

GeoGebra 4 : Cursus voor gevorderden

Ieder hoofdstuk, behalve het hoofdstuk "Algebravenster, invoerveld en commandolijst", kent dezelfde opbouw: Uitleg, Toepassingen en Opdracht(en). Onder het kopje Uitleg zijn, naast de uitleg, enkele korte opdrachtjes opgenomen. Het is raadzaam deze opdrachtjes te maken, omdat dit bijdraagt aan het inzicht in de materie. Onder het kopje "Toepassingen" worden situaties beschreven waarin de besproken commando's bijdragen aan de realisatie van een functionaliteit. De toepassingen dienen ter inspiratie en moeten niet gezien worden als de volgende opdrachten. De opdrachten, onder het gelijknamige kopje, zijn bedoeld om het geleerde te verwerken. Bovendien komen in enkele opdrachten nieuwe, aan het onderwerp gerelateerde, zaken aan bod.

Let op: Commando's zijn veelal hoofdlettergevoelig. Lees en werk nauwkeurig!

Marc de Hoog
Monster, 2 maart 2012

Inhoudsopgave

Algebravenster, invoerveld en commandolijst.....	4
Algebravenster.....	4
Invoerveld.....	4
Commandolijst.....	4
Lijst.....	4
Uitleg.....	4
Lijsten creëren.....	4
Rij.....	5
Toevoegen.....	5
Classes.....	5
Frequentie.....	6
Element.....	6
Iteratielijst.....	6
Samenvoegen.....	7
Sorteer.....	7
Uniek.....	7
Doorsnede.....	7
Toepassingen.....	8
Opdracht(en).....	9
Frequentie(tabel), frequentiepolygoon en histogram.....	9
Het ontwerpen van een assenstelsel.....	10
Tekst en LaTeX.....	13
Uitleg.....	13
Tekst op meerdere regels.....	13
Vet en cursief.....	13
Tekst verticaal.....	13
Opmaak functievoorschriften.....	14
MathType.....	14
MathType 6,5.....	14
MathType 6.6.....	14
Van MathType, via LaTeX, naar GeoGebra.....	15
Variabelen in tekst.....	15
LaTeX-code.....	16
GeoGebra-code.....	17
Als-voorwaarde.....	17
Toepassingen.....	17
Opdracht(en).....	18
Formule met variabelen en LaTeX.....	18
Rekenblad.....	19
Uitleg.....	19
One Variabele Analysis.....	19
Waarschijnlijkheidsrekening.....	20
Gemiddelde, som, tellen, maximale en minimale waarde.....	20
Lijsten en tabellen.....	21
Commando's.....	21
Toepassingen.....	22
Opdracht(en).....	22
GeoGebra Script.....	23
Uitleg.....	23
Inzoomen.....	23
SetAxesRatio.....	24

SetBackgroundColor.....	24
SetCaption.....	24
SetCoords.....	24
SetValue.....	25
Tekstveld.....	25
Toepassingen.....	26
Opdracht(en).....	26

Algebravenster, invoerveld en commandolijst


Algebravenster

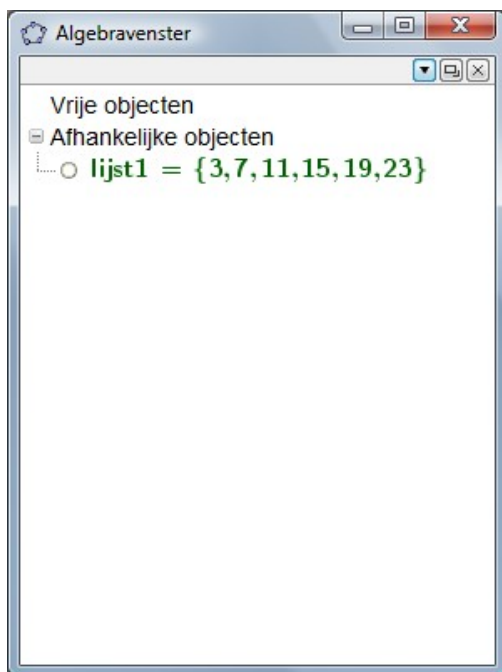
Open het algebravenster door te klikken op [Beeld](#) en vervolgens op [Algebravenster](#)(Afbeelding 1).

Invoerveld

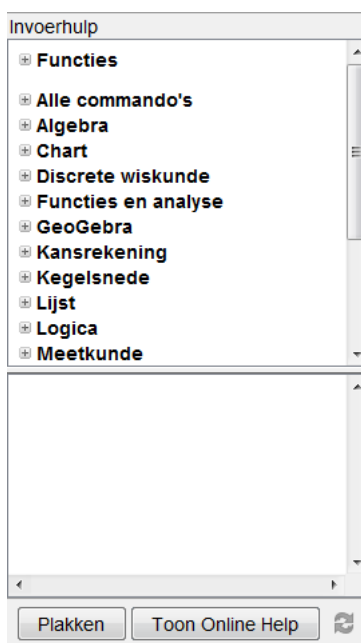
In deze cursus wordt meermaals gevraagd een code in te voeren. Tenzij anders aangegeven, is het de bedoeling dat de code wordt ingevuld in het invoerveld(Afbeelding 3).

Commandolijst

Open de commandolijst door te klikken op  (Afbeelding 3). Aan de rechterkant verschijnt nu de commandolijst (Afbeelding 2).



Afbeelding 1: Algebravenster



Afbeelding 2: Commandolijst



Afbeelding 3: Invoerveld

Lijst

Uitleg

Lijsten creëren

1. Creëer een lijst met de naam *lijst1*.

```
lijst1 = {1,2,3,4,5,6}
```

```
Resultaat: lijst1 = {1,2,3,4,5,6}
```

Rij

1. Open de commandolijst(Afbeelding 2), zoek het menu Lijst op en dubbelklik op Rij.
Let op: In het invoerveld staat nu Rij[].
2. Onder de commandolijst staat kort aangegeven welke parameters aan het commando moeten / kunnen worden meegegeven.
3. Wijzig de invoer in het invoerveld als volgt:

```
rij1 = Rij[3 + i,i,0,20,4]
```

```
Resultaat: rij1 = {3,7,11,15,19,23}
```

Toelichting: Er wordt een rij gecreëerd met getallen van de vorm $3+i$. i "loopt" van 0 t/m 20 met stappen van 4.

Toevoegen

1. Open de commandolijst(Afbeelding 2), zoek het menu Lijst op en dubbelklik op Toevoegen.
2. Wijzig de invoer in het invoerveld als volgt:

```
lijst2 = Toevoegen[lijst1,4]
```

```
lijst3 = Toevoegen[6,lijst1]
```

```
Resultaat: lijst2 = {1,2,3,4,5,6,4} en lijst3 = {6,1,2,3,4,5,6}.
```

Toelichting: Er wordt in beide gevallen een nieuwe lijst gecreëerd. In het eerste geval komt het nieuwe element vooraan. In het tweede geval achteraan.

Let op: Er wordt **altijd** een nieuwe lijst gecreëerd. Zelfs na de invoer: Toevoegen[lijst1,4].

N.B. Het commando invoegen werkt op vergelijkbare wijze. Het is daarbij mogelijk de positie op te geven waarop een element moet worden ingevoegd.

Classes

In plaats van het opzoeken van een commando in de commandolijst, kan het commando ook direct worden ingetikt. Ook in dat geval volgt informatie over de mee te geven parameters.

1. Voer in:

```
lijst4 = {2, 3, 3, 3, 4, 5, 5, 6, 7, 9, 10}
```

2. Vul in het invoerveld het woord Classes in.
3. Klik op Classes[<Lijst met data>,<Aantal klassen>] en wijzig het commando als volgt:

```
lijst5 = Classes[lijst4,4]
```

```
Resultaat: lijst5 = {2,4,6,8,10}
```

Toelichting: Er worden vier klassen gemaakt: 2-4, 4-6, 6-8, 8-10.

Frequentie

1. Definieer, indien niet beschikbaar, *lijst4* en *lijst5* die onder het kopje Classes zijn gedefinieerd.
2. Voer in het invoerveld het woord Frequentie in en kies voor Frequentie[<List of Class Boundaries>, <List of Raw Data>,]
3. Wijzig de regel in het invoerveld als volgt:

```
lijst6 = Frequentie[lijst5, lijst4]
```

Resultaat: lijst 6 = {4,3,2,2}

Toelichting: De elementen in *lijst4* worden ingedeeld in een klassen(gedefinieerd door *lijst5*) en de frequenties worden in *lijst6* geplaatst.

Let op: In het commando Frequentie[<List of Class Boundaries>, <List of Raw Data>,] hoort achter de parameter <List of Raw Data> geen komma te staan.

N.B. De lijsten *lijst5* en *lijst6* kunnen worden gebruikt om bijvoorbeeld een histogram tekenen. Zie de tekst onder de kop "Frequentie(tabel), frequentiepolygoon en histogram".

Element

1. Voeg een schuifknop toe met de naam *schuifknop* (min: 1, max: 3, stapgrootte: 1).
2. Definieer *lijst7*:

```
lijst7 = {"eerste tekst","tweede tekst","derde tekst"}
```

3. Voeg een tekstvak toe met de "tekst":

```
"" + Element[lijst7,schuifknop]
```

4. Beweeg de schuifknop.

N.B. Het bovenstaande voorbeeld is triviaal, maar het volgende voorbeeld maakt duidelijk hoe krachtig dit commando is.

5. Verwijder het tekstvak.
6. Herdefinieer *lijst7*:

```
lijst7 = {1,6,8}
```

7. Definieer $f(x)$:

```
f(x) = x^2-3x
```

8. Definieer *lijst8*:

```
lijst8 = rij[f(Element[lijst7,i]),i,1,3,1]
```

Resultaat: lijst8 = {-2,18,40}

Toelichting: Er wordt een lijst gecreëerd met drie elementen (want: i "loopt" van 1 t/m 3 met stappen van 1). Voor iedere toegestane i wordt het bijbehorende element van *lijst7* opgevraagd en ingevuld in $f(x)$. *Lijst8* bevat de functiewaarden.

N.B. De commando's Eerste, Laatste en Neem werken op vergelijkbare wijze.

Iteratielijst

1. Definieer:

```
lijst9 = IteratieLijst[x^2,2,3]
```

Resultaat: $lijst9 = \{2,4,16,256\}$

Toelichting: $2^2 = 4$, $4^2 = 16$, etc.

N.B. In een applet over recurrente betrekkingen kan met het commando Element, een element uit *lijst9* worden toegevoegd aan een stuk tekst.

Samenvoegen

1. Definieer twee lijsten:

```
lijst10 = {2,3,4,4,5,6}
```

```
lijst11 = {2,3,6,6,6,9,12}
```

2. Voeg de lijsten samen met het commando Samenvoegen.

```
lijst12 = Samenvoegen[lijst10,lijst11]
```

Resultaat: $lijst12 = \{2, 3, 4, 4, 5, 6, 2, 3, 6, 6, 6, 9, 12\}$

Sorteer

1. Definieer, indien noodzakelijk, *lijst12*. Deze lijst is gedefinieerd onder het kopje Samenvoegen.
2. Sorteer de lijst.

```
lijst13 = Sorteer[lijst12]
```

Resultaat: $lijst13 = \{2, 2, 3, 3, 4, 4, 5, 6, 6, 6, 6, 9, 12\}$

Uniek

1. Definieer, indien noodzakelijk, *lijst13*. Deze lijst is gedefinieerd onder het kopje Sorteer.
2. Definieer *lijst14*:

```
lijst14 = Uniek[lijst13]
```

Resultaat: $lijst14 = \{2, 3, 4, 5, 6, 9, 12\}$

N.B. *Lijst14* is de vereniging van *lijst10* en *lijst11*.

Doorsnede

1. Definieer, indien noodzakelijk, *lijst10* en *lijst11*. Deze lijst is gedefinieerd onder het kopje Samenvoegen.
2. Definieer *lijst15*:

```
lijst15 = Doorsnede[lijst10,lijst11]
```

Resultaat: $lijst15 = \{2, 3, 6\}$

Toepassingen

Hoeken in de ruimte

- Introductie
- Hoek tussen vectoren
- Hoek tussen lijnen

- Vectoren kiezen
- Inproduct berekenen
- Lengte berekenen
- Hoek berekenen

$P(0,0,0)$ $Q(0,6,3)$

$R(0,3,0)$ $S(3,3,0)$

● ——— $x=0$ ——— ● $x=0$
 ● ——— $y=0$ ——— ● $y=6$
 ● ——— $z=0$ ——— ● $z=3$

● ——— $x=0$ ——— ● $x=3$
 ● ——— $y=3$ ——— ● $y=3$
 ● ——— $z=0$ ——— ● $z=0$

© Noordhoff Uitgevers bv

$\vec{PQ} = \begin{pmatrix} 0 \\ 6 \\ 3 \end{pmatrix}, \vec{RS} = \begin{pmatrix} 3 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$

Afbeelding 4: In dit applet wordt gebruik gemaakt van lijsten om de getallen bij de assen te plaatsen.

Tellen in een rooster

- Introductie
- Routes naar $P(2,3)$
- Roosterdiagram

Sleep P naar een roosterpunt.

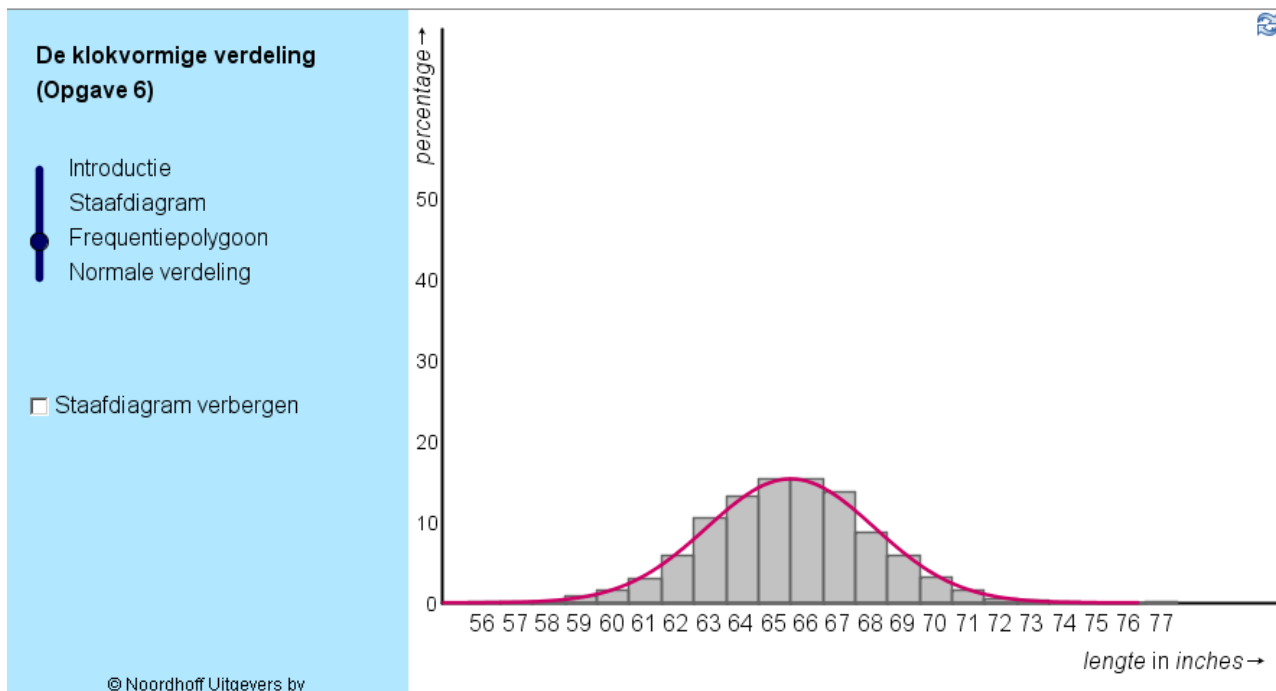
Driehoek van Pascal

© Noordhoff Uitgevers bv

7								
6								
5	1	6	21	56	126			
4	1	5	15	35	70			
3	1	4	10	20	35			
2	1	3	6	10	15			
1	1	2	3	4	5			
0		1	1	1	1			

Het aantal routes naar $P = 70 + 56 = 126$.

Afbeelding 5: In dit applet worden lijsten gebruikt om het aantal routes bij de roosterpunten te bepalen en weer te geven. De inhoud van de lijsten is afhankelijk van de positie van punt P .



Afbeelding 6: In dit applet worden de hoogten van de staven door een lijst beheerd.

Binomium van Newton

- Introductie
- $(a+b)^3$
- $(a+b)^n$

—●— $n = 2$

—●— $b = 0$

- Binomium van Newton
- n invullen
- Uitwerken
- b invullen
- Uitwerken

© Noordhoff Uitgevers bv

$$(a+b)^n = \binom{n}{0} a^n + \binom{n}{1} a^{n-1} b + \binom{n}{2} a^{n-2} b^2 + \dots + \binom{n}{n} b^n$$

$$(a+b)^2 = \binom{2}{0} a^2 + \binom{2}{1} ab + \binom{2}{2} b^2$$

$$= 1a^2 + 2ab + 1b^2$$

$$(a+0)^2 = 1a^2 + 2a \cdot 0 + 1 \cdot 0^2$$

$$= a^2$$

0e rij	1
1e rij	1 1
2e rij	1 2 1
3e rij	1 3 3 1
4e rij	1 4 6 4 1
5e rij	1 5 10 10 5 1
6e rij	1 6 15 20 15 6 1

Afbeelding 7: Dit applet is gebaseerd op lijsten. In deze lijsten worden de termen "geproduceerd". Ook de opmaak en de plaatsing daarvan wordt door lijsten aangestuurd.

Opdracht(en)

Frequentie(tabel), frequentiepolygoon en histogram

GeoGebra kent commando's om (frequentie)tabellen, frequentiepolygoon en histogrammen te weer te geven. Aan deze commando's moeten lijsten worden meegegeven als parameters.

- a. Definieer zo nodig opnieuw *lijst4*, *lijst5* en *lijst6*.

```
lijst4 = {2, 3, 3, 3, 4, 5, 5, 6, 7, 9, 10}
```

```
lijst5 = Classes[lijst4,4]
```

```
lijst6 = Frequentie[lijst5, lijst4]
```

- b. Definieer een object met de naam *frequentietabel*:

```
frequentietabel = Frequentietabel[lijst5,lijst4]
```

Toelichting: De klassenindeling wordt gedefinieerd door *lijst5* en *lijst4* bevat de data.

Let op: In de toelichting bij het commando wordt gesproken over de parameter <List of Heights>. Dat moet zijn <List of Raw Data>, dus Frequentietabel[<List of Class Boundaries>, <List of Raw Data>].

- c. Door het toevoegen van een parameter kan ook een cumulatieve frequentietabel worden gemaakt.

```
frequentietabel2 = Frequentietabel[true, lijst5,lijst4,false]
```

Toelichting: Door het toevoegen van de parameter *true* wordt de frequentietabel cumulatief. De laatste parameter moet volgens de definitie worden toegevoegd. Het voert te ver om uit te leggen wat de functie daarvan is.

- d. Definieer een object met de naam *histogram*:

```
histogram = Histogram[lijst5,lijst6]
```

Toelichting: De klassenindeling wordt gedefinieerd door *lijst5* en de hoogte van de staven door *lijst6*.

- e. Op vergelijkbare wijze kan ook een frequentiepolygoon worden gedefinieerd:

```
frequentiepolygoon = Frequentiepolygoon[lijst5,lijst6].
```

N.B. Van de frequentiepolygoon kan een cumulatieve frequentiepolygoon gemaakt worden. Zie daarvoor de uitleg bij het commando.

- f. Tenslotte kan een "gewone" tabel gedefinieerd worden:

```
TabelT[{0,1,2,3,4,5},{0,2,4,6,8,10},"hc|_"]
```

Toelichting: De tabel bestaat uit twee rijen (h: horizontal), de tekst is gecentreerd (c: centered) en de tabelranden worden getekend (|_).

- g. Teken zelf een boxplot en een staafdiagram. Gebruik daarvoor de commando's Boxplot en Staafdiagram.
- Tip Boxplot: Als voor <yOffset> de waarde 3 en voor <ySchaal> 0.5 wordt ingevuld, dan komt de boxplot tussen de lijnen $y=2.5$ en $y=3.5$.
 - Tip Staafdiagram: Voer Staafdiagram[{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9}, {2, 3, 3, 3, 4, 5, 6, 7, 7}] in en bekijk het effect.
- h. **Uitdaging** Maak een tabel bij $f(x)=3x^3-2x^2$. Maak gebruik van lijsten. Gebruik een schuifknop om langs de x-waarden in de tabel te "lopen" en geef in een apart tekstvak de berekening van de bijbehorende functiewaarde. Deze berekening is dus afhankelijk van de waarde van de schuifknop.

Het ontwerpen van een assenstelsel

Soms is het gewenst meerdere assenstelsels in één applet te laten zien. Het is dan

noodzakelijk zelf assenstelsels te tekenen. Het is wenselijk een assenstelsel, los van de andere assenstelsels, te kunnen verplaatsen. Bovendien moeten de getallen met een minimum aantal bewerkingen aangepast kunnen worden. In deze opdracht wordt zo'n assenstelsel stap voor stap getekend. Per stap wordt tussen [] aangegeven welk gedeelte van het assenstelsel getekend wordt.

- a. Start GeoGebra en zet de assen en het rooster uit.
- b. [Assen] Definieer, door invoeren in het invoerveld, het volgende:

```
O = (3,0)
```

```
a = rechte[O,xAs]
```

```
b = rechte[O,yAs]
```

```
c = cirkel[O,5]
```

```
A= snijpunten[a,c,2]
```

```
B= snijpunten[b,c,2]
```

```
xas = lijnstuk[O,A]
```

```
yas= lijnstuk[O,B]
```

- c. Maak alle objecten onzichtbaar, behalve *A*, *xas* en *yas*.
- d. [Roosterpunten] Definieer:

```
roosterpunten_{xas} = Rij[O+(i,0),i,1,5,1]
```

```
roosterpunten_{yas} = Rij[O+(0,i),i,1,5,1]
```

```
roosterpunten_{xasTegenover} = Rij[O+(i,5),i,1,5,1]
```

```
roosterpunten_{yasTegenover} = Rij[O+(5,i),i,1,5,1]
```

Toelichting: *roosterpunten_{xas}* wordt gedefinieerd als *Rij[O+(i,0),i,1,5,1]*. Dit wil zeggen dat er een lijst gecreëerd wordt met 5 elementen. Ieder element is een punt met dezelfde *y*-coördinaat als punt *O*. De *x*-coördinaat is *i* groter dan de *x*-coördinaat van *O*.

Let op: Er zijn veel elegantere, maar tegelijkertijd complexere, oplossingen beschikbaar. Dit voert momenteel te ver. Voor de volledigheid moet vermeld worden dat in de gekozen oplossing het punt *O + (5,5)* tweemaal is gedefinieerd. Dat gaat in tegen goede programmeergewoonten en dient daarom vermeden te worden.

- e. [Roosterlijnen] Definieer:

```
roosterlijnen_{horizontaal} = Rij[Lijnstuk[Element[roosterpunten_{yas}, i],  
Element[roosterpunten_{yasTegenover}, i]], i, 1, 5, 1]
```

```
roosterlijnen_{verticaal} = Rij[Lijnstuk[Element[roosterpunten_{xas}, i],  
Element[roosterpunten_{xasTegenover}, i]], i, 1, 5, 1]
```

Toelichting: *roosterlijnen_{horizontaal}* is gedefinieerd als

Rij[Lijnstuk[Element[roosterpunten_{yas}, i], Element[roosterpunten_{yasTegenover}, i]], i, 1, 5, 1]. Dit wil zeggen dat er een lijst wordt gedefinieerd met lijnstukken als elementen. Een lijnstuk wordt tussen twee punten gedefinieerd. Het eerste punt is element *i* van *roosterpunten_{yas}* en het tweede punt is element *i* van *roosterpunten_{yasTegenover}*. Daardoor komt het lijnstuk keurig horizontaal te liggen.

- f. Maak nu het assenstelsel op. Verberg alle objecten, behalve de *x-as*, de *y-as* en de roosterlijnen. Maak de assen dikker.
- g. Versleep punt *O* en constateer dat het assenstelsel versleepbaar is.

h. [Getallen bij de assen] Definieer:

```
xas_{getallen} = Rij[Tekst[i, O + (i-0.1, -0.5)], i, 1, 5, 1]
```

```
yas_{getallen} = Rij[Tekst[i, O + (-0.5, i-0.1)], i, 1, 5, 1]
```

Toelichting: Aan het commando tekst kunnen twee parameters worden toegevoegd. De eerste is voor de tekst (in dit geval de waarde van i) en de tweede is voor de positie van het tekstvak (bijv. $O + (i-0,1,-0,5)$, waarbij $-0,1$ en $-0,5$ zijn toegevoegd om de elementen uit te lijnen onder de roosterlijnen).

i. [Tekst bij de assen] Definieer:

```
xas_{tekst} = tekst["x",O+(5.1,-1.25)]
```

```
yas_{tekst} = Tekst["y", O + (-1.25, 5.1)]
```

Het toevoegen van een tweede *assenstelsel* is eenvoudig, omdat alle objecten afhankelijk zijn van punt O . Voor het toevoegen hiervan kan gebruik gemaakt worden van een macro.

- j. Klik in het menu op Macro's, klik op Nieuwe macro aanmaken en klik op het tabblad Eindobjecten.
- k. Klik de assen, de roosterlijnen, de getallen en de teksten bij de assen aan (niet punt O).
- l. Klik op beginobjecten. Hier staat enkel punt O .
- m. Klik op Naam en Pictogram.
- n. Geef macro en opdracht de naam assenstelsel en vul bij help in: "Klik op een punt en het bijbehorende assenstelsel wordt getekend."
- o. Klik op Beëindigen.
- p. Maak een nieuw punt D aan.
- q. Klik op de macro (in de werkbalk) en klik vervolgens op punt D . Het tweede assenstelsel wordt getekend.
- r. **Uitdaging** Pas bovenstaande code aan, zodat het assenstelsel schaalbaar is. Dat wil zeggen dat de lengte van de assen, het aantal roosterlijnen en de labels worden aangepast zodra de straal van cirkel c wordt gewijzigd. Maak tenslotte een nieuwe macro aan.

Tekst en LaTeX

Uitleg

Om LaTeX in hetzelfde lettertype weer te geven als "gewone" tekst moet één instelling worden gewijzigd.

1. Klik op Opties, vervolgens op Instellingen... en tenslotte op het tabblad Geavanceerd.
2. Klik onder het kopje Miscellaneous op Use Java fonts for LaTeX texts.
3. Klik op Instellingen opslaan.

Tekst op meerdere regels

1. Voeg een nieuw tekstvak toe.
2. Vink LaTeX formule aan.
3. Voer in:

```
\begin{align}
& \mbox{Item 1} \\
& \mbox{Item 2} \\
& \mbox{Item 3} \\
& \mbox{Item 4}
\end{align}
```

Toelichting:

`\\` : Aangeven van de overgang naar een nieuwe regel.

`\mbox{ }` : Gebruik dit commando om te voorkomen dat voor iedere spatie `\;` getikt moet worden.

`&`: Er wordt uitgelijnd op het teken achter `&`. Voorbeeld: uitlijnen op `=`-tekens:

4. Maak een nieuw tekstvak en voeg het volgende toe:

```
\begin{align}
5x+4 &= 3 \\
5x &= -1
\end{align}
```

Vet en cursief

1. Maak een nieuw tekstvak, vink LaTeX formule aan en voeg een **vetgedrukt** woord toe:

```
\mbox{Dit is een \textbf{vetgedrukt} woord}
```

2. Voeg ook een *schuingedrukt* woord toe:

```
\mbox{Dit is een \textit{schuingedrukt} woord}
```

Tekst verticaal

1. Met het commando `VerticaleTekst` kan tekst verticaal worden geplaatst.

```
VerticaleTekst["y"]
```

N.B. RoteerTekst heeft een vergelijkbaar effect, maar dan kan ook de hoek van draaiing worden ingesteld.

Opmaak functievoorschriften

Als gekozen wordt voor Latex, dan maakt GeoGebra zelf het functievoorschrift op. Daarnaast kent GeoGebra o.a. de commando's Uitwerken, Vereenvoudig en Ontbinden om het functievoorschrift in de gewenste vorm te noteren.

1. Voeg een schuifknop toe met de naam *schuifknop* (min: -5, max: 5, stapgrootte: 0,5).

2. Definieer $f(x)$:

```
f(x)=x^schuifknop
```

3. Voeg een tekstvak toe, activeer LaTeX en plaats daarin de volgende code:

```
"" + f
```

4. Voeg een tekstvak toe, activeer LaTeX en plaats daarin de volgende code:

```
""+vereenvoudig[f]
```

5. Definieer $g(x)$:

```
g(x) = x^2 + 3x + 2
```

6. Voeg een tekstvak toe, activeer LaTeX en plaats daarin de volgende code:

```
"" + g
```

7. Voeg een tekstvak toe, activeer LaTeX en plaats daarin de volgende code:

```
""+ontbinden[g]
```

8. Definieer $h(x)$:

```
h(x) = (x + 2) (x - 4)
```

9. Voeg een tekstvak toe, activeer LaTeX en plaats daarin de volgende code:

```
"" + h
```

10. Voeg een tekstvak toe, activeer LaTeX en plaats daarin de volgende code:

```
""+uitwerken[h]
```

MathType

MathType 6,5

"Ieder" MathType-object kan worden overgezet naar GeoGebra. Stel daartoe MathType als volgt in:

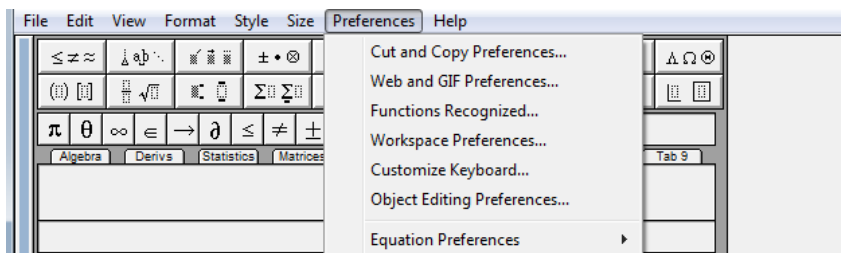
1. Kies in het menu Preferences voor Translators.
2. Zet de translator op TeX – LaTeX.
3. Vink de opties Include uit.

MathType 6.6

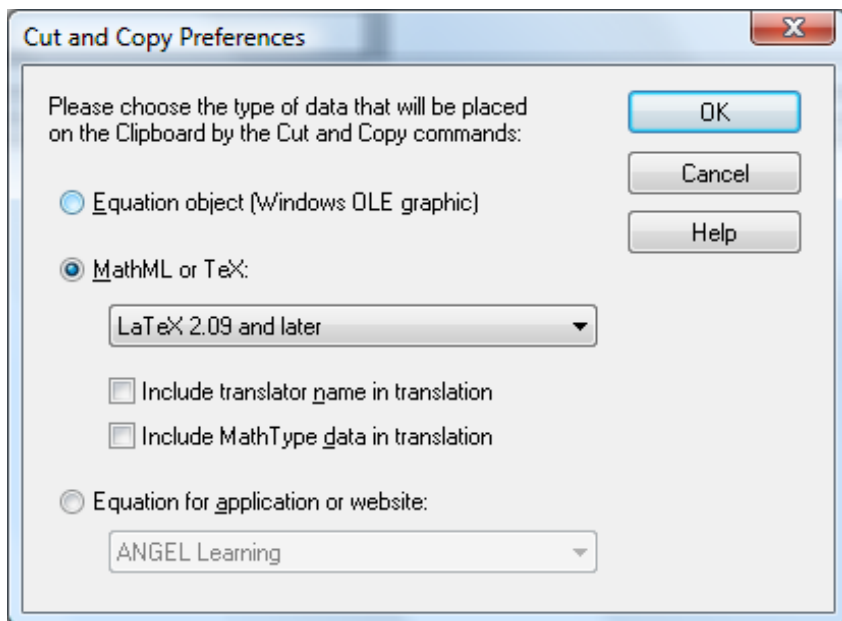
In MathType 6.6 moet onderstaand stappenplan gevolgd worden om het kopiëren en plakken mogelijk te maken:

1. Klik op Preferences (Afbeelding 8).
2. Klik op Cut and Copy Preferences.
3. Klik op MathML or TeX (Afbeelding 9).

4. Klik op LaTeX 2.09 and later
5. Vink beide vinkjes (Include...) uit.



Afbeelding 8: Menu Preferences



Afbeelding 9: TeX -- LaTeX

Van MathType, via LaTeX, naar GeoGebra

1. Bouw in MathType een formule op, bijvoorbeeld:

$$f(x) = \frac{3 + \sqrt[5]{x+1}}{x^3}$$

2. Kopieer de formule.
3. Ga naar GeoGebra en voeg een tekstvak toe.
4. Plak de code m.b.v. <ctrl> + <v> in een tekstvak.
5. Haal de \$-tekens weg, vink LaTeX formule aan en klik op OK.

Variabelen in tekst

Vaak is het wenselijk de waarden van variabelen op te nemen in een tekst. Denk bijvoorbeeld aan een schuifknop om de waarde van x in te stellen, een functie $f(x)=x^2$ en een tekst van de vorm "als $x = 4$, dan $f(4) = 16$ ". Dat kan als volgt:

1. Voeg een schuifknop toe met de naam $x_{\text{schuifknop}}$ (min: -4, max: 3, stapgrootte: 1).
2. Definieer $f(x)$:

$$f(x) = x^2$$

3. Voeg aan een nieuw tekstvak het volgende toe:

"Als $x =$ + $x_{\{schuifknop\}} +$ ", dan $f($ + $x_{\{schuifknop\}} +$) = " + $f(x_{\{schuifknop\}})$

Resultaat (als $x_{\{schuifknop\}}=3$): Als $x = 3$, dan $f(3) = 9$.

Uitleg: Alle "gewone" tekst moet tussen dubbele aanhalingstekens. De variabelen niet. Een en ander kan met + worden geconcateneerd ("aan elkaar geplakt").

N.B. De keuze voor $f(x_{\{schuifknop\}})$ i.p.v. $(x_{\{schuifknop\}})^2$ is gebaseerd op het principe van Single Point of Definition. $f(x)$ is nu op één plaats gedefinieerd. Als $f(x)$ gewijzigd wordt, dan hoeft de inhoud van dit tekstvak niet aangepast te worden. Dit in tegenstelling tot de keuze voor $(x_{\{schuifknop\}})^2$.

4. LaTeX opdrachten moeten ook tussen dubbele aanhalingstekens geplaatst worden, dus:

"\sqrt{" + $x_{\{schuifknop\}} +$ " } \;=\; \;" + $\sqrt{x_{\{schuifknop\}}}$

Resultaat (als $x_{\{schuifknop\}}=3$): $\sqrt{3} = 1.7328$

Uitleg: $\sqrt{\}$ is de LaTeX-code voor het wortelteken. Alles tussen { en } komt onder het wortelteken. Met de functie \sqrt{x} wordt de wortel van x uitgerekend.

Let op : de LaTeX-code voor het wortelteken is $\sqrt{\}$ en de functie wordt gedefinieerd als \sqrt{x} .

LaTeX-code

In bovenstaande stukken is enkele keren gebruik gemaakt van LaTeX-codes. Om LaTeX te kunnen gebruiken moet de optie LaTeX formule worden aangevinkt. De lijst hieronder bevat enkele veelgebruikte LaTeX-codes. Deze codes kunnen worden opgenomen in een tekstvak. Let op: Als in dezelfde tekst gebruik gemaakt wordt van variabelen, dan moet de LaTeX-code tussen dubbele aanhalingstekens geplaatst worden.

Doel	Code	Toelichting
%	\%	
≈	\approx	
∠	\angle	
x	\cdot	
x	\times	
Breuk	\frac{a}{b}	
Wortel	\sqrt{\}	
$\sqrt[n]{a}$	\sqrt[n]{a}	
Spatie	\; of \,	Grote spatie: \; Kleine spatie: \,
Kleur tekst	\fgcolor{FF0000}{tekst}	FF0000 is de hexadecimale code voor de kleur rood. Op internet kunnen de codes voor andere kleuren gevonden worden.
Superscript	tekst^{\superscript}	

Meer informatie over LaTeX kan gevonden worden op: <http://en.wikibooks.org/wiki/LaTeX>.
 N.B. Niet alle codes werken in GeoGebra.

GeoGebra-code

Doel	Code
subscript(werkt ook voor naamgeving objecten)	tekst_{subscript}
groot minteken	""+UnicodeNaarLetter[8722]
Breuktekst	"Dit is een breuk:" + breuktekst[4/5]

Als-voorwaarde

Het niet weergeven van + in de formule $y = 2x + -3$ (waarbij $a=2$ en $b=-3$), kan met de volgende code worden gerealiseerd:

```
"y =" +a+"x"+als[b==0,"",als[b>0,"+",""]+b]
```

N.B. De als-voorwaarde is een krachtig hulpmiddel dat in veel situaties uitkomst biedt. Dit valt echter buiten het bestek van de cursus.

Toepassingen

Hoeken in de ruimte

- Introductie
- Hoek tussen vectoren
- Hoek tussen lijnen

- Vektoren kiezen
- Inproduct berekenen
- Lengte berekenen
- Hoek berekenen

$P(0,0,0)$ $Q(0,6,3)$

$R(0,3,0)$ $S(3,3,0)$

© Noordhoff Uitgevers bv

$$\vec{PQ} = \begin{pmatrix} 0 \\ 6 \\ 3 \end{pmatrix}, \vec{RS} = \begin{pmatrix} 3 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$$

Afbeelding 10: In dit applet wordt gebruik gemaakt van variabelen in de tekst (coördinaten van de punten) en van LaTeX (notatie vectoren).

Binomium van Newton

Introductie
 $(a+b)^3$
 $(a+b)^n$

$n = 2$
 $b = 0$

Binomium van Newton
 n invullen
 Uitwerken
 b invullen
 Uitwerken

© Noordhoff Uitgevers bv

$$(a+b)^n = \binom{n}{0} a^n + \binom{n}{1} a^{n-1} b + \binom{n}{2} a^{n-2} b^2 + \dots + \binom{n}{n} b^n$$

$$(a+b)^2 = \binom{2}{0} a^2 + \binom{2}{1} ab + \binom{2}{2} b^2$$

$$= 1a^2 + 2ab + 1b^2$$

$$(a+0)^2 = 1a^2 + 2a \cdot 0 + 1 \cdot 0^2$$

$$= a^2$$

0e rij	1
1e rij	1 1
2e rij	1 2 1
3e rij	1 3 3 1
4e rij	1 4 6 4 1
5e rij	1 5 10 10 5 1
6e rij	1 6 15 20 15 6 1

Afbeelding 11: In dit applet wordt veelvuldig gebruik gemaakt van LaTeX, variabelen in de tekst en als-voorwaarden.

Opdracht(en)

Formule met variabelen en LaTeX

- a. Bouw, in een (nieuw) tekstvak, de volgende formule op.

$$f(x) = \frac{2 + \sqrt[5]{x+1}}{x^3}$$

- b. Voeg twee schuifknoppen a en b toe (min: 1, max: 5, stapgrootte: 1).
 c. Vervang de 5 in de formule door a en de 3 door b .
- Zet allereerst de gehele formule tussen dubbele aanhalingstekens (dat is "gewone" tekst).
 - Plaats vervolgens de variabelen in de tekst met de code:


```
" + [naam schuifknop] + "
```

N.B. Het eerste aanhalingsteken sluit het eerste gedeelte af en het tweede opent het volgende gedeelte. De + tekens geven aan dat een en ander geconcateneerd wordt.

- d. Voeg een schuifknop $x_{\{schuifknop\}}$ en bovenstaande functie $f(x)$ toe. Vervang in het tekstvak de x 'en door (de waarde van) $x_{\{schuifknop\}}$ en geef de functiewaarde weer.

Rekenblad

De kracht van het rekenblad moet gezocht worden in de koppeling met het tekenvenster (met de bijbehorende commando's) en in het gemak waarmee de data geanalyseerd kan worden. Aan deze aspecten zal aandacht worden besteed.

Open het rekenblad door allereerst te klikken op Beeld en vervolgens op Rekenblad. Open het rekenblad in een apart venster door te klikken op  (rechtsboven in het venster rekenblad).

Uitleg

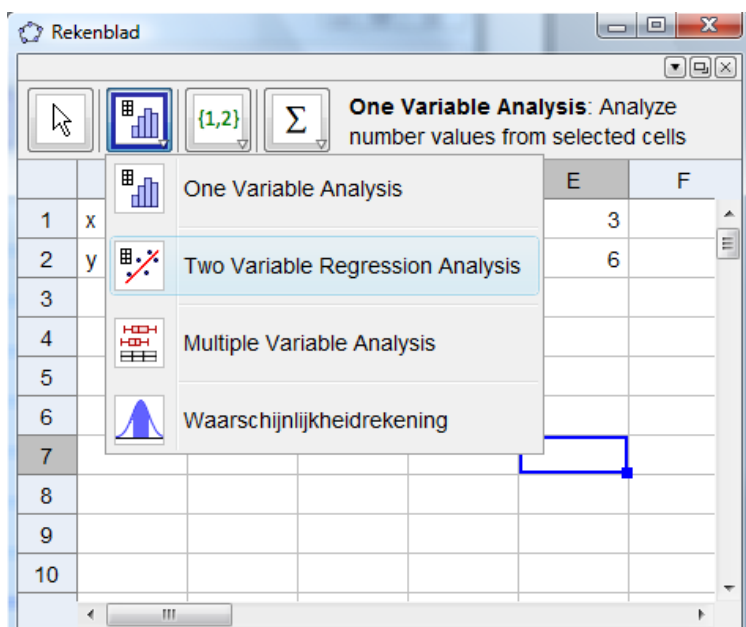
One Variabele Analysis

1. Plaats onderstaande tabel in het rekenblad


83	83	84	81
84	84	81	82
85	80	82	82
86	80	86	85
87	84	87	89
89	82	87	81

2. Selecteer de tabel.

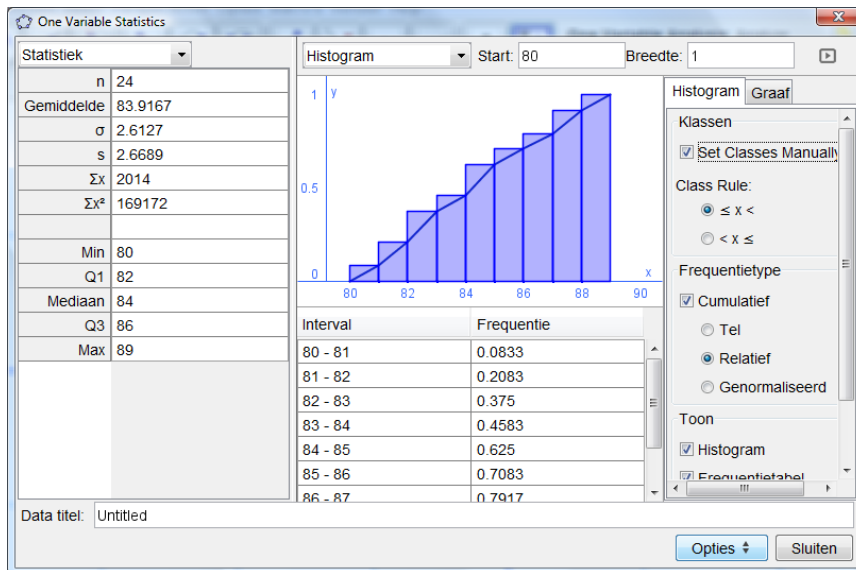
3. Klik op One Variable Analysis (Afbeelding 12: eerste optie).



Afbeelding 12: One Variabele Analysis

4. Klik op  (Rechtsboven in Afbeelding 13).
5. Klik onder Toon op Frequentietabel.
6. Klik onder Klassen op Set Classes Manually.
7. Vul bij Start 80 in en bij Breedte 1 (Afbeelding 13 bovenaan).

8. Klik onder Frequentietype op Cumulatief en op Relatief.
9. Klik onder Toon op Frequentiepolygoon.
10. Teken een boxplot door Histogram (Afbeelding 13: bovenin naast Start) te vervangen door Boxplot.



Afbeelding 13: One Variabele Statistics

Waarschijnlijkheidsrekening

Deze optie kan de uitleg en / of het bespreken van opgaven over de normale verdeling, de binomiale verdeling, etc. ondersteunen. De werking spreekt voor zich.

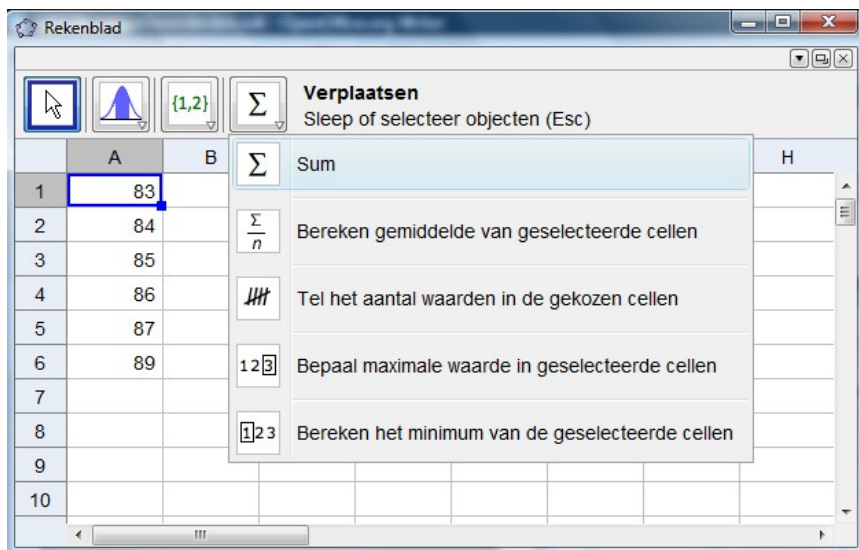
1. Klik op Waarschijnlijkheidsrekening (Afbeelding 12: laatste optie)

Gemiddelde, som, tellen, maximale en minimale waarde

1. Plaats onderstaande tabel in het rekenblad

83	83	84	81
84	84	81	82
85	80	82	82
86	80	86	85
87	84	87	89
89	82	87	81

2. Selecteer de eerste kolom.
3. Klik op Bereken gemiddelde van geselecteerde cellen (Afbeelding 14: tweede optie).
4. Selecteer de tweede kolom.
5. Klik op Tel het aantal waarden in de gekozen cellen (Afbeelding 14: derde optie).
6. Selecteer de derde kolom.
7. Klik op Bereken het minimum van de geselecteerde cellen (Afbeelding 14: vijfde optie).



Afbeelding 14: Gemiddelde, som, tellen, maximale en minimale waarde

Lijsten en tabellen

1. Plaats onderstaande tabel in het rekenblad

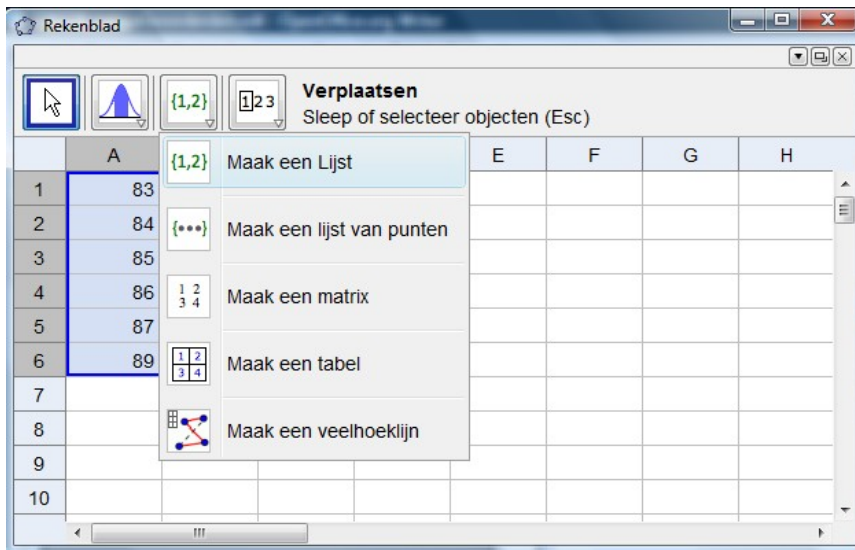
83	83	84	81
84	84	81	82
85	80	82	82
86	80	86	85
87	84	87	89
89	82	87	81

2. Selecteer alle cellen.
3. Klik op Maak een lijst (Afbeelding 15: eerste optie).
4. Vink zo nodig de optie Afhankelijke objecten aan en klik op Creëer.
5. Keer terug naar het hoofdvenster van GeoGebra en open het Algebravenster.
6. Constateer dat een lijst met de waarden van de cellen is toegevoegd.

N.B. Het is mogelijk om de commando's uit het hoofdstuk Lijst op deze lijst "los te laten".

Commando's

Ook voor het aansturen van het rekenblad zijn diverse commando's beschikbaar in de commandolijst (zie het hoofdstuk Algebravenster, invoerveld en commandolijst).



Afbeelding 15: Lijsten en tabellen

Toepassingen

Denk bij toepassingen aan een practicum waarbij een voorgedefinieerd rekenblad wordt aangeboden waarin de gebruiker waarden kan invullen. Door (vooraf) het rekenvenster via Maak een lijst te koppelen aan het tekenvenster, kan daarin een (voorgedefinieerd) histogram worden getekend.

Zoals eerder vermeld, kan de optie Waarschijnlijkheidsrekening de uitleg en / of het bespreken van opgaven over de normale verdeling, de binomiale verdeling, etc. ondersteunen.

Opdracht(en)

Onder het kopje "Lijsten en tabellen" is een lijst gemaakt van, op het rekenblad ingevoerde, waarden. Teken in het tekenvenster een histogram door gebruik te maken van de commando's uit hoofdstuk "Lijst". Pas vervolgens de waarden van het rekenblad aan en controleer of het histogram wordt aangepast.

GeoGebra Script

Applets die zijn gemaakt met GeoGebra 3 kunnen, van buitenaf, met JavaScript worden aangestuurd. In GeoGebra 4 is het mogelijk JavaScript "in het applet" te plaatsen. Een cursus JavaScript valt echter buiten het bestek van deze cursus. GeoGebra beschikt ook over GeoGebra Script. Dit hoofdstuk geeft een introductie in het gebruik van GeoGebra Script. Het is geenszins volledig. Na het doorwerken van dit hoofdstuk zullen veel commando's onder het kopje Scripting (in de commandolijst) zonder veel problemen kunnen worden geïmplementeerd.

Uitleg

Commando's die vallen onder GeoGebra Script kunnen worden ingevuld in het invoerveld (Afbeelding 3). Veelal is het zinvol een script te koppelen aan een bepaalde actie, bijv. het klikken op een knop, het invullen van een waarde in een tekstveld, het verslepen van een punt, etc. Daartoe beschikken veel objecten over een tabblad Scripting.

1. Definieer een punt *A*:

```
A = (3,0)
```

2. Klik met de rechtermuisknop op punt *A*.
3. Klik op Eigenschappen.
4. Klik op het tabblad Scripting.
5. Bekijk de volgende tabbladen:
 - On Click: hierin staat de code die moet worden uitgevoerd op het moment dat op punt *A* wordt geklikt.
 - On Update: hierin staat de code die moet worden uitgevoerd op het moment dat op punt *A* wordt geüpdatet (denk aan het wijzigen van de naam).
 - Global JavaScript: niet relevant
6. Vul onder On Click in:

```
SetColor[A,"red"]
```

7. Zorg dat links naast de OK-knop GeoGebra Script is geselecteerd
8. Klik op OK en klik op Sluiten.
9. Beweeg punt *A* en constateer de verandering van kleur.

Inzoomen

1. Voeg een knop toe met de titel "Inzoomen":

```
Knop["Inzoomen"]
```

2. Klik met de rechtermuisknop op de knop.
3. Klik op Eigenschappen en open vervolgens het tabblad Scripting.
4. Vul onder On Click in:

```
Inzoomen[3,(0,0)]
```

5. Klik op OK en op Sluiten.
6. Klik op de knop Inzoomen en constateer dat met een factor 3 wordt ingezoomd (met (0,0) als centrum).

N.B. Het commando Uitzoomen werkt op vergelijkbare wijze.

SetAxesRatio

1. Voeg een knop toe met de titel "Verhouding assen aanpassen"
2. Klik met de rechtermuisknop op de knop.
3. Klik op Eigenschappen en vervolgens open het tabblad Scripting.
4. Vul onder On Click in:

```
SetAxesRatio[1,2]
```

5. Klik op OK en op Sluiten.
6. Klik op de knop "Verhouding assen aanpassen".

SetBackgroundColor

1. Voeg een tekstvak toe met de tekst "hoi".
2. Wijzig de naam van het tekstvak in Tekstvak1.
3. Klik met de rechtermuisknop op het tekstvak.
4. Klik op Eigenschappen.
5. Klik op het tabblad Scripting.
6. Vul onder On Update in:

```
SetBackgroundColor[Tekstvak1,"red"]
```

10. Zorg dat links naast de OK-knop GeoGebra Script is geselecteerd
11. Klik op OK en klik op Sluiten.
12. Verplaats het tekstvak en constateer de verandering van de achtergrondkleur.

SetCaption

1. Definieer een punt *A*:

```
A = (3,0)
```

2. Klik met de rechtermuisknop op punt *A*.
3. Vul bij Titel in Titel 1.
4. Vink Label tonen aan en selecteer Titel.
5. Definieer een punt *B*:

```
B = (1,1)
```

6. Klik met de rechtermuisknop op *B*.
7. Klik op Eigenschappen.
8. Klik op het tabblad Scripting.
9. Vul onder On Update in:

```
SetCaption[A,"Titel 2!"]
```

10. Zorg dat links naast de OK-knop GeoGebra Script is geselecteerd
11. Klik op OK en klik op Sluiten.
12. Beweeg punt *B* en constateer de verandering van het label van punt *A*.

SetCoords

1. Definieer een punt *A*:

```
A = (3,0)
```

2. Voeg een knop toe met de titel "A(6,2)"
3. Klik met de rechtermuisknop op de knop.

4. Klik op Eigenschappen en open vervolgens het tabblad Scripting.
5. Vul onder On Click in:

```
SetCoords[A,6,2]
```

6. Klik op OK en op Sluiten.
7. Klik op de knop "A(6,2)".

SetValue

1. Definieer:

```
a = 8
b = 9
c = true
lijst = {1,2,3,4,5,6}
```

2. Voer in (in invoerveld):

```
SetValue[a,b]
```

3. Bekijk het effect in het Algebravenster.
4. Terugzetten:

```
SetValue[a,8]
```

5. Geef boolean c de waarde false

```
SetValue[c, 0]
Uitleg: 0: false en 1: true
```

6. Maak de derde waarde van *lijst* gelijk aan de waarde van a :

```
SetValue[lijst,3,a]
```

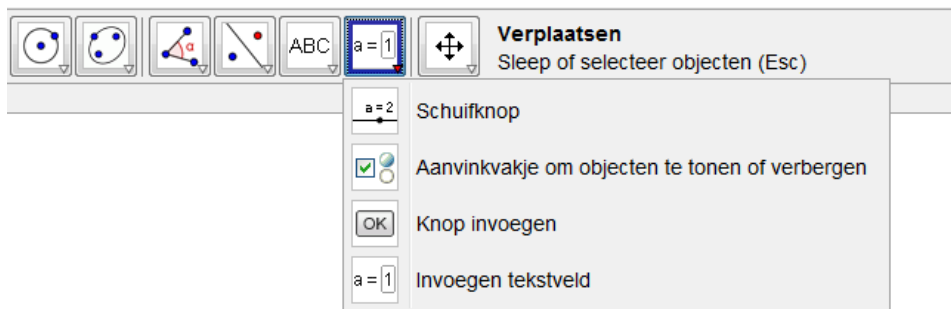
Let op: Als naderhand aan a een andere waarde wordt toegewezen, dan zal de lijst niet automatisch worden bijgewerkt.

Tekstveld

1. Definieer:

```
a = 8
```

2. Voeg een tekstveld toe via Invoegen Tekstveld (Afbeelding 16).
(**Let op:** geen tekstvak!)
3. Titel: Tekstveld 1, Linked Object: a .
4. Vul in het tekstveld een ander getal in, druk op <Enter> en constateer dat de waarde van a is gewijzigd.



Afbeelding 16: Tekstveld invoegen

Toepassingen

De toepassingen zijn legio. Denk aan het weghalen van het vinkje in het aanvinkvakje voor een functievoorschrift op het moment dat een functie wordt gedefinieerd. Denk aan een knop om de verhouding van de assen aan te passen, zodat een grafiek "beter past". Denk aan een knop om bepaalde teksten te markeren. Veelal zal GeoGebra Script worden gebruikt om met een klik of een beweging enkele acties uit te voeren. Dit voorkomt dat de gebruiker veel zal moeten instellen. Ook tijdens de uitleg is het prettig als het applet zich na een "klik op de juiste knop" instelt.

Opdracht(en)

- Teken de grafiek bij een zelfgekozen functie f .
- Voeg tekstvakken toe om daarin de verhouding van de assen aan te geven.
- Voeg een knop toe waarop de gebruiker kan klikken om het assenstelsel in deze verhouding te laten tekenen.
- Link f aan een (nieuw) tekstveld.
- Voeg een tekstvak toe met daarin het functievoorschrift van f . Zorg dat de tekst verschijnt en verdwijnt na het klikken op een bijbehorend aanvinkvakje.
- Zorg ervoor dat het vinkje voor het functievoorschrift (en daarmee het bijbehorende functievoorschrift) verdwijnt zodra de gebruiker f herdefinieert.
- Voeg een tekstveld toe waarin de gebruiker een waarde van x kan invoeren.
- Voeg een tekstvak toe met daarin de bijbehorende waarde van y . Zorg ervoor dat de waarde van y wordt aangepast zodra de gebruiker een (andere) waarde voor x invult.