

# GeoGebra Help

Officiële Handleiding 3.0

Markus Hohenwarter en Judith Preiner  
[www.GeoGebra.org](http://www.GeoGebra.org), Juni 2007

# GeoGebra Help 3.0

Laatste wijzigingen: 1 augustus 2007

GeoGebra website: [www.GeoGebra.org](http://www.GeoGebra.org)

## Auteurs

Markus Hohenwarter, [mhohen@math.fau.edu](mailto:mhohen@math.fau.edu)

Judith Preiner, [jpreiner@math.fau.edu](mailto:jpreiner@math.fau.edu)

Vertaald naar het Nederlands door:

Beatrijs Versichel, [beatrijs.versichel@telenet.be](mailto:beatrijs.versichel@telenet.be)

Pedro Tytgat, [pedro@pedrotytgat.be](mailto:pedro@pedrotytgat.be)

## Zoeken in GeoGebra Help

- **Online:** [GeoGebra Help Search](#)
- **PDF:** druk Ctrl + Shift + F in Adobe Acrobat Reader

# Contents

GeoGebra Help 3.0 .....	2
Zoeken in GeoGebra Help.....	2
Contents .....	3
1. Wat is GeoGebra?.....	6
2. Voorbeelden .....	7
2.1. De hoeken van een driehoek .....	7
2.2. De lineaire vergelijking $y = m x + q$ .....	7
2.3. Zwaartepunt van de driehoek ABC.....	8
2.4. Verdelen van een lijnstuk AB in de verhouding 7 : 3 .....	9
2.5. Lineaire vergelijkingen in twee variabelen.....	9
2.6. Raaklijn aan de grafiek van een functie in x .....	9
2.7. Onderzoek van veeltermfuncties .....	10
2.8. Integralen .....	11
3. Meetkundige invoer .....	12
3.1. Algemene richtlijnen .....	12
3.1.1. Snelmenu .....	12
3.1.2. Object tonen/verbergen.....	12
3.1.3. Spoor .....	13
3.1.4. Zoom.....	13
3.1.5. Verhouding van de eenheden op de assen.....	13
3.1.6. Overzicht constructiestappen .....	13
3.1.7. Navigatiebalk.....	13
3.1.8. Herdefiniëren.....	14
3.1.9. Het eigenschapsvenster .....	14
3.2. Tekenmodi .....	14
3.2.1. Algemene tekenmodi .....	15
3.2.2. Punt.....	16
3.2.3. Vector.....	17
3.2.4. Lijnstuk.....	17
3.2.5. Halfrechte.....	18
3.2.6. Veelhoek .....	18
3.2.7. Rechte.....	18
3.2.8. Kegelsneden .....	19
3.2.9. Boog en sector .....	20
3.2.10. Getal en hoek .....	20
3.2.11. Booleaans.....	21
3.2.12. Meetkundige plaats .....	22
3.2.13. Meetkundige transformaties .....	22
3.2.14. Tekst.....	23
3.2.15. Afbeeldingen.....	24
3.2.16. Eigenschappen van afbeeldingen.....	24
4. Algebraïsche invoer.....	26
4.1. Algemene opmerkingen .....	26

4.1.1.	Wijzigen van waarden .....	26
4.1.2.	Animatie .....	26
4.2.	Directe invoer .....	27
4.2.1.	Getallen en hoeken .....	27
4.2.2.	Punten en vectoren .....	28
4.2.3.	Rechte.....	28
4.2.4.	Kegelsnede .....	28
4.2.5.	Functies in x.....	29
4.2.6.	Lijsten van objecten .....	29
4.2.7.	Numerieke bewerkingen .....	30
4.2.8.	Booleaanse variabelen.....	31
4.2.9.	Booleaanse operatoren.....	32
4.3.	Opdrachten .....	32
4.3.1.	Algemene opdrachten .....	32
4.3.2.	Booleaanse commando's .....	33
4.3.3.	Getallen.....	33
4.3.4.	Hoek.....	35
4.3.5.	Punt.....	36
4.3.6.	Vector.....	37
4.3.7.	Lijnstuk.....	38
4.3.8.	Halfrechte.....	38
4.3.9.	Veelhoek .....	38
4.3.10.	Rechte .....	39
4.3.11.	Kegelsnede.....	40
4.3.12.	Functie.....	41
4.3.13.	Parameterkrommen.....	42
4.3.14.	Bogen en sectoren .....	42
4.3.15.	Afbeelding.....	43
4.3.16.	Tekst.....	43
4.3.17.	Meetkundige plaats .....	43
4.3.18.	Lijst .....	44
4.3.19.	Meetkundige Transformaties .....	44
5.	Afdrukken en exporteren .....	47
5.1.	Afdrukken .....	47
5.1.1.	Tekenvenster .....	47
5.1.2.	Overzicht constructiestappen .....	47
5.2.	Tekenvenster als Afbeelding .....	47
5.3.	Tekenvenster naar het klembord kopiëren .....	48
5.4.	Overzicht constructiestappen als webpagina .....	48
5.5.	Dynamisch werkblad als Webpagina.....	49
6.	Opties.....	51
6.1.	Magnetische roosterpunten.....	51
6.2.	Hoekeenheid .....	51
6.3.	Aantal decimalen.....	51
6.4.	Continuïteit .....	51
6.5.	Puntstijl.....	51
6.6.	Stijl voor rechte hoek.....	51
6.7.	Coördinaten.....	52
6.8.	Labels.....	52
6.9.	Lettergrootte .....	52

6.10.	Taal.....	52
6.11.	Tekenvenster .....	52
6.12.	Instellingen opslaan .....	52
7.	Macro's en de werkbalk.....	53
7.1.	Macro's.....	53
7.2.	Aangepaste werkbalk .....	54
8.	JavaScript-mogelijkheden .....	55
	Index.....	56

# 1. Wat is GeoGebra?

GeoGebra is een wiskundepakket dat meetkunde, algebra en analyse combineert. Het pakket wordt ontwikkeld door Markus Hohenwarter aan de Florida Atlantic University en is bedoeld voor het wiskundeonderwijs in de middelbare scholen.

Enerzijds is GeoGebra een dynamisch meetkundepakket. Je kan constructies uitvoeren met punten, vectoren, lijnstukken, rechten en kegelsneden en je kan deze tekenobjecten daarna dynamisch wijzigen.

Anderzijds kunnen functies, vergelijkingen en coördinaten rechtstreeks worden ingevoerd. Met GeoGebra is het ook mogelijk om met variabelen te werken voor getallen, te rekenen met vectoren en punten, afgeleiden en integralen van functies te berekenen en er zijn ook commando's voorzien om bijvoorbeeld *nulpunten* of *extrema* te berekenen.


Deze twee standpunten zijn typisch voor GeoGebra: een uitdrukking in het algebravenster correspondeert met een object in het tekenvenster en omgekeerd.


## 2. Voorbeelden


Om een idee te krijgen van de mogelijkheden van GeoGebra, bekijk je best enkele voorbeelden.


### 2.1. De hoeken van een driehoek

In deze oefening bestuderen we het verband tussen de hoeken van een driehoek.

Activeer de tekenmodus  *Nieuw Punt* in het tweede submenu van de werkbalk bovenaan op het scherm. Klik drie keer in het tekenvenster om de hoekpunten *A*, *B* en *C* van de driehoek te creëren.

Kies daarna de tekenmodus  *Veelhoek* in het derde submenu. Klik op de punten *A*, *B* en *C* en nogmaals op *A* om de driehoek *ABC* aan te maken. GeoGebra kent hem de naam *poly1* toe. In het algebravenster vind je de oppervlakte van de driehoek.

Selecteer de tekenmodus  *Hoek* in het zesde submenu en klik op de driehoek. In het algebravenster vind je de waarden terug van de hoeken van de driehoek.

Indien je de tekenmodus  *Verplaatsen* activeert in het eerste submenu van de werkbalk, dan kan je door slepen met de muis een hoekpunt van de driehoek verplaatsen en op die manier de driehoek dynamisch wijzigen.

Indien je het algebravenster niet nodig hebt of indien je wil werken zonder coördinaatassen, dan kan je beide verbergen door gebruik te maken van het menu *Beeld*.

### 2.2. De lineaire vergelijking $y = m x + q$

We onderzoeken de betekenis van de coëfficiënten  $m$  en  $q$  in de lineaire vergelijking  $y = mx + q$  door aan  $m$  en  $q$  verschillende waarden toe te kennen.

Geef daartoe in het invoerveld op de werkbalk onderaan op het scherm de hiernavolgende opdrachten in (Druk *Enter* op het einde van elke regel):

$$\begin{aligned}m &= 1 \\q &= 2 \\y &= m \cdot x + q\end{aligned}$$


Wijzig nu de waarden van  $m$  en  $q$ . Je kan dit doen in het algebravenster door rechtsklikken (MacOS: Apple + klik) en  *Herdefiniëren* te kiezen. Je kan dit ook doen in het invoerveld zelf door nieuwe opdrachten in te tikken zoals:

$$\begin{aligned}m &= 2 \\m &= -3\end{aligned}$$

$$q = 0$$

$$q = -1$$

Nog eleganter is het de waarden van  $m$  en  $q$  te wijzigen door gebruik te maken van

- de pijltjestoetsen (zie [Animatie](#));
- schuifknoppen: rechtsklikken (MacOS: *Apple* + klik) op  $m$  of  $q$  en  *Objecten tonen* kiezen (zie ook de modus  $\frac{a=2}{\rightarrow}$  [Schuifknop](#)).

Op analoge wijze kan je vergelijkingen van kegelsneden bestuderen zoals:

- ellipsen:  $x^2/a^2 + y^2/b^2 = 1$
- hyperbolen:  $b^2 x^2 - a^2 y^2 = a^2 b^2$  of
- cirkels:  $(x - m)^2 + (y - n)^2 = r^2$

### 2.3. Zwaartepunt van de driehoek ABC

Construeer het zwaartepunt van een driehoek  $ABC$  door de hiernavolgende opdrachten in het invoerveld op de werkbalk onderaan het scherm in te tikken (druk *Enter* op het einde van elke regel).

```
A = (-2, 1)
B = (5, 0)
C = (0, 5)
M_a = Midden[B, C]
M_b = Midden[A, C]
s_a = Rechte[A, M_a]
s_b = Rechte[B, M_b]
S = Snijpunten[s_a, s_b]
```


Natuurlijk kan je ook gebruik maken van de muis om deze constructie uit te voeren, door gebruik te maken van de knoppen in de werkbalk (zie [Teknmodi](#)).

Je kan het zwaartepunt echter ook rechtstreeks berekenen met de volgende opdracht:

```
S1 = (A + B + C) / 3
```

Vergelijk daarna beide resultaten. Dat kan met de opdracht:

```
Relatie[S, S1].
```

Onderzoek of  $S = S1$  ook waar is voor andere posities van de hoekpunten  $A$ ,  $B$  en  $C$ . Activeer daartoe de tekenmodus  [Verplaatsen](#) met de muis (eerste submenu in de werkbalk bovenaan). Je kan daarna door klikken en slepen de punten verplaatsen.




## 2.4. Verdelen van een lijnstuk AB in de verhouding 7 : 3

Aangezien je in GeoGebra kan rekenen met vectoren, is dit een eenvoudige oefening. Tik de volgende opdrachten in in het invoerveld en druk *Enter* op het einde van elke regel.

```
A = (-2, 1)
B = (3, 3)
s = Lijnstuk[A, B]
T = A + 7/10 (B - A)
```

Een andere mogelijkheid is:

```
A = (-2, 1)
B = (3, 3)
s = Lijnstuk[A, B]
v = Vector[A, B]
T = A + 7/10 v
```

Je kan vervolgens de parameter  $t$  gebruiken (bijv. in de vorm van een  $\xrightarrow{a=2}$  [Schuifknop](#)) en het punt  $T$  herdefiniëren als  $T = A + t v$  (zie  [Herdefiniëren](#)). Door de parameter  $t$  te wijzigen zie je het punt  $T$  bewegen op de rechte  $AB$ .




Teken deze rechte door de volgende parametervergelijking in te voeren (zie [Rechte](#)):

```
g: X = T + s v
```

## 2.5. Lineaire vergelijkingen in twee variabelen

Twee lineaire vergelijkingen in  $x$  en  $y$  kunnen worden opgevat als de vergelijkingen van twee rechten. De algebraïsche oplossing van het stelsel kan worden gevonden door het snijpunt van deze twee rechten te bepalen.

```
g: 3x + 4y = 12
h: y = 2x - 8
S = Snijpunten[g, h]
```

Je kan daarna in het algebravenster de vergelijkingen wijzigen: rechtsklikken (MacOS: *Apple* + klik) op een vergelijking en kies  [Herdefiniëren](#). Je kan de positie van de rechten ook met de muis in het tekenvenster wijzigen (  [Verplaatsen](#) of  [Roteren](#)).

## 2.6. Raaklijn aan de grafiek van een functie in x

In GeoGebra is er een opdracht om de raaklijn aan de grafiek van een functie  $y = f(x)$  te tekenen in een punt met  $x = a$ .

```
a = 3
f(x) = 2 sin(x)
t = Raaklijn[a, f]
```

Door de waarde van  $a$  te wijzigen (zie [Animatie](#)) kan je de raaklijn langsheen de grafiek van de functie  $f$  laten bewegen.

Een andere mogelijkheid bestaat erin de raaklijn met een parametervergelijking te definiëren:

```
a = 3
f(x) = 2 sin(x)
T = (a, f(a))
t: X = T + s (1, f'(a))
```

Op deze wijze beschik je ook over het raakpunt  $T$  op de grafiek van  $f$ .

Je kan de raaklijn aan de grafiek van een functie ook met de muis tekenen:

- Kies de tekenmodus [Nieuw punt](#) en klik op de grafiek van de functie  $f$  om een punt  $A$  te creëren dat op de grafiek van de functie  $f$  ligt.
- Kies de modus [Raaklijnen](#) en klik op de grafiek van  $f$  en op het eerder gecreëerde punt  $A$ .

Kies nu de tekenmodus [Verplaatsen](#). Laat het punt  $A$  over de grafiek van de functie lopen door te slepen met de muis. De raaklijn verandert op een dynamische manier mee.

## 2.7. Onderzoek van veeltermfuncties

Je kan met GeoGebra de nulpunten, lokale extrema en buigpunten van veeltermfuncties onderzoeken.

Geef bij wijze van voorbeeld de volgende opdrachten in:

```
f(x) = x^3 - 3 x^2 + 1
R = Nulpunten[f]
E = Extrema[f]
I = Buigpunten[f]
```

In de tekenmodus [Verplaatsen](#) kan je door te slepen met de muis de grafiek van de functie wijzigen. In dit verband is het ook interessant de eerste en de tweede afgeleide van de functie  $f$  te observeren.

```
Afgeleide[f]
Afgeleide[f, 2]
```

## 2.8. Integralen

GeoGebra biedt de mogelijkheid de begrippen ondersom en bovensom met behulp van rechthoeken te illustreren. Je kan dit gebruiken bij de introductie van het integraalbegrip.

```
f(x) = x^2/4 + 2  
a = 0  
b = 2  
n = 5  
L = Ondersom[f, a, b, n]  
U = Bovensom[f, a, b, n]
```

Door de parameters  $a$ ,  $b$  of  $n$  te wijzigen (zie [Animatie](#); zie modus  $\frac{a=2}{\rightleftarrows}$  [Schuifknop](#)) kan je de invloed ervan onderzoeken. Kies 1 als stapgrootte voor de parameter  $n$ : klik rechts op (MacOS: *Apple* + klik) op  $n$  en kies *Eigenschappen*.




Bereken de bepaalde integraal als `Integraal[f, a, b]` en een primitieve functie als `F = Integraal[f]`.

## 3. Meetkundige invoer

We leggen je hier uit hoe je gebruik kan maken van de muis om in GeoGebra objecten in te voeren.




### 3.1. Algemene richtlijnen

Het tekenvenster of meetkundevenster (rechts op het scherm) wordt gebruikt om punten, vectoren, lijnstukken, veelhoeken, grafieken van functies, rechten en kegelsneden te tonen. Wanneer je de muisaanwijzer op een object plaatst, dan verschijnt een beschrijving van dat object.

Er zijn verschillende tekenmodi, die GeoGebra duidelijk maken hoe het moet reageren op invoer via de muis (zie [Tekenmodi](#)). Zo kan klikken met de muis een nieuw punt creëren (zie modus  [Nieuw punt](#)), het snijpunt van objecten construeren (zie de modus  [Snijpunt\(en\) van twee objecten](#)) of een cirkel tekenen (zie modus  [Cirkel, ...](#)).




Opmerking: je kan de definitie van een object bewerken door rechtsklikken (MacOS: Apple + klik) op dat object in het algebrafenster.


#### 3.1.1. Snelmenu

Wanneer je rechtsklikt op een object, verschijnt een snelmenu. Hierin kan je o.a. de algebraïsche notatie (poolcoördinaten of cartesische coördinaten, impliciete of expliciete vergelijking,...) wijzigen. In dit snelmenu vind je ook allerlei opdrachten zoals  [Naam wijzigen](#),  [Herdefiniëren](#) of  [Verwijderen](#).

Klik je op *Eigenschappen*, dan verschijnt een dialoogvenster, waarin je kleur, afmetingen, lijndikte, lijnsoort, vulling e.d. van het object kan wijzigen.

#### 3.1.2. Object tonen/verbergen

De objecten in het tekenvenster zijn al dan niet zichtbaar. Maak gebruik van de tekenmodus  [Object tonen / verbergen](#) of van het [snelmenu](#) om de zichtbaarheid van het object te wijzigen. Het icoontje in het algebrafenster links van het object geeft aan of dit object al dan niet zichtbaar is (  “verborgen” of  “zichtbaar”).



Opmerking: je kan ook gebruik maken van de tekenmodus  [Aanvinkvakje om objecten te tonen of verbergen](#) in het zesde submenu om een aanvinkvakje in het tekenvenster te plaatsen om één of meerdere objecten te tonen of te verbergen.

### 3.1.3. Spoor

Je kan ervoor zorgen dat een object (bijvoorbeeld een punt) een spoor achterlaat als je het in het tekenvenster verplaatst. Maak gebruik van het [snelmenu](#) om dit spoor aan of uit te zetten.

Opmerking: de opdracht *Vernieuwen* in het menu *Beeld* verwijdert elk spoor.

### 3.1.4. Zoom

Rechtsklikken (MacOS: *Apple* + klik) in het tekenvenster opent een snelmenu met de mogelijkheid om in te zoomen (zie ook de tekenmodus  [Inzoomen](#)) of uit te zoomen (modus  [Uitzoomen](#)).

Opmerking: je kan ook inzoomen op een bepaald gebied van het tekenvenster. Daartoe maak je een zoomvenster met de muis door rechtsklikken en slepen.

### 3.1.5. Verhouding van de eenheden op de assen

Door rechtsklikken (MacOS: *Apple* + klik) in het tekenvenster en te kiezen voor *Eigenschappen* kom je in een snelmenu terecht waar

- je de verhouding van de eenheden op de x-as en de y-as kan instellen,
- de coördinaatassen individueel kan verbergen,
- de lay-out van de assen (bijvoorbeeld kleur, lijntype enz...) kan wijzigen.

### 3.1.6. Overzicht constructiestappen

Je kan een venster openen met het interactieve overzicht van de constructiestappen (menu *Beeld*, *Overzicht constructiestappen*). Dit venster bevat o.a. een tabel met de afzonderlijke constructiestappen, alsook een navigatiebalk.

Hiermee kan je de opdrachten één voor één opnieuw laten uitvoeren. Het is zelfs mogelijk om in dit venster constructiestappen te wijzigen alsook de volgorde van de constructiestappen te wijzigen.


Meer uitleg hierover vind je in de snelgids. Deze bevindt zich in het menu *Help* op de werkbalk bovenaan in het venster.

Opmerking: maak je gebruik van de kolom *Breekpunt* in het menu *Beeld*, dan kan je een aantal constructiestappen groeperen. Wanneer je de constructie overloopt zullen een aantal objecten dan samen worden getoond.

### 3.1.7. Navigatiebalk

De navigatiebalk van GeoGebra laat je toe om stap voor stap een bestaande constructie te reconstrueren. Selecteer *Navigatiebalk voor constructieoverzicht* in het menu *Beeld* om de navigatiebalk onderaan het tekenvenster zichtbaar te maken.

### 3.1.8. Herdefiniëren

Je kan een object *herdefiniëren* via zijn *snelmenu*. Zo kan een tekening achteraf nog aanzienlijk gewijzigd worden. Je kan een afhankelijk object ook *herdefiniëren* door de tekenmodus  *Verplaatsen* te kiezen en te dubbelklikken op dat object in het algebravenster.

#### Voorbeelden

Om een vrij punt  $A$  op een rechte  $r$  te plaatsen, kies je *Herdefiniëren* in het snelmenu van het punt  $A$  en tik je de opdracht `Punt[r]` in. Om het punt van deze rechte te verwijderen en terug vrij te maken, herdefinieer je het punt door willekeurige coördinaten in te geven.

Een ander voorbeeld is het omzetten van een rechte  $r$  door twee punten  $A$  en  $B$  in een lijnstuk. Kies *Herdefiniëren* en voer de opdracht `Lijnstuk[A, B]` in.

Het herdefiniëren is een handig gereedschap om constructies in een handomdraai te wijzigen.

### 3.1.9. Het eigenschappenvenster

Je kan de eigenschappen van een object (zoals kleur, lijntype, enz...) wijzigen via het eigenschappenvenster. Je opent dit dialoogvenster door rechtsklikken (MacOS: *Apple* + klik) op het object en daarna te kiezen voor *Eigenschappen* of door *Eigenschappen* te kiezen in het menu *Bewerken*.

In het eigenschappenvenster zijn de objecten gerangschikt volgens hun type (bijvoorbeeld punten, rechten, cirkels, enz...). Dit maakt het mogelijk om grote hoeveelheden van objecten te behandelen. Je kan de eigenschappen van de geselecteerde objecten wijzigen via de tabbladen aan de rechterzijde. Sluit het venster wanneer je klaar bent.

## 3.2. Tekenmodi

De hierna beschreven tekenmodi kunnen geactiveerd worden via de knoppen op de werkbalk bovenaan op het scherm. Klik je op het kleine driehoekje dat zich rechtsonder op elke knop bevindt, dan wordt een submenu met verdere modi geopend.

Opmerking: in elke modus is het mogelijk om nieuwe punten te creëren door gewoon in het tekenvenster te klikken.

#### **Selecteren van een object**

Bij het uitvoeren van een opdracht moet je vaak een object *selecteren*. Dit kan door *met de muis te klikken op het object*.


## Vlug objecten een andere naam geven

Om juist gecreëerde of geselecteerde objecten een andere naam te geven, begin je gewoon de nieuwe naam te tikken. Het dialoogvenster *Naam wijzigen* wordt dan geopend voor dit object.

### 3.2.1. Algemene tekenmodi

#### Verplaatsen

In deze modus kun je vrije objecten met de muis verplaatsen.

Wanneer je op een object klikt in de tekenmodus  *Verplaatsen*, kan je het vervolgens:

- verwijderen door de *Del* toets in te drukken.
- verplaatsen door gebruik te maken van de pijltoetsen (zie [Animatie](#))

Opmerking: de modus *Verplaatsen* wordt ook geactiveerd door op de *Esc*-toets te drukken.

Wil je meerdere objecten selecteren, hou dan de *Ctrl* toets ingedrukt.

Een andere manier om meerdere objecten te selecteren bestaat erin met een ingedrukte linker muisknop een 'selectierechthoek' te tekenen omheen de gewenste objecten. Daarna kan je de geselecteerde objecten verplaatsen door één ervan te verplaatsen met de muis.

De selectierechthoek kan ook worden gebruikt om een deel van het tekenvenster af te drukken of te exporteren als afbeelding alsook voor het maken van dynamische werkbladen (zie [Afdrukken en exporteren](#)).

#### Roteren

Selecteer eerst het centrum van de rotatie. Dan kan je vrije objecten ten opzichte van dit centrum roteren door te slepen met de muis.

#### Relatie tussen twee objecten

Activeer deze modus en selecteer twee objecten. Een venster verschijnt met informatie omtrent hun onderlinge relatie (zie ook de opdracht [Relatie](#)).

#### Tekenvenster verplaatsen

In deze modus kan je het tekenvenster verslepen, samen met het assenstelsel.

Opmerking: je kan het tekenvenster ook verplaatsen door met de muis te slepen terwijl je de *Shift* toets ingedrukt houdt (PC: ook *Ctrl*-toets).

Wanneer je in deze modus een van de assen 'vast neemt', kan je die uitrekken of samendrukken.

Opmerking: het herschalen van de assen is ook mogelijk in elke andere tekenmodus, door de *Shift*-toets ingedrukt te houden bij het slepen (PC: ook *Ctrl*-toets).



### **Inzoomen**

Klik op een willekeurige plaats in het tekenvenster om in te zoomen (zie ook [Zoom](#))



### **Uitzoomen**

Klik op een willekeurige plaats in het tekenvenster om uit te zoomen (zie ook [Zoom](#))



### **Object tonen / verbergen**

Klik op een object om het te tonen of te verbergen.

Opmerking: alle objecten die verborgen moeten worden, worden in een dikke lijnsoort weergegeven. De wijzigingen worden uitgevoerd van zodra je een andere tekenmodus kiest in werkbalk.



### **Label tonen / verbergen**

Klik op een object om het label te tonen of te verbergen.



### **Stijl kopiëren**

In deze modus kan je de zichtbare eigenschappen van een object (bijvoorbeeld kleur, afmetingen, lijntype, enz..) van één object naar meerdere andere objecten kopiëren. Kies eerst het object waarvan je de zichtbare eigenschappen wil kopiëren. Klik daarna op alle objecten waarvan je wil dat ze deze eigenschappen overnemen.



### **Object verwijderen**

Klik op elk object dat je wenst te verwijderen.

## **3.2.2. Punt**



### **Nieuw punt**

Klik in het tekenvenster om daar een nieuw punt te creëren.

Opmerking: de coördinaten van dit punt worden vastgelegd op het ogenblik dat je de muisknop loslaat.

Klik je op een lijnstuk, een rechte, veelhoek, kegelsnede, functie of kromme, dan creëer je een punt op dit object (zie ook de opdracht [Punt](#)).

Klik je op het snijpunt van twee objecten, dan wordt dit snijpunt gecreëerd (zie ook de opdracht [Snijpunten](#)).





### Snijpunt(en) van twee objecten

Je kan op twee manieren snijpunten van twee objecten bepalen:

- selecteer de twee objecten: alle snijpunten worden gecreëerd (indien mogelijk);
- klik op het snijpunt van twee objecten: enkel dit ene snijpunt wordt gecreëerd.

Bij het bepalen van snijpunten van lijnstukken, halfrechten of bogen kan je aanduiden of het wenselijk is *uitwendige snijpunten toe te laten* (zie [Eigenschappenvenster](#)). Soms is het wenselijk snijpunten toe te laten die op het verlengde van het object liggen. Zo is bijvoorbeeld het verlengde van een halfrechte een rechte, het verlengde van een cirkelboog een cirkel enz...



### Midden of middelpunt

Klik op...

- twee punten om het midden van een lijnstuk met deze punten als eindpunten te bepalen;
- een lijnstuk om het midden ervan te bepalen;
- een kegelsnede om het middelpunt ervan te bepalen.

## 3.2.3. Vector



### Vector tussen twee punten

Klik respectievelijk op begin- en eindpunt van de te creëren vector.



### Vector met beginpunt

Klik op een punt  $A$  en een vector  $v$ . Je creëert daarbij zowel het punt  $B$  met  $B = A + v$  als de vector van  $A$  naar  $B$ .

## 3.2.4. Lijnstuk




### Lijnstuk tussen twee punten

Klik op twee punten  $A$  en  $B$  om het lijnstuk tussen  $A$  en  $B$  te creëren. In het algebra-venster zie je de lengte van het lijnstuk.



### Lijnstuk met beginpunt en gegeven lengte

Klik op een punt  $A$  dat je als beginpunt van het lijnstuk kiest. Er verschijnt een venster waarin je de lengte  $l$  van het lijnstuk kan intikken.

Opmerking: deze opdracht creëert een lijnstuk met lengte  $l$  en de punten  $A$  en  $B$  als eindpunten. Het eindpunt  $B$  kan worden gerooteerd ten opzichte van het beginpunt  $A$  wanneer de tekenmodus  [Verplaatsen](#) geactiveerd wordt.

### 3.2.5. Halfrechte



#### Halfrechte door twee punten

Klik op twee punten  $A$  en  $B$  en creëer zo de halfrechte met  $A$  als beginpunt en gaande door het punt  $B$ . In het algebravenster zie je een vergelijking van de overeenkomstige rechte.

### 3.2.6. Veelhoek



#### Veelhoek

Klik minstens op drie punten en klik daarna opnieuw op het eerste punt. In het algebravenster zie je de oppervlakte van de veelhoek.



#### Regelmatige veelhoek

Klik op twee punten  $A$  en  $B$  en geef in het tekstveld van het dialoogvenster een natuurlijk getal  $n$  in. Er wordt een regelmatige veelhoek getekend met  $n$  hoekpunten, waaronder  $A$  en  $B$ .

### 3.2.7. Rechte



#### Rechte door twee punten

Klik op twee punten  $A$  en  $B$  en creëer zo de rechte  $AB$ . De richtingsvector van de rechte is  $(B - A)$ .



#### Evenwijdige rechte

Klik op een rechte  $r$  en een punt  $A$  en creëer zo een evenwijdige aan de rechte  $r$  door het punt  $A$ . Beide rechten hebben dezelfde richtingsvector.



#### Loodlijn

Klik op een rechte  $r$  en een punt  $A$  en creëer zo de loodlijn door het punt  $A$  op de rechte  $r$ . De richtingsvector van deze is de normaalvector van de rechte  $r$  (zie ook de opdracht [Normaalvector](#)).



#### Middelloodlijn

In deze modus kan je de middelloodlijn construeren van een lijnstuk  $s$  of van een denkbeeldig lijnstuk waarvan de eindpunten  $A$  en  $B$  gegeven zijn.

Klik daartoe op het lijnstuk  $s$  of op de punten  $A$  en  $B$ . De richtingsvector van deze middelloodlijn is gelijk aan de normaalvector van het lijnstuk  $s$  of van  $AB$  (zie ook de opdracht [Normaalvector](#)).



### Bissectrices

Je kan op twee manieren bissectrices creëren:

- klik op drie punten  $A$ ,  $B$ ,  $C$  om de bissectrices te creëren van de hoek bepaald door de rechten  $AB$  en  $BC$  (het hoekpunt is dus  $B$ );
- klik op twee rechten om de bissectrices te construeren van de hoeken bepaald door deze twee rechten.

Opmerking: de richtingsvectoren van alle bissectrices zijn genormeerd.



### Raaklijnen

Je kan op twee manieren raaklijnen aan een kegelsnede creëren:

- selecteer een punt  $A$  en een kegelsnede  $k$ : je verkrijgt alle raaklijnen door  $A$  aan  $k$ ;
- klik op een rechte  $r$  en een kegelsnede  $k$ : je verkrijgt alle raaklijnen aan  $k$  evenwijdig met  $r$ .

Klik je op een punt  $A$  en op de grafiek van een functie  $f$ , dan verkrijg je de raaklijn aan  $f$  in het punt met  $x(A)$  als x-coördinaat.



### Poollijn of middellijn

In deze modus kan je de poollijn of de middellijn van een kegelsnede construeren, op twee manieren:

- klik op een punt en op een kegelsnede om de poollijn van het punt ten opzichte van de kegelsnede te verkrijgen;
- klik op een rechte of op een vector en op een kegelsnede om de middellijn toegevoegd aan de gegeven richting te verkrijgen.

## 3.2.8. Kegelsneden



### Cirkel met middelpunt door punt

Klik op een punt  $M$  en een punt  $P$ . Je verkrijgt een cirkel door het punt  $P$  met  $M$  als middelpunt. De straal van deze cirkel is de afstand van  $M$  tot  $P$ .



### Cirkel met middelpunt en straal

Klik op een punt  $M$ . Er verschijnt een venster waarin je de straal van de cirkel kan intikken.



### Cirkel door drie punten

Klik op drie punten  $A$ ,  $B$ , en  $C$ . Je verkrijgt een cirkel door deze drie punten. Indien de drie punten collineair zijn, dan degenereert de cirkel tot een rechte.



### Kegelsnede door vijf punten

Klik op vijf punten, je verkrijgt een kegelsnede door deze vijf punten.

Opmerking: enkel indien geen vier van deze vijf punten op één rechte zijn gelegen, is de kegelsnede gedefinieerd.

### 3.2.9. Boog en sector

Opmerking: in GeoGebra is de 'algebraïsche waarde' van een boog zijn lengte. De algebraïsche waarde van een sector is zijn oppervlakte.



Klik op twee punten  $A$  en  $B$  en je verkrijgt een halfcirkel op het lijnstuk  $[AB]$ .



Klik op drie punten  $M$ ,  $A$  en  $B$ . Je verkrijgt een cirkelboog met  $M$  als middelpunt,  $A$  als beginpunt en waarvan  $B$  de positie van het eindpunt geeft.

Opmerking: het punt  $B$  hoeft dus niet noodzakelijk op de cirkelboog te liggen.



Klik op drie punten  $M$ ,  $A$  en  $B$ . Je verkrijgt een cirkelsector waarvan  $M$  het middelpunt is,  $A$  het beginpunt is en  $B$  het eindpunt aangeeft.

Opmerking: Het punt  $B$  moet niet noodzakelijk op de sector liggen.



Klik op drie punten  $A$ ,  $B$  en  $C$ . Je verkrijgt een cirkelboog met  $A$  als beginpunt, door  $B$  en met  $C$  als eindpunt.



Klik op drie punten  $A$ ,  $B$  en  $C$ . Je verkrijgt een cirkelsector met  $A$  als beginpunt, door  $B$  en met  $C$  als eindpunt.

### 3.2.10. Getal en hoek



In deze modus kun je de afstand tussen twee punten, twee rechten of tussen een punt en een rechte laten berekenen. Je kan ook de lengte van een lijnstuk of de omtrek van een cirkel opvragen.



In deze tekenmodus bepaal je de oppervlakte van een veelhoek, een cirkel of een ellips. Het resultaat is een dynamische tekst in het tekenvenster.



## Helling


In deze modus verkrijg je de helling van elke rechte waarop je klikt. Het resultaat is een dynamische tekst en grafische voorstelling in het tekenvenster.



## Schuifknop

Opmerking: in GeoGebra is een schuifknop niets anders dan de grafische voorstelling van een vrij getal of vrije hoekwaarde.

Klik op een willekeurige plaats in het tekenvenster om een schuifknop voor een getal- of hoekwaarde te creëren. Er verschijnt een venster waarin je niet alleen het interval  $[min, max]$  voor de getal- of hoekwaarde kunt ingeven maar ook de breedte van de schuifknop (in pixels).

Opmerking: je kan gemakkelijk een schuifknop creëren voor om het even welke vrije getalwaarde of hoekwaarde door dit object zichtbaar te maken (zie [snelmenu](#); zie tekenmodus  [Object tonen / verbergen](#)).

De positie van de schuifknop in het tekenvenster kan absoluut zijn of relatief ten opzichte van het coördinatenstelsel (zie [Eigenschappen](#) van de overeenkomstige getalwaarde of hoekwaarde).



## Hoek

Je creëert in deze modus:

- de hoek bepaald door drie punten  $A$ ,  $B$  en  $C$  waarbij  $B$  het hoekpunt voorstelt
- de hoek bepaald door twee lijnstukken
- de hoek bepaald door twee rechten
- de hoek bepaald door twee vectoren
- alle binnenhoeken van een veelhoek

Alle hoeken hebben een waarde tussen  $0^\circ$  en  $180^\circ$ . Indien je hoeken wenst toe te laten waarvan de waarde tussen  $0^\circ$  en  $360^\circ$  ligt, kies dan de overeenkomstige instelling in het [Eigenschappenvenster](#).



## Hoek met gegeven grootte

Klik op twee punten  $A$  en  $B$ . Er verschijnt een venster waarin je de grootte van de hoek kan intikken. Deze opdracht creëert een punt  $C$  en een hoek  $\alpha$ , waarbij  $\alpha$  de waarde is van de hoek  $ABC$ .

## 3.2.11. Booleaans



### Aanvinkvakje om objecten te tonen en te verbergen

Wanneer je in deze modus in het tekenvenster klikt, creëer je een aanvinkvakje (Booleaanse variabele) die kan gebruikt worden om objecten te tonen en te verbergen. Er verschijnt een venster waarin je de objecten kan aanduiden waarvan de zichtbaarheid aan dit aanvinkvakje gekoppeld wordt.

### 3.2.12. Meetkundige plaats



#### Meetkundige plaats

Klik op een punt  $Q$  dat afhankelijk is van een ander punt  $P$  en waarvan je de meetkundige plaats wenst te bepalen. Klik daarna ook op dit punt  $P$ .

Opmerking: het punt  $P$  moet op een object liggen (bijvoorbeeld op een rechte, een lijnstuk, een cirkel, ...).

#### Voorbeeld

- Tik de opdracht  $f(x) = x^2 - 2x - 1$  in in het invoerveld.
- Plaats een nieuw punt  $P$  op de  $x$ -as (zie tekenmodus [Nieuw punt](#); zie opdracht [Punt](#)).
- Definieer het punt  $Q = (x(P), f'(x(P)))$ . Dit punt is afhankelijk van het punt  $P$ .
- Kies de modus **Meetkundige plaats** en klik achtereenvolgens op het punt  $Q$  en op het punt  $P$ .
- Sleep het punt  $P$  over de  $x$ -as: je ziet dat het punt  $Q$  zich beweegt op de kromme die de meetkundige plaats voorstelt.

### 3.2.13. Meetkundige transformaties

De onderstaande meetkundige transformaties kunnen worden uitgevoerd op punten, rechten, kegelsneden, veelhoeken en op afbeeldingen.



#### Puntspiegeling

Selecteer het object dat je wil spiegelen. Klik daarna op het punt ten opzichte waarvan je het object wil spiegelen.



#### Lijnspiegeling

Klik eerst op het object dat je wil spiegelen. Klik daarna op de spiegelas.



#### Rotatie met centrum over bepaalde hoek

Klik op het object dat je wil roteren. Klik vervolgens op het centrum van de rotatie. Daarna verschijnt een venster waarin je de rotatiehoek kan intikken.



#### Verschuiving volgens vector

Klik op het object dat je wil verschuiven. Klik daarna op de verschuivingsvector.



#### Homothetie

Klik op het object waarop je een homothetie wil uitvoeren. Klik vervolgens op het centrum van de homothetie. Daarna verschijnt een venster waarin je de factor van de homothetie kan ingeven.

### 3.2.14. Tekst

#### ABC Tekst

In deze tekenmodus kan je statische en dynamische teksten of LaTeX formules in het tekenvenster plaatsen.

- Klik op de positie in het tekenvenster waar je de tekst of de formule wil plaatsen. De positie van de tekst is onafhankelijk van om het even welk object.
- Klik op een punt om een tekst of formule te creëren. De positie van deze tekst of formule is afhankelijk van de positie van dat punt.

Daarna verschijnt een venster waarin je de tekst of formule kan intikken.

Opmerking: het is ook mogelijk gebruik te maken van de waarde van een object en op die manier dynamische teksten te creëren.

Invoer	Beschrijving
"Dit is een tekst"	eenvoudige tekst (statisch)
"co(A) = " + A	dynamische tekst gebruikt de coördinaten van het punt A
"lengte a: " + a + " cm"	dynamische tekst gebruikt de lengte van het lijnstuk a

De positie van de tekst in het tekenvenster kan absoluut zijn of relatief ten opzichte van het coördinatensysteem (zie [Eigenschappen](#) van tekst).

#### LaTeX-formules

In GeoGebra kan je gebruik maken van formules. Om dit te doen moet je eerst de optie *LaTeX formule* aanvinken in het tekstvenster van de modus <sup>ABC</sup> Tekst. Daarna kan je de formule in LaTeX-syntax tikken.

Hieronder vind je enkele vaak gebruikte LaTeX commando's. Raadpleeg LaTeX-documentatie voor verdere informatie.

LaTeX-invoer	Resultaat
<code>a \cdot b</code>	$a \cdot b$
<code>\frac{a}{b}</code>	$\frac{a}{b}$
<code>\sqrt{x}</code>	$\sqrt{x}$
<code>\sqrt[n]{x}</code>	$\sqrt[n]{x}$
<code>\vec{v}</code>	$\vec{v}$
<code>\overline{AB}</code>	$\overline{AB}$
<code>x^{2}</code>	$x^2$
<code>a_{1}</code>	$a_1$
<code>\sin\alpha + \cos\beta</code>	$\sin \alpha + \cos \beta$
<code>\int_{a}^b x dx</code>	$\int_a^b x dx$
<code>\sum_{i=1}^n i^2</code>	$\sum_{i=1}^n i^2$

### 3.2.15. Afbeeldingen



#### Afbeelding invoegen

Hiermee voeg je een afbeelding toe aan je constructie.

Ga op een van de volgende manieren te werk:

- klik in het tekenvenster om de positie van de linkerbenedenhoek van de afbeelding te bepalen;
- klik op een punt om het als linkerbenedenhoek van de afbeelding te gebruiken.

Daarna verschijnt een venster waarin je het bestand met de gewenste afbeelding kan kiezen.

### 3.2.16. Eigenschappen van afbeeldingen

#### Positie

De positie van een afbeelding in het tekenvenster kan absoluut zijn of relatief ten opzichte van het coördinatenstelsel (zie [Eigenschappen](#) van de afbeelding).


Kies je voor een relatieve positie, dan kan je tot drie hoekpunten aanduiden. Dit geeft je zelfs de mogelijkheid om een afbeelding te herschalen, roteren en zelfs vervormen.

- 1. Hoekpunt (positie van de linkerbenedenhoek van de afbeelding)
- 2. Hoekpunt (positie van de rechterbenedenhoek van de afbeelding)  
Opmerking: dit hoekpunt kan enkel worden bepaald nadat je het eerste hoekpunt hebt ingegeven. Hiermee bepaal je de breedte van de afbeelding.
- 4. Hoekpunt (positie van de linkerbovenhoek van de afbeelding)  
Opmerking: dit hoekpunt kan eveneens slechts worden bepaald nadat je het eerste hoekpunt hebt ingegeven. Hiermee bepaal je de hoogte van de afbeelding.

Opmerking: zie ook de opdracht [Hoekpunt](#).

#### Voorbeelden

Construeer om te oefenen drie punten  $A$ ,  $B$  en  $C$  en onderzoek het effect op de afbeelding.

- Plaats het punt  $A$  als het eerste en het punt  $B$  als het tweede hoekpunt van de afbeelding. Door de punten  $A$  en  $B$  in de modus  [Verplaatsen](#) te verslepen kan je de invloed van de positie van deze punten op de afbeelding nagaan.
- Plaats het punt  $A$  als het eerste en het punt  $C$  als vierde hoekpunt en onderzoek hun invloed op de afbeelding.
- Tenslotte kan je de drie hoekpunten instellen om te zien hoe bij het verplaatsen van deze punten de afbeelding vervormd wordt.

Je hebt intussen kunnen nagaan hoe je de positie en de afmetingen van de afbeelding kan wijzigen. Veronderstel nu dat je de afbeelding wil vasthechten aan een punt  $A$ , de breedte van de afbeelding wil instellen op 3 eenheden en de hoogte op 4 eenheden. Ga dan als volgt te werk:

- 1. Hoekpunt:  $A$
- 2. Hoekpunt:  $A + (3, 0)$
- 4. Hoekpunt:  $A + (0, 4)$



Opmerking: als je in de tekenmodus  *Verplaatsen* de positie van het punt A wijzigt, zal je zien dat de afbeelding haar afmetingen behoudt.

### **Achtergrondafbeelding**

Je kan een afbeelding op de *achtergrond* plaatsen (zie [Eigenschappen](#) van de afbeelding). Een achtergrondafbeelding ligt dan onder de coördinaatassen en kan niet met de muis worden geselecteerd.

Opmerking: om de instellingen van een achtergrondafbeelding te wijzigen, kies je *Eigenschappen* in het menu *Bewerken*.

### **Transparantie**

Je kan een afbeelding transparant maken zodat je de objecten en de assen die eronder liggen kan zien. Je kan de transparantie van een afbeelding instellen door een waarde tussen 0 % en 100 % te kiezen voor de *vulling* (zie [Eigenschappen](#) van de afbeelding).

## 4. Algebraïsche invoer

We leggen in dit hoofdstuk uit hoe je het toetsenbord kan gebruiken om allerlei opdrachten uit te voeren in GeoGebra.

### 4.1. Algemene opmerkingen

De waarden, coördinaten en vergelijkingen van de *vrije* en *afhankelijke* objecten worden altijd getoond in het algebravenster (links op het scherm). Vrije objecten zijn niet afhankelijk van om het even welk ander object en kunnen rechtstreeks gewijzigd worden.


Je kan objecten creëren en wijzigen via het invoerveld dat zich onderaan het GeoGebravenster bevindt (zie [Directe invoer](#); zie [Opdrachten](#)).

Opmerking: druk steeds de *Enter* toets in nadat je de definitie van een object in het invoerveld hebt ingetikt.


#### 4.1.1. Wijzigen van waarden

Vrije objecten kunnen rechtstreeks gewijzigd worden. Dit is niet het geval voor afhankelijke objecten. Om de waarde van een vrij object te veranderen tik je de nieuwe waarde in in het invoerveld (zie [Directe invoer](#)).

Voorbeeld: indien je de waarde van een bestaand getal  $a = 3$  wil wijzigen, tik dan  $a = 5$  in het invoerveld en druk op de *Enter* toets.



Opmerking: een alternatieve werkwijze bestaat erin via het algebravenster te kiezen voor *Herdefiniëren* in het [Snelmenu](#) of je kan ook dubbelklikken op het object in het algebravenster wanneer de modus  [Verplaatsen](#) actief is.

#### 4.1.2. Animatie

Om een getalwaarde of een hoekwaarde continu te wijzigen, kies voor de tekenmodus  [Verplaatsen](#), klik daarna op het getal of op de hoekwaarde en druk op de + of – toets.

Indien je één van deze toetsen ingedrukt houdt, dan ontstaat een animatie.

Voorbeeld: indien de coördinaten van een punt afhankelijk zijn van een parameter  $p$  zoals in het punt  $P = (2p, p)$ , dan zal dat punt zich volgens een rechte bewegen wanneer je de parameter  $p$  continu wijzigt.

Met behulp van de pijltjestoetsen kan je om het even welk vrij object willekeurig verplaatsen op voorwaarde dat je de modus  [Verplaatsen](#) hebt geactiveerd (zie [Animatie](#); zie modus  [Verplaatsen](#)).

Opmerking: je kan de stapgrootte van de verplaatsing instellen via het [Eigenschappenvenster](#) van dit object.

## Toetsencombinaties

- *Ctrl* + pijltjestoetsen...10\*stapgrootte
- *Alt* + pijltjestoetsen...100\*stapgrootte

## 4.2. Directe invoer

GeoGebra kan werken met getallen, hoeken, punten, vectoren, lijnstukken, rechten, kegelsneden, functies en parameterkrommen. We leggen je nu uit hoe je deze objecten met behulp van coördinaten en vergelijkingen kan invoeren.

Opmerking: in de namen van de objecten kan je gebruik maken van een index:  $A_1$  en  $s_{AB}$  worden ingevoerd als  $A_{_1}$  respectievelijk  $s_{\{AB\}}$ .

### 4.2.1. Getallen en hoeken

In getallen en hoeken wordt de decimale punt gebruikt (en geen decimale komma).

Voorbeeld: je definieert een decimaal getal  $r$  door bijvoorbeeld  $r = 5.32$  te tikken.

Opmerking: je kan gebruik maken van de constante  $\pi$  en de constante van Euler  $e$  in uitdrukkingen en in berekeningen door deze constanten te selecteren in het rolmenu dat zich naast het invoerveld bevindt.

Waarden van hoeken worden in graden ( $^\circ$ ) of in radialen (rad) ingevoerd. De constante  $\pi$  is ook nuttig bij de invoer van hoeken uitgedrukt in radialen en kan ook worden ingevoerd als  $pi$ .

Voorbeeld: een hoek  $\alpha$  kan worden ingevoerd in graden ( $\alpha = 60^\circ$ ) of in radialen ( $\alpha = pi/3$ ).

Opmerking: GeoGebra voert alle interne berekeningen uit in radialen. Het symbool  $^\circ$  is niets anders dan de constante  $\pi/180$ , om graden om te zetten in radialen.

### Schuifknoppen en pijltjestoetsen

Je kan vrije getallen en hoeken in het tekenvenster voorstellen door middel van een schuifknop (zie tekenmodus  $\overset{a=2}{\rightleftarrows}$  [Schuifknop](#)). In het algebravenster kan je de waarden van getallen en hoeken met behulp van de pijltjestoetsen wijzigen (zie [Animatie](#)).

### Waarde beperkt door een interval

Vrije getallen en hoeken kunnen worden beperkt tot een interval  $[min, max]$  (zie [Eigenschappenvenster](#)). Dit interval wordt ook gebruikt bij  $\overset{a=2}{\rightleftarrows}$  [Schuifknoppen](#).

Voor elke afhankelijke hoekwaarde kan worden gespecificeerd of ze wordt beperkt tot het interval  $[0^\circ, 180^\circ]$  of  $[0^\circ, 360^\circ]$  (zie [Eigenschappenvenster](#)).

### 4.2.2. Punten en vectoren

Je kan punten en vectoren zowel met cartesische als met poolcoördinaten ingeven (zie [Getallen en hoeken](#)).

Opmerking: punten worden aangeduid met hoofdletters, vectoren met kleine letters.

#### Voorbeelden

- Om een punt  $P$  of een vector  $v$  in Cartesische coördinaten in te geven, gebruik  $P = (1, 0)$  resp.  $v = (0, 5)$ .
- Om een punt  $P$  of een vector  $v$  in poolcoördinaten in te geven, gebruik  $P = (1; 0^\circ)$  resp.  $v = (5; 90^\circ)$ .

### 4.2.3. Rechte

Je kan een rechte ingeven door een lineaire vergelijking in  $x$  en  $y$  in te tikken of via een vectoriële vergelijking (parametervergelijking). In beide gevallen kan je gebruik maken van eerder gedefinieerde variabelen (bijvoorbeeld getallen, punten, vectoren).

Opmerking: de vergelijking kan worden voorafgegaan door de naam van de rechte gevolgd door een dubbelpunt.

#### Voorbeelden

- Tik  $r : 3x + 4y = 2$  om een rechte  $r$  in te voeren door middel van haar cartesische vergelijking.
- Definieer een parameter  $t$  ( $t = 3$ ) vooraleer een rechte  $r$  door middel van haar parametervergelijking  $r: X = (-5, 5) + t (4, -3)$  in te voeren.
- Stel dat de parameters  $m = 2$  en  $b = -1$  werden ingevoerd, dan kan je een rechte ook ingeven als  $g: y = m x + b$ .

### xAs en yAs

De twee coördinaatassen kunnen in opdrachten worden gebruikt via de benamingen  $xAs$  en  $yAs$ .

Voorbeeld: met de opdracht `Loodlijn[A, xAs]` construeer je een loodlijn op de  $x$ -as door een gegeven punt  $A$ .

### 4.2.4. Kegelsnede

Je kan een kegelsnede ingeven door een kwadratische vergelijking in  $x$  en  $y$  in te tikken. Hierbij kan je gebruik maken van eerder gedefinieerde objecten (bijvoorbeeld getallen, punten, vectoren, ...). Een vergelijking van de kegelsnede kan worden voorafgegaan door een naam gevolgd door een dubbelpunt.

#### Voorbeelden

- Ellips  $ell$ :  $ell: 9 x^2 + 16 y^2 = 144$
- Hyperbool  $hyp$ :  $hyp: 9 x^2 - 16 y^2 = 144$
- Parabool  $par$ :  $par: y^2 = 4 x$
- Cirkel  $k1$ :  $k1: x^2 + y^2 = 25$
- Cirkel  $k2$ :  $k2: (x - 5)^2 + (y + 2)^2 = 25$

Opmerking: indien je op voorhand bijvoorbeeld  $a = 4$  en  $b = 3$  definieert, dan kan je een ellips invoeren als  $e11: b^2 x^2 + a^2 y^2 = a^2 b^2$ .

#### 4.2.5. Functies in x

Bij het invoeren van een functie kan je gebruik maken van eerder gedefinieerde variabelen (bijvoorbeeld getallen, punten, vectoren, ...) alsook van eerder gedefinieerde functies.

##### Voorbeelden

- Functie  $f$ :  $f(x) = 3x^3 - x^2$
- Functie  $g$ :  $g(x) = \tan(f(x))$
- Naamloze functie:  $\sin(3x) + \tan(x)$

Alle intern gedefinieerde functies (zoals bijvoorbeeld  $\sin$ ,  $\cos$ ,  $\tan$ , ...) worden beschreven in de paragraaf over de numerieke bewerkingen (zie [Numerieke bewerkingen](#)).

In GeoGebra zijn er ook commando's om de [Integraal](#) en de [Afgeleide](#) van een functie te berekenen.

Je kan ook gebruik maken van opdrachten van de vorm  $f'(x)$  of  $f''(x)$ ,... om de afgeleiden te berekenen van een eerder gedefinieerde functie  $f$ .

Voorbeeld: definieer eerst een functie  $f$  als  $f(x) = 3x^3 - x^2$ . Daarna kan je  $g(x) = \cos(f'(x + 2))$  intikken om de functie  $g$  te verkrijgen.

Bovendien kan je grafieken van functies volgens een vector verschuiven (zie de opdracht [Verschuiving](#)) en de grafiek van een vrije functie kan met de muis worden gewijzigd (zie de tekenmodus [Verplaatsen](#)).

#### Domein van een functie bepaald door een interval

Om het domein van een functie te beperken tot een interval  $[a, b]$ , maak je best gebruik van de opdracht `Functie` (zie de opdracht [Functie](#)).

#### 4.2.6. Lijsten van objecten

Met behulp van accolades kan je een lijst van verschillende objecten creëren (bijv. punten, lijnstukken, cirkels, ...).

##### Voorbeelden

- $L = \{A, B, C\}$  creëert een lijst die bestaat uit drie vooraf gedefinieerde punten  $A$ ,  $B$  en  $C$ .
- $L = \{(0, 0), (1, 1), (2, 2)\}$  is een lijst die bestaat uit drie naamloze punten.

## 4.2.7. Numerieke bewerkingen

Om getallen, coördinaten of vergelijkingen (zie [Directe invoer](#)) in te geven, kan je gebruik maken van numerieke en algebraïsche uitdrukkingen met haakjes.

De volgende bewerkingen zijn beschikbaar in GeoGebra:

Bewerking	Invoer
optelling	+
afrekking	-
vermenigvuldiging	* of <i>spatiebalk</i>
scalair product	* of <i>spatiebalk</i>
deling	/
machtsverheffing	^ or 2
faculteit	!
gammafunctie	gamma( )
haakjes	( )
x-coördinaat	x( )
y-coördinaat	y( )
absolute waarde	abs( )
teken	sgn( )
vierkantswortel	sqrt( )
derdemachtswortel	cbirt( )
toevalsgetal tussen 0 en 1	random( )
exponentiële functie	exp( ) or $e^x$
natuurlijke (Neperiaanse) logaritme	ln( ) or log( )
logaritme met grondtal 2	ld( )
logaritme met grondtal 10	lg( )
cosinus	cos( )
sinus	sin( )
tangens	tan( )
boogcosinus	acos( )
boogsinus	asin( )
boogtangens	atan( )
hyperbolische cosinus	cosh( )
hyperbolische sinus	sinh( )
hyperbolische tangens	tanh( )
inverse hyperbolische cosinus	acosh( )
inverse hyperbolische sinus	asinh( )
inverse hyperbolische tangens	atanh( )
grootste geheel getal kleiner dan of gelijk aan	floor( )
kleinste geheel getal groter of gelijk aan	ceil( )
afrondding	round( )

### Voorbeelden

- Het midden  $M$  van een lijnstuk met eindpunten  $A$  en  $B$  kan worden gecreëerd door de formule  $M = (A + B) / 2$  in te tikken.

- De lengte van een vector  $v$  kan worden berekend als  $l = \text{sqrt}(v * v)$ .


Opmerking: in GeoGebra kan je niet alleen rekenen met getallen maar ook met punten en vectoren.

#### 4.2.8. Booleaanse variabelen

Je kan gebruik maken van de Booleaanse variabelen “true” en “false” in GeoGebra.

Voorbeeld: tik  $a = \text{true}$  of  $b = \text{false}$  in het invoerveld en druk op de *Enter* toets.

#### Aanvinkvakje en pijltjestoetsen

Vrije Booleaanse variabelen kunnen in de vorm van aanvinkvakjes in het tekenvenster worden geplaatst (zie tekenmodus  [Aanvinkvakje om objecten te tonen en te verbergen](#)). Je kan de Booleaanse variabelen ook met behulp van de pijltjestoetsen in het algebravenster wijzigen (zie [Animatie](#)).

## 4.2.9. Booleaanse operatoren

Je kan in GeoGebra de volgende Booleaanse operatoren gebruiken:

	Operator	Voorbeeld	Types
is gelijk aan	$\hat{=}$ of $==$	$a \hat{=} b$ of $a == b$	getallen, punten, rechten, kegelsneden $a, b$
is niet gelijk aan	$\neq$ of $!=$	$a \neq b$ of $a != b$	getallen, punten, rechten, kegelsneden $a, b$
is kleiner dan	$<$	$a < b$	getallen $a, b$
is groter dan	$>$	$a > b$	getallen $a, b$
is kleiner of gelijk aan	$\leq$ of $<=$	$a \leq b$ of $a <= b$	getallen $a, b$
is groter of gelijk aan	$\geq$ of $>=$	$a \geq b$ of $a >= b$	getallen $a, b$
en	$\square$	$a \square b$	Booleaanse variabelen $a, b$
of	$\square$	$a \square b$	Booleaanse variabelen $a, b$
niet	$\neg$ of $!$	$\neg a$ of $!a$	Booleaanse variabele $a$
is evenwijdig met	$\parallel$	$a \parallel b$	rechten $a, b$
staat loodrecht op	$\perp$	$a \perp b$	rechten $a, b$

## 4.3. Opdrachten

Met behulp van opdrachten of commando's kan je nieuwe objecten creëren of bestaande objecten wijzigen. Je kan het resultaat van een commando ook toekennen aan een variabele. Tik de naam van de variabele, gevolgd door "=" en het commando. In het hierna volgende voorbeeld is de naam van het nieuwe punt S.

Voorbeeld: om het snijpunt van de twee rechten  $g$  en  $h$  te bepalen, gebruik je de opdracht  $S = \text{Snijpunten}[g, h]$  (zie de opdracht [Snijpunten](#)).

Opmerking: je kan ook gebruik maken van een index in de namen van de objecten:  $A_1$  en  $s_{AB}$  worden ingevoerd als  $A_1$  respectievelijk  $s_{\{AB\}}$ .

### 4.3.1. Algemene opdrachten

#### Relatie

Relatie[object  $a$ , object  $b$ ]: toont een venster waarin de relatie tussen de objecten  $a$  en  $b$  worden beschreven.

Opmerking: met dit commando kan je weten of twee objecten gelijk zijn, of een punt al dan niet op een rechte of kegelsnede gelegen is, hoe een rechte ten opzichte van een kegelsnede gelegen is (raaklijn, snijlijn, asymptoot,...).



## Verwijder

Verwijder[object *a*]: verwijdert een object *a* en alle van dit object afhankelijke objecten.

## Element

Element[lijst *L*, getal *n*]: creëert als object het *n*-de element uit een lijst *L*

### 4.3.2. Booleaanse commando's

Als[voorwaarde, *a*, *b*]: geeft een kopie van object *a* indien de voorwaarde `true` als waarde heeft en geeft een kopie van object *b* indien de voorwaarde `false` als waarde heeft.

Als[voorwaarde, *a*]: geeft een kopie van object *a* indien de voorwaarde `true` als waarde heeft en geeft een niet-gedefinieerd object indien de voorwaarde `false` als waarde heeft.

### 4.3.3. Getallen

#### Lengte

Lengte[vector *v*]: berekent de lengte van een vector *v*

Lengte[punt *A*]: berekent de lengte van de vector met *O* als beginpunt en *A* als eindpunt

Lengte[functie *f*, getal *x1*, getal *x2*]: berekent de lengte van de grafiek van de functie *f* tussen de waarden *x1* en *x2*

Lengte[functie *f*, punt *A*, punt *B*]: berekent de lengte van de grafiek van de functie *f* tussen twee punten *A* en *B* op de grafiek

Lengte[kromme *c*, getal *t1*, getal *t2*]: berekent de lengte van een kromme *c* tussen twee getallen *t1* en *t2*

Lengte[kromme *c*, punt *A*, punt *B*]: berekent de lengte van een kromme *c* tussen twee punten *A* en *B* op de kromme

Lengte[lijst *L*]: berekent de lengte van een lijst *L* (dit is het aantal elementen in de lijst)

#### Oppervlakte

Oppervlakte[punt *A*, punt *B*, punt *C*, ...]: berekent de oppervlakte van een veelhoek met de punten *A*, *B*, *C*,... als hoekpunten

Oppervlakte[kegelsnede *c*]: berekent de oppervlakte van een kegelsnede *c* (cirkel of ellips)

#### Afstand

Afstand[punt *A*, punt *B*]: berekent de afstand tussen twee punten *A* en *B*

Afstand[punt *A*, rechte *r*]: berekent de afstand van het punt *A* tot de rechte *r*

Afstand[rechte *g*, rechte *h*]: berekent de afstand tussen de rechten *g* en *h*

Opmerking: de afstand tussen twee snijdende rechten is gelijk aan 0. Dit commando is nuttig bij evenwijdige rechten.

### **Modulo-functie**

Mod[getal  $a$ , getal  $b$ ]: berekent de rest bij (Euclidische) deling van getal  $a$  door getal  $b$

### **Gehele deling**

Quotient[getal  $a$ , getal  $b$ ]: berekent het geheel quotiënt bij (Euclidische) deling van getal  $a$  door getal  $b$

### **Helling**

Helling[rechte  $r$ ]: berekent de richtingscoëfficiënt van een rechte  $r$ .

Opmerking: in het tekenvenster wordt ook de bijbehorende rechthoekige driehoek getekend die de richtingscoëfficiënt visualiseert. De afmetingen van deze driehoek kunnen gewijzigd worden (zie [Eigenschappenvenster](#)).

### **Kromming**

Kromming[punt  $A$ , functie  $f$ ]: berekent de kromming van de functie  $f$  in het punt  $A$

Kromming[punt  $A$ , kromme  $c$ ]: berekent de kromming van de kromme  $c$  in het punt  $A$

### **Straal**

Straal[cirkel  $c$ ]: berekent de straal van een cirkel  $c$

### **OmtrekKegelsnede**

OmtrekKegelsnede[kegelsnede  $c$ ]: berekent de omtrek van een kegelsnede  $c$  (cirkel of ellips)

### **Omtrek**

Omtrek[veelhoek  $poly$ ]: berekent de omtrek van een veelhoek  $poly$

### **Parameter**

Parameter[parabool  $p$ ]: berekent de parameter van een parabool  $p$  (dit is de afstand tussen de richtlijn en het brandpunt)

### **LengteHalveHoofdas**

LengteHalveHoofdas[kegelsnede  $c$ ]: berekent de lengte van de halve hoofdas van een ellips of hyperbool  $c$ .

### **LengteHalveNevenas**

LengteHalveNevenas[kegelsnede  $c$ ]: berekent de lengte van de halve nevenas van een ellips of hyperbool  $c$ .

### **Excentriciteit**

Excentriciteit[kegelsnede  $c$ ]: berekent de excentriciteit van de kegelsnede

### **Bepaalde integraal**

Integraal[functie  $f$ , getal  $a$ , getal  $b$ ]: berekent de bepaalde integraal van de functie  $y=f(x)$  in het interval  $[a,b]$

Opmerking: de overeenkomstige oppervlakte onder de grafiek van de functie  $f$  en de  $x$ -as in  $[a,b]$  wordt gekleurd.

Integraal[functie  $f$ , functie  $g$ , getal  $a$ , getal  $b$ ]: berekent de bepaalde integraal van de functie  $y=f(x) - g(x)$  in het interval  $[a,b]$

Opmerking: de oppervlakte tussen de grafieken van  $f$  en  $g$  in het interval  $[a,b]$  wordt gekleurd.

Opmerking: zie ook [Onbepaalde integraal](#).

### Ondersom

Ondersom[functie  $f$ , getal  $a$ , getal  $b$ , getal  $n$ ]: berekent de ondersom van een functie  $f$  in het interval  $[a,b]$  met  $n$  rechthoeken.

Opmerking: in het tekenvenster worden alle rechthoeken van deze ondersom getekend.

### Bovensom

Bovensom[functie  $f$ , getal  $a$ , getal  $b$ , getal  $n$ ]: berekent de bovensom van de functie  $f$  in the interval  $[a,b]$  met  $n$  rechthoeken.

Opmerking: in het tekenvenster worden alle rechthoeken van deze bovensom getekend.

### Iteratie

Iteratie[functie  $f$ , getal  $x_0$ , getal  $n$ ]: berekent  $n$  iteraties van de functie  $f$  met als startwaarde het getal  $x_0$ .

Voorbeeld: nadat de functie  $f(x) = x^2$  werd gedefinieerd, geeft de opdracht `Iteratie[f, 3, 2]` als resultaat  $(3^2)^2 = 81$ .

### Minimum en Maximum

Min[getal  $a$ , getal  $b$ ]: bepaalt het minimum van de gegeven getallen  $a$  en  $b$

Max[getal  $a$ , getal  $b$ ]: bepaalt het maximum van de gegeven getallen  $a$  en  $b$

### Deelverhouding

Deelverhouding[punt  $A$ , punt  $B$ , punt  $C$ ]: berekent de deelverhouding  $\lambda$  van de drie collineaire punten  $A$ ,  $B$ , en  $C$ , waarbij  $C = A + \lambda * AB$

### Dubbelverhouding

Dubbelverhouding[punt  $A$ , punt  $B$ , punt  $C$ , punt  $D$ ]: berekent de dubbelverhouding  $\lambda$  van de vier collineaire punten  $A$ ,  $B$ ,  $C$ , en  $D$ , waarbij  $\lambda = \text{Deelverhouding}[B, C, D] / \text{Deelverhouding}[A, C, D]$ .

## 4.3.4. Hoek

### Hoek

Hoek[vector  $v_1$ , vector  $v_2$ ]: berekent en kleurt de hoek tussen twee vectoren  $v_1$  en  $v_2$  (tussen  $0^\circ$  en  $360^\circ$ )

Hoek[rechte  $g$ , rechte  $h$ ]: berekent en kleurt de hoek tussen de richtingsvectoren van twee rechten  $g$  en  $h$  (tussen  $0^\circ$  en  $360^\circ$ )

Hoek[punt  $A$ , punt  $B$ , punt  $C$ ]: berekent en kleurt de hoek ingesloten tussen de rechten  $BA$  en  $BC$  (tussen  $0^\circ$  en  $360^\circ$ ). Punt  $B$  is het hoekpunt.

Hoek[punt A, punt B, hoek alpha]: creëert een hoek met waarde  $\alpha$  en [BA als beginbeen. Punt B is het hoekpunt.

Opmerking: dit commando creëert tevens het punt *Rotatie*[A,  $\alpha$ , B].

Hoek[kegelsnede c]: berekent de hoek tussen de hoofdas van een kegelsnede en de x-as (zie opdracht [Assen](#))

Hoek[vector v]: berekent de hoek tussen de x-as en de vector v

Hoek[punt A]: berekent de hoek tussen de x-as en de vector OA

Hoek[getal r]: converteert een getal r in een hoekwaarde. Het resultaat is een getal tussen 0 en  $2\pi$  indien de hoekmodus radialen is en tussen  $0^\circ$  en  $360^\circ$  indien dit graden is.

Hoek[veelhoek poly]: berekent alle inwendige hoeken van een veelhoek *poly*

### 4.3.5. Punt

#### Punt

Punt[rechte r]: plaatst een willekeurig punt op een rechte r

Punt[kegelsnede c]: plaatst een willekeurig punt op een kegelsnede c (bijv. een cirkel, ellips, parabool, hyperbool)

Punt[functie f]: plaatst een willekeurig punt op de grafiek van een functie f

Punt[veelhoek poly]: plaatst een willekeurig punt op een veelhoek *poly*

Punt[vector v]: plaatst een punt op een vector v

Punt[punt P, vector v]: creëert het punt behorende bij de vector  $P+v$

#### Midden en middelpunt

Midden[punt A, punt B]: creëert het midden van het lijnstuk met A en B als eindpunten

Midden[lijnstuk s]: creëert het midden van een lijnstuk s

Middelpunt[kegelsnede c]: creëert het middelpunt van een kegelsnede c (bijv. een cirkel, ellips, hyperbool)

#### Brandpunten

Brandpunten[kegelsnede c]: creëert (alle) brandpunten van een kegelsnede c

#### Toppen

Toppen[kegelsnede c]: creëert (alle) toppen van een kegelsnede c

#### Zwaartepunt

Zwaartepunt[veelhoek poly]: creëert het zwaartepunt van een veelhoek *poly*

#### Snijpunten

Snijpunten[rechte g, rechte h]: creëert het snijpunt van de rechten g en h

Snijpunten[rechte g, kegelsnede c]: creëert alle snijpunten van de rechte g en de kegelsnede c (maximaal 2)

Snijpunten[rechte g, kegelsnede c, getal n]: creëert het  $n^{\text{de}}$  snijpunt van de rechte g en de kegelsnede c

Snijpunten[kegelsnede c1, kegelsnede c2]: creëert alle snijpunten van de kegelsneden c1 en c2 (maximaal 4)

Snijpunten[kegelsnede  $c_1$ , kegelsnede  $c_2$ , getal  $n$ ]: creëert het  $n^{\text{de}}$  snijpunt van de kegelsneden  $c_1$  en  $c_2$

Snijpunten[veelterm  $f_1$ , veelterm  $f_2$ ]: creëert alle snijpunten van de grafieken van de veeltermfuncties  $f_1$  en  $f_2$

Snijpunten[veelterm  $f_1$ , veelterm  $f_2$ , getal  $n$ ]: creëert het  $n^{\text{de}}$  snijpunt van de grafieken van de veeltermfuncties  $f_1$  en  $f_2$

Snijpunten[veelterm  $f$ , rechte  $g$ ]: creëert alle snijpunten van de grafiek van de veeltermfunctie  $f$  en de rechte  $g$

Snijpunten[veelterm  $f$ , rechte  $g$ , getal  $n$ ]: creëert het  $n^{\text{de}}$  snijpunt van de grafiek van de veeltermfunctie  $f$  en de rechte  $g$

Snijpunten[functie  $f$ , functie  $g$ , punt  $A$ ]: creëert een snijpunt van de grafieken van de functies  $f$  en  $g$  met de methode van Newton en gebruikt hierbij het punt  $A$  als startpunt

Snijpunten[functie  $f$ , rechte  $g$ , punt  $A$ ]: creëert een snijpunt van de grafiek van de functie  $f$  en de rechte  $g$  met de methode van Newton met punt  $A$  als startpunt

Opmerking: zie ook de tekenmodus ✂ [Snijpunt\(en\) van twee objecten](#).

### Nulpunten

Nulpunten[veelterm  $f$ ]: creëert alle nulpunten van de veeltermfunctie  $f$

Nulpunten[functie  $f$ , getal  $a$ ]: creëert een nulpunt van de functie  $f$  met de methode van Newton en gebruikt daarbij als startwaarde het getal  $a$

Nulpunten[functie  $f$ , getal  $a$ , getal  $b$ ]: creëert een nulpunt van de functie  $f$  met de regula falsi in het interval  $[a, b]$

### Extrema

Extrema[veeltermfunctie  $f$ ]: creëert punten op de grafiek van de veeltermfunctie  $f$  overeenkomstig alle relatieve extrema van  $f$

### Buigpunten

Buigpunten[veelterm  $f$ ]: creëert alle buigpunten in de grafiek van de veeltermfunctie  $f$

## 4.3.6. Vector

### Vector

Vector[punt  $A$ , punt  $B$ ]: creëert de vector van  $A$  naar  $B$

Vector[punt  $A$ ]: creëert de vector met  $O$  als beginpunt en  $A$  als eindpunt

### Richtingsvector

Richtingsvector[rechte  $g$ ]: creëert een richtingsvector van een rechte  $g$ .

Opmerking: een rechte met als vergelijking  $ax + by = c$  heeft  $(b, -a)$  als richtingsvector.

### Eenheidsvector

Eenheidsvector[rechte  $g$ ]: creëert een genormeerde richtingsvector van een rechte  $g$

Eenheidsvector[vector  $v$ ]: normeert de gegeven vector. Dit is een vector met dezelfde richting en dezelfde zin als de gegeven vector maar met lengte 1.

### Normaalvector

Normaalvector[rechte  $g$ ]: creëert de normaalvector van een rechte  $g$ .  
Opmerking: de coördinaten van de normaalvector van een rechte met als vergelijking  $ax + by = c$  zijn  $(a, b)$ .

Normaalvector[vector  $v$ ]: creëert de normaalvector van een vector  $v$ .  
Opmerking: een vector met coördinaten  $(a, b)$  heeft als normaalvector de vector met coördinaten  $(-b, a)$ .

### Eenheidsnormaalvector

Eenheidsnormaalvector[rechte  $g$ ]: creëert de genormeerde normaalvector van een rechte  $g$ . Dit is een normaalvector met lengte 1.

Eenheidsnormaalvector[vector  $v$ ]: creëert de genormeerde normaalvector van een vector  $v$ . Dit is een normaalvector met lengte 1.

### Krommingsvector

Krommingsvector[punt  $A$ , functie  $f$ ]: creëert de krommingsvector van de grafiek van de functie  $f$  in het punt  $A$ .

Krommingsvector[punt  $A$ , kromme  $c$ ]: creëert de krommingsvector van de kromme  $c$  in het punt  $A$ .

## 4.3.7. Lijnstuk

### Lijnstuk

Lijnstuk[punt  $A$ , punt  $B$ ]: creëert een lijnstuk met  $A$  en  $B$  als eindpunten

Lijnstuk[punt  $A$ , getal  $a$ ]: creëert een lijnstuk met lengte  $a$  en beginpunt  $A$   
Opmerking: het eindpunt van het lijnstuk wordt eveneens gecreëerd.

## 4.3.8. Halfrechte

### Halfrechte

Halfrechte[punt  $A$ , punt  $B$ ]: creëert een halfrechte met  $A$  als beginpunt die door het punt  $B$  gaat

Halfrechte[punt  $A$ , vector  $v$ ]: creëert een halfrechte met het punt  $A$  als beginpunt en vector  $v$  als richtingsvector

## 4.3.9. Veelhoek

### Veelhoek

Veelhoek[punt  $A$ , punt  $B$ , punt  $C, \dots$ ]: creëert een veelhoek met de gegeven punten  $A, B, C, \dots$

Veelhoek[punt  $A$ , punt  $B$ , getal  $n$ ]: creëert een regelmatige veelhoek met  $n$  zijden en waarvan de punten  $A$  en  $B$  twee opeenvolgende hoekpunten zijn

### 4.3.10. Rechte

#### Rechte

Rechte[punt  $A$ , punt  $B$ ]: creëert een rechte door de punten  $A$  en  $B$

Rechte[punt  $A$ , rechte  $g$ ]: creëert een rechte die door het punt  $A$  gaat, evenwijdig met de rechte  $g$

Rechte[punt  $A$ , vector  $v$ ]: creëert een rechte door het punt  $A$ , met richtingsvector  $v$

#### Loodlijn

Loodlijn[punt  $A$ , rechte  $g$ ]: creëert een rechte die door het punt  $A$  gaat, loodrecht op de rechte  $g$

Loodlijn[punt  $A$ , vector  $v$ ]: creëert een rechte die door het punt  $A$  gaat, loodrecht op de vector  $v$

#### Middelloodlijn

Middelloodlijn[punt  $A$ , punt  $B$ ]: creëert de middelloodlijn van het lijnstuk bepaald door  $A$  en  $B$

Middelloodlijn[lijnstuk  $s$ ]: creëert de middelloodlijn van het lijnstuk  $s$

#### Bissectrices

Bissectrices[punt  $A$ , punt  $B$ , punt  $C$ ]: creëert de bissectrice van de hoek gedefinieerd door de punten  $A$ ,  $B$ , en  $C$

Opmerking: het punt  $B$  is het hoekpunt van deze hoek

Bissectrices[rechte  $g$ , rechte  $h$ ]: creëert de twee bissectrices van de rechten  $g$  en  $h$

#### Raaklijnen

Raaklijnen[punt  $A$ , kegelsnede  $c$ ]: creëert (alle) raaklijnen door het punt  $A$  aan de kegelsnede  $c$

Raaklijnen[rechte  $g$ , kegelsnede  $c$ ]: creëert (alle) raaklijnen aan de kegelsnede  $c$  evenwijdig met de rechte  $g$

Raaklijnen[getal  $a$ , functie  $f$ ]: creëert de raaklijn aan de grafiek van de functie  $f$  in  $x = a$

Raaklijnen[punt  $A$ , functie  $f$ ]: creëert de raaklijn aan de grafiek van de functie  $f$  in het punt  $A$

Raaklijnen[punt  $A$ , kromme  $c$ ]: creëert de raaklijn aan de kromme  $c$  in het punt  $A$

#### Asymptoten

Asymptoten[hyperbool  $h$ ]: creëert de twee asymptoten van een hyperbool  $h$

#### Richtlijn

Richtlijn[parabool  $p$ ]: creëert de richtlijn van een parabool  $p$

#### Assen

Assen[kegelsnede  $c$ ]: creëert de hoofdas en de nevenas van een kegelsnede  $c$

## Hoofdas

Hoofdas[kegelsnede  $c$ ]: creëert de hoofdas van een kegelsnede  $c$

## Nevenas

Nevenas[kegelsnede  $c$ ]: creëert de nevenas van een kegelsnede  $c$

## Poollijn

Poollijn[punt  $A$ , kegelsnede  $c$ ]: creëert de poollijn van een punt  $A$  ten opzichte van de kegelsnede  $c$

## Middellijn

Middellijn[rechte  $g$ , kegelsnede  $c$ ]: creëert de middellijn toegevoegd aan de rechte  $g$  ten opzichte van de kegelsnede  $c$

Middellijn[vector  $v$ , kegelsnede  $c$ ]: creëert de middellijn toegevoegd aan de vector  $v$  ten opzichte van de kegelsnede  $c$

## 4.3.11. Kegelsnede

### Cirkel

Cirkel[punt  $M$ , getal  $r$ ]: creëert de cirkel met  $M$  als middelpunt en  $r$  als straal

Cirkel[punt  $M$ , lijnstuk  $s$ ]: creëert de cirkel met  $M$  als middelpunt en met straal  $Lengte[s]$

Cirkel[punt  $M$ , punt  $A$ ]: creëert de cirkel met  $M$  als middelpunt door het punt  $A$

Cirkel[punt  $A$ , punt  $B$ , punt  $C$ ]: creëert de cirkel die door de drie punten  $A$ ,  $B$  en  $C$  gaat

### Osculerende cirkel

OsculerendeCirkel[punt  $A$ , functie  $f$ ]: creëert de osculerende cirkel aan de grafiek van de functie  $f$  in het punt  $A$

OsculerendeCirkel[punt  $A$ , kromme  $c$ ]: creëert de osculerende cirkel aan de kromme  $c$  in het punt  $A$

### Ellips

Ellips[punt  $F$ , punt  $G$ , getal  $a$ ]: creëert de ellips met  $F$  en  $G$  als brandpunten en met  $a$  als lengte van de halve hoofdas

Opmerking: er is een voorwaarde, namelijk:  $2a > Afstand[F, G]$

Ellips[punt  $F$ , punt  $G$ , lijnstuk  $s$ ]: creëert de ellips met als brandpunten de punten  $F$  en  $G$  en met de lengte van het lijnstuk  $s$  als lengte van de halve hoofdas ( $a = Lengte[s]$ ).

### Hyperbool

Hyperbool[punt  $F$ , punt  $G$ , getal  $a$ ]: creëert de hyperbool met de punten  $F$  en  $G$  als brandpunten en met  $a$  als lengte van de halve hoofdas

Opmerking: er is een voorwaarde, namelijk  $0 < 2a < Afstand[F, G]$

Hyperbool[punt  $F$ , punt  $G$ , lijnstuk  $s$ ]: creëert de hyperbool met de punten  $F$  en  $G$  als brandpunten en met de lengte van het lijnstuk  $s$  als lengte van de halve hoofdas ( $a = Lengte[s]$ )



## Parabool

Parabool[punt  $F$ , rechte  $g$ ]: creëert de parabool met het punt  $F$  als brandpunt en met de rechte  $g$  als richtlijn

## Kegelsnede

Kegelsnede[punt  $A$ , punt  $B$ , punt  $C$ , punt  $D$ , punt  $E$ ]: creëert de kegelsnede die door de vijf punten  $A$ ,  $B$ ,  $C$ ,  $D$ , en  $E$  gaat

Opmerking: geen vier van de vijf punten mogen op eenzelfde rechte liggen.

## 4.3.12. Functie

### Afgeleide

Afgeleide[functie  $f$ ]: creëert de afgeleide van de functie  $f$

Afgeleide[functie  $f$ , getal  $n$ ]: creëert de  $n^{\text{de}}$  afgeleide van de functie  $f$

Opmerking: je kan  $f'(x)$  gebruiken in plaats van Afgeleide[ $f$ ]; je kan eveneens  $f''(x)$  gebruiken in plaats van Afgeleide[ $f$ , 2].

### Onbepaalde integraal

Integraal[functie  $f$ ]: creëert de integraalfunctie van de functie  $f$ , met 0 als ondergrens

Opmerking: zie ook [Bepaalde integraal](#)

### Veeltermfunctie

Veeltermfunctie[functie  $f$ ]: werkt het functievoorschrift van de veeltermfunctie  $f$  uit

Voorbeeld: Veeltermfunctie[( $x - 3$ )<sup>2</sup>] wordt  $x^2 - 6x + 9$

### Taylorveelterm

Taylorveelterm[functie  $f$ , getal  $a$ , getal  $n$ ]: creëert de Taylorveelterm van de  $n^{\text{de}}$  orde voor de functie  $f$  in  $x = a$

### Functie

Functie[functie  $f$ , getal  $a$ , getal  $b$ ]: creëert een functie die gelijk is aan de functie  $f$  in het interval  $[a, b]$  maar die niet gedefinieerd is buiten dat interval

### Voorwaardelijke functie

Je kan gebruik maken van het Booleaanse commando `Als` (zie commando [Als](#)) om een voorwaardelijke functie te definiëren.

Opmerking: je kan afgeleiden en integralen van zulke functies berekenen, je kan ook snijpunten van hun grafieken bepalen, zoals voor de “normale” functies.

### Voorbeeld

$f(x) = \text{Als}[x < 3, \sin(x), x^2]$  geeft je een functie die gelijk is aan

- $\sin(x)$  wanneer  $x < 3$  en
- $x^2$  wanneer  $x \geq 3$ .

### 4.3.13. Parameterkrommen

`Kromme[uitdrukking e1, uitdrukking e2, parameter t, getal a, getal b]`: creëert de parameterkromme met als x-coördinaat de uitdrukking  $e1$  en als y-coördinaat de uitdrukking  $e2$  in het gegeven interval  $[a, b]$ . De uitdrukkingen  $e1$  en  $e2$  maken gebruik van de parameter  $t$

Voorbeeld: `c = Kromme[2 cos(t), 2 sin(t), t, 0, 2 pi]`

`Afgeleide[kromme c]`: creëert de afgeleide van de kromme  $c$

Opmerking: parameterkrommen kunnen op dezelfde manier als functies gebruikt worden voor allerlei bewerkingen.

Voorbeeld: de opdracht `c(3)` creëert het punt op de kromme  $c$  dat behoort bij de parameterwaarde 3.

Opmerking: met de muis kan je een punt op de parameterkromme plaatsen in de tekenmodus <sup>•^</sup> *Nieuw punt* (zie modus [Nieuw punt](#); zie ook het commando [Punt](#)).

Opmerking: daar de parameters  $a$  en  $b$  dynamisch zijn kan je gebruik maken van schuifbalken om deze variabelen te wijzigen.

### 4.3.14. Bogen en sectoren

Opmerking: de algebraïsche waarde van een boog is zijn lengte en de algebraïsche waarde van een sector is zijn oppervlakte.

#### Halfcirkel

`Halfcirkel[punt A, punt B]`: creëert een halfcirkel met de punten  $A$  en  $B$  als eindpunten.

#### CirkelboogMetMiddelpunt

`CirkelboogMetMiddelpunt[punt M, punt A, punt B]`: creëert een cirkelboog met  $M$  als middelpunt en het punt  $A$  als beginpunt. Het punt  $B$  bepaalt het einde van de boog.

Opmerking: het punt  $B$  hoeft niet op de boog te liggen.

#### CirkelboogDriePunten

`CirkelboogDriePunten[punt A, punt B, punt C]`: creëert de cirkelboog die door de drie punten  $A$ ,  $B$ , en  $C$  gaat

#### KegelsnedeBoog

`KegelsnedeBoog[kegelsnede c, punt A, punt B]`: creëert een boog van een kegelsnede (cirkel of ellips) met de punten  $A$  en  $B$  als eindpunten. De punten  $A$  en  $B$  liggen op de kegelsnede.

`Kegelsnedeboog[kegelsnede c, getal t1, getal t2]`: creëert een boog van een kegelsnede waarvan de eindpunten bepaald worden door de parameterwaarden  $t1$  en  $t2$

De volgende uitdrukkingen worden gebruikt:

- Cirkel:  $(r \cos(t), r \sin(t))$  waarbij  $r$  de straal van de cirkel voorstelt

- o Ellips:  $(a \cos(t), b \sin(t))$  waarbij  $a$  en  $b$  de lengten zijn van de halve hoofdas en de halve nevenas

### **Cirkelsector Met Middelpunt**

`CirkelsectorMetMiddelpunt[punt M, punt A, punt B]`: creëert de cirkelsector met  $M$  als middelpunt en  $A$  als beginpunt. Het punt  $B$  bepaalt het einde van de cirkelsector.

Opmerking: het punt  $B$  hoeft niet op de bijbehorende cirkelboog te liggen.

### **CirkelsectorDriePunten**

`CirkelsectorDriePunten[punt A, punt B, punt C]`: creëert de cirkelsector die door de drie punten  $A$ ,  $B$ , en  $C$  gaat

### **KegelsnedeSector**

`KegelsnedeSector[kegelsnede c, punt A, punt B]`: creëert een sector van een kegelsnede (cirkel of ellips) gelegen tussen twee punten  $A$  en  $B$ . De punten  $A$  en  $B$  liggen op de kegelsnede

`KegelsnedeSector[kegelsnede c, getal t1, getal t2]`: creëert een sector van een kegelsnede waarvan de eindpunten bepaald worden door de parameterwaarden  $t1$  en  $t2$ .

De volgende uitdrukkingen worden gebruikt:

- o Cirkel:  $(r \cos(t), r \sin(t))$  waarbij  $r$  de straal van de cirkel voorstelt
- o Ellips:  $(a \cos(t), b \sin(t))$  waarbij  $a$  en  $b$  de lengten zijn van de halve hoofdas en de halve nevenas

## **4.3.15. Afbeelding**

### **Hoekpunt**

`Hoekpunt[afbeelding pic, getal n]`: genereert het  $n^{de}$  hoekpunt van een afbeelding  $pic$ , met een maximum van 4 hoekpunten

## **4.3.16. Tekst**

### **Name**

`Naam[object]`: tekst met de naam van het opgegeven object

Opmerking: gebruik dit commando in dynamische tekstobjecten (formules) voor objecten die van naam kunnen veranderen.

## **4.3.17. Meetkundige plaats**

### **MeetkundigePlaats**

`MeetkundigePlaats[punt Q, punt P]`: genereert de meetkundige plaats van een punt  $Q$  dat afhankelijk is van een punt  $P$

Opmerking: het punt  $P$  moet op een object (bijvoorbeeld een rechte, lijnstuk, cirkel,...) liggen.

### 4.3.18. Lijst

#### Rij

Rij[uitdrukking  $e$ , variabele  $i$ , getal  $a$ , getal  $b$ ]: creëert een lijst van objecten op basis van de uitdrukking  $e$  en de index  $i$  die varieert van getal  $a$  tot getal  $b$

Voorbeeld:  $L = \text{Rij}[(2, i), i, 1, 5]$  creëert een lijst van punten waarvan de  $y$ -coördinaten variëren van 1 tot 5.

Rij[uitdrukking  $e$ , variabele  $i$ , getal  $a$ , getal  $b$ , getal  $s$ ]: creëert een lijst van objecten op basis van de uitdrukking  $e$  en de index  $i$  die varieert van getal  $a$  tot getal  $b$  met gegeven stapgrootte  $s$

Voorbeeld:  $L = \text{Rij}[(2, i), i, 1, 5, 0.5]$  creëert een lijst van punten waarvan de  $y$ -coördinaten variëren van 1 tot 5 met een stapgrootte van 0.5.

Opmerking: aangezien de parameters  $a$  en  $b$  dynamisch zijn, kan je gebruik maken van schuifbalken om deze variabelen te wijzigen

#### Andere commando's in verband met rijen en lijsten

Element[lijst  $L$ , getal  $n$ ]: geeft het  $n^{\text{de}}$  element van een lijst  $L$

Lengte[lijst  $L$ ]: geeft de lengte van een lijst  $L$

Min[list  $L$ ]: geeft het kleinste element van een lijst  $L$

Max[list  $L$ ]: geeft het grootste element van een lijst  $L$

#### Iteratie

IteratieLijst[functie  $f$ , getal  $x_0$ , getal  $n$ ]: creëert een lijst  $L$  met lengte  $n+1$  waarvan de elementen opeenvolgende iteraties zijn van de functie  $f$  met als startwaarde het getal  $x_0$ .

Voorbeeld: nadat de functie  $f(x) = x^2$  is gedefinieerd, creëert de opdracht  $L = \text{IteratieLijst}[f, 3, 2]$  de lijst  $L = \{3, 3^2, (3^2)^2\} = \{3, 9, 81\}$ .

### 4.3.19. Meetkundige Transformaties

In sommige gevallen is het nuttig het resultaat van de hierna volgende commando's toe te kennen aan een variabele. Er wordt op die manier immers altijd een kopie gecreëerd van het oorspronkelijke object.

Illustratie: de opdracht  $\text{Spiegelning}[A, g]$  spiegelt het punt  $A$  ten opzichte van de rechte  $g$  en wijzigt op die manier de locatie van het punt  $A$ . Geef je echter de opdracht  $B = \text{Spiegelning}[A, g]$  in, dan wordt een nieuw punt  $B$  gecreëerd terwijl het oorspronkelijke punt  $A$  ongewijzigd blijft.

#### Verschuiving

Verschuiving[punt  $A$ , vector  $v$ ]: verschuift het punt  $A$  volgens de vector  $v$

Verschuiving[rechte  $g$ , vector  $v$ ]: verschuift de rechte  $g$  volgens de vector  $v$

Verschuiving[kegelsnede  $c$ , vector  $v$ ]: verschuift de kegelsnede  $c$  volgens de vector  $v$

Verschuiving[functie  $c$ , vector  $v$ ]: verschuift de grafiek van de functie  $f$  volgens de vector  $v$

Verschuiving[veelhoek  $poly$ , vector  $v$ ]: creëert een kopie van de veelhoek  $poly$ , door deze te verschuiven volgens de vector  $v$

Opmerking: er worden nieuwe hoekpunten en nieuwe zijden gecreëerd  
Verschuiving[afbeelding *pic*, vector *v*]: verschuift de afbeelding *pic*  
volgens de vector *v*  
Verschuiving[vector *v*, Punt *P*]: verschuift de vector *v* naar het punt *P*

Opmerking: zie ook de modus  [Verschuiving volgens vector](#).

## Rotatie

Rotatie[punt *A*, hoek  $\phi$ ]: roteert het punt *A* ten opzichte van de oorsprong  
over een hoek  $\phi$   
Rotatie[vector *v*, hoek  $\phi$ ]: roteert de vector *v* over een hoek  $\phi$   
Rotatie[rechte *g*, hoek  $\phi$ ]: roteert de rechte *g* rond de oorsprong over een  
hoek  $\phi$   
Rotatie[kegelsnede *c*, hoek  $\phi$ ]: roteert de kegelsnede over een hoek  $\phi$   
t.o.v. de oorsprong  
Rotatie[veelhoek *poly*, hoek  $\phi$ ]: creëert een kopie van de veelhoek *poly*  
door te roteren ten opzichte van de oorsprong over een hoek  $\phi$   
Opmerking: er worden zowel nieuwe hoekpunten als zijden gecreëerd.  
Rotatie[afbeelding *pic*, hoek  $\phi$ ]: roteert de afbeelding *pic* ten opzichte  
van de oorsprong over een hoek  $\phi$   
Rotatie[punt *A*, hoek  $\phi$ , punt *B*]: roteert het punt *A* over een hoek  $\phi$  ten  
opzichte van het punt *B*  
Rotatie[rechte *g*, hoek  $\phi$ , punt *B*]: roteert de rechte *g* over een hoek  $\phi$   
ten opzichte van het punt *B*  
Rotatie[kegelsnede *c*, hoek  $\phi$ , punt *B*]: roteert de kegelsnede *c* over  
een hoek  $\phi$  ten opzichte van het punt *B*  
Rotatie[veelhoek *poly*, hoek  $\phi$ , punt *B*]: creëert een kopie van de  
veelhoek *poly* door te roteren ten opzichte van het punt *B* over een hoek  $\phi$   
Opmerking: er worden zowel nieuwe hoekpunten als zijden gecreëerd.  
Rotatie[afbeelding *pic*, hoek  $\phi$ , punt *B*]: roteert de afbeelding *pic*  
over een hoek  $\phi$  ten opzichte van het punt *B*

Opmerking: zie ook de tekenmodus  [Rotatie met centrum over bepaalde hoek](#)

## Spiegeling

Spiegeling[punt *A*, punt *B*]: spiegelt het punt *A* ten opzichte van het punt *B*  
Spiegeling[rechte *g*, punt *B*]: spiegelt rechte *g* ten opzichte van het punt *B*  
Spiegeling[kegelsnede *c*, punt *B*]: spiegelt kegelsnede *c* t.o.v. het punt *B*  
Spiegeling[veelhoek *poly*, punt *B*]: creëert een kopie van de veelhoek *poly*  
door deze te spiegelen ten opzichte van het punt *B*  
Opmerking: er worden zowel nieuwe hoekpunten als zijden gecreëerd  
Spiegeling[afbeelding *pic*, punt *B*]: spiegelt afbeelding *pic* t.o.v. punt *B*  
Spiegeling[punt *A*, rechte *h*]: spiegelt punt *A* ten opzichte van de rechte *h*  
Spiegeling[rechte *g*, rechte *h*]: spiegelt de rechte *g* t.o.v. de rechte *h*  
Spiegeling[kegelsnede *c*, rechte *h*]: spiegelt kegelsnede *c* t.o.v. rechte *h*  
Spiegeling[veelhoek *poly*, rechte *h*]: creëert een kopie van de veelhoek  
*poly* door deze te spiegelen ten opzichte van de rechte *h*  
Opmerking: er worden zowel nieuwe hoekpunten als zijden gecreëerd.

Spiegeling[afbeelding *pic*, rechte *h*]: spiegelt de afbeelding *pic* t.o.v. de rechte *h*

Opmerking: zie ook de tekenmodi [•• Puntspiegeling](#) en [•\ Lijnspiegeling](#).

### **Homothetie**

Homothetie[punt *A*, getal *f*, punt *S*]: voert een homothetie uit op het punt *A* met centrum *S* en factor *f*

Homothetie[rechte *h*, getal *f*, punt *S*]: voert een homothetie uit op de rechte *h* met centrum *S* en factor *f*

Homothetie[kegelsnede *c*, getal *f*, punt *S*]: voert een homothetie uit op de kegelsnede *c* met centrum *S* en factor *f*

Homothetie[veelhoek *poly*, getal *f*, punt *S*]: creëert een nieuwe veelhoek door op de veelhoek *poly* een homothetie met centrum *S* en factor *f* uit te voeren

Opmerking: er worden zowel nieuwe hoekpunten als zijden gecreëerd.

Homothetie[afbeelding *pic*, getal *f*, punt *S*]: voert een homothetie uit op de afbeelding *pic* met centrum *S* en factor *f*

Opmerking: zie ook de tekenmodus [•• Homothetie](#).

# 5. Afdrukken en exporteren

## 5.1. Afdrukken

### 5.1.1. Tekenvenster

Je vindt het item *Afdrukvoorbeeld* in het menu *Bestand*. Hier kan je de title, auteur, datum en de schaal van de afdruk (in cm) opgeven.

Opmerking: druk Enter na elke wijziging om het afdrukvoorbeeld aan te passen.

### 5.1.2. Overzicht constructiestappen

Om een afdrukvoorbeeld van de constructiestappen te krijgen, dien je eerst het *Overzicht constructiestappen* te openen (menu *Beeld*). Je vindt het item *Afdrukvoorbeeld* in het menu *Bestand* van het geopende venster.

Opmerking: je kan de kolommen *Naam*, *Definitie*, *Commando*, *Algebra* en *Stoppunt* naar wens zichtbaar maken of verbergen (via het menu *Beeld* van het geopende venster).

In het venster met het afdrukvoorbeeld van de constructiestappen kan je de titel, auteur en datum ingeven vooraleer een afdruk te maken.

Er is een navigatiebalk onderaan het venster met constructiestappen. Het laat je toe om stap voor stap de constructie opnieuw uit te voeren (zie [Navigatiebalk](#)).

Opmerking: Via de kolom *Stoppunt* (menu *Beeld*) kan je bepaalde constructiestappen aanduiden als stoppunten, wat het mogelijk maakt objecten te groeperen. Wanneer je vervolgens door je constructie navigeert d.m.v. de navigatiebalk, zullen de gegroepeerde objecten samen verschijnen.

## 5.2. Tekenvenster als Afbeelding

Je vindt het item *Tekenvenster als Afbeelding* in het menu *Bestand*, *Exporteren*. Je kan de schaal (in cm) en de resolutie (in dpi – ‘dots per inch’) van de afbeelding instellen. De werkelijke afmetingen van de geëxporteerde afbeelding wordt onderaan het venster getoond.

Je hebt bij het exporteren de keuze tussen een van de hiernavolgende grafische indelingen:

### **PNG – Portable Network Graphics**

De afbeelding bestaat uit pixels. Hoe hoger de resolutie (dpi), hoe beter de grafische kwaliteit (300 dpi volstaat in de meeste situaties). Kies je voor PNG, dan verander je de schaal van de afbeelding beter niet, omdat dit een verlies aan kwaliteit als gevolg heeft.

PNG bestanden zijn zeer geschikt voor gebruik in webpagina's (html) en in Microsoft Word.

Opmerking: wanneer je een PNG afbeelding in een Word-document invoegt (menu *Invoegen, Figuur uit bestand*), verzeker je er dan van dat je de afmetingen op 100% hebt ingesteld. Doe je dit niet, dan wordt de gegeven schaal (in cm) gewijzigd.

### **EPS – Encapsulated Postscript**

Deze indeling is gebaseerd op vectoren. EPS afbeeldingen kunnen verschaald worden zonder verlies aan grafische kwaliteit. EPS bestanden zijn zeer geschikt voor gebruik bij pakketten die vectorgeoriënteerd zijn, zoals Corel Draw of een tekstverwerker zoals LATEX.

De resolutie van een EPS afbeelding is altijd 72 dpi. Deze waarde wordt enkel gebruikt om de werkelijke afmetingen (in cm) van de afbeelding te berekenen en heeft verder geen invloed op de grafische kwaliteit van de afbeelding.

Opmerking: bij EPS kan je evenwel niet gebruik maken van de mogelijkheid om een veelhoek of kegelsnede m.b.v. 'vulling' een zekere transparantie te geven.

### **SVG – Scaleable Vector Graphic**

(vergelijkbaar met de [EPS indeling](#) hierboven)

### **EMF – Enhanced Meta Format**

(vergelijkbaar met de [EPS indeling](#) hierboven)

### **PSTricks**

voor LaTeX

## **5.3. Tekenvenster naar het klembord kopiëren**

Je vindt het item *Tekenvenster kopiëren* in het menu *Bestand, Exporteren*. Deze opdracht kopieert het tekenvenster naar het klembord als een PNG afbeelding (zie [PNG indeling](#)). Je kan deze afbeelding vervolgens plakken in andere programma's (bijvoorbeeld in een Microsoft Word- of Open Office document).

Opmerking: om je constructie met een bepaalde schaal (in cm) te exporteren, maak je best gebruik van de opdracht *Tekenvenster als Afbeelding* in het menu *Bestand, Exporteren* (zie [Tekenvenster als afbeelding](#)).

## **5.4. Overzicht constructiestappen als webpagina**

Open daartoe eerst het venster [Overzicht constructiestappen](#) via het menu *Beeld*. In dat venster vind je in het menu *Bestand* het item *Exporteren als Webpagina (html)*.



Opmerking: je kan eerst de kolommen *Naam*, *Definitie*, *Commando*, *Algebra* en *Stoppunt* naar wens zichtbaar maken of verbergen (via het menu *Beeld* van het geopende venster), vooraleer te exporteren als webpagina.

In het exportvenster kan je een titel, auteur en datum ingeven. Je kan er bovendien voor kiezen een afbeelding van het tekenvenster, dan wel van het teken- en algebravenster toe te voegen.

Opmerking: het geëxporteerde html-bestand kan met om het even welke internetbrowser (bijv. Firefox, Internet Explorer) bekeken worden en met verschillende programma's (bijv. Frontpage, Word, Open Office) gewijzigd worden..

## 5.5. Dynamisch werkblad als Webpagina

Je vindt het item *Dynamisch werkblad als Webpagina (html)* in het menu *Bestand*, *Exporteren*.

Bovenaan het exportvenster kan je een titel, auteur en datum ingeven.

In het tabblad *Algemeen* kan je de tekst opgeven die boven en onder de dynamische constructie verschijnt (bijv. een omschrijving van de constructie of enkele opdrachten). Je kan de constructie rechtstreeks op de webpagina laten plaatsen of een knop laten voorzien waarmee de constructie geopend wordt.

Het tabblad *Geavanceerd* laat je toe de functionaliteiten van de dynamische constructie aan te passen (bijv. een reset-knop, dubbelklikken om GeoGebra als applicatie te openen) en om de gebruikersinterface aan te passen (bijv. werkbalk al dan niet tonen, breedte en hoogte).

Opmerking: kies geen te grote warden voor breedte en hoogte, opdat de constructie volledig zichtbaar zou zijn in de internet browser.

Bij het aanmaken van een dynamisch werkblad worden meerdere bestanden gegenereerd:

- html-bestand (bijv. *cirkel.html*) – dit bestand geeft het dynamisch werkblad weer.
- GGB-bestand (e.g. *cirkelconstructie.ggb*) – dit is het GeoGebra-bestand dat de constructie bevat.
- *geogebra\_xxx.jar* (meerdere bestanden) – deze bestanden bevatten GeoGebra en maken het werkblad interactief.

Al deze bestanden (bijv. *cirkel.html*, *cirkel\_constructie.ggb* en alle *geogebra\_xxx.jar* bestanden) moeten in eenzelfde map geplaatst worden opdat het dynamisch werkblad zou werken. Uiteraard mogen al deze bestanden naar een andere map gekopieerd worden.

Opmerking: het geëxporteerde html-bestand (bijv. *cirkel.html*) kan met elke internet browser (bijv. Firefox, Internet Explorer, Safari) bekeken worden. Op de computer moet echter Java geïnstalleerd zijn. Je vindt Java gratis op <http://www.java.com>. Om

GeoGebra te kunnen gebruiken op school, moet je de netwerkbeheerder vragen Java op alle computers te installeren.

Opmerking: je kan het dynamisch werkblad (het html-bestand) bewerken met verschillende programma's (bijv. Frontpage, Word, Open Office).

## 6. Opties

Algemene opties kunnen via het menu *Opties* gewijzigd worden. Om eigenschappen van objecten te wijzigen, kun je gebruik maken van het [snelmenu](#) van het object of van de opdracht *Eigenschappen* in het menu *Bewerken*.

### 6.1. Magnetische roosterpunten

Deze optie bepaalt of met magnetische roosterpunten wordt gewerkt. Bij 'aan' worden enkel punten dicht bij een roosterpunt op het rooster geplaatst, bij 'aan (Rooster)' worden punten *altijd* op het rooster gecreëerd.

### 6.2. Hoekeenheid

Bepaalt of hoeken in graden (°) of radialen (rad) worden weergegeven.  
Opmerking: hoeken kunnen altijd in beide eenheden ingegeven worden.

### 6.3. Aantal decimalen

Deze optie laat je toe het aantal decimalen in te stellen van 0 tot 5.

### 6.4. Continuïteit

GeoGebra laat toe om de continuïteitsheuristiek aan of uit te zetten. Het programma gebruikt een 'dichtbij-heuristiek' om bewegende snijpunten (rechte-kegelsnede, kegelsnede-kegelsnede) in de buurt van hun vorige positie te houden om te vermijden dat snijpunten heen en weer springen.

Opmerking: deze instelling is standaard uitgeschakeld. Voor macro's (zie [Macro's](#)) is deze continuïteitsheuristiek altijd uitgeschakeld.

### 6.5. Puntstijl

Deze optie bepaalt of punten als bolletjes of kruisjes worden weergegeven.

### 6.6. Stijl voor rechte hoek

Deze optie bepaalt of een rechte hoek weergegeven worden met een rechthoekje, een punt of als een gewone hoek.

## 6.7. Coördinaten

Deze optie bepaalt of de coördinaten van punten worden weergegeven als  $A = (x, y)$  of als  $A(x | y)$ .

## 6.8. Labels

Je kan instellen of de naam van nieuwe objecten getoond wordt of niet.

Opmerking: de instelling *Automatisch* toont de labels als het algebrafenster open is wanneer het nieuwe object wordt gecreëerd.

## 6.9. Lettergrootte

Deze optie bepaalt de lettergrootte (in pt) voor labels en tekstobjecten.

## 6.10. Taal

GeoGebra is meertalig. Je kan hier de huidige taal instellen. Dit beïnvloedt alle invoer, inclusief de syntax van de opdrachten, evenals de uitvoer.

## 6.11. Tekenvenster

Hiermee open je een venster waar je de eigenschappen voor het tekenvenster kan ingeven (bijv. coördinaatassen, rooster, achtergrondkleur, ...).

## 6.12. Instellingen opslaan


Wanneer je *Instellingen opslaan* selecteert, zal GeoGebra vanaf dan met de huidige instellingen verder werken (alle instellingen van het menu *Opties*, de huidige werkbalk en het tekenvenster).

# 7. Macro's en de werkbalk

## 7.1. Macro's

Op basis van een bestaande constructie kan je je eigen GeoGebra-opdrachten creëren. Nadat je de constructie voor de nieuwe macro hebt voorgemaakt, kies je *Nieuwe macro aanmaken* in het menu *Macro's*. In het dialoogvenster dien je de begin- en eindobjecten van je macro te specificeren. Je kan de macro ook een naam geven en er een icoon aan koppelen, dat dan in de werkbalk verschijnt.

Voorbeeld: macro 'Vierkant'

- Construeer een vierkant vertrekkende van twee willekeurige punten *A* en *B*. Construeer eerst de twee overige hoekpunten. Verbind daarna alle hoekpunten tot een vierkant in de tekenmodus  *Veelhoek*. Je verkrijgt op die manier het vierkant *poly1*.
- Selecteer *Nieuwe macro aanmaken* in het menu *Macro's*.
- Specificeer de *Eindobjecten*: klik daartoe op het vierkant of selecteer het via het rolmenu.
- Specificeer de *Beginobjecten*: GeoGebra selecteert voor jou automatisch de beginobjecten (in dit geval: de punten *A* en *B*). Maar je kan deze selectie van invoerobjecten wijzigen door erop te klikken in de constructie of door ze via het rolmenu te selecteren.
- Geef de *naam van de macro* en de *opdrachtnaam* in. De *naam van de macro* zal je zien verschijnen in de GeoGebra's werkbalk, de *opdrachtnaam* kan je in het invoerveld onderaan gebruiken.
- Je kan ook een afbeelding kiezen voor een icoon in de werkbalk. GeoGebra past de afmetingen van de afbeelding automatisch aan zodat ze past als knop.

### Opmerkingen

Je macro kan zowel met de muis worden opgeroepen als via het invoerveld.

Alle macro's worden automatisch bewaard in het huidige constructiebestand, dat de extensie "ggb" heeft.

Via het item *Macro's beheren* in het menu *Macro's* kan je een macro opnieuw verwijderen, of zijn naam of afbeelding wijzigen.

Je kan er ook geselecteerde macro's opslaan als een GeoGebra macro-bestand (met extensie "ggt"). Dit bestand kan dan later opnieuw gebruikt worden (via *Bestand, Openen*) om de macro's in te laden bij een andere constructie.

Opmerking: bij het openen van een "ggt"-bestand wordt de huidige constructie niet gewijzigd. Dit is wel het geval bij het openen van een "ggb"-bestand.

## 7.2. Aangepaste werkbalk

Je kan GeoGebra's werkbalk aanpassen via het item *Werkbalk aanpassen* in het menu *Macro's*. Deze mogelijkheid is vooral nuttig in [dynamische werkbladen](#), waarbij je het aantal beschikbare knoppen wil beperken.

Opmerking: deze werkbalkinstellingen worden opgeslagen samen met je huidige constructie in een "ggb"-bestand.

## 8. JavaScript-mogelijkheden

Opmerking: GeoGebra's JavaScript-mogelijkheden zijn interessant voor gebruikers met voldoende ervaring met HTML.

Om je [dynamische werkbladen](#) te verbeteren en de mogelijkheden tot interactie met gebruikers te vergroten, kan de GeoGebra applet via JavaScript aangestuurd worden. Zo kan je bijvoorbeeld een knop aan je dynamisch werkblad toevoegen dat bepaalde objecten van de constructie wijzigt, zichtbaar/onzichtbaar maakt enz.

In het document [GeoGebra Applets and JavaScript](#) vind je enkele voorbeelden en meer uitgebreide informatie i.v.m. het gebruik van JavaScript en GeoGebra.

# Index

## A

- aangepaste werkbalk 54
- aantal decimalen
  - opties 51
- aanvinkvakje
  - objecten tonen / verbergen, modus 21
- absolute waarde 30
- achtergrondafbeelding 25
- afbeelding 24
  - achtergrond 25
  - hoekpunt 43
  - invoegen 24
  - positie 24
  - transparantie 25
- afdrukken
  - overzicht constructiestappen 47
  - tekenvenster 47
- afgeleide
  - opdracht 41
- afmeting 12
- afstand
  - modus 20
  - opdracht 33
- aftrekking 30
- algemene modi
  - modus 15
- als
  - opdracht 41
- animatie 26
- assen
  - opdracht 39
  - verhouding 13
  - xAs, yAs 28
- asymptoten
  - opdracht 39

## B

- beperken
  - domein functie tot interval 29
  - waarde getal 27
  - waarde hoek 27
- bissectrices
  - modus 19
  - opdracht 39
- Booleaanse
  - opdrachten 33
  - operatoren 32
  - variabelen 31
- bovensom
  - opdracht 35
- brandpunten
  - opdracht 36
- breekpunt 13, 47
- buigpunten
  - opdracht 37

## C

- Cartesische

- coördinaten 28
- ceiling 30
- cirkel
  - door drie punten, modus 19
  - met middelpunt door punt, modus 19
  - met middelpunt en straal, modus 19
  - opdracht 40
- cirkelboog
  - door drie punten, modus 20
  - met middelpunt door twee punten, modus 20
  - opdracht 42
- cirkelsector
  - door drie punten, modus 20
  - met middelpunt door twee punten, modus 20
  - opdracht 43
- continuïteit
  - opties 51
- coördinaten 28
  - opties 52
  - x- coördinaat 30
  - y- coördinaat 30
- cosinus 30

## D

- deelverhouding
  - opdracht 35
- deling 30
- derdemachtswortel 30
- dubbelverhouding
  - opdracht 35
- dynamisch werkblad
  - exporteren 49

## E

- eenheidsnormaalvector
  - vector
    - opdracht 38
- eenheidsvector
  - opdracht 37
- eigenschappen 14
  - venster 14
- element
  - opdracht 33
- ellips
  - opdracht 40
- evenwijdige rechte
  - modus 18
- excentriciteit
  - opdracht 34
- exponentiële functie 30
- exporteren 48
  - dynamisch werkblad 49
  - overzicht constructiestappen als webpagina 48
  - tekenvenster 47
  - tekenvenster naar klembord 48
- extrema
  - opdracht 37



## F

faculteit 30  
floor 30  
formule 23  
functie 29  
  domein beperken tot interval 29  
  exponentiële 30  
  opdracht 41

## G

Gamma functie 30  
gehele deling  
  opdracht 34  
getal 27  
  waarde beperken 27  
goniometrische functie  
  sinus 30  
goniometrische functie  
  boogcosinus 30  
  boogsinus 30  
  boogtangens 30  
  cosinus 30  
  hyperbolische cosinus 30  
  hyperbolische sinus 30  
  hyperbolische tangens 30  
  inverse hyperbolische cosinus 30  
  inverse hyperbolische sinus 30  
  inverse hyperbolische tangens 30  
  tangens 30  
goniometrische functie 29

## H

haakjes 30  
halfcirkel  
  modus 20  
  opdracht 42  
halfrechte  
  door twee punten, modus 18  
  opdracht 38  
halve hoofdas  
  lengte, opdracht 34  
halve nevenas  
  lengte, opdracht 34  
helling  
  modus 21  
  opdracht 34  
herdefiniëren 12, 14  
hoek 27  
  groter dan  $180^\circ$  27  
  met gegeven grootte, modus 21  
  modus 21  
  opdracht 35  
  waarde beperken 27  
hoekeenheid  
  opties 51  
hoekpunt  
  opdracht 43  
homothetie  
  object t.o.v. punt met gegeven factor, modus 22  
  opdracht 46  
hoofdas  
  opdracht 40  
hyperbool  
  opdracht 40

## I

index 27, 32  
instellingen opslaan  
  opties 52  
integraal  
  onbepaalde 41  
  onbepaalde 34  
  opdracht 34, 41  
invoegen  
  afbeelding, modus 24  
  tekst 23  
invoerveld 27  
iteratie 44  
  opdracht 35

## J

JavaScript 55

## K

kegelsnede 28  
  door vijf punten, modus 19  
  opdracht 41  
kegelsnedeboog  
  opdracht 42  
kegelsnedesector  
  opdracht 43  
kleur 12  
kromme 42  
kromming  
  opdracht 34  
krommingsvector  
  vector  
  opdracht 38

## L

labels  
  opties 52  
lengte  
  opdracht 33  
lettergrootte  
  opties 52  
lijnstuk  
  convert to rechte  
  herdefiniëren 14  
  met beginpunt en gegeven lengte, modus 17  
  opdracht 38  
  tussen twee punten, modus 17  
lijst 29  
logaritme 30  
loodlijn  
  opdracht 39  
  rechte, modus 18

## M

machtsverheffing 30  
macro's 53  
  beheren 53  
macro's beheren 53  
maximum  
  opdracht 35  
meetkundefenster 12  
meetkundige plaats 22

- modus 22
- opdracht 43
- middellijn
  - opdracht 40
- middelloodlijn
  - rechte, modus 18
- midden
  - opdracht 36
- midden
  - modus 17
- minimum
  - opdracht 35
- modi 14
  - algemene modi 15
- modulo functie
  - opdracht 34

## N

- naam wijzigen 12
- navigatiebalk 13, 47
- nevenas
  - opdracht 40
- nieuw punt
  - modus 16
- normaalvector
  - vector, opdracht 38
- nulpunten
  - opdracht 37
- numerieke bewerkingen 30

## O

- omtrek
  - opdracht 34
- ondersom
  - opdracht 35
- opdrachten 32
  - door gebruiker gedefinieerd 53
- opmaak
  - stijl kopiëren 16
- oppervlakte
  - bepaalde integraal 33
  - modus 20
  - opdracht 33
  - tussen twee functies 33
- optelling 30
- opties 51
  - aantal decimalen 51
  - continuïteit 51
  - coördinaten 52
  - hoekeenheid 51
  - instellingen opslaan 52
  - labels 52
  - lettergrootte size 52
  - magnetische roosterpunten 51
  - puntstijl 51
  - stijl voor rechte hoek 51
  - taal 52
  - tekenvenster 52
- osculerende cirkel
  - opdracht 40
- overzicht 13
  - exporteren 48
- overzicht constructiestappen 13
  - afdrukken 47
  - als webpagina, exporteren 48
  - exporteren 48

## P

- parabool
  - opdracht 41
- parameter
  - opdracht 34
- parameterkromme 42
- poolcoördinaten
  - coördinaten 28
- poollijn
  - opdracht 40
- poollijn of middellijn
  - modus 19
- print 47
- punt 28
  - magnetische roosterpunten, opties 51
  - op rechte plaatsen, herdefiniëren 14
  - opdracht 36
  - van rechte verwijderen, herdefiniëren 14
- puntstijl
  - opties 51

## R

- raaklijnen
  - modus 19
  - opdracht 39
- random 30
- rechte 28
  - door twee punten, modus 18
  - lijndikte 12
  - middelloodlijn, opdracht 39
  - omzetten in lijnstuk, herdefiniëren 14
  - opdracht 39
  - stijl 12
- regelmatige veelhoek
  - modus 18
- relatie
  - modus 15
  - opdracht 32
- rest 34
- richtingsvector
  - opdracht 37
- richtlijn
  - opdracht 39
- rij 44
  - andere opdrachten 44
- rotatie
  - met centrum over bepaalde hoek, modus 22
  - opdracht 45
- roteren
  - rond punt, modus 15
- round 30

## S

- scalair product 30
- schuifknop
  - modus 21
- sector 42
- selectierechthoek 15
- sinus 30
- snelmenu 12
- snijpunten
  - opdracht 36
  - twee objecten, modus 17
- spiegeling
  - lijnspiegeling, modus 22

- opdracht 45
- puntspiegeling, modus 22
- spoor 13
- stijl
  - kopiëren 16
- stijl kopiëren
  - modus 16
- stijl voor rechte hoek
  - opties 51
- straal
  - opdracht 34

## T

- taal
  - opties 52
- tangens 30
- Taylorveelterm
  - opdracht 41
- teken 30
- tekenmodi 14
- tekenvenster 12
  - afdrukken 47
  - exporteren 47
  - naar klembord, exporteren 48
  - opties 52
- tekst 23
  - modus 23
- tonen 12
- tonen / verbergen
  - label, modus 16
  - object, modus 16
- toppen
  - opdracht 36
- transformaties
  - meetkundige 44
- transparantie
  - afbeelding 25

## U

- uitwerken
  - veelterm 41

## V

- vector 28
  - met beginpunt, modus 17
  - opdracht 37
  - tussen twee punten, modus 17

- veelhoek
  - modus 18
  - opdracht 38
  - regelmatig, modus 18
- veeltermfunctie
  - opdracht 41
- verbergen 12
- vereenvoudigen
  - veelterm 41
- vermenigvuldiging 30
- verplaatsen
  - modus 15
  - tekenvenster, modus 15
- verplaatsingen 44
- verschuiving
  - opdracht 44
  - volgens vector, modus 22
- verwijderen 12
  - object, modus 16
  - opdracht 33
- vierkantswortel 30
- voorwaardelijke functie
  - opdracht 41
- vulling 12

## W

- waarden
  - wijzigen 26
- werkbalk
  - aanpassen 54

## X

- xAs 28
- x-coördinaat 30

## Y

- y- coördinaat 30
- yAs 28

## Z

- zoom 13
  - in, modus 16
  - uit, modus 16
- zwaartepunt
  - opdracht 36