
Statistiek en dataverwerking

deel 1

Brenda van de Ree-Maaten

Eerste druk

Syntax Media – Amersfoort

©2026, Uitgeverij Syntax Media, Amersfoort

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden veelelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, doorfotokopieën, opnamen, of enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever. Geen tekst- en datamining.

Voor zover het maken van reprografische veelelvoudingen uit deze uitgave is toegestaan op grond van Artikel 16h Auteurswet 1912 dient men de daarvoor verschuldigde vergoedingen te voldoen aan Stichting Reprorecht (www.reprorecht.nl). Voor het overnemen van gedeelte(n) uit deze uitgave in bloemlezingen, readers en andere compilatiewerken (artikel 16 Auteurswet 1912) kan men zich wenden tot Stichting PRO (www.stichting-pro.nl).

No part of this book may be reproduced in any form by print, photoprint, microfilm or any other means without written permission from the publisher. No text & datamining.

ISBN: 978 94 91764 73 8

Omslagontwerp: AlphaZet prepress, Bodegraven
Ontwerp en opmaak binnenwerk: AlphaZet prepress, Bodegraven
Redactie: Picamed, Zoeterwoude

Illustratieverantwoording:

Omslagfoto: iStock

afb. 1.0, 2.0 t/m 2.2, 3.0, 5.1 t/m 5.3, 6.1, 7.0, 7.1, 7.6 t/m 7.8, 8.0: Dreamstime

Afb. 1.1, 1.2, 4.0: AlphaZet prepress

Afb. opgave 1.2, afb. 3.1, 3.2, 4.1 t/m 4.17, iconen h4, afb. 6.0, 6.2 t/m 6.25, opgave 1 t/m 4, tabel 6.3 en 6.4, afb. 7.2 t/m 7.5: Picamed

Afb. tabel 6.1: met permissie van Westgard QC, Inc. Copyright Westgard QC, Inc. Zie ook: <https://www.westgard.com>

De uitgever heeft ernaar gestreefd de auteursrechten te regelen volgens de wettelijke bepalingen. Zij die desondanks rechten menen te kunnen doen gelden, kunnen zich alsnog tot de uitgever wenden.

Met behulp van onderstaande unieke activeringscode krijg je als student toegang tot de online leeromgeving <https://syntaxmedia.eduhint.nl/login/>. Deze code is persoonlijk en gekoppeld aan de eerste druk van dit boek. Na activering van de code is de online leeromgeving vijf jaar toegankelijk. De code kan tot zes maanden na het verschijnen van een volgende druk van dit boek geactiveerd worden. De code is eenmalig te gebruiken.

Eventuele opmerkingen over deze uitgave kunt u richten aan:
Uitgeverij Syntax Media BV
info@syntaxmedia.nl
www.syntaxmedia.nl

Inleiding

Je bladert nu door deel 1 van Statistiek en dataverwerking. De focus zal vooral liggen op de statistiek. Bij statistiek gaat het om het omgaan met meetresultaten en hoe je op de juiste manier uitspraken kunt doen over de nauwkeurigheid van je meetresultaten. Wanneer we wiskunde nodig hebben om bepaalde berekeningen te kunnen maken, zullen we dat bespreken. Je kunt dit vak niet vergelijken met de wiskunde zoals je het op de middelbare school hebt gehad.

We richten ons dus vooral op meetresultaten. Dit zijn resultaten zoals je die uit een experiment krijgt. Hiermee proberen we je te leren hoe je je eigen resultaten kunt interpreteren. Ook leren we je hoe je uitspraken kunt doen over de nauwkeurigheid en de kwaliteit van jouw resultaten.

Je ziet al dat in het stukje tekst hiervoor een behoorlijk aantal statistische begrippen langskomen. Tijdens de lessen gaan we het daar uiteraard uitgebreid over hebben.

Je hebt al kennis van grootheden, eenheden en het rekenen hiermee. Ook ben je bekend met de wetenschappelijke notatie en de begrippen significantie en afronding.

We gaan kijken naar een flink aantal statistische begrippen zoals nauwkeurigheid, gemiddelde, spreiding, dupliceerbaarheid en reproduceerbaarheid. Ook komen toevallige en systematische fouten aan bod. Je krijgt altijd met dit soort fouten te maken, hoe netjes je ook werkt. We gaan ook werken met Excel waarbij de kennis toegepast wordt.

Kortom, best een vol programma, maar we nemen je er stapje-voor-stapje in mee. Dit gaat uiteraard het best als je zelf ook inzet toont voor het vak. Van achteroverleunen en luisteren krijg je dit niet in je vingers.

Mocht je vragen tips en tops hebben over het vak of dit boek, laat het dan vooral aan je docent weten. Dat is waardevol voor ons, want dan kunnen we aanpassingen maken in volgende druk.

Succes,

Brenda van de Ree-Maaten, voorjaar 2026

Inhoud

1	Nauwkeurigheid en fouten	11
1.1	Nauwkeurigheid, juistheid en precisie	12
1.2	Toevallige en systematische fouten (afwijkingen)	14
1.3	Gemiddelde en spreiding	16
1.4	Duplicerbaarheid en reproduceerbaarheid	19
1.4.1	Duplicerbaarheid	20
1.4.2	Reproduceerbaarheid	20
2	Het verschil tussen ‘precies’ en ‘plons’	22
2.1	Inleiding	23
2.2	Werken met hoeveelheden in een laboratorium	23
2.3	Precieze hoeveelheden	24
2.3.1	Het volgen van een reactie	24
2.3.2	Nauwkeurige metingen	24
2.3.3	Kalibratie	24
2.3.4	Medicijnproductie	24
2.4	Minder nauwkeurige hoeveelheden	25
2.4.1	Voorbereidende stappen	25
2.4.2	Proefmeting/-verdunning	25
2.4.3	Eerste onderzoek	25
2.4.4	Niet kritieke oplossingen	26
3	Foutenleer	27
3.1	Waarom foutenleer?	28
3.2	Foutenbronnen	28
3.3	Toevallige en systematische fouten	29
3.4	Absolute, relatieve en procentuele fout	30
3.5	Optellen van absolute fouten	32
3.6	Optellen van relatieve fouten	33
3.7	Berekeningen met absolute en relatieve fouten	38
4	Werken met Excel	43
4.1	Inleiding	44
4.2	Excel als rekenmachine	45
4.2.1	Basisberekeningen	45
4.2.2	Complexe berekeningen	46
4.2.3	Automatiseren van berekeningen	46
4.2.4	Meerdere berekeningen in één cel	46
4.2.5	Tabellen en grafieken	46

4.3	Rekenen met Excel	46
4.3.1	Functies	48
4.3.2	Cel opmaak, getal	51
4.4	Excel op het lab	52
4.4.1	Rekenen aan de titerstelling	53
4.4.2	De kalibratielijn of ijklijn	54
4.4.3	Het maken van een kalibratielijn in Excel	55
4.4.4	Het rekenen aan een kalibratielijn in Excel	58
5	Drie niveaus van kwaliteitscontrole	64
5.1	Inleiding	65
5.2	Kwaliteitscontroles	65
5.2.1	Eerstelijnscontrole	65
5.2.2	Tweedelijnscontrole	66
5.2.3	Derdelijnscontrole	67
6	Controlekaarten	69
6.1	Inleiding	70
6.2	Een Shewhart-kaart 'lezen'	71
6.3	Een Shewhart-kaart maken in Excel	75
6.4	De CuSum-kaart	81
6.4.1	Wat is een CuSum kaart?	81
6.4.2	Het maken van een CuSum-kaart	81
6.4.3	De CuSum-kaart lezen	84
6.5	Youden-plot	85
6.6	Youden-plot 'lezen'	87
6.7	Tot slot... opgaven maken met ChatGPT; een gesprekje	91
6.8	Reflectie op het ChatGPT gesprek	97
7	Beschrijvende statistiek	98
7.1	Inleiding	99
7.2	Statistisch onderzoek	100
7.3	Tabellen	101
7.4	Grafieken, welke kies je?	103
7.4.1	Staafdiagrammen	103
7.4.2	Lijndiagrammen	104
7.4.3	Cirkeldiagrammen	106
7.4.4	Spreidings- en bellendiagrammen	107
7.4.5	Grafieken vormgeven	108
8	Karakteristieke grootheden	111
8.1	Inleiding	112
8.2	Som en aantal	112
8.3	Het (rekenkundig) gemiddelde	113

8.4	De mediaan	113
8.5	De modus	113
8.6	Het minimum, het maximum en de spreidingsbreedte	114
8.7	De variantie	114
8.8	De standaardafwijking/standaarddeviatie	115
8.9	De variatiecoëfficiënt	116

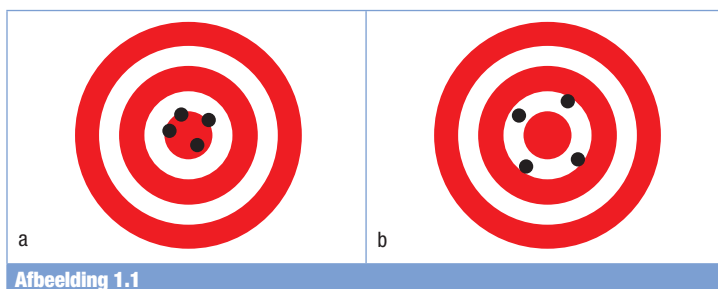
Numerieke antwoorden	118
-----------------------------	------------

Register	121
-----------------	------------

1.1 Nauwkeurigheid, juistheid en precisie

Als je op een lab experimenten uitvoert en meetresultaten verzamelt, moet je ervan uitgaan dat er afwijkingen in de meetresultaten zitten. En als je je realiseert dat er afwijkingen in je meetresultaten zitten, kunnen deze afwijkingen ook een effect hebben op de conclusie die je uit het experiment trekt (die gebaseerd is op je meetresultaten). Daarom willen we graag deze afwijkingen zo klein mogelijk houden. Om de verschillen en overeenkomsten tussen de begrippen nauwkeurigheid, juistheid en precisie aan te geven, gaan we (in gedachten) naar de kermis. Beter gezegd, naar de schiettent op de kermis.

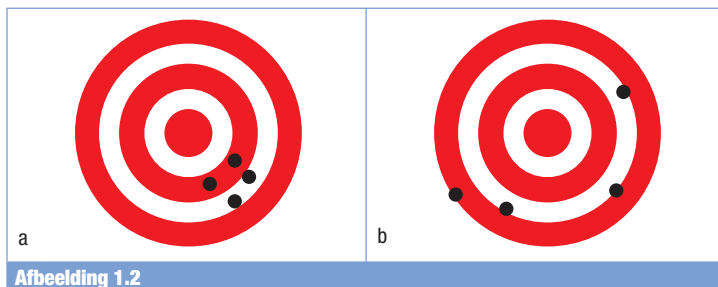
Twee studenten besluiten om te gaan schieten. De eerste die schiet (student 1), heeft hier al veel ervaring mee. Van de vier keer schieten, wordt er vier keer nagenoeg in de roos geschoten (afbeelding 1.1a). Student 2 heeft amper ervaring en schiet dus een stuk minder goed (afbeelding 1.1b).



a Student 1, ronde 1

b Student 2, ronde 1

Na een rondje over de kermis gelopen te hebben, besluiten ze nog een keer te gaan schieten. Dit keer krijgen ze een ‘geweer’ met een kromme loop. Hierdoor komen de kogeltjes op een iets andere plek terecht dan waar je op richt. Na vier keer schieten zien de schietschijven eruit als in afbeelding 3.2.



a Student 1, ronde 2

b Student 2, ronde 2

2.1 Inleiding

De begrippen ‘precies’ en ‘plons’ geven goed weer waar we het over gaan hebben. Onderstaand het verschil tussen **precies** en **plons** aan de hand van twee voorbeelden:

Voorbeeld 1



Afbeelding 2.1

Chocolademousse

Precies

Ingrediënten voor chocolademousse:

- 250 gram pure chocolade
- 75 gram suiker
- 3 eiwitten
- 250 mL slagroom

Bij het bereiden van chocolademousse is het belangrijk om deze hoeveelheden precies te volgen.

Te veel chocolade; de mousse wordt te zwaar en te bitter.

Te weinig suiker; de mousse wordt minder zoet.

Verkeerde hoeveelheid slagroom beïnvloedt de textuur, waardoor de mousse te dik of te dun wordt.

Voorbeeld 2



Afbeelding 2.2

Fruitsalade

Plons

Ingrediënten voor een fruitsalade:

- 2 appels
- 200 gram druiven
- 2 eetlepels honing
- ½ meloen
- 1 kiwi

Bij een fruitsalade is het minder kritisch om exacte ingrediënten en hoeveelheden te gebruiken.

Als je iets meer of minder van een ingrediënt toevoegt, zal het eindresultaat nog steeds lekker zijn.

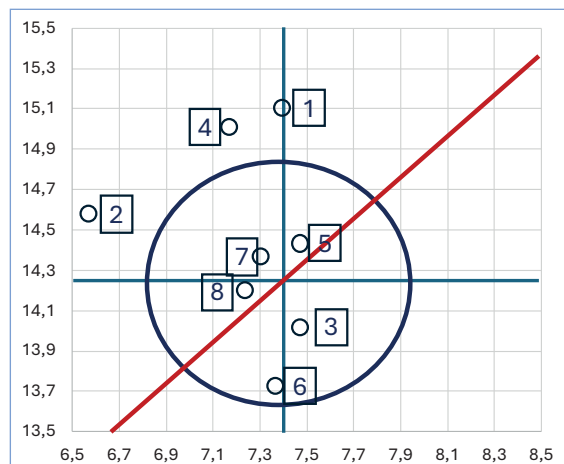
De smaken en texturen kunnen iets variëren, maar het zal niet drastisch de kwaliteit van het gerecht beïnvloeden.

Hier is het belangrijker dat je naar smaak en voorkeur werkt.

2.2 Werken met hoeveelheden in een laboratorium

In een laboratorium werk je soms met heel nauwkeurige hoeveelheden, en soms kan het best wat minder precies. Als je niet goed weet wanneer het minder precies kan, krijg je de neiging om in elke situatie zo nauwkeurig mogelijk te werken. Het grote nadeel hiervan is dat een experiment je dan onnodig veel tijd kan gaan kosten. Omdat ook in het be-

6.7 Tot slot... opgaven maken met ChatGPT; een gesprekje



Afbeelding 6.25

Een Youden-plot gebruikt voor een ChatGPT advies

Je zei:

Hier staat een uitgewerkte Youden-plot. Kan je me helpen hoe deze te interpreteren?

ChatGPT zei:

Een Youden-plot is een grafiek die wordt gebruikt om systematische en willekeurige fouten tussen laboratoria of meetmethoden te identificeren. Hier zijn de belangrijkste interpretatiestappen:

1. Assen en Punten:

- Elke punt vertegenwoordigt een laboratorium of een meetpunt.
- De x-as en y-as tonen de resultaten voor twee verschillende meetomstandigheden (bijvoorbeeld verschillende dagen, methoden of analieten).

2. Centrale Lijnen:

- De dikke verticale en horizontale lijnen geven de gemiddelde waarden weer van de twee metingen.
- Punten dicht bij het snijpunt van deze lijnen geven aan dat de metingen stabiel en nauwkeurig zijn.

3. Cirkel:

- De cirkel kan een tolerantie- of controleregio voorstellen. Punten binnen de cirkel liggen binnen acceptabele variatie.