

## DEEL 1 : HANDLEIDING

### 1. KENNISMAKING MET DE TI-83

#### 1.1 De toetsen

De toetsen van de **TI-83** kunnen ingedeeld worden in een viertal groepen :



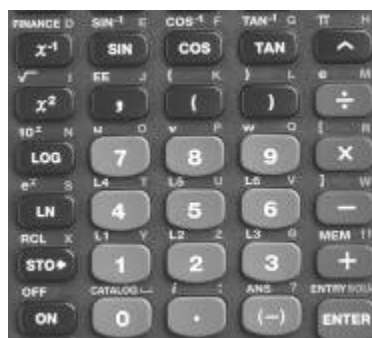
*de grafische toetsen*



*de edit-toetsen*



*de geavanceerde functietoetsen*



*het wetenschappelijk rekentoestel*

Een toets op de **TI-83** heeft meestal meerdere functies :

De eerste functie bevindt zich op de toets en is in het wit aangegeven.

De tweede functie wordt links boven de toets aangegeven in het geel. Het activeren van een geel commando gebeurt door het eerst intikken van de gele toets **2nd** en nadien de toets onder de gele tekst.

De derde of alfabet-functie wordt in het groen aangegeven rechts boven de toets. Het activeren van een alfabet-functie doe je door het intikken van de groene toets **ALPHA** gevolgd door de gewenste toets.

Op dit rekentoestel mag je slecht één toets tegelijk indrukken. Om het getal **e** in te tikken, druk je eerst op de **2nd**-toets en nadien op **e**. In wat volgt zullen we dit aanduiden als volgt : **2nd[e]**.

#### 1.2 Het instellen van het contrast

Om het gewenste contrast in te stellen gebruik je de pijltjestoetsen **▲▼** op de volgende manier : na het indrukken van **2nd** hou je de toets **▲** ingedrukt om het beeld donkerder te maken ofwel de toets **▼** om het beeld lichter te maken.

#### 1.3 Het veranderen van de input

Het uitvoeren van berekingen met de **TI-83** verloopt gelijkaardig als bij de meeste wetenschappelijke rekentoestellen.

Voor het uitvoeren van de berekeningen hiernaast afgebeeld, druk je op de toetsen in de volgorde zoals je ze op het scherm terugvindt. Merk op dat na het drukken op **SIN** of op  $\sqrt{\quad}$  het eerste haakje automatisch wordt geplaatst. Zowel de input als het resultaat verschijnen op het basisscherm.

```
2^6-1           63
√(2)           1.414213562
sin(π/2)       1
█
```

D.m.v. het commando **ENTRY** kan je de vorige uitdrukking terug oproepen. Het veranderen van  $\sin(\pi/2)$  in  $\sin(\pi/3)$  gaat als volgt.

D.m.v. **2ND[ENTRY]** verschijnt  $\sin(\pi/2)$  opnieuw op het scherm. Om de uitdrukking te veranderen, verplaats je met de pijltjes de cursor tot op **2** en druk je op **3** gevolgd door **ENTER**.

```
√(2)           63
sin(π/2)       1.414213562
sin(π/3)       1
█
```

Eerder ingevoerde uitdrukkingen kunnen ook opnieuw op het basisscherm gebracht worden door herhaaldelijk **2nd[ENTRY]** te drukken.

Alles wat links staat t.o.v. de cursor op het basisscherm kan je wissen door op **CLEAR** te drukken. Indien de cursor uiterst links staat, wordt het hele basisscherm gewist.

De **CLEAR**-toets vervult vaak de functie van **ESC**-toets bij een PC.

## 1.4 Negatieve getallen versus het verschil

De blauwe toets met het min-teken staat voor de bewerking het verschil terwijl de betekenis van de grijze toets (-) het tegengestelde is.

Het uitvoeren van  $5 * - 4$  geeft een syntax fout.

```
ERR:SYNTAX
█Quit
2:Goto
```

Voor het verbeteren van de fout druk op **2** en druk op (-). Druk op **ENTER** om de berekening te beëindigen.

## 1.5 Variabelen

Het toekennen van de waarde 50 aan de variabele **A** doe je op een **TI-83** met de toets **STO** als volgt : **50 STO ALPHA[A] ENTER**.

Het ingeven van de variabele **X** kan op twee manieren : ofwel met **ALPHA[X]** ofwel met de toets **X, T, θ, n**.

Na het toekennen van een waarde aan een variabele wordt deze waarde automatisch gebruikt in uitdrukkingen waarin de variabele voorkomt.

```
50→A           50
A^2+2A+1       2601
A2              100
█
```

Variabelen die als waarde een reëel of complex getal bevatten, kunnen enkel benoemd worden met de letters **A, B, C, . . . , Z, θ**.



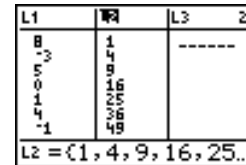
De vorige lijst kan ook in gegeven worden via het basisscherm (met **2nd[QUIT]** kan je terugkeren naar het basisscherm) als volgt :

**2nd[{] 8,-3,5,0,1,4,-1 2nd[}] STO 2nd[L1].**

Men kan ook data genereren d.m.v. het **seq**-commando. Het **seq**-commando vind je in het **LIST**-menu (**2nd[STAT]**) onder **OPS**. We noteren dit als **2nd[STAT]<OPS>**. **OPS** activeer je met de pijltjes.

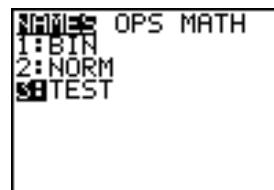
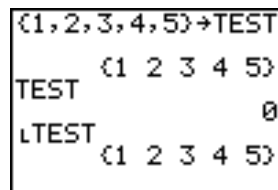


Veronderstel dat we in de tweede kolom (**L2**) de kwadraten van de eerste zeven natuurlijke getallen willen plaatsen. Zet de cursor op de variabele **L2** en vul de invoerregel achter **L2** als volgt in : **seq(X^2,x,1,7)**. Druk dan op **ENTER**.



Het wissen van de inhoud van een lijst kan o.a. door in de **STAT**-editor de cursor op de naam van de lijst te plaatsen en dan op **CLEAR** en **ENTER** te drukken.

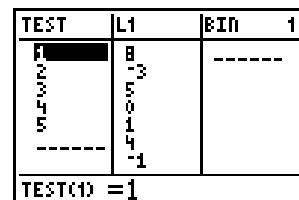
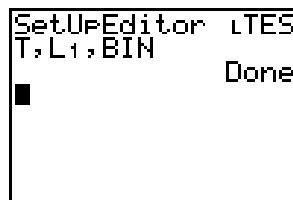
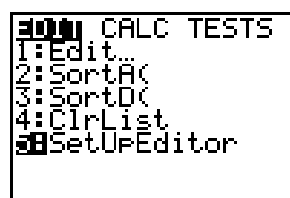
Het creëren van een lijst met een naam kan vanuit het basisscherm zoals hieronder. Merk op dat na het invoeren van de lijst **TEST** het intikken van **TEST** de waarde 0 oplevert. Het werken met of het bekijken van de lijst gaat via **2nd[LIST]**. In het item **NAMES** kan je de lijst **TEST** selecteren en op **ENTER** drukken.



De namen die je toekent aan een lijst moeten beginnen met een letter of met  $\theta$  en mogen maximaal bestaan uit vijf karakters (letters, nummers of  $\theta$ ).

Het invoegen of creëren van lijsten kan vanuit de **STAT**-editor door bv. de cursor op **L1** te plaatsen, **2nd[INS]** te drukken, de naam van de lijst in te tikken en op **ENTER** te drukken. Ofwel verschijnt er een lege lijst ofwel een eerder gedefinieerde lijst.

Het ingeven van de lijsten kan ook via de **5:SetUpEditor** uit het **STAT**-menu. D.m.v. dit commando kan je de lijsten opgeven die je wil weergegeven in de editor.



Het uitvoeren van **STAT 5:SetUpEditor ENTER** (zonder lijsten) creëert terug een werkblad met enkel de lijsten **L1** t.e.m. **L6**.

## 2.2 Beschrijvende statistiek

### 2.2.1 Het berekenen van kengetallen

Het berekenen van tal van statistische kengetallen voor een dataset gebeurt d.m.v. **1:1-Var Stats** uit het **STAT<CALC>**-menu. Na het indrukken van **STAT<CALC> 1:1Var Stats 2nd[L1] ENTER** verschijnen er tal van kengetallen van de lijst **L1** op het basisscherm ( $L1 = \{8, -3, 5, 0, 1, 4, -1\}$ ).

```
EDIT [2nd] [MODE] TESTS
1:1-Var Stats
2:2-Var Stats
3:Med-Med
4:LinReg(ax+b)
5:QuadReg
6:CubicReg
7:QuartReg
```

```
1-Var Stats L1
```

```
1-Var Stats
x̄=2
Σx=14
Σx²=116
Sx=3.829708431
σx=3.545621042
n=7
```

```
1-Var Stats
n=7
minX=-3
Q1=-1
Med=1
Q3=5
maxX=8
```

### 2.2.2 Histogram en frequentietabel

Voor we de constructie van een histogram uitleggen, voeren we de onderstaande dataset in in lijst **L2**.

Het resultaat van de vraag aan 30 volwassen mannen naar hun schoenmaat is :

42	39	42	41	40	44	43	41	40	40
42	40	39	38	43	40	39	44	42	40
41	46	40	41	42	42	38	39	44	41

De definitie van een histogram gaat als volgt :

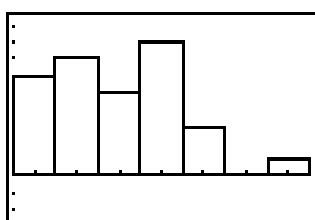
- 2nd[STAT PLOT] 1:Plot1.**
- Zet de cursor op **On** en druk op **ENTER**.
- Selecteer voor **Type** het pictogram voor Histogram.
- Tik achter **Xlist** **2nd[L2]**.  
Standaard staat **Freq** op **1**.
- Kies het juiste venster door het indrukken van :

```
STAT PLOTS
1:Plot1...Off
  L1 L2
2:Plot2...Off
  L1 L2
3:Plot3...Off
  L1 L2
4:PlotsOff
```

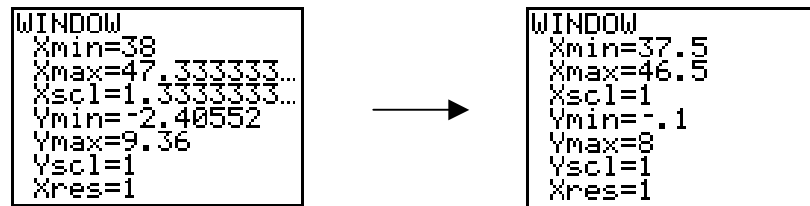
```
Plot1 Plot2 Plot3
Type: [Histogram]
Xlist:L1
Ylist:L2
Mark: [ ] + .
```

```
Plot1 Plot2 Plot3
Type: [Histogram]
Xlist:L2
Freq:1
```

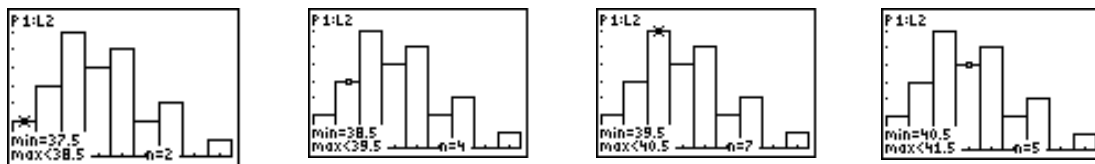
**ZOOM 9:ZoomStat**



De venster-instellingen kan je bekijken door op **WINDOW** te drukken. Stel het venster als volgt in en druk op **GRAPH** :



Door deze vensterinstellingen worden de schoenmaten 38 t.e.m. 46 de klassenmiddens van het histogram. Door te drukken op **TRACE** als het grafisch venster actief is en met de toetsen ◀ ▶, kun je de frequenties aflezen van het scherm.



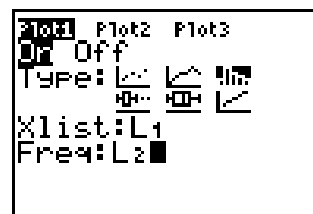
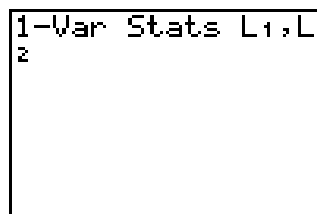
A.h.v. de **TRACE**-functie\* kunnen we de volgende frequentietabel opstellen :

Schoenmaat	Aantal
38	2
39	4
40	7
41	5
42	6
43	2
44	3
45	0
46	1

L1	L2	L3	3
38	2		
39	4		
40	7		
41	5		
42	6		
43	2		
44	3		
L3(1)=			

We vullen deze data in in de lijsten **L1** en **L2**, nadat we eventueel de gegevens in **L1** en **L2** gewist hebben.

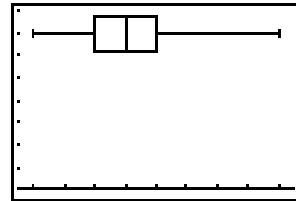
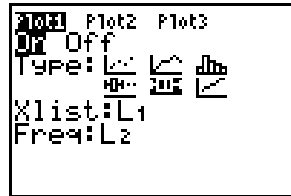
Het bepalen van de kengetallen en het tekenen van een histogram a.h.v de frequenties verloopt zoals hieronder aangegeven.



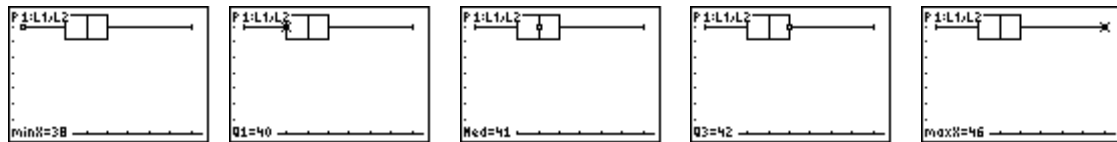
(\*) Het afzetten van de **TRACE**-functie kan o.a. door op **CLEAR** of op **GRAPH** te drukken.

### 2.2.3 Box-plots

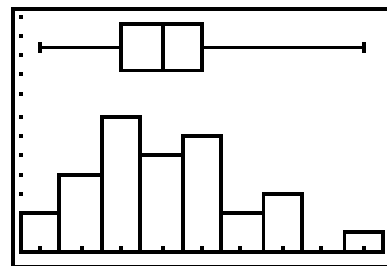
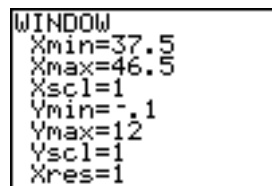
Het genereren van een boxplot verloopt analoog aan het genereren van een histogram. Het venster van **STATPLOT** wordt in dit geval als volgt ingevuld :



Het uitvoeren van de **TRACE**-functie op de box-plot levert de volgende vijf kengetallen op : **minX**, **Q1**, **Med**, **Q3**, **maxX**.



Het is mogelijk een histogram en een box-plot tegelijk op het scherm te plotten. Definieer **Plot1** als de box-plot en **Plot2** als het histogram. Indien de plots mekaar overlappen, moet je de Y-as aanpassen.



### 2.3 Betrouwbaarheidsintervallen

We illustreren de begrippen a.h.v. een dataset bestaande uit gegevens over 200 kinderen. De populatie waarover we informatie wensen zijn deze 200 kinderen.

In de dataset vind je de volgende gegevens van deze kinderen : lengte en gewicht bij de geboorte en lengte en gewicht na tien jaar. We veronderstellen dat de gegevens normaal verdeeld zijn.

We gebruiken de volgende afkortingen om de gegevens te benoemen :

<b>LB</b> : lengte jongen	<b>GB</b> : gewicht jongen	<b>LK</b> : lengte kind
<b>LG</b> : lengte meisje	<b>GG</b> : gewicht meisje	<b>GK</b> : gewicht kind

**1** : observaties bij de geboorte      **2** : observaties na tien jaar

Enkele kengetallen (gemiddelde en standaardafwijking) van de dataset zijn :

Kengetal	LK1	GK1	LB1	GB1	LG1	GG1
$\mu$	51.95	3.44	52.51	3.55	51.4	3.32
$\sigma_x$	2.46	0.55	2.38	0.57	2.41	0.50

Kengetal	LK2	GK2	LB2	GB2	LG2	GG2
$\mu$	135.57	32.17	135.98	32.25	135.17	32.1
$\sigma_x$	7.18	6.5	6.57	5.69	7.76	7.24

### 2.3.1 Puntshatten

Veronderstel dat we een schatting willen doen i.v.m. de gemiddelde lengte van de kinderen als ze tien jaar zijn. De lijsten die zich in de **TI-83** bevinden, vormen een steekproef van grootte 30 (14 jongens en 16 meisjes) uit de dataset.

Een schatting kunnen we doen met het commando :

**STAT<CALC> 1:1-Var Stats 2nd[LIST] :LK2.**

Het resultaat van de schatting voor de gemiddelde lengte  $\mu$  is :  **$\bar{x}=134.53$** .

### 2.3.2 Betrouwbaarheidsintervallen

Voor het opstellen van een betrouwbaarheidsinterval voor de gemiddelde lengte van de kinderen als ze tien jaar zijn, veronderstellen we eerst dat de standaardafwijking ( $\sigma_x$ ) van de populatie gekend is;  $\sigma_x=7.18$ .

Het berekenen van een 90 % betrouwbaarheidsinterval gaat als volgt :

- Druk **STAT<TESTS> 7:ZInterval**
- Indien de steekproef in een lijst gegeven is, selecteer dan **DATA**. Indien je enkel statistische kengetallen kent van de steekproef selecteer dan **STATS**.
- Vul het venster verder in zoals hieronder.
- Plaats de cursor op **Calculate** en druk op **ENTER**.

```
ZInterval
Inpt: DATA Stats
 $\sigma$ : 7.18
List: LK2
Freq: 1
C-Level: .9
Calculate
```

```
ZInterval
(132.38, 136.69)
 $\bar{x}=134.5333333$ 
 $S_x=8.55704321$ 
n=30
```



Wanneer we veronderstellen dat de lengte normaal verdeeld is, maar we de standaardafwijking van de populatie niet kennen (wat in de realiteit meestal zo is) kunnen we niet meer gebruik maken van de normale verdeling maar gebruiken we de Student *t*-verdeling.

In dit geval berekenen we een 90 % betrouwbaarheidsinterval voor de gemiddelde lengte van de populatie met het commando **STAT<TESTS> 8:TInterval**.

```
TInterval
Inpt: DATA Stats
List:LK2
Freq:1
C-Level:.9
Calculate
```

```
TInterval
(131.88,137.19)
x̄=134.5333333
Sx=8.55704321
n=30
```

## 2.4 Toetsen van hypothesen

We beschouwen dezelfde databank en steekproef als bij het onderdeel betrouwbaarheidsintervallen.

We onderstellen dat het geboortegewicht normaal verdeeld is. Als nulhypothese  $H_0$  nemen we dat het gemiddelde geboortegewicht gelijk is aan 3.3 kg is.

### 2.4.1 Eénzijdige toets ( $\sigma$ gekend)

We bekijken als voorbeeld een rechtséénzijdige toets. In dit geval stellen we als alternatieve hypothese  $H_1$  dat het gemiddeld geboortegewicht groter is dan 3.3 kg. We toetsen of het gemiddelde groter is dan de in  $H_0$  vooropgestelde waarde :

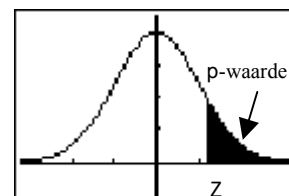
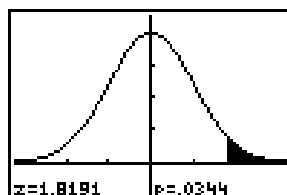
$$H_0 : \mu_0 = 3.3 \text{ versus } H_1 : \mu_0 > 3.3.$$

Het uitvoeren van de toets doe je in dit geval met het commando **Z-Test** als volgt : **STAT<TESTS> 1: Z-Test**. Net zoals bij betrouwbaarheidsintervallen heb je bij het invullen van het **Z-Test**-venster de keuze tussen **Data** en **Stats**. Vul het venster in zoals hiernaast.

```
Z-Test
Inpt: DATA Stats
μ₀:3.3
σ: .55
List:GK1
Freq:1
μ: ≠ μ₀ < μ₀ μ₀
Calculate Draw
```

Plaats de cursor op **Calculate** en druk op **ENTER**. Het resultaat vind je linksonder. Activeer dan opnieuw het **Z-Test**-venster, selecteer **Draw** en druk op **ENTER**. Het resultaat vind je hieronder in het midden.

```
Z-Test
μ>3.3
z=1.819102797
P=.0344478173
x̄=3.482666667
Sx=.5629352467
n=30
```



**z** wordt als volgt berekend : 
$$z = \frac{\bar{x} - \mu_0}{\sigma / \sqrt{n}}$$

Op een 5% significantieniveau wordt de nulhypothese  $H_0$  verworpen daar de  $p$ -waarde (0.0344) kleiner is dan 0.05. M.a.w. de resultaten zijn significant.

### 2.4.2 Tweezijdige toets ( $\sigma$ gekend)

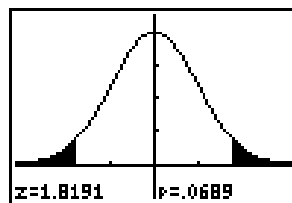
In het geval van een tweezijdige toets stellen we als alternatieve hypothese  $H_1$  dat het gemiddelde geboortegewicht niet gelijk is aan 3.3 kg.

We toetsen :  $H_0 : \mu_0 = 3.3$  versus  $H_1 : \mu_0 \neq 3.3$ .

Het uitvoeren van deze toets verloopt analoog. Het **Z-Test**-venster vul je in dit geval in zoals hiernaast. Het resultaat van deze toets is :

```
Z-Test
Inpt: TESTE Stats
μ₀: 3.3
σ: .55
List: GK1
Freq: 1
μ: ≠ μ₀ < μ₀ > μ₀
Calculate Draw
```

```
Z-Test
μ ≠ 3.3
z = 1.819102797
p = .0688956345
x̄ = 3.482666667
Sx = .5629352467
n = 30
```



Op een 5% significantieniveau wordt de nulhypothese  $H_0$  niet verworpen, aangezien de  $p$ -waarde (0.068) groter is dan 0.05. M.a.w. de resultaten zijn niet significant.

### 2.4.3 $\sigma$ niet gekend

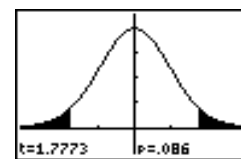
Indien de standaardafwijking van de populatie niet gekend is, gebruiken we zoals bij betrouwbaarheidsintervallen i.p.v. de normale verdeling de student  $t$ -verdeling.

We voeren in dit geval de toets uit d.m.v. het commando **T-Test** als volgt : **STAT<TESTS> 2:T-Test**.

Voor de toets  $H_0 : \mu_0 = 3.3$  versus  $H_1 : \mu_0 \neq 3.3$  vullen we het venster in zoals hiernaast en vinden het hiernaast afgebeelde resultaat.

```
T-Test
Inpt: TESTE Stats
μ₀: 3.3
List: GK1
Freq: 1
μ: ≠ μ₀ < μ₀ > μ₀
Calculate Draw
```

```
T-Test
μ ≠ 3.3
t = 1.777303063
p = .0860090586
x̄ = 3.482666667
Sx = .5629352467
n = 30
```

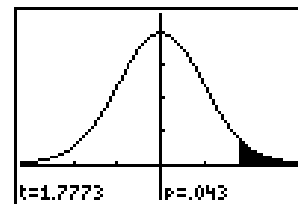


$t$  wordt als volgt berekend : 
$$t = \frac{\bar{x} - \mu_0}{Sx / \sqrt{n}}$$

Voor de toets  $H_0 : \mu_0 = 3.3$  versus  $H_1 : \mu_0 > 3.3$  vinden we het volgende resultaat.

```
Z-Test
Inpt: TESTE Stats
μ₀: 3.3
σ: .55
List: GK1
Freq: 0
μ: ≠ μ₀ < μ₀ > μ₀
Calculate Draw
```

```
Z-Test
μ > 3.3
z = 1.819102797
p = .0344478173
x̄ = 3.482666667
Sx = .5629352467
n = 30
```



## 2.5 Lineaire regressie

We illustreren lineaire regressie met de **TI-83** a.h.v. het volgende voorbeeld :

*De uitkomsten van metingen met apparaat X hangen vermoedelijk in hoge mate samen met de concentratie van stof A in het bloed. Als dit mogelijk blijkt, hoeven de moeilijke directe bepalingen van de concentratie van A niet worden uitgevoerd, maar kunnen de meetwaarden van X volstaan.*

**Concentratie versus Meetwaarde**

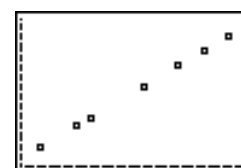
Monster	1	2	3	4	5	6	7
Concentratie A	1.2	1.9	2.1	3.1	3.8	4.2	4.7
Meetwaarde X	7	19	24	42	54	63	71

Het zoeken naar een verband tussen de gegevens A en X kan d.m.v. de **TI-83** op de volgende manieren.

Plaats de meetwaarde in lijst **L1** en de concentratie in lijst **L2**. Indien nodig maak je de lijsten **L1** en **L2** eerst leeg.

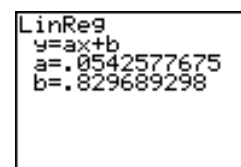
### 2.5.1 Een spreidingsdiagram

A.h.v. een spreidingsdiagram kunnen we er ons al een beeld van vormen of er een correlatie is tussen de gegevens. Het uitzetten van A i.f.v. X op grafiek doe je door het (**STAT PLOT**)-venster zoals hiernaast in te vullen en dan de grafiek te plotten.

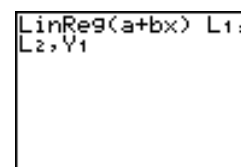


### 2.5.2 De lineaire regressierechte

Het bepalen van de lineaire regressierechte, gebaseerd op de kleinste kwadraten benadering, kan o.a. met het commando **LinReg(ax+b)**. Dit gaat als volgt : **STAT<CALC> 4:LinReg(ax+b) 2nd[L1] , 2nd[L2] ENTER**. Het resultaat vind je hiernaast.

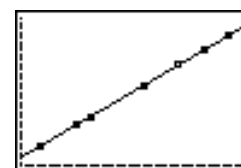


Indien je de regressierechte wil laten plotten, moet je aan het **LinReg(ax+b)**-commando de variabele **Y1** toevoegen. Dit doe je als volgt :



**...,2nd[L2],VAR<Y-VARS> 1:Function 1:Y1**

Het plotten van de regressierechte gebeurt automatisch indien je het grafische venster activeert (**GRAPH**). Let op dat voordien enkel de spreidingsdiagram op het grafisch venster aanwezig was.



Merk op dat in het resultaat de correlatiecoëfficiënt niet vermeld wordt. Standaard staat de **Diagnostic**-functie af. Die kan je aanzetten door in de **CATALOG DiagnosticOn** te selecteren. Druk hiervoor eerst **2nd[CATALOG] D** en ga dan met de cursor (▼) tot op **DiagnosticOn** en druk tweemaal op **ENTER**.

```
CATALOG
Degree
DelVar
DependAsk
DependAuto
det(
DiagnosticOff
DiagnosticOn
```

Indien je nadien het commando **LinReg(ax+b)** uitvoert, bekom je naast de regressierechte ook de correlatiecoëfficiënt.

```
LinReg
y=a+bx
a=.829689298
b=.0542577675
r²=.9993178672
r=.9996588754
```

### 2.5.3 Het maken van voorspellingen

*Vanuit het basisscherm*

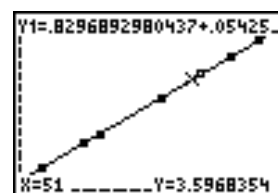
**VARS<Y-VARS> 1:Function 1:Y1 (51)**

```
Y1(51)
3.596835443
```

*Vanuit het grafisch venster*

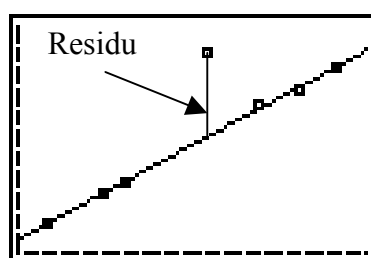
Hier kan je voorspellingen maken met de **TRACE**-functie. D.m.v. de (▲▼)-toetsen kan je de regressierechte **Y1** selecteren. De gewenste waarde lees je rechtsonderaan het scherm.

Hier kan je ook gebruik maken van het **CALC**-commando. Na het indrukken van **2nd[CALC] 1:Value** tik je de **X**-waarde in en druk je op **ENTER**. De gewenste waarde verschijnt weer rechtsonderaan het scherm.



### 2.5.4 Residu's

Na het uitvoeren van een regressie maakt de **TI-83** automatisch de lijst **RESID** aan met hierin de residu's. Een residu is de afstand van de observatie tot de regressierechte zoals in de onderstaande figuur aangegeven.



Bij het uitvoeren van een nieuwe regressie wordt de lijst **RESID** automatisch aangepast. Het is dan ook aan te raden de lijst te bewaren onder een andere naam.

Vooraleer een residu-plot te maken, zetten we alle functies (in dit geval enkel **Y1**) en alle **STAT PLOTS** af.

Voor de **STAT PLOTS** doe je dit met **2nd[STAT PLOT] 4:PlotsOff** en voor de functies met **2nd[CATALOG] FnOff**.



Definieer **Plot2** zoals hier linksonder en druk **ZOOM 9:ZoomStat**. Het resultaat vind je hieronder in het midden. Indien we de punten op de spreidingsdiagram met elkaar verbinden (**XY-line**), bekomen we de plot rechtsonder.

