele. Bijvoorbeeld om  $\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$  op te slaan in  $m1$ , typ:  $[[1,0][0,1]] \rightarrow m1$  en druk op  $\text{EXE}$  om te bevestigen.


## Rijen

Ingevoerde rijen op de rekenmachine worden opgeslagen in de sectie **Rijen** van het menu van de knop  $\text{copy} \rightarrow \text{var}$ .

Het is niet mogelijk om een rij te creëren vanuit een andere applicatie dan de applicatie **Rijen**.

### 10.1.2 Opgeslagen variabelen gebruiken


Bij het bewerken van tekst kun je op elk gewenst moment op  drukken om het menu Variabelen te openen. Dit menu geeft je toegang tot de verschillende variabelen die in het systeemgeheugen zijn opgeslagen.


Selecteer de gewenste variabele en druk op  om deze in te voegen in je berekening.

Druk op  om de geselecteerde variabele te verwijderen.

# Hoofdstuk 11

## Toolbox

Bij het bewerken van een berekening of uitdrukking kun je op elk moment op  drukken. Er wordt een lijst met functies geopend om je te helpen bij het uitvoeren van meer specifieke berekeningen.

Het **Toolbox** menu is onderverdeeld in verschillende thematische subsecties: Differentiaalrekening, Complexe getallen, Kansrekenen, ... Kies de berekening die je wilt uitvoeren en druk op . Vul de ruimte tussen de haakjes in met de argumenten die je nodig hebt voor elke functie.

De eerste drie functies in het **Toolbox** menu zijn: **Absolute waarde**, **n-de-machtswortel** en **Logaritme met grondtal a**.

**abs(x)** Berekent de absolute waarde van het argument dat je tussen haakjes invoert. **abs(-4.5)** geeft de waarde van  $|-4.5|$ , dat is 4.5.

**root(x,n)** Berekent de  $n$ -de-machtswortel van een getal. Je moet  $n$  en  $x$  tussen haakjes invullen. **wortel(x,n)** geeft de waarde van  $\sqrt[n]{x}$ . De waarde van  $n$  hoeft niet noodzakelijk een geheel getal te zijn.

**log(x,a)** Berekent het logaritme met grondtal  $a$ . Je moet  $a$  en  $x$  tussen haakjes invullen. **log(x,a)** geeft de waarde van  $\log_a(x)$ .

### 11.1 Differentiaalrekening

**diff(f(x),x,a)** Berekent de afgeleide van een functie op een punt. **diff(f(x),a)** geeft de waarde van  $f'(a)$ . Bijvoorbeeld, om de afgeleide van een vierkantswortel van 5 te berekenen: **diff(sqrt(x),x,5)**.

**diff(f(x),x,a,n)** Berekent de  $n$ -de afgeleide van een functie op een punt. **diff(f(x),x,a,n)** geeft de waarde van  $f^n(a)$ .  
Bijvoorbeeld, om de 3e afgeleide van een vierkantswortel van 5 te berekenen: **diff(sqrt(x),x,5,3)**.

**int(f(x),x,a,b)** Berekent de integraal van een functie tussen twee grenzen. **int(f(x),x,a,b)** geeft de waarde van  $\int_a^b f(x) dx$ . Bijvoorbeeld, om de integraal van de vierkantswortel tussen 0 en 5: te berekenen: **int(sqrt(x),x,0,5)**.

**sum(f(i),i,m,n)** Berekent de som van de termen in  $n$ . **sum(f(i),i,m,n)** geeft de waarde van  $\sum_{i=m}^n f(i)$ .

**product(f(i),i,m,n)** Berekent het product van de termen in  $n$ . **product(f(i),i,m,n)** geeft de waarde van  $\prod_{i=m}^n f(i)$ .

## 11.2 Complexe getallen

**abs(x)** Modulus van een complex getal. **abs(2+3i)** geeft de waarde van  $|2 + 3i|$ .

**arg(z)** Argument van een complex getal. **arg(2+3i)** geeft de waarde van  $\arg(2 + 3i)$  in radialen.

**re(z)** Reëel deel van een complex getal. Bijvoorbeeld, **re(2+3i)** geeft 2.

**im(z)** Imaginaire deel van een complex getal. Bijvoorbeeld, **im(2+3i)** geeft 3.

**conj(z)** Conjugaat van een complex getal. **Conj(2+3i)** geeft de conjugaat van  $2 + 3i$ , dat is  $2 - 3i$ .

## 11.3 Kansrekenen

### 11.3.1 Combinatoriek

**binomial(n,k)** Dit is het aantal verschillende manieren waarop, uit een verzameling die bestaat uit  $n$  elementen, een deelverzameling van  $k$  elementen kan worden gekozen.

**Binomial(n,k)** geeft het resultaat voor  $\binom{n}{k}$ , waarvan de waarde gelijk is aan:  $\frac{n!}{k!(n-k)!}$ .

**permute(n,k)** Dit is het aantal verschillende geordende keuzes van  $k$  elementen uit een verzameling van  $n$  elementen. **permute(n,k)** geeft het resultaat voor  $P_n^k$ , waarvan de waarde gelijk is aan:  $\frac{n!}{(n-k)!}$ .

**n!** Bereken de faculteit van  $n$ . Het uitroepteken **!** is ook te typen via het alfabetische toetsenbord en staat onderaan bij het decimaalteken.

### 11.3.2 Kansverdelingen

#### Normale verdeling

**normcdf(a,μ, )**  $P(X < a)$  waar  $X$  de normale verdeling  $N(\mu, \sigma)$  volgt.

**normcdfrange(a,b,μ, )**  $P(a < X < b)$  waar  $X$  de normale verdeling  $N(\mu, \sigma)$  volgt.

**invnorm(a,μ, )** Geeft  $m$  waar  $P(X < m) = a$  en  $X$  de normale verdeling  $N(\mu, \sigma)$  volgt.

**normpdf(x,μ, )** Kansdichtheid functie voor de normale verdeling  $N(\mu, \sigma)$ .

#### Student verdeling

**tcdf(a,k)** Berekent  $P(X < a)$  waar  $X$  de Student verdeling  $t(k)$  volgt.

**tcdfrange(a,b,k)** Berekent  $P(a < X < b)$  waar  $X$  de Student verdeling  $t(k)$  volgt.

**invt(a,k)** Geeft  $m$  waar  $P(X < m) = a$  en  $X$  de Student verdeling  $t(k)$  volgt.

**tpdf(x,k)** Kansdichtheid functie voor de Student verdeling  $t(k)$ .

#### Binomiale verdeling

**binompdf(m,n,p)**  $P(X = m)$  waar  $X$  de binomiale verdeling  $B(n, p)$  volgt.

**binomcdf(m,n,p)**  $P(X \leq m)$  waar  $X$  de binomiale verdeling  $B(n, p)$  volgt.

**invbinom(a,n,p)** Geeft  $m$  waar  $P(X \leq m) = a$  en  $X$  de binomiale verdeling  $B(n, p)$  volgt.

**Poisson verdeling**

**poissonpdf(m, )** Berekent  $P(X = m)$  waar X de Poisson verdeling  $Pois(\lambda)$  volgt.

**poissoncdf(m, )** Berekent  $P(X \leq m)$  waar X de Poisson verdeling  $Pois(\lambda)$  volgt.

**Geometrische verdeling**

**geompdf(m,p)** Berekent  $P(X = m)$  waar X de geometrische verdeling  $G(p)$  volgt.

**geomcdf(m,p)** Berekent  $P(X \leq m)$  waar X de geometrische verdeling  $G(p)$  volgt.

**geomcdfrange(m,n,p)** Berekent  $P(m \leq X \leq n)$  waar X de geometrische verdeling  $G(p)$  volgt.

**invgeom(a,p)** Berekent  $m$  waar  $P(X \leq m) = a$  en X de geometrische verdeling  $G(p)$  volgt.

**Hypergeometrische verdeling**

**hgeompdf(m,N,K,n)**  $P(X = m)$  waarbij X de hypergeometrische verdeling volgt met totale populatie N, aantal elementen met de eigenschap K en steekproefomvang n.

**hgeomcdf(m,N,K,n)**  $P(X \leq m)$  waarbij X de hypergeometrische verdeling volgt met totale populatie N, aantal elementen met de eigenschap K en steekproefomvang n.

**hgeomcdfrange(m,q,N,K,n)**  $P(m \leq X \leq n)$  waarbij X de hypergeometrische verdeling volgt met totale populatie N, aantal elementen met de eigenschap K en steekproefomvang n.

**invhgeom(a,N,K,n)** Geeft  $m$  als  $P(X \leq m) = a$  en X volgt de hypergeometrische verdeling met totale populatie N, aantal elementen met de eigenschap K en steekproefomvang n.

**11.3.3 Aselect**

**random()** Genereert een willekeurig getal tussen 0 and 1.

**randint(a,b)** Genereert een willekeurig geheel getal tussen  $a$  en  $b$ .



**randintnorep(a,b,n)** Geeft n unieke gehele getallen in [a,b].

## 11.4 Eenheden en constanten

In dit gedeelte worden alle toepasbare eenheden en constanten getoond.

## 11.5 Matrices en vectoren

**[[1,2] [3,4]]'** Creëer een nieuwe matrix of vector.

**transpose(M)** Geeft de getransponeerde matrix van de matrix M. Bijvoorbeeld, **transpose([[1,2] [3,4]])** geeft  $\begin{bmatrix} 1 & 3 \\ 2 & 4 \end{bmatrix}$ .

**dim(M)** Grootte van de matrix M. Bijvoorbeeld, **dim([[1,2] [3,4]])** geeft [2,2].

### 11.5.1 Matrix

**det(M)** Geeft de determinant voor de matrix M. Bijvoorbeeld, **det([[1,2] [3,4]])** geeft  $-2$ .

**inverse(M)** Geeft de inverse van de matrix M. Bijvoorbeeld, **inverse([[0.25,0] [0,0.25]])** geeft  $\begin{bmatrix} 4 & 0 \\ 0 & 4 \end{bmatrix}$ .

**identity(n)** Creëer een eenheidsmatrix van formaat n.

**trace(M)** Geeft het spoor van de matrix M. Bijvoorbeeld, **trace([[1,2] [3,4]])** geeft 5.

**ref(M)** Geeft de echelonvorm van de matrix M.

**rref(M)** Geeft de gereduceerde echelonvorm van de matrix M.

### 11.5.2 Vectoren

De vectoren kunnen rijvectoren of kolomvectoren zijn.

**dot(u,v)** Berekent het inwendig product tussen twee vectoren.

**cross(u,v)** Berekent het kruisproduct tussen de twee vectoren met lengte 3.

**norm(U)** Berekent de magnitude van een vector.

## 11.6 Lijsten

**Nieuwe lijst** Maakt het mogelijk een nieuwe lijst te creëren. Met deze optie kunnen op accolades worden toegevoegd. Vervolgens kunnen direct de waarden uit de lijst worden ingevoerd, met komma's als scheidingsteken.

**Lijst van f(k) voor k van 1 tot n** Maakt het mogelijk een nieuwe lijst te creëren door middel van een functie. Deze optie creëert een sjabloon. Voeg vervolgens een functie  $f(k)$  en een bovengrens toe.

### Statistiek

**mean(L)** Berekent het gemiddelde van de lijst L.

**stddev(L)** Berekent de standaardafwijking van de lijst L.

**samplestddev(L)** Berekent de steekproef-standaardafwijking van de lijst L

**med(L)** Berekent de mediaan van de lijst L.

**var(L)** Berekent de variantie van de lijst L.

### Bewerkingen

**dim(L)** Berekent het aantal elementen in de lijst L.

**min(L)** Berekent het minimum van de lijst L.

**max(L)** Berekent het maximum van de lijst L.

**sort(L)** Sorteert de lijst L in oplopende volgorde.

**sum(L)** Berekent de som van de elementen van de lijst L.

**prod(L)** Berekent het product van de elementen in lijst L.

## 11.7 Rekenkunde

**gcd(p,q)** Grootste gemene deler van twee gehele getallen. Bijvoorbeeld, **gcd(55,11)** geeft 11. Deze functie accepteert meer dan twee gehele getallen als invoerwaarden.

**lcm(p,q)** Kleinste gemene veelvoud van twee gehele getallen. Bijvoorbeeld, **lcm(13,2)** geeft 26. Deze functie accepteert meer dan twee gehele getallen als invoerwaarden.

**factor(n)** Geeft de ontbinding in factoren van  $n$ . Bijvoorbeeld, **factor(24)** geeft  $2^3 \times 3$ .

**Gemengde breuk** Een template om een gemengde breuk in te voeren.

**rem(p,q)** Restant van de geheeltallige deling van  $p$  door  $q$ . Bijvoorbeeld, **rem(50,45)** geeft de rest van de divisie van 50 met 45 dat is 5.

**quo(p,q)** Quotiënt van de geheeltallige deling van  $p$  door  $q$ . Bijvoorbeeld, **quo(80,39)** geeft het quotiënt van de divisie van 80 met 39 dat is 2.

## 11.8 Goniometrie

### 11.8.1 Hyperbolisch

**sinh(x)** Hyperbolische sinus.

**cosh(x)** Hyperbolische cosinus.

**tanh(x)** Hyperbolische tangens.

**arsinh(x)** Inverse van de hyperbolische sinus.

**arcosh(x)** Inverse van de hyperbolische cosinus.

**artanh(x)** Inverse van de hyperbolische tangens.

### 11.8.2 Geavanceerd

**csc(x)**

Cosecans

**sec(x)**

Secans

**cot(x)**

Cosecans

**arccsc(x)**

Boogcosecans

**arcsec(x)**

Boogsecans

**arccot(x)**

Boogcotangens

## 11.9 Decimale getallen

**floor(x)** Afronden naar beneden. Bijvoorbeeld, **floor(5.8)** geeft 5.

**frac(x)** Berekent het decimaal deel. Bijvoorbeeld, **frac(5.8)** geeft 0.8.

**ceil(x)** Afronden naar boven. Bijvoorbeeld, **ceil(5.8)** geeft 6.

**round(x,n)** Rondt een getal af op  $n$ -cijfers na de komma. Bijvoorbeeld **round(8.6576,2)** geeft 8.66.

### 11.10 Logica

**piecewise(-x,x<0,x,x 0** Een stuksgewijs template. Voer een uitdrukking in gevolgd door het domein of de voorwaarden

Kleiner dan of gelijk aan

Groter dan of gelijk aan

Is niet gelijk

**and** En

**or** Of (inclusief)

**not** Niet

**xor** Of (exclusief)

**nor** Niet of (inclusief)

**nand** Niet en (inclusief)