

TECHNISCHE NATUURKUNDE

Rapportage



Regels [1]

Titel van document	Rapportage
Trefwoorden	Schriftelijke rapportage
Beschrijving	Handleiding voor het schrijven van meetrappen en verslagen
Status	vastgesteld TN-vergadering d.d. 06-07-2017
Eigenaar	R. Buning
Versie	2.2.4 d.d. 11-07-2019 H5 Leerlijn rapportage: in bewerking. Bijlage 3 (leerlijn meetrappen) en 5 (leerlijn verslagen): in bewerking. Bijlage 7 Word en 8 Excel: aangepast aan Office 2019 NL.

Voorwoord

Dit document vervangt alle andere documenten die handelen over rapportage. Bij het schrijven van een meetrapport of verslag wordt dit document als uitgangspunt gebruikt voor de opleiding Technische Natuurkunde. Het betreft alle semesters t.w. NP1 t/m NHA. Bij de opleiding TN worden ook invulformulieren gebruikt; deze kunnen per practicum anders vormgegeven zijn. Aanvullende eisen die aan rapportages gesteld worden, zoals aantal pagina's, zijn in de studiewijzers opgenomen.

Als uitgangspunt is gebruikt het boek "Exact communiceren" [2]. Dit boek heeft jarenlang bij de opleiding TN op de boekenlijst gestaan en wordt nu als naslagwerk aanbevolen. In hoofdstuk 1 van dit boek wordt de driedeling gemaakt: journaal, meetrapport en verslag. In het document "Rapportage" gaat de aandacht uit naar de rapportage in de vorm van een meetrapport en verslag. De indeling van de rapportages, tabellen en grafieken worden in "Exact communiceren" uitvoerig doorgenomen; in dit document is e.e.a. vormgegeven in tabellen die als checklist voor de student en docent gebruikt kunnen worden.

Inhoud

1	Inleiding	4
2	Bronvermeldingen	5
2.1	Fraude en plagiaat	5
2.2	Opmaak stijl	5
3	Meetrapport	7
3.1	Indeling meetrapport	7
3.2	Eisen meetrapport	7
4	Verslag	10
4.1	Indeling onderzoeksverslag	10
4.2	Eisen onderzoeksverslag	11
4.3	Indeling verslag met andere invalshoek	13
5	Leerlijn rapportage	17
	Bibliografie	18

Bijlagen

Bijlage 1	Labjournaal	20
Bijlage 2	Voorbeeld meetrapport	21
Bijlage 3	Gedetailleerd overzicht leerlijn meetrapporten	27
Bijlage 4	Beoordeling meetrapport (voorbeeld)	28
Bijlage 5	Gedetailleerd overzicht leerlijn verslagen	29
Bijlage 6	Beoordeling verslag (voorbeeld)	30
Bijlage 7	Tips Office 2019 NL - Word	31
Bijlage 8	Tips Office 2019 NL - Excel	35
Bijlage 9	Grafieken met Python	43
Bijlage 10	Lijst met figuren	47

1 Inleiding

Rapportage in welke vorm dan ook, mondeling of schriftelijk, is een belangrijke vorm van communicatie. Mondelinge rapportage in de vorm van een presentatie of een gesprek betekent vaak dat de toehoorder toelichting kan vragen op punten die niet duidelijk zijn. Schriftelijke rapportage is van een andere orde; de rapportage zal helder en duidelijk moeten zijn, zodat de lezer goed geïnformeerd wordt en met zo min mogelijk vraagtekens blijft zitten. Goede documentatie met een eenduidige verantwoording van een onderzoek is dan ook van belang. De documentatie binnen de opleiding Technische Natuurkunde (TN) bestaat uit invulformulieren, meetrapporten en verslagen. Daarnaast wordt er in de praktijk ook gebruik gemaakt van een laboratoriumjournaal, of kortweg labjournaal, waarin alle bevindingen, inclusief ruwe data, vastgelegd worden. Bij het gebruik van data-acquisitiesystemen is het voor onderzoekers van belang om alle ruwe data eenduidig vast te leggen en op te slaan, zodat naderhand verificatie mogelijk is.

Bij rapportage wordt veel gebruik gemaakt van informatie die afkomstig is uit andere bronnen, zoals literatuur, internet, presentaties e.d. Daarom is het belangrijk om een eenduidige bronvermelding op te nemen. Zoek maar eens in Google op de trefwoorden “plagiaat wetenschappers” en trek zelf je conclusies.

Binnen de opleiding TN ligt de nadruk op het meetrapport en het verslag. Hoofdstuk 2 start met een belangrijk onderdeel binnen de rapportage techniek en wel het vermelden van bronnen; hoofdstuk 2 geeft een aanzet tot het juist verwijzen naar bronnen. In hoofdstuk 3 komt het meetrapport aan de orde en in hoofdstuk 4 het verslag. Aangezien in de praktijk een labjournaal wordt gebruikt, is in Bijlage 1 een overzicht opgenomen met daarin de belangrijkste aspecten betreffende een labjournaal. Aan invulformulieren wordt in dit document geen aandacht besteed, omdat invulformulieren per practicum anders zijn; juiste notaties, tabellen en figuren zijn natuurlijk wel van belang.

2 Bronvermeldingen

In vrijwel elke rapportage binnen TN wordt gebruik gemaakt van informatie (zoals formules, feitelijke informatie, figuren, grafieken) afkomstig uit een bron zoals een boek, artikel, verslag, internet website e.d. om het werk te onderbouwen. Omdat deze informatie geen eigen werk is, zal er een eenduidige bronvermelding opgenomen moeten worden zodat de lezer de betreffende bron terug kan vinden.

2.1 Fraude en plagiaat

Bronvermeldingen zijn belangrijk; dat blijkt wel uit het Onderwijs- en Examenreglement (OER) van de Haagse Hogeschool. Onder Hoofdstuk 8 Onregelmatigheden zijn de woorden fraude en plagiaat opgenomen. De omschrijving van fraude en plagiaat in het OER luidt als volgt:

- onder fraude wordt onder andere, maar niet uitsluitend, verstaan:
....
 - het inleveren van werk onder een andere naam dan de eigen naam....
 - het ter beschikking stellen van eigen materiaal aan anderen en/of....
 - het aanwenden van vervalste gegevens voor onderzoek in het kader van een onderwijseenheid of de scriptie.....
- onder plagiaat worden onder andere, maar niet uitsluitend, de volgende gedragingen verstaan:
 - het letterlijk of in eigen woorden verwerken van delen van het werk van anderen of eerder gepubliceerd eigen werk, al dan niet met aanhalingstekens, in eigen werk zonder verdere specificatie of bronvermelding
 - het presenteren van uitgewerkte ideeën of vondsten van anderen als eigen ideeën of vondsten.[3]

De sancties zijn ook opgenomen in de Onderwijs- en Examenregeling; daar wordt in dit hoofdstuk niet op in gegaan. Het is dus van groot belang om serieus met bronvermeldingen om te gaan.

2.2 Opmaak stijl

Er is veel informatie op internet te vinden over het onderwerp bronvermeldingen. Het is belangrijk om voor een bepaalde stijl te kiezen. De stijl die gekozen wordt hangt o.a. af van het vakgebied waarbinnen geopereerd wordt. Bekende stijlen [4] zijn:

- American Psychological Association (APA); auteur-datum stijl die vooral gebruikt wordt binnen (sociale) wetenschap
- Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE); numerieke stijl, meestal gebruikt binnen de exacte wetenschappen.

De opleiding TN maakt voornamelijk gebruik van de numerieke IEEE-stijl; de APA-stijl kan natuurlijk ook; hou het wel bij één stijl! De keuze kan ook per organisatie (eenheid) bepaald worden. Zo zijn er opleidingen

binnen de Haagse Hogeschool die de APA-stijl [5] hanteren terwijl binnen andere Hogescholen [6], op centraal niveau een keus gemaakt is voor een stijl. In dit TN-document wordt de IEEE-stijl gebruikt.

In Word zijn een aantal stijlen opgenomen onder het tabblad “verwijzingen” en door de juiste stijl te kiezen is een bronvermelding in te voeren. Kies het pull-down menu “Citaat invoegen” en vervolgens “Nieuwe bron toevoegen” vergeet daarna niet het “Type bron” (Boek, Tijdschrift, Website etc. etc.) te kiezen waarna de relevante informatie ingevoerd kan worden. In Bijlage 7 wordt onder “Literatuurverwijzingen” met afbeeldingen het proces weergegeven. Binnen LaTeX is gebruik te maken van een IEEE-Latex-template [7].

Het opnemen van citaten is ook aan regels gebonden. Allereerst wordt de bron [8] vermeld en daarna de tekst tussen aanhalingstekens opgenomen. Het citaat mag ook deels in eigen woorden opgenomen worden; als voorbeeld van wat wel en niet is toegestaan wordt verwezen naar “Boxx Hill Institute” [8].

Algemeen kan gesteld worden: het is beter om één verwijzing te veel op te nemen dan net één te weinig! Nadat alle bronnen opgenomen zijn rest alleen nog de literatuurlijst op te nemen. Het is in dit document ondoenlijk om alles te benoemen; in dit document is volgens de IEEE-stijl gewerkt en kan dus als voorbeeld dienen.

Bij twijfel m.b.t. bronnen en/of citaten: raadpleeg internet en zoek op de betreffende stijl naar relevante documenten.

3 Meetrapport

Een meetrapport heeft tot doel metingen en berekeningen bij een experiment te presenteren aan een lezer die bekend is met het vakgebied bijvoorbeeld een collega uit dezelfde onderzoeksgroep. Over het algemeen wordt bij de beoordeling van een meetrapport gelet op o.a. de volgende zaken: de opbouw (indeling) van het meetrapport, de netheid van het werk, het juist toepassen van een tekstverwerker, correct gebruik van de Nederlandse taal, de tekstomvang per onderdeel (niet te veel maar ook zeker niet te weinig), de overzichtelijkheid van de meetresultaten en de berekeningen en uiteraard de juistheid van de tekst en de berekeningen.

3.1 Indeling meetrapport

De indeling van het meetrapport (voorbeeld Bijlage 2) is als volgt:

- Voorblad
- Doel van de proef of onderzoeksvraag
- Schematische weergave van de meetopstelling, verwacht meetresultaat, meetresultaat en/of simulatieresultaten
- Uitwerkingen, gebruikte formules en eventueel een voorbeeld berekening, onzekerheidsanalyse
- Conclusie / discussie
- Literatuurlijst
- Bijlagen

3.2 Eisen meetrapport

De eisen voor een meetrapport zijn:

- Je schrijft voor een lezer die (deels) bekend is met het vakgebied (ga uit van gelijkwaardig niveau). De theoretische achtergrond informatie hoeft niet opgenomen te worden; de relevante formules wel opnemen.
- Maak het meetrapport bij voorkeur in MS-Word en de grafieken in MS-Excel vanwege het feit dat dit het standaard Office pakket van de HHS is. Rapportage in docx of pdf inleveren.
- Gebruik de zgn. SI-eenheden en noteer symbolen van grootheden cursief; de eenheden niet cursief. De tekst en formules zoveel mogelijk het zelfde lettertype.
- Bij de meetresultaten een schematische voorstelling van de meetopstelling opnemen met daarbij de gebruikte meetapparatuur inclusief typenummers en apparaat beheernummer. Alleen relevante tabellen en/of grafieken opnemen zodat de leesbaarheid niet verstoord wordt. Bij voorkeur een grafiek in plaats van een tabel. Een grafiek laat in één oogopslag het verloop van de relatie tussen de grootheden zien. De tabel moet wel in het rapport opgenomen worden; dit kan in de tekst (kleine tabel) of in een bijlage.

Maak ook een voorbeeldberekening (inclusief de gebruikte formules) n.a.v. de data met direct daarna de onzekerheidsberekening. De rest kan in een tabel of in een extra kolom bij de datatabel.

- Zorg voor een eenduidige relatie tussen figuurnummers, tabelnummers en formule nummers en de tekst, m.a.w. verwijs in de tekst naar de nummers.
- Schrijfstijl: een meetrapport hoort objectief [9] te zijn. Daarom is het **niet** gebruikelijk om een persoonlijke ervaring weer te geven, zoals: "Tot mijn verbazing...", of: "Ik deed dit en daarna...", of: "Gelukkig wist de docent...". Gebruikelijker formuleringen zijn: "Het resultaat bleek...", of: "De meettijd bedroeg...", of: "De oplossing hiervan...".
Gebruik geen termen als ongeveer, komt in de buurt van, ziet er goed uit.... Wees concreet en geef de getallen met de bijbehorende onzekerheid.
- In de conclusie worden de resultaten van het experiment vergeleken met de literatuurwaarden of met je eigen verwachting. Werk in een conclusie altijd met getallen. Woorden als redelijk, matig, vrij goed, niet goed, enz. mogen niet erin voorkomen. Er zijn twee mogelijkheden: Het resultaat van het experiment en de literatuurwaarde stemmen overeen of er is een systematische afwijking tussen het resultaat van het experiment en de literatuurwaarde. Zoek hiervoor een verklaring en geef commentaar. Geef geen nieuwe informatie in de conclusie.
- In de bijlagen komen bijvoorbeeld series grafieken, grote aantallen resultaten in getal vorm, omvangrijke afleidingen van formules, kopie of verwijzing van gebruikte documentatie en andere informatie. In het algemeen kan gezegd worden: informatie die door de omvang of indirect belang de leesbaarheid van het meetrapport of verslag verstoren wordt opgenomen in de bijlagen. Bijlagen worden voorzien van een volgnummer en informatieve titel.

In Tabel 1 zijn de gedetailleerde aandachtspunten opgenomen v.w.b. de schrijfstijl, het voorblad, de onzekerheid, tabellen en figuren, conclusie, symbolen, literatuurlijst en bijlagen.

Zoals in Tabel 1 Aandachtspunten meetrapport is te zien is er een kolom "V" opgenomen; deze kolom kan ter controle ingevuld worden (checklist) of je meetrapport aan alle gestelde eisen voldoet.

Zie Bijlage 7 en Bijlage 8 voor tips m.b.t. Word en Excel voor document opmaak.

Tabel 1 Aandachtspunten meetrapport

Item	Aandachtspunten meetrapport	V
Schrijfstijl	Objectief m.a.w. geen ik, wij, je gebruiken. Schrijf professioneel (taal en stijl) en exact en zo specifiek mogelijk. Bij twijfel raadpleeg https://onzetaal.nl en http://taaladvies.net/taal/advies/tekst/94/leestekens_en_hoofdletters_in_een_punts_gewijze_opsomming_algemeen/	
Voorblad	Invullen conform format	
Meetresultaten en uitwerkingen	Zie symbolen, onzekerheid, tabellen en figuren	
Symbolen	Symbolen van grootheden cursief Indien veel symbolen maak drie kolommen: symbool, omschrijving, eenheid Anders de omschrijving in de tekst opnemen	
Onzekerheid	Getallen: Nederlandse notatie, dus met komma Gebruik superscript 10^3 , niet $10E3$ of 10^3 Bij vermenigvuldigen gebruik een gecentreerde punt (voorkeur) of x Afronden: let op significante cijfers in relatie tot de onzekerheid Noteer de juiste eenheden; spatie tussen getal en eenheid	
Tabellen en figuren	Figuurnummer en informatief bijschrift onder de figuur Tabelnummer en informatief bijschrift boven de tabel Alle illustraties worden een figuur genoemd; geen onderscheid in bv. grafiek en meetopstelling Eenheden in tabellen (kop van de kolom) en langs de assen van een grafiek Constante onzekerheid niet herhalen maar plaatsen in de kop van de kolom Eenduidige relatie figuur- en tabel- en formulenummers met tekst (verwijzen) Tabellen: Centreer getallen en tekst in de kolom Grafiek: gebruik spreidingsdiagram met alleen meetpunten Teken trendlijn (indien theoretisch model bekend is); geef de trendlijn vergelijking of de waarden van de fitparameters Maak een regressieberekening	
Conclusie/discussie	Resultaten (inclusief onzekerheid) opnemen en vergelijken met de literatuurwaarde(n) Resultaat interpreteren Redenen van eventuele afwijking van resultaat	
Literatuurlijst	IEEE- of APA stijl. Titelbeschrijving boek: Naam, voorletter(s) van de auteur, titel, druk, uitgever, plaats van uitgave, jaar van uitgave, bladzijdenummer. Internet: URL en datum raadplegen vermelden	
Bijlagen	Bijlagen nummeren (elke bladzijde) en elke bijlage voorzien van een informatieve titel	

4 Verslag

Een verslag is een uitgebreide rapportage van een onderzoek, activiteit, gebeurtenis of toestand. Dit verslag wordt door een of meerdere studenten gemaakt voor een opdrachtgever tenzij anders is overeengekomen. Een meetrapport is veelal de basis voor de verslaglegging; het verslag is qua indeling en inhoud op punten veel uitgebreider dan een meetrapport. De kaders van de verslaglegging worden door de opleiding TN bepaald.

De opzet, vormgeving en uitvoering van het verslag is aan bepaalde eisen gebonden. In alle gevallen worden eisen gesteld aan de kwaliteit van het taalgebruik. Rapporteurs moeten dus over bepaalde taal- en schrijfvaardigheden beschikken, zoals het formuleren van een heldere probleemstelling, het vinden en beoordelen van de juiste bronnen en methoden en het formuleren van heldere conclusies.

De rapportage binnen TN in de vorm van een verslag is naar aanleiding van een:

1. technisch inhoudelijk onderzoek,
2. technisch ontwerp,
3. literatuurstudie,
4. data analyse resp. data verwerking,
5. uit te brengen advies.

De meeste verslaglegging binnen TN vindt plaats naar aanleiding van een technisch onderzoek zodat daar de nadruk op ligt. In §4.1 is de indeling van het verslag en in §4.2 zijn de eisen van het verslag opgenomen. De meeste zaken zoals beschreven in §4.1 en 4.2 gelden echter ook voor de verslagen met de andere invalshoek. De verslagindeling m.b.t. de andere invalshoeken is opgenomen in §4.3.

4.1 Indeling onderzoeksverslag

De indeling van een technisch inhoudelijk onderzoeksverslag is als volgt:

- Voorblad (titel)
- Voorwoord (niet verplicht)
- Samenvatting
- Inhoudsopgave
- 1-Inleiding
- 2-Theorie¹
- 3-Werkwijze²
- 4-Resultaten³ (inclusief onzekerheidsanalyse)
- 5-Conclusie / discussie
- Literatuurlijst
- Bijlagen

De hoofdstukken worden genummerd volgens bovenstaand overzicht. Ieder nieuw hoofdstuk begint op een nieuwe pagina.

¹ t/m ³ Eigen informatieve titel heeft de voorkeur

4.2 Eisen onderzoeksverslag

De eisen die aan een onderzoeksverslag worden gesteld zijn:

- Bedenk dat je schrijft voor een opdrachtgever die niet altijd even diep in de materie zit als jij. Over het algemeen moet je binnen de opleiding TN er van uit gaan dat je voor een medestudent van hetzelfde studiejaar schrijft die het onderzoek niet heeft uitgevoerd.

Bedenk bij elk hoofdstuk, elke paragraaf en elke alinea wat de boodschap is die je de lezer wilt meegeven. Neem op wat nodig is; niet meer en niet minder. De regel is: een nieuwe boodschap een nieuwe alinea.

Schrijfstijl: een verslag hoort objectief³ te zijn. Daarom is het niet gebruikelijk om een persoonlijke ervaring weer te geven, zoals: "Tot mijn verbazing...", of: "Gelukkig wist de docent...".

Gebruikelijker formuleringen zijn: "Het resultaat bleek...", of: "De meettijd bedroeg...", of: "De oplossing hiervan...". Vermijd ook de persoonlijk voornaamwoorden zoals ik, wij, me jou etc.

Gebruik geen termen als ongeveer, komt in de buurt van, ziet er goed uit.... Wees concreet en geef de getallen met de bijbehorende onzekerheid.

Beschrijf geen handelingen "Ik stelde eerst de oscilloscoop in en daarna de digitale multimeter...",

- Maak het verslag bij voorkeur in MS-Word en de grafieken in MS-Excel vanwege het feit dat dit het standaard Office pakket van de HHS is. Andere software kan natuurlijk ook gebruikt worden zoals LaTeX, Open Office en voor grafieken Matlab, Python, Gnuplot, Origin. Het verslag moet met de standaardsoftware binnen de HHS zoals Office 2016 (docx en xlsx) of anders het portable document format (pdf) van Adobe Acrobat geopend kunnen worden. De verantwoordelijkheid voor een goed leesbaar verslag (incl. formules, grafieken, tabellen e.d.) ligt bij de student.
- Zorg voor een eenduidige relatie tussen figuurnummers, tabelnummers en formule nummers en de tekst, m.a.w. verwijs in de tekst naar de nummers.
- Gebruik de zgn. SI-eenheden (lettertype Times New Roman) en noteer symbolen van grootheden cursief; de eenheden niet cursief.
- **Voorwoord:** het voorwoord is niet verplicht. Veelal wordt het voorwoord gebruikt om:
 - de geschiedenis van het onderzoek, verslag of tekst toe te lichten
 - het kader waarin het onderzoek, verslag of tekst is geschreven
 - een dankwoord aan diegene die hebben meegewerkt aan de totstandkoming van het verslag
 - aanwijzingen omtrent het gebruik van het verslag
 - de taakverdeling die binnen een groep heeft plaatsgevonden
 - informatie over de auteurs.
- **Samenvatting:** de samenvatting bevat een korte beschrijving van wat er gemeten/onderzocht is. Daarnaast worden de belangrijkste resultaten en conclusies opgenomen. Het stukje tekst (ca. een half A4-tje) moet uitnodigend zijn om het verslag te gaan lezen; dit bepaalt veelal of het verslag gelezen wordt of niet.

³ Tips: <http://www.toolkitvtv.nl/organisatie-en-proces/redacterichtlijnen/heldere-taal-gebruiken/> 02-05-2017

- **Hoofdstuk 1 Inleiding:** het doel van de inleiding is de lezer nieuwsgierig en duidelijk te maken wat de lezer kan verwachten. De inleiding bevat de context, de achtergrond, de probleemstelling en/of onderzoeksvragen.
- **Hoofdstuk 2 Theorie:** de theorie omvat het theoretisch kader. Daarbij moet gedacht worden aan onderliggende theorie (formules, grafieken, verbanden, verklaringen, aannames e.d.) die nodig is om het onderzoek in goede banen te leiden. Op basis van de theorie kunnen verantwoorde keuzes gemaakt worden (denk aan uitdrukken in meetbare grootheden) en kunnen de resultaten verklaard worden. Het niveau van de theorie is gebaseerd op collegiale toetsing (peer review).
- **Hoofdstuk 3 Werkwijze:** geef in dit hoofdstuk een beschrijving van de opstelling, de onderdelen plus de karakteristieke eigenschappen van de opstelling. Maak een schematisch overzicht van de opstelling (geen foto!) en stel jezelf de vraag of de lezer het experiment op basis van de door jou verschaft informatie op precies dezelfde manier kan herhalen.

Leg bij de meetprocedure uit:

- hoe er is gemeten is a.d.h.v. een *schematische* voorstelling van de meetopstelling
- welke (apparatuur) instellingen er gebruikt zijn
- welke systematische fout aanwezig is en hoe je dit compenseert
- hoe vaak een meting herhaald is
- hoe lang er gemeten is
- Indien van toepassing wordt ook de bereiding van het te nemen monster (sample bereiding) beschreven en het aantal monsters.

- **Hoofdstuk 4 Resultaten:** in dit hoofdstuk wordt de presentatie van de data gegeven in de vorm van grafieken en/of korte functionele tabellen. Leg uit wat je gemeten hebt, waar de data staat (in dit hoofdstuk / paragraaf of bijlage). Leg de grafieken uit en geef vooral aan wat de lezer uit de grafiek kan afleiden. Maak ook een voorbeeldberekening (inclusief de gebruikte formules) n.a.v. de data met direct daarna de onzekerheidsberekening. Bij een eenvoudige berekening (vb. wet van Ohm) hoeft geen voorbeeld berekening opgenomen te worden. De rest kan in een tabel of in een extra kolom bij de datatabel.

Zijn er voor de grafieken al berekeningen nodig dan komen de berekeningen direct na de data presentatie. Bespreek de trendlijnen, pas regressieanalyse toe en breng de koppeling met de theorie aan. Schijf eerst tekst voordat je een tabel of grafiek presenteert.

- Bij meetresultaten alleen relevante tabellen en/of grafieken (zie ook bijlagen) zodat de leesbaarheid niet verstoord wordt. Bij voorkeur een grafiek in plaats van een tabel. Een grafiek laat in één oogopslag het verloop van de relatie tussen de grootheden zien. De tabel moet wel in het verslag opgenomen worden; dit kan in de tekst (kleine tabel) of in een bijlage.
- **Hoofdstuk 5 Conclusie / discussie:** de conclusie moet aansluiten op de inleiding. De lezer die de inleiding en de conclusie leest moet een helder beeld van het onderzoek /experiment gekregen hebben.

In de conclusie worden antwoorden op de onderzoeksvragen en de resultaten van het experiment vergeleken met de literatuurwaarden of met je eigen verwachting. Werk in een conclusie altijd met getallen. Woorden als redelijk, matig, vrij goed, niet goed, enz. mogen niet erin voorkomen. Er zijn twee mogelijkheden: het resultaat van het experiment en de literatuurwaarde stemmen overeen of

er is een (systematische) afwijking tussen het resultaat van het experiment en de literatuurwaarde. Zoek hiervoor een verklaring en geef commentaar. Aanbevelingen voor een vervolgonderzoek kunnen ook opgenomen worden. Geef geen nieuwe informatie in de conclusie en geen verwijzingen opnemen.

Discussie: wanneer de discussie te lang voor de conclusie wordt dan kan na de conclusie een apart item Discussie opgenomen worden. In de discussie wordt de onderbouwing van je interpretatie van de resultaten opgenomen met daaruit voortvloeiend mogelijke aanbevelingen. Aanbevelingen kunnen zijn: verbetering meetopstelling, andere meetmethode, aanvullend onderzoek verrichten e.d.

- **Bijlagen:** in de bijlagen komen bijvoorbeeld series grafieken, (grote) tabellen, omvangrijke afleidingen van formules, kopieën van gebruikte documentatie en andere informatie. In het algemeen kan gezegd worden: informatie, welke door hun omvang of indirecte belang de leesbaarheid van het verslag verstoren, wordt opgenomen in de bijlagen. Bij grote hoeveelheid gegevens (data) kan gebruik gemaakt worden van een aparte bijlage (los van het verslag) of een elektronische informatiedrager. Bijlagen worden voorzien van volgnummer en informatieve titel.

In Tabel 3 zijn de gedetailleerde aandachtspunten opgenomen. Zoals in Tabel 3 Aandachtspunten verslag is te zien is er een kolom "V" opgenomen; deze kolom kan ter controle ingevuld worden (checklist) of je meetrapport aan alle gestelde eisen voldoet.

Zie Bijlage 7 en Bijlage 8 voor tips m.b.t. Word en Excel voor document opmaak.

4.3 Indeling verslag met andere invalshoek

In deze paragraaf is in Tabel 2 een overzicht opgenomen met een veel voorkomende indeling van de verslaglegging wanneer het een literatuurstudie, advies of dataverwerking betreft.

Tabel 2 indeling verslagen op basis van literatuurstudie, ontwerp, advies en dataverwerking

Literatuurstudie	Ontwerp	Advies	Dataverwerking
Voorblad (titel)	Voorblad (titel)	Voorblad (titel)	Voorblad (titel)
Voorwoord (niet verplicht)	Voorwoord (niet verplicht)	Voorwoord (niet verplicht)	Voorwoord (niet verplicht)
Samenvatting	Samenvatting	Management samenvatting	Samenvatting
Inhoudsopgave	Inhoudsopgave	Inhoudsopgave	Inhoudsopgave
1. Inleiding (onderzoeksvraag)	1. Inleiding	1. Inleiding	1. Inleiding
2. Bron 1	2. Theorie	2. Opzet onderzoek	2. Theorie
3. Bron 2	3. Ontwerp ontwerpcriteria	3. Alternatieven	3. Systeembeschrijving (opstelling)
.....			
x. Vergelijking bronnen	4. Verificatie door Simulatie / prototype	4. Aanbeveling (keuze criteria)	4. Meetprocedure (protocol)
	5. Realisatie en resultaten		5. Data analyse- verwerking
y. Conclusie / discussie	6. Conclusie / discussie	5. Conclusie / discussie	6. Conclusie / discussie
Literatuurlijst	Literatuurlijst	Literatuurlijst	Literatuurlijst
Bijlagen	Bijlagen	Bijlagen	Bijlagen

Bij elk verslag is het van groot belang om bronvermeldingen op te nemen; doe dit volgens de IEEE of de APA stijl. Bij een adviesrapport is de management samenvatting kort en bondig; het management leest de verdere inhoud van het rapport meestal niet. Draag wel zorg voor heldere keuzecriteria bijvoorbeeld met behulp van een scorematrix [10].

In Tabel 2 is met grijs aangegeven wat de kenmerkende verschillen zijn bij de verschillende verslagtypes.

Zo zal er bij een verslag over een literatuurstudie diverse bronnen bestudeerd worden waarvan in eigen woorden verslag gedaan wordt. De verslaglegging is objectief en zonder waarde oordeel; de bronnen worden bijvoorbeeld met elkaar vergeleken of vullen elkaar aan. Op basis van de bevindingen kan een conclusie geformuleerd worden.

Een ontwerpverslag behandelt het ontwerp van bijvoorbeeld een technisch product. De context van de opdracht wordt aangegeven waarna er in de theorie uitleg gegeven wordt van bepaalde kritische punten in het ontwerp. Een belangrijk aandachtspunt zijn de ontwerpcriteria die uitgesplitst worden in “must have” en “nice to have”. De keuzes die in het ontwerptraject gemaakt worden moeten eenduidig beschreven worden. Ook hier kan op onderdelen gebruik gemaakt worden van een scorematrix [10].

Tijdens het ontwerpproces wordt zoveel mogelijk gebruik gemaakt van computersimulatie te verificatie van het (deel)ontwerp. Tot slot wordt afhankelijk van de opdracht en het te ontwerpen systeem het ontwerp geverifieerd op je juiste werking (specificaties) door een computersimulatie, een prototype in het geval van een serie of het eindproduct. In de praktijk zal bij een goede ontwerpprocedure bij elke ontwerpstep een terugkoppeling plaats naar de ontwerpcriteria resp. specificaties waaraan het (deel)product moet voldoen.

Wanneer een adviesverslag geschreven wordt zal men op basis van dit advies een beslissing nemen. Wanneer het verslag geschreven wordt voor het management is de managementsamenvatting van groot belang om dat dit het deel is waar het management zich op zal baseren. De gedetailleerde verantwoording vindt plaats in de opzet van het onderzoek en de alternatieven. Ook hier kan bij de keuzes gebruik gemaakt worden van de scorematrix [10]. Een scorematrix legt ondubbelzinnig het resultaat vast en geeft een goed input om de keuze te motiveren.

Bij een dataverwerkingsverslag is de systeembeschrijving in combinatie met de meetprocedure van groot belang omdat hieruit blijkt hoe de data verzameld is en of de data betrouwbaar (juist gemeten) is. Afhankelijk van de dataverwerking kan er gebruik gemaakt worden van (specifieke) software zoals Excel, Python, C++ etc. De analyse van de verwerking vraagt specifieke aandacht en kennis.

Tabel 3 Aandachtspunten verslag

Item	Aandachtspunten verslag	V
Schrijfstijl	Objectief m.a.w. geen ik, wij, je gebruiken. Schrijf professioneel (taal en stijl); bij twijfel raadpleeg https://onzetaal.nl en http://taaladvies.net/taal/advies/tekst/94/leestekens en hoofdletters in een punts gewijze opsomming algemeen/	
Voorblad	Eigen voorblad met titel en eventueel een illustratie. Bevat verder de volgende informatie: naam, studienummer, vak, studiejaar, datum en docent	
Voorwoord	Persoonlijk getinte tekst, geen verplicht onderdeel	
Samenvatting	Beknopt; wat is hoe onderzocht en wat waren de belangrijkste resultaten Geen verwijzingen of tabellen	
Inhoudsopgave	In de inhoudsopgaven alleen opnemen wat na de inhoudsopgave komt dus je begint met de inleiding als eerste punt in de inhoudsopgave. Informatieve titels voor hoofdstukken en paragrafen Corresponderen met de bladzijdenummers	
Inleiding	Kennismaken met onderwerp/kader aangeven Onderzoeksvragen, probleemstelling/Doelstelling Aanpak beschrijven Geen afkortingen of vakjargon en geen resultaten of conclusies	
Theorie	collegiale toetsing (peerreview); op school binnen TN: niveau voor medestudent die een ander experiment uitvoert. Theorie goed uiteen gezet en herkomst theorie vermelden, relevant voor het verslag Formules nummeren en verklaring symbolen	
Werkwijze	Beschrijf de meetopstelling, het opzetten en uitvoeren van de metingen	
Meetresultaten en uitwerkingen	Zie symbolen, tabellen en figuren	
Symbolen	Symbolen cursief SI-eenheden rechtop Indien veel symbolen: maak drie kolommen symbool, omschrijving, eenheid. Anders de omschrijving in de tekst opnemen	
Tabellen en figuren	Figuurnummer en informatief bijschrift onder de figuur Tabelnummer en informatief bijschrift boven de tabel Alle illustraties worden een figuur genoemd; geen onderscheid in bv. grafiek en meetopstelling Eenheden in tabellen (kop van de kolom) en langs de assen van een grafiek Constante onzekerheid niet herhalen maar plaatsen in de kop van de kolom Eenduidige relatie figuur- en tabel- en formulenummers met tekst (verwijzen)	
	Tabellen:	
	Centreer getallen en tekst in de kolom	
	Grafiek: gebruik spreidingsdiagram met alleen meetpunten	
	Teken trendlijn (indien verband bekend is) en geef de trendlijn vergelijking	
	Maak een regressieberekening	
Vervolg volgende blz.		

Vervolg tabel 3

Onzekerheid / getal notatie	Getallen: Nederlandse notatie, dus met komma	
	Gebruik superscript 10^3 , niet 10E3 of 10^3	
	Bij vermenigvuldigen gebruik een gecentreerde punt (voorkeur) of x	
	Afronden: let op significante cijfers/onnauwkeurigheden	
	Noteer de juiste eenheden; spatie tussen getal en eenheid	
Conclusie/discussie	Resultaten (inclusief onzekerheid) noemen en eventueel vergelijken met de literatuurwaarde(n)	
	Resultaat interpreteren	
	Redenen van eventuele afwijking van resultaat	
	Aanbevelingen vervolgonderzoek, verbeteringen	
Literatuurlijst	IEEE- of APA stijl. Titelbeschrijving boek: naam, voorletter(s) van de auteur, titel, druk, uitgever, plaats van uitgave, jaar van uitgave, bladzijdenummer. Internet: URL en datum raadplegen vermelden	
Bijlagen	Bijlagen nummeren (elke bladzijde) en elke bijlage voorzien van een informatieve titel	

5 Leerlijn rapportage

In elk blok van de opleiding wordt enige vorm van rapportage verlangd. De ene keer is het een in te vullen A4-tje de andere keer een verslag. De studenten worden getraind in het schriftelijk communiceren.

In Tabel 4 is in grote lijnen een overzicht per blok opgenomen wat er van de student (I=individueel, D=duo en G=groep) op het schriftelijke rapportagegebied verlangd wordt en waar de nadruk op ligt.

Tabel 4 Leerlijn schriftelijke rapportage (CURC d.d. 12-06-2017)

Blok	Vak	Rapportage	Nadruk
1.1	Practicum Duurzaam	Invulformulier (D)	Tabel- en grafiekopmaak
1.2	Practicum Metrologie 1	Invulformulier (D)	Notatie, tabel, grafiek, onzekerheid
	Practicum Mechanica 2	Invulformulier (D)	Notatie, tabel, grafiek, onzekerheid
1.3	Simulaties Mechanica 3	Invulformulier (D)	Modelvorming en resultaten
	Practicum Trillingen en Golven	Meetrapport (I) ¹	Alle onderdelen uit Tabel 1
	Ontwerpen	Verslag (G) ⁴	Modelvorming, simulatie, resultaat
1.4	Practicum Medische Fysica	Invulformulier (D)	Resultaat, grafiek en onzekerheid
	Project Medische Fysica	Meetrapport (D)	Resultaat, grafiek, onzekerheid, conclusie
	Practicum Optica 1	Verslag (G)	Bronnen, samenvatting, conclusie
	Onderzoeken 1	Invulformulier (D)	Resultaat, grafiek en onzekerheid
		Verslag (D)	Alle onderdelen uit Tabel 3
2.1	Practicum Elektronica 1	In opdrachten (D)	Meetresultaat, symbolen en eenheden
	Onderzoeken 2	Meetrapport (I) ⁴	Alle onderdelen uit Tabel 1
	Labview	Verslag (G)	Alle onderdelen uit Tabel 3
2.2	Practicum Elektronica	In opdrachten (D)	Meetresultaat, symbolen en eenheden
	Practicum Metrologie 2	Verslag (D)	Alle onderdelen uit Tabel 3
	Onderzoeken 3	Verslag (I)	Alle onderdelen uit Tabel 3
	Practicum Matlab	Invulformulier (I)	Resultaat
2.3	Practicum Regeltechniek 1	In opdrachten (D)	Alle onderdelen uit Tabel 1
	Onderzoeken 4	Verslag (D)	Alle onderdelen uit Tabel 3
	Fiber Optic Sensing	Verslag (D)	Alle onderdelen uit Tabel 3 adviesrapport
2.4	Practicum Regeltechniek 2	In opdrachten (D)	Alle onderdelen uit Tabel 1
	EAP (Engels)	Portfolio (I)	
	Onderzoeken 5	Verslag (D)	Alle onderdelen uit Tabel 3
	Modelleren	Meetrapport (D)	Alle onderdelen uit Tabel 1
3.1	NHS (kort)	Verslag (I)	Alle onderdelen uit Tabel 3
3.2	NHS (kort); NHS (lang)	Verslag (I)	Alle onderdelen uit Tabel 3
3.3	TN-minor	pm	pm
3.4	TN-minor	pm	pm
4.1	TN-minor	pm	pm
4.2	TN-minor	pm	pm
4.3	NHA		
4.4	NHA	Verslag (I)	Alle onderdelen uit Tabel 3

Toelichting Tabel 4: in opdrachten betekent in dit geval dat de (practicum)opdrachten voorzien zijn van (invul)bladen waarop de meetresultaten genoteerd/verwerkt kunnen worden. De richtlijn voor de juiste notatie van de symbolen, eenheden, tabellen en grafieken blijft van kracht.

Bibliografie

- [1] „College Scholarships.org,” [Online]. Available: <http://www.collegescholarships.org/mla-apa-cms-styles.htm>. [Geopend 14 juli 2017].
- [2] R. v. d. Laan en A. v. d. Kooij, Exact communiceren, Houten: Bohn Stafleu Van Logheum, 2002.
- [3] „De Haagse Hogeschool, intranet,” [Online]. Available: <https://intranet.hhs.nl/nl/organisatie/Organisatiedocumenten1/Model OER 2016-2017.pdf>. [Geopend 9 mei 2017].
- [4] „Scribbr,” [Online]. Available: <https://www.scribbr.nl/bronvermelding/overzicht-referentiestijlen/>. [Geopend 9 mei 2017].
- [5] „De Haagse Hogeschool, intranet,” [Online]. Available: <https://intranet.hhs.nl/nl/nieuws/hogeschoolberichten/Paginas/De-APA-richtlijnen-uitgelegd---Nederlandstalige-handleiding-van-de-American-Psychological-Association.aspx>. [Geopend 14 06 2017].
- [6] „HAN - studiecentra,” [Online]. Available: <https://specials.han.nl/sites/studiecentra/auteursrechten/bronnen-vermelden/apa-normen/>. [Geopend 9 mei 2017].
- [7] „IEEE,” [Online]. Available: https://www.ieee.org/conferences_events/conferences/publishing/templates.html. [Geopend 9 5 2017].
- [8] „Box Hill Insitute,” [Online]. Available: <http://libguides.bhtafe.edu.au/content.php?pid=88814&sid=660920>. [Geopend 09 05 2017].
- [9] „toolkitvtv,” [Online]. Available: <http://www.toolkitvtv.nl/organisatie-en-proces/redactierichtlijnen/heldere-taal-gebruiken>. [Geopend 02 mei 2017].
- [10] „Leren.nl,” [Online]. Available: <http://www.leren.nl/cursus/management/besluiten-nemen/scoringsmatrix.html>. [Geopend 14 06 2017].

Bijlagen

Bijlage 1 Labjournaal	20
Bijlage 2 Voorbeeld meetrapport.....	21
Bijlage 3 Gedetailleerd overzicht leerlijn meetrapporten.....	27
Bijlage 4 Beoordeling meetrapport (voorbeeld)	28
Bijlage 5 Gedetailleerd overzicht leerlijn verslagen	29
Bijlage 6 Beoordeling verslag (voorbeeld).....	30
Bijlage 7 Tips Office 2019 NL - Word	31
Bijlage 8 Tips Office 2019 NL - Excel	35
Bijlage 9 Grafieken met Python.....	43
Bijlage 10 Lijst met figuren	47

Bijlage 1 Labjournaal

Een labjournaal is in feite een wetenschappelijk logboek. Hierin schrijven onderzoekers nauwkeurig op wat zij in hun experimenten doen. Alle details komen in het labjournaal terecht. Er zijn labjournaals per vakgebied te koop.

Een goed labjournaal bevat in ieder geval de volgende onderdelen:

- datum van het experiment
- namen van de mensen die eraan meewerken
- het doel van het experiment (wat wil men weten)
- hypothese (wat verwacht men dat er uitkomt)
- opzet (schematisch, instrumenten)
- uitvoering (wat heeft men gedaan, dit wordt tijdens het experiment geschreven)
- resultaten
- discussie
- conclusie

De eisen die aan het labjournaal gesteld worden zijn:

- vast bladig document
- schrijven met onuitwisbare inkt
- plaatjes of grafieken met lijm inplakken
- bladzijden nummeren
- geen bladzijden uitscheuren.

Van elektronische data moet te allen tijde de ruwe data beschikbaar zijn.

Dit alles om te voorkomen dat later wijzigingen aangebracht (fraude) kunnen worden. Vaak wordt het labjournaal door meerdere mensen getekend of geparafeerd dat zij hebben gezien dat het experiment ook werkelijk is uitgevoerd op de manier zoals is beschreven in het labjournaal.

Het is veel en nauwgezet werk maar ook zeer nuttig: enerzijds kan de onderzoeker zelf later teruglezen wat hij of zij heeft gedaan (en wat er eventueel fout is gegaan) en anderzijds levert een goed labjournaal het bewijs dat een bepaalde ontdekking door deze onderzoeker is gedaan.

De opleiding Technische Natuurkunde hanteert echter geen labjournaal. Een aantal practicumopdrachten is gesloten (metingen zijn vastgelegd) en dat betekent dat gebruik gemaakt wordt van een meetrapport. Bij studieonderdelen waarbij een beroep gedaan wordt op onderzoekvaardigheden zal voornamelijk een verslag gevraagd worden.

Meetrapport

PRACTICUM : Metrologie - Meettechnieken
NUMMER PROEF : 2
NAAM PROEF : weerstandsmeting

Meetrapport geschreven door : V. Spanning
Proef uitgevoerd samen met : A. Stroom
Klas - groep : NP1-O

Datum uitvoering proef : 1 mei 2017
Datum inlevering : 8 mei 2017
Aan docent : K. Oom

RUIMTE BESTEMD VOOR DOCENT

Beoordeling

- ☒ goedgekeurd
- ☐ bespreken
- ☐ verbeteren
- ☐ aanvullen
- ☐ overmaken

Eindbeoordeling : V

Paraaf docent : kΩ

Doel van de proef

Het op twee manieren meten van de weerstandswaarde van een vermogensweerstand met behulp van digitale multimeters. Op basis van de meetresultaten de onzekerheid in de weerstandswaarde bepalen.

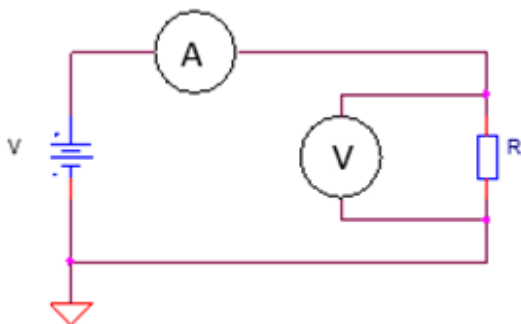
Meetresultaten

Verwacht resultaat:

op basis van de theorie (wet van Ohm) wordt een lineair verband verwacht tussen stroom en spanning. Uit dit lineaire verband kan de weerstandswaarde bepaald worden.

Schematische voorstelling van de meetopstelling.

In figuur 1 is de meetopstelling schematisch weergegeven om de weerstand van de vermogensweerstand ($2 \times 10 \Omega$ parallel) te bepalen. De fabrieksspecificatie van een enkele weerstand is $10 \Omega \pm 1\%$ ($50 \text{ W} \pm 20\text{ppm}/^\circ\text{C}$). In dit geval wordt de stroom ingesteld waarna de spanning gemeten wordt. De meting wordt bij een aantal verschillende stromen uitgevoerd zodat bij het bepalen van de weerstandswaarde uitgegaan kan worden van een gemiddelde waarde. Meerdere metingen leveren een kleinere onzekerheid [1] op ten opzichte van één enkele meting.



Gebruikte apparatuur:

v Delta Elektronica E030-3
A TTI 1604 HH307
V TTI 1604 HH308
 Ω TTI 1604 HH308

Figuur 1 Meetopstelling weerstand.

De weerstand van de aansluitdraden (R_{draad}) is $0,02 \Omega$ en is gemeten met de DMM TTI 1604 (HH308). De spanningsmeter is direct op de weerstand R aangesloten zodat er geen meetfout gemaakt wordt v.w.b. de weerstand van de aansluitdraden van de stroommeter. De inwendige weerstand R_{DMM} van de spanningsmeter is $10 \text{ M}\Omega$ waardoor de invloed van de serie weerstanden van de aansluitdraden verwaarloosbaar zijn ten opzichte van de inwendige weerstand van de spanningsmeter. De meetonzekerheid van de DMM is van dien aard dat de verwaarlozing gerechtvaardigd is.

Conclusie: de systematische fout ($R_{\text{draad}} = 2 \cdot 10^{-9} \cdot R_{\text{DMM}}$) is verwaarloosbaar t.o.v. de meetonzekerheid.

Om een juiste meting te verkrijgen zal het ontwikkelde vermogen in de weerstand klein moeten blijven waardoor de weerstand niet of nauwelijks warm wordt zodat de weerstandswaarde stabiel blijft. Bij deze meting is daar bewust *geen* rekening mee gehouden; de weerstandswaarde zal verlopen wanneer de weerstand warm wordt. De nulmeting van de weerstand is met een DMM als weerstandsmeter uitgevoerd en de weerstandswaarde bij kamertemperatuur ($21^\circ\text{C} \pm 0,5^\circ\text{C}$) is $5,01 \Omega$. Om het opwarmeffect te beperken is gestart met het meten bij de hoogste stroom. De meting is binnen 10 s

verricht waardoor de temperatuurstijging (niet gemeten) van de weerstand beperkt gebleven is. De volgende meting is gestart zodra de weerstandswaarde weer overeen kwam met de nulmeting.

In tabel 1 zijn de relevante specificaties van de DMM TTi 1604 [2] opgenomen.

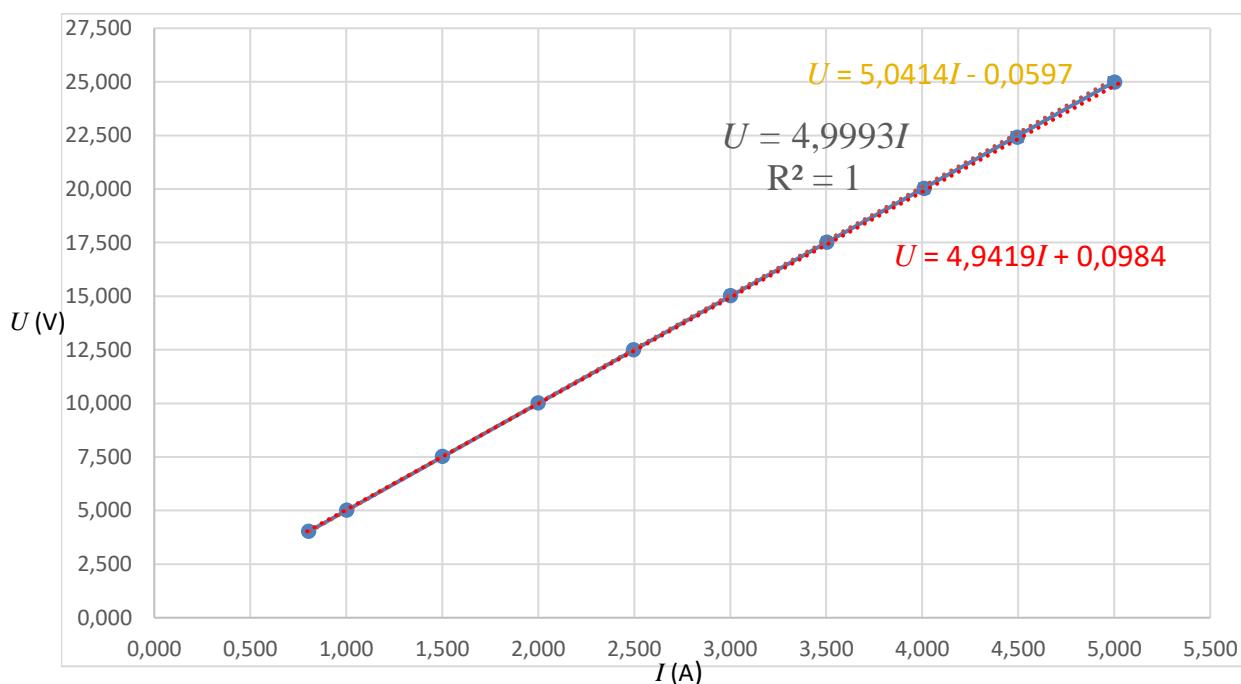
Tabel 1 Specificaties DMM TTi 1604

bereik	onzekerheid x % aflezing + y digits	resolutie digit
Weerstand 400 Ω	0,15 % + 6	10 m Ω
Spanning 40 V	0,08 % + 4	1 mV
Stroom 10 A	1% + 4	1 mA

Nulmeting met de weerstandmeting d.m.v. de DMM TTi 1604 (HH308):

$$R = 5,01 \Omega \pm 0,16 \Omega (k = 2); \text{ notatie (binnen TN is) } R = 5,0 \Omega \pm 0,2 \Omega (k = 2).$$

In bijlage 1 zijn de meetresultaten opgenomen; op basis van deze resultaten is de karakteristiek van figuur 2 samengesteld. De helling van de lijn $U = 4,9993I$ geeft de grootte van de weerstand aan.



Figuur 2 Spanning over de weerstand als functie van de stroom door de weerstand.

In figuur 2 zijn bij de trendlijn meer decimalen opgenomen dan de onzekerheid toelaat; het doel is echter om uit de onzekerheid van de stroom- en spanningsmeting in de karakteristiek twee lijnen op te nemen met een maximale (max rc) en een minimale (min rc) richtingscoëfficiënt. Uit deze gegevens is het mogelijk om een benadering van de onzekerheid in de weerstand R vast te stellen. De onzekerheid is gelijk aan $(\text{max } rc - \text{min } rc)/2$ en is in dit geval 0,05 ($k = 1$).

Het meetresultaat op basis van de trendlijn in Excel is:

$$R = 5,0 \, \Omega \pm 0,1 \, \Omega \, (k = 2).$$

Aangezien dit resultaat een indicatie geeft wordt onder de paragraaf uitwerkingen de formele berekening van de onzekerheid in de weerstand R opgenomen.

LIJNSCH in Excel geeft een r_c van $4,987 \, \Omega$ en een spreiding van $0,004 \, \Omega$ ($k = 1$).

Uitwerkingen

De berekeningen zijn gebaseerd op de meetresultaten die in bijlage 1 zijn opgenomen. De resultaten in de kolom met de aanduiding DMM type B [3] zijn omgerekend van uniforme verdeling naar normale verdeling [4]. De volgende formules zijn gebruikt om de gemiddelde weerstand R en de bijbehorende onzekerheid te berekenen.

De gemiddelde weerstand is: $R_{\text{gem}} = \sum_{j=1}^n \frac{R_j}{n} = 5,0069 \, \Omega$.

De spreiding in de meetresultaten t.o.v. de gemiddelde weerstand R_{gem} is:

$$\bar{\sigma}_{R-R_{\text{gem}}} = \sqrt{\frac{1}{n} \cdot \frac{1}{n-1} \cdot \sum_{j=1}^n (R_j - R_{\text{gem}})^2} = 0,0032 \, \Omega.$$

De meetonzekerheid t.g.v. de instrumenten is: $\bar{\sigma}_{dR} = \sqrt{\frac{1}{n} \cdot \sum_{j=1}^n (dR_j)^2} = 0,0391 \, \Omega$ waarin dR de absolute fout in de weerstand R is en wordt per meting berekend met $dR = \left| \frac{1}{I} \cdot \Delta U \right| + \left| -\frac{U}{I^2} \cdot \Delta I \right|$.

De onzekerheid in R : $\sigma_R = \sqrt{(\bar{\sigma}_{R-R_{\text{gem}}})^2 + (\bar{\sigma}_{dR})^2} = 0,0392 \, \Omega$.

Meetresultaat:

$$R = 5,01 \, \Omega \pm 0,08 \, \Omega \, (k = 2).$$

In deze meetopdracht is op twee verschillende manieren de ohmse weerstand van een vermogensweerstand gemeten. De eerste meting is verricht met een DMM als weerstandsmeter en de tweede meting is gebaseerd op de wet van Ohm nl. een stroom- en spanningsmeting. In tabel 2 is een kort overzicht opgenomen v.w.b. de meetresultaten.

Tabel 2 overzicht meetresultaten

Methode	Weerstandswaarde R	Opmerking
Weerstandsmeter	$5,0 \, \Omega \pm 0,2 \, \Omega \, (k = 2)$	Berekende onzekerheid met drie significante cijfers
Stroom-spanningsmeting	$5,01 \, \Omega \pm 0,08 \, \Omega \, (k = 2)$	Berekende onzekerheid met drie significante cijfers
Gemiddelde richtingscoëfficiënt	$5,0 \, \Omega \pm 0,1 \, \Omega \, (k = 2)$	Indicatie onzekerheid uit richtingscoëfficiënt
LIJNSCH in Excel	$4,987 \, \Omega \pm 0,009 \, \Omega \, (k = 2)$	Onzekerheid uit LIJNSCH niet representatief

Conclusie

De vermogensweerstand is op twee manieren gemeten t.w.: direct met één DMM als weerstandsmeter en met twee DMM's (indirecte methode) die als stroom- en spanningsmeter ingezet zijn. Het meetresultaat van de indirecte meetmethode $R = 5,01 \, \Omega \pm 0,08 \, \Omega \, (k = 2)$ geeft het nauwkeurigste meetresultaat. De directe meetmethode levert $R = 5,0 \, \Omega \pm 0,2 \, \Omega \, (k = 2)$ waarbij opgemerkt moet worden dat door het naar boven afronden van de meetonzekerheid op één significant cijfer er een vertekend beeld kan ontstaan t.o.v. de indirecte meetmethode.

De grotere onzekerheid van de directe methode wordt veroorzaakt door het aantal digits ($6 \cdot 10 \, \text{m}\Omega$) dat kan afwijken in het meetresultaat.

Literatuurlijst

- [1] L.H. Arntzen, Onnauwkeurighedsanalyse, Delft 2016
- [2] „AIMTTi.”[Online]. Available: <https://www.aimtti.com/product-category/multimeters/aim-1604> [Geopend 14 06 2017]
- [3] „IEEE,”[Online]. Available: <http://www.bipm.org/en/publications/guides/> [Geopend 14 06 2017]
- [4] „NPL,”[Online]. Available: <http://www.npl.co.uk/publications/guides/beginners-guide-to-measurement-in-electronic-and-electrical-engineering> [Geopend 14 06 2017]

LET OP: deze bijlage 1 behoort tot voorbeeld meetrapport en niet tot het hoofddocument.

Bijlage 1 Meetresultaten weerstandsmeting

Tabel 3 Meetresultaten

	DMM		DMM		Partieel diff.	
	Type B		Type B		Type B	
I (A)	$\pm \Delta I$ (A)	U (V)	$\pm \Delta U$ (V)	R (Ω)	$\pm dR$ (Ω)	$\pm dR/R$ (x100%)
0,803	0,0070	4,028	0,0042	5,016	0,049	1,0%
1,002	0,0081	5,028	0,0047	5,018	0,046	0,9%
1,501	0,0110	7,529	0,0058	5,016	0,041	0,8%
1,999	0,0139	10,023	0,0070	5,014	0,039	0,8%
2,495	0,0168	12,500	0,0081	5,010	0,037	0,7%
3,000	0,0197	15,028	0,0093	5,009	0,036	0,7%
3,502	0,0226	17,526	0,0105	5,005	0,036	0,7%
4,010	0,0255	20,032	0,0116	4,996	0,035	0,7%
4,494	0,0283	22,426	0,0127	4,990	0,035	0,7%
5,002	0,0312	24,986	0,0139	4,995	0,034	0,7%

De resultaten in de kolom met de aanduiding DMM type B zijn al omgerekend van uniforme verdeling naar normale-verdeling, zie formule (1), met als gevolg dat de laatste kolom met type B ook omgerekend is. In Excel worden de volgende formules gebruikt om de onzekerheid te berekenen:

Uniform naar normaal:

$$\sigma_{\text{Gauss}} = \frac{\sigma_{\text{Uniform}}}{\sqrt{3}} \quad (1)$$

waarin

σ_{Gauss}	normale verdeling	(-)
σ_{Uniform}	uniforme verdeling	(-)

De **gemiddelde weerstand** van de kolom R (Ω): $R_{\text{gem}} = \sum_{j=1}^n \frac{R_j}{n}$.

De **spreiding** in R : $\bar{\sigma}_{R-R_{\text{gem}}} = \sqrt{\frac{1}{n} \cdot \frac{1}{n-1} \cdot \sum_{j=1}^n (R_j - R_{\text{gem}})^2}$. Dit kan eenvoudig in Excel door STDEV toe te passen en wel als volgt =STDEV(E55:E64)/WORTEL(AANTAL(E55:E64)) waarbij E het cel bereik is.

De **meetonzekerheid** in R : $\bar{\sigma}_{dR} = \sqrt{\frac{1}{n} \cdot \sum_{j=1}^n (dR_j)^2}$.

De **onzekerheid** in R : $\sigma_R = \sqrt{(\bar{\sigma}_{R-R_{\text{gem}}})^2 + (\bar{\sigma}_{dR})^2}$.

Bijlage 3 Gedetailleerd overzicht leerlijn meetrapporten

	NP1		NP2		NH2		NH2		NH3		NH4	
Aandachtspunt	BLOK 1.1	BLOK 1.2	BLOK 1.3	BLOK 1.4	BLOK 2.1	BLOK 2.2	BLOK 2.3	BLOK 2.4	BLOK 3.3	BLOK 3.4	BLOK 4.1	BLOK 4.2
Doel van de proef			V		V			V	pm	pm	pm	pm
Meetresultaten			V	V	V			V	pm	pm	pm	pm
Relevant begeleidend schrijven			V	V	V			V	pm	pm	pm	pm
Figuren			V	V	V			V	pm	pm	pm	pm
Tabellen			V		V			V	pm	pm	pm	pm
Onnauwkeurigheid			V	V	V			V	pm	pm	pm	pm
SI- eenheden			V		V			V	pm	pm	pm	pm
Notatie symbolen en formules			V		V			V	pm	pm	pm	pm
Conclusie			V	V	V			V	pm	pm	pm	pm
Schrijfstijl			V		V			V	pm	pm	pm	pm

Bijlage 4 Beoordeling meetrapport (voorbeeld)

Aandachtspunten	Score	Puntenbereik	Opmerking
Doel van de proef		0-5	
Meetresultaten (juistheid, kritische blik)		0-5	
Relevant begeleidend schrijven		0-10	
Figuren (assen, regressie lijn, bijschrift)		0-20	
Tabellen (opmaak, notatie resultaten, significante cijfers, bijschrift)		0-10	
Onzekerheid		0-20	
SI- eenheden		0-5	
Notatie symbolen en formules		0-5	
Conclusie		0-10	
Schrijfstijl		0-10	
Meetrapport punten		0-100	
Correctie			
Meetrapport cijfer		1-10	Cijfer meetrapport
LET OP: dit is een cijfer voor een meetrapport.			

Bijlage 5 Gedetailleerd overzicht leerlijn verslagen

	NP1		NP2		NH2		NH2		NH3-S		NH3		NH4		NH4-A	NH4-A
Aandachtspunt	BLOK 1.1	BLOK 1.2	BLOK 1.3	BLOK 1.4	BLOK 2.1	BLOK 2.2	BLOK 2.3	BLOK 2.4	BLOK 3.1	BLOK 3.2	BLOK 3.3	BLOK 3.4	BLOK 4.1	BLOK 4.2	BLOK 4.3	BLOK 4.4
Titel				V	V	V	V	V	V	V	pm	pm	pm	pm		V
Samenvatting				V	V	V	V	V	V	V	pm	pm	pm	pm		V
Inhoudsopgave				V	V	V	V	V	V	V	pm	pm	pm	pm		V
Inleiding			V	V	V	V	V	V	V	V	pm	pm	pm	pm		V
Theorie			V	V	V	V	V	V	V	V	pm	pm	pm	pm		V
Werkwijze			V	V	V	V	V	V	V	V	pm	pm	pm	pm		V
Onzekerheid / berekeningen			V	V	V	V	V	V	V	V	pm	pm	pm	pm		V
Tabellen en figuren			V	V	V	V	V	V	V	V	pm	pm	pm	pm		V
Conclusie			V	V	V	V	V	V	V	V	pm	pm	pm	pm		V
Symbolen			V	V	V	V	V	V	V	V	pm	pm	pm	pm		V
Literatuur			V	V	V	V	V	V	V	V	pm	pm	pm	pm		V
Bijlagen			V	V	V	V	V	V	V	V	pm	pm	pm	pm		V
Schrijfstijl			V	V	V	V	V	V	V	V	pm	pm	pm	pm		V

Bijlage 6 Beoordeling verslag (voorbeeld)

Aandachtspunten verslag	Naam	Punten	Opmerkingen
Titel		0-10	
Samenvatting		0-40	
Inhoudsopgave		0-20	
Inleiding		0-30	
Theorie		0-40	
Werkwijze		0-20	
Onzekerheid / berekeningen		0-30	
Tabellen en figuren		0-30	
Conclusie		0-30	
Symbolen		0-10	
Literatuur		0-20	
Bijlagen		0-10	
Schrijfstijl		0-20	
Correctie			
Eindverslag punten		0-310	
Eindverslag cijfer		1-10	Cijfer verslag: $\frac{9}{310} \cdot L + 1$
LET OP: dit is niet het eindcijfer. Het eindcijfer bestaat uit groeps-, duo- en individueel cijfer			

WORD 2019 (versie 2013 en 2016 vrijwel identiek)

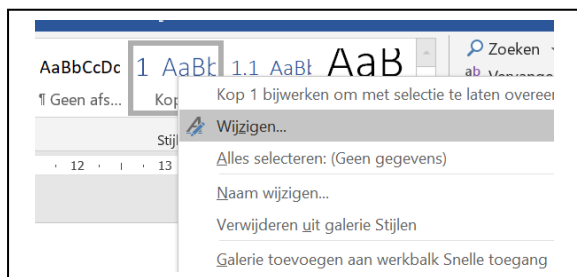
Hoofdstuk en paragraafnummers.

Koppen (hoofdstuk en paragraafnummering) instellen: ga naar het lint,

- tabblad Start en
- klik bij item Alinea op lijst meerdere niveaus
- selecteer (Figuur 1) de gewenste indeling.

De koppen zijn nu gedefinieerd.

Door nu in item Stijlen de kop te selecteren wordt e.e.a. automatisch opgemaakt. De stijl (o.a. lettertype, tab etc.) van een kop kan veranderd worden. Klik met de rechtermuistoets in de taakbalk op de gewenste kop (Figuur 2) en breng de wijziging aan.



Figuur 2 Kop wijzigen.

Inhoudsopgave.

Inhoudsopgave genereren: zet de muisaanwijzer daar waar de inhoudsopgave ingevoegd moet worden.

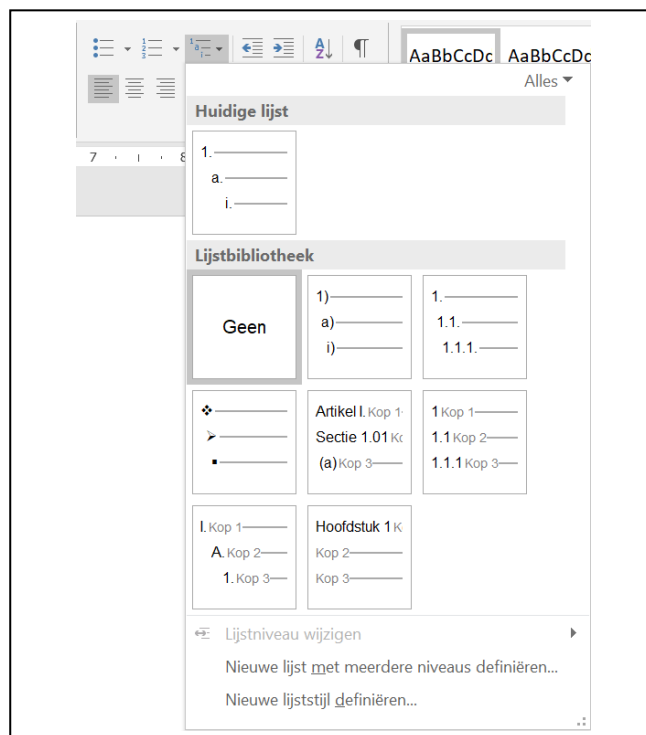
- Selecteer in het lint het tabblad Verwijzingen en klik naar item Inhoudsopgave.
- Selecteer de lay-out door er op te klikken en de inhoudsopgave wordt ingevoegd.

Tabelnummers, figuurnummers en bijlagen.

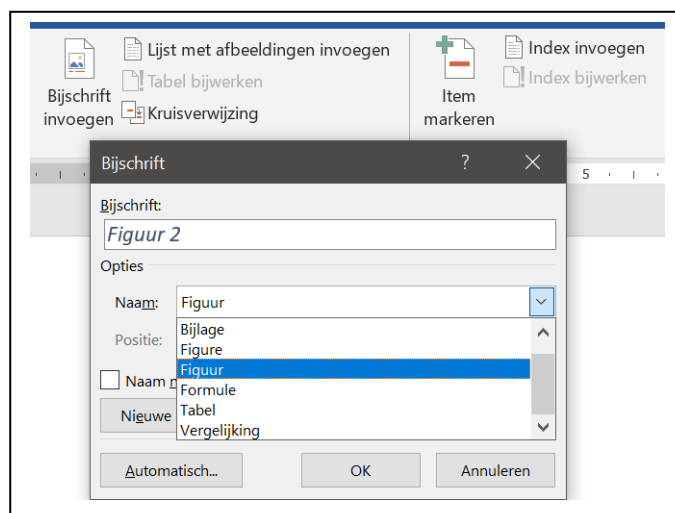
Het werken met **bijschrift** (incl. nummering) is voor tabellen, figuren, bijlagen e.d. hetzelfde. In dit voorbeeld wordt gewerkt met het realiseren van bijschrift voor een figuur.

Selecteer op het lint het tabblad Verwijzingen:

- Klik op item Bijschrift toevoegen; nu is Figuur 3 te zien.
- Selecteer in dit geval Figuur. Door klik nu op OK en het figuurnummer is ingevoerd.
- Onder Stijlen is weer e.e.a. aan te passen.



Figuur 1 Selectie koppen.



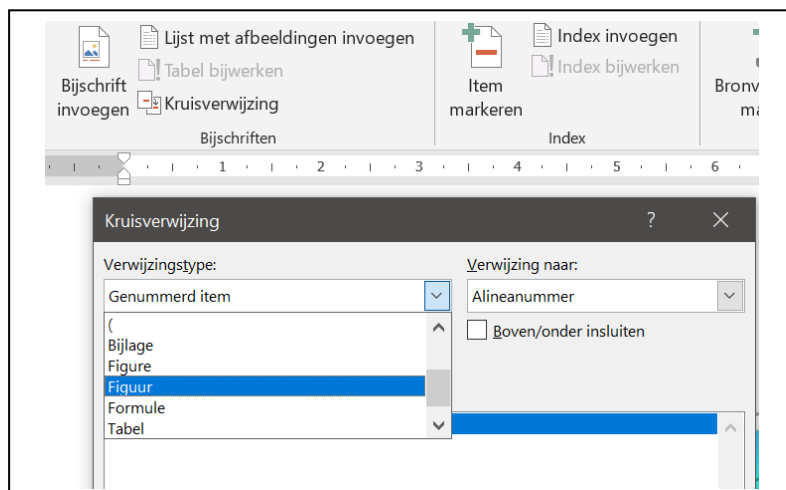
Figuur 3 Bijschrift figuur, tabel, formule.

Kruisverwijzing.

In de tekst kan ook **verwezen worden** naar de figuren, tabellen, formules, bijlagen e.d. Door een kruisverwijzing op te nemen is in Word direct naar de figuur, tabel, formule of bijlage te springen.

Klik op het lint:

- Tabblad Verwijzingen op item Kruisverwijzing (Figuur 4) en selecteer figuur.
- Kies het figuurnummer en geef aan of het hele bijschrift opgenomen moet worden of alleen naam en nummer.
- Klik op invoegen en de kruisverwijzing is ingevoegd daar waar de muis in het document staat.



Figuur 4 Kruisverwijzing naar figuur, tabel, formule.

Gedefinieerde verwijzingen kunnen ook via tabblad Invoegen –item Koppelingen – Kruisverwijzing ingevoegd worden.

Voor formules geldt een andere procedure i.v.m. uitlijning en nummering.

Procedure:

- Invoegen – Tabel – 3x1; klik rechts op de tabel en selecteer Tabeleigenschappen.
- Tabblad Tabel: selecteer voorkeursbreedte – Percentage – 100%.
- Tabblad Kolom: stel de voorkeursbreedte in op 7% (kolom1), 86% (kolom 2) en 7% (kolom 3) of anders indien gewenst en klik op OK.
- Voeg de formule toe in de middelste kolom.
- Voeg via Verwijzingen – Bijschrift het formulenummer toe; de positie is boven of onder de tabel en d.m.v. knippen en plakken het formulenummer in de derde kolom plaatsen.
- Centreer de formule en formulenummer horizontaal en verticaal (selecteer de tabel – kies in het lint “Hulpmiddelen voor tabellen – kies Tabblad Indeling en daarna – Uitlijnen)
- Selecteer de hele tabel en maak de tabellijnen onzichtbaar.

Door de hele tabel te kopiëren en ergens anders te plakken kan je gelijk een andere formule in de tabel invoegen en het formulenummer bijwerken (rechter muis toets – Veld bijwerken). De bovenstaande procedure hoef je maar één keer te doorlopen. Ook is het mogelijk om de formuletablel onder een sneltoets op te staan.

Tip: je kan bij de Kruisverwijzing een nieuw verwijzingstype maken met de naam “(“ zonder de “” . Wanneer je deze kiest kan je het formulenummer achter het “(“ opnemen en dan hoef je alleen een sluithaakje zelf op te nemen. In Figuur 5 is een voorbeeld van de tabel opgenomen en het resultaat zonder de tabellijnen.

	$f(x) = a_0 + \sum_{n=1}^{\infty} \left(a_n \cos \frac{n\pi x}{L} + b_n \sin \frac{n\pi x}{L} \right)$	(2)
	$f(x) = a_0 + \sum_{n=1}^{\infty} \left(a_n \cos \frac{n\pi x}{L} + b_n \sin \frac{n\pi x}{L} \right)$	(1)

Figuur 5 3 x 1 tabel voor formule uitlijning en nummering.

Literatuurverwijzingen.

Literatuurverwijzingen worden gerealiseerd met Bronnen beheren of Citaat invoegen; zie Figuur 6.

- Klik op het lint op het tabblad Verwijzingen.
- Klik op Citaat invoegen.
- Selecteer Nieuwe bron toevoegen en voeg de broninformatie toe.

Bron invoegen:

selecteer Citaat invoegen,
kies de bron door met de
muis er op te klikken en de
bron is toegevoegd.

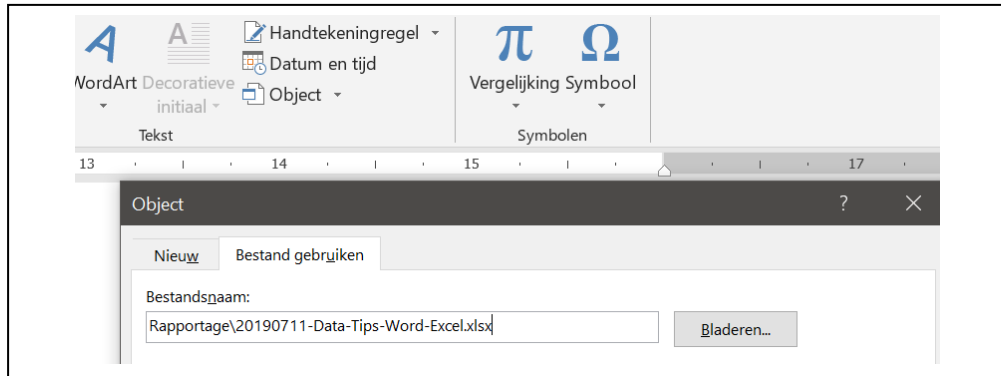
Figuur 6 Literatuurverwijzing IEEE.

Om de volledige literatuurlijst op te nemen selecteer in het tabblad verwijzingen Bibliografie.

Object invoegen.

Het is mogelijk om een Excelbestand in Word op te nemen en ook te bewerken. Als voorbeeld wordt een klein Excelbestand opgenomen.

- Kies op het lint het tabblad Invoegen en
- klik bij item Tekst op Object
- Selecteer Bestand gebruiken (Figuur 7) en zoek het gewenste bestand
- Klik op OK en het Excelbestand (Tabel 5) is ingevoegd.



Figuur 7 Excelbestand invoegen.

Door op Tabel 5 te klikken wordt Excel (lokaal in Word) geactiveerd en is de tabel te bewerken.

Tabel 5 Excelbestand

dit is een test bestand	
x	y
0	0
1	1
2	4
3	9

docx naar pdf.

Word 2019 kan een docx document omzetten naar pdf op verschillende manieren:

- 1- Selecteer tabblad Bestand- Opslaan als Adobe PDF; alle verwijzingen (hyperlinks) blijven actief (d.w.z. klik op een kruisverwijzing en je springt bijv. naar de bijlage) in het pdf bestand.
- 2- Selecteer Bestand – Afdrukken en kies bij Printer de pdf printer (pdf995, Adobe PDF....). In dit geval zullen de verwijzingen niet meer actief zijn.
- 3- Wanneer Adobe geïntegreerd is in het lint selecteer het tabblad Acrobat en klik daarna op PDF's maken. De verwijzingen blijven actief.

EXCEL 2019 (versie 2013 en 2016 vrijwel identiek)**Grafiek en trendlijn.**

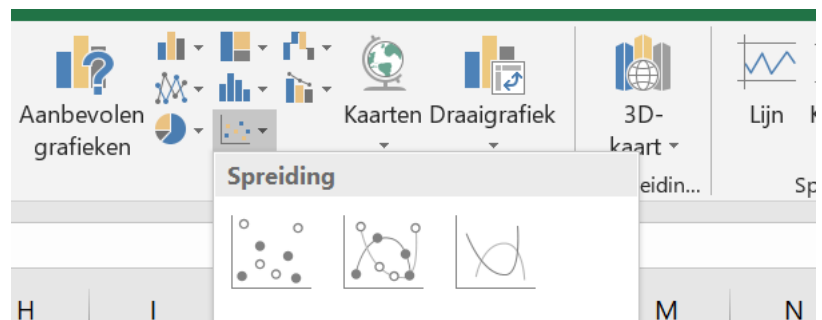
In dit voorbeeld wordt een veel voorkomende grafiek doorgenomen. Wanneer er geen maatregelen genomen worden zal Excel veelal een lineaire lijn weergeven; de responsiviteit zal daardoor afwijkingen vertonen. **Let op:** de grafieken in rapporten en verslagen moeten de vorm krijgen zoals in Figuur 20 weergegeven is. De meetgegevens zijn in Tabel 6 weergegeven.

Tabel 6 Meetresultaten

$R (\Omega)$	$U(V)$
0	1,00
1,00E+03	2,00
2,00E+03	3,00
3,00E+03	4,00
4,00E+03	5,00
5,00E+03	6,00
6,00E+03	7,00
7,00E+03	8,00
8,00E+03	9,50
9,00E+03	11,00
1,00E+04	13,00

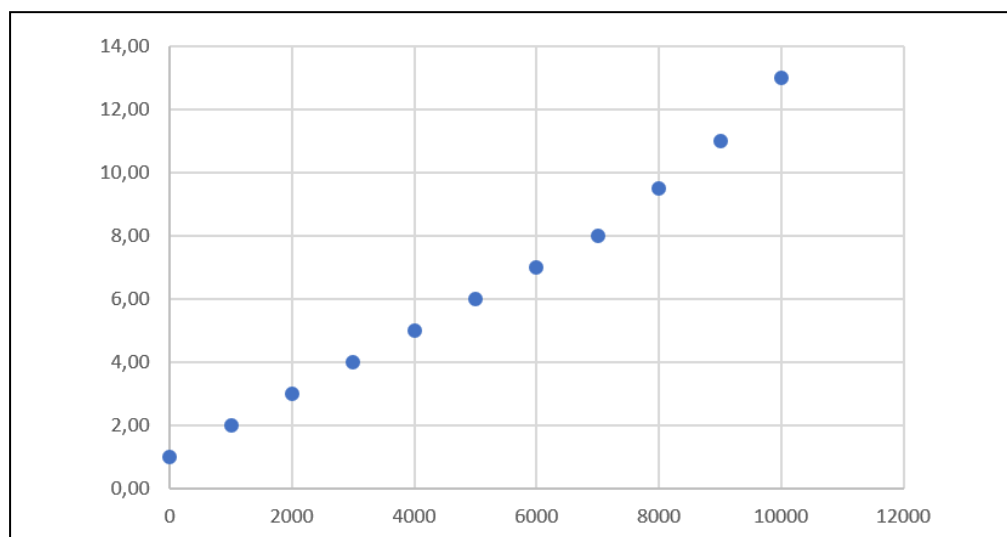
Excel geeft als wetenschappelijke notatie 1,00E+03. Deze notatie moet veranderd worden in $1,00 \cdot 10^3$ of 1,00 k. Met de tekstverwerker kan dit aangepast worden. Onzekerheid voor Excel niet meegenomen. Realisatie grafiek:

- selecteer de hele tabel
- selecteer op het lint het tabblad Invoegen – item Grafieken en
- klik op Spreiding (Figuur 8)



Figuur 8 Grafiek invoegen.

Excel genereert de grafiek zoals in Figuur 9 is weergegeven. Deze grafiek moet nog bewerkt worden; denk hierbij aan de juiste assen (opmaak, grootheden, eenheden, trendlijn).

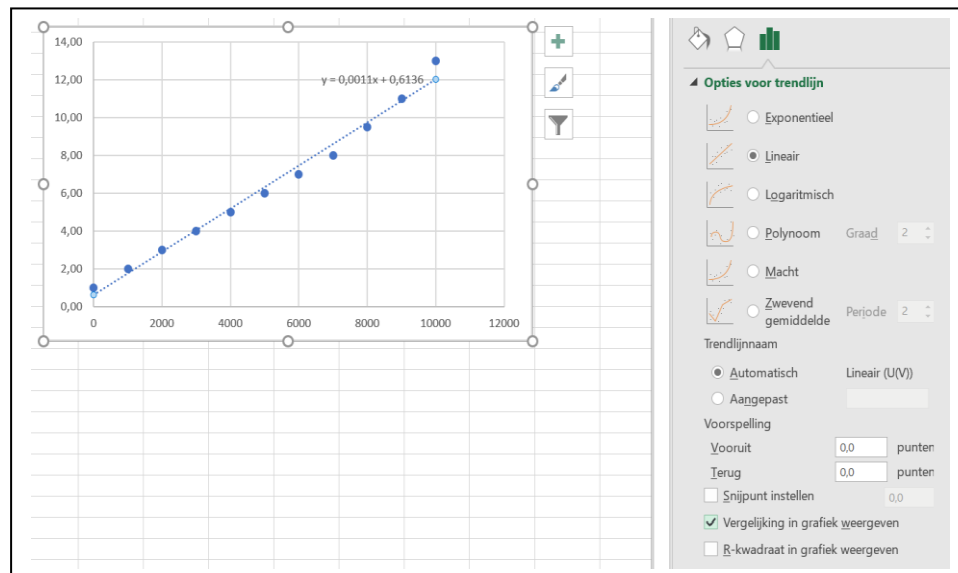


Figuur 9 Datapunten.

Trendlijn toevoegen:

- Klik (linker muistoets) op een meetpunt in de grafiek (datapunten zijn geselecteerd) en daarna met linker muistoets
- Trendlijn toevoegen
- Lineair (standaard ingesteld!)
- Vergelijking in grafiek weergeven (vinkje plaatsen)
- Klik op sluiten.

De trendlijn (Figuur 10) is nu toegevoegd en de vergelijking van de lijn is in de grafiek opgenomen.

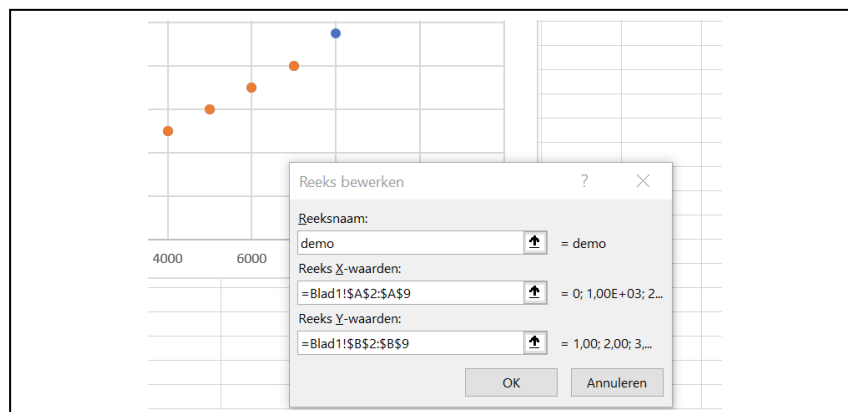


Figuur 10 Trendlijn.

De responsiviteit is $1,1 \text{ m V}/\Omega$. Het eerste stuk van de grafiek is lineair; boven $R = 7 \text{ k}\Omega$ ontstaat een niet-lineariteit. De lijn moet aangepast worden zodat de niet-lineariteit duidelijk zichtbaar wordt.

Stappen: Klik op een meetpunt in de grafiek

- Verwijder de lijn, klik in het figuur met de rechter muistoets en klik op Gegevens selecteren.
- Er verschijnt een pop-up scherm en kies daarin Toevoegen.
- Een nieuw pop-up scherm verschijnt en vul bij Reeksnaam (Figuur 11) een naam in.
- Kies de x-waarden (selecteer de x-kolom in de tabel) en de y-waarden (y-kolom in de tabel) t/m meetpunt 8 ($R = 7 \text{ k}\Omega$).



Figuur 11 Reeks bewerken.

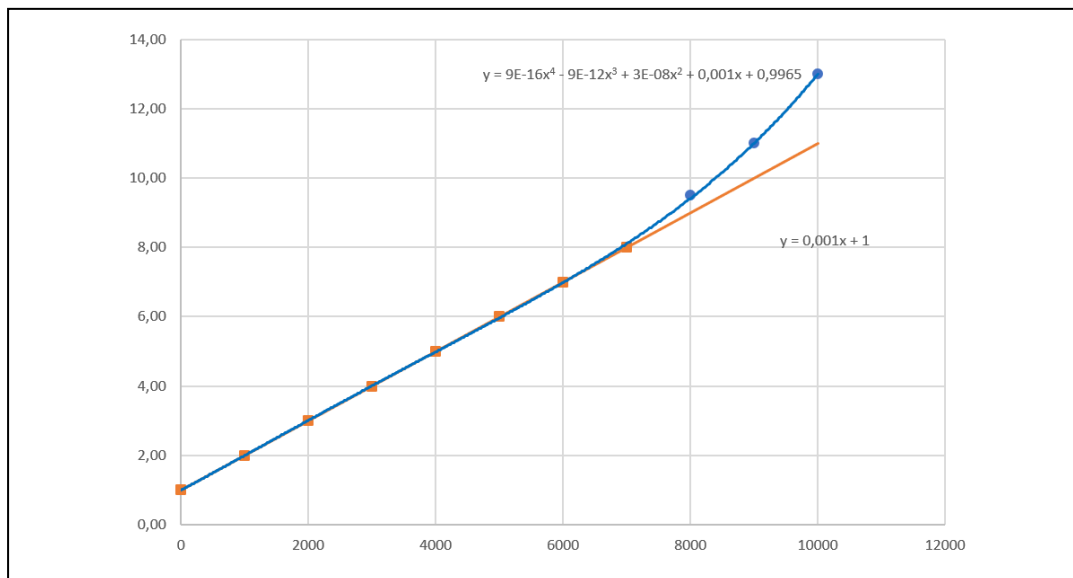
Nu zijn andere punten zichtbaar (blokjes in Figuur 11); dit is het lineaire deel van de meetpunten. Nu kan een nieuwe trendlijn bepaald worden maar die loopt tot meetpunt 8 (**7 kΩ**). Nu volgen de handelingen om de trendlijn door te laten lopen naar het laatste meetpunt zodat de afwijking (niet-lineariteit) goed te zien is. Handelingen:

- Selecteer een nieuw meetpunt (blokje d.m.v. Datapunten selecteren Opties voor reeks - Opvulling en lijn – Markering -Markeringsopties - Standaard en kies het blokje als weergave).
- klik op trendlijn toevoegen en de lijn verschijnt direct tot aan meetpunt 8.
- Vul bij voorspelling in Figuur 12 3000 (=10.000Ω – 7.000Ω) in zodat de lijn doorgetrokken wordt.

Figuur 12 Trendlijn extrapoleren (voorspelling).

- Klik op sluiten en voeg voor de oorspronkelijke meetpunten een nieuwe trendlijn in maar dan op basis van een polynoom. Kijk naar de grafiek wanneer de polynoom goed door de meetpunten loopt.

Vergelijk de resultaten in Figuur 13 met elkaar.



Figuur 13 Lijnen.

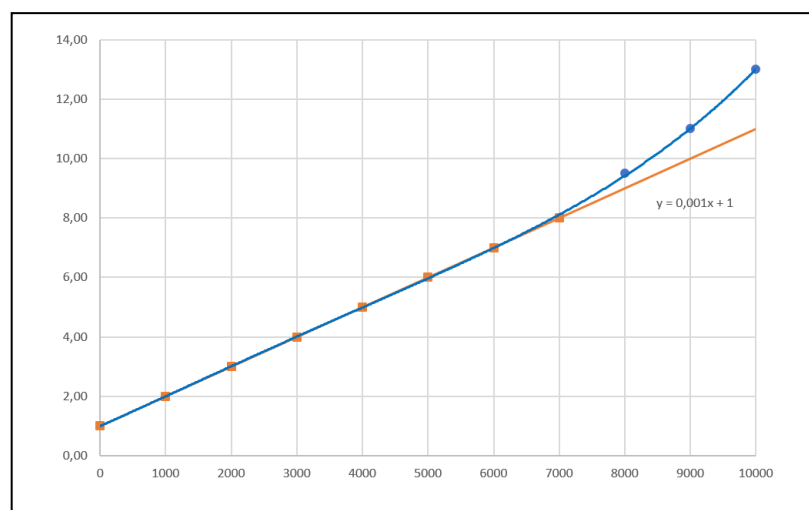
De responsiviteit (Figuur 13) is nu 1,0 mV/Ω in plaats van 1,1 mV/Ω (Figuur 10)! De niet-lineariteit is nu te bepalen.

Bewerken grafiek

Figuur 13 wordt bewerkt zodat de grafiek aan de eisen voldoet die aan meetrapporten en verslagen gesteld worden. X-as opmaken:

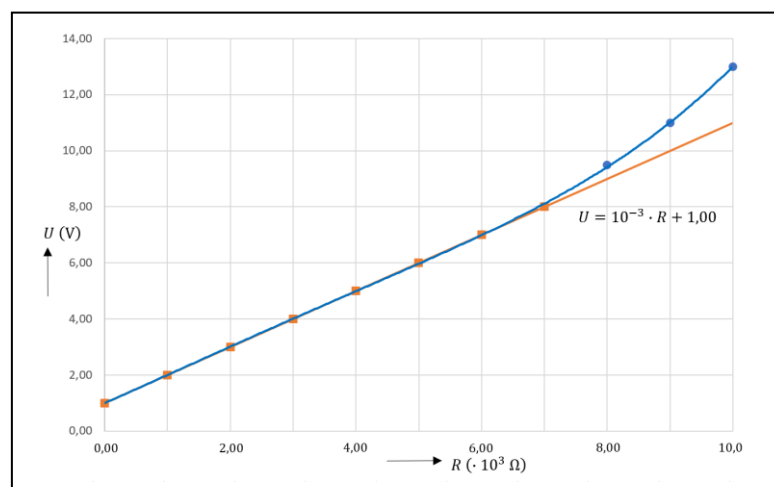
- Klik op grafiek, klik op de rand - selecteer Grafiekgebied opmaken – Opvulling en lijn – Rand – Geen lijn
- Klik op x-as en kies primaire rasterlijnen weergeven (indien nodig) en eventueel secundaire rasterlijnen weergeven en sluiten. Secundaire as lijnen zijn aan te passen via As opmaken - Opties voor as
- klik op x-as en daarna op As opmaken

Opties voor as: maximum – Vast 10.000 (zorg dat de lijn tussen de 30 en 60 graden ligt en een groot deel van het bereik (Figuur 14) beslaat).



Figuur 14 Opmaak.

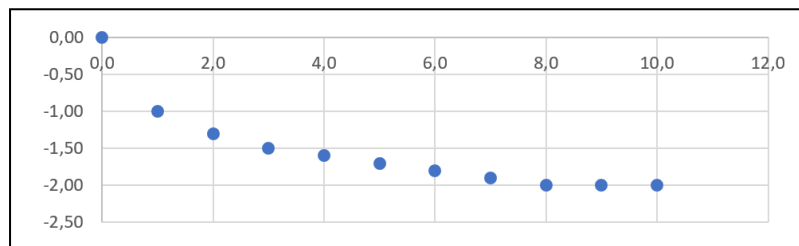
De x-as en de trendlijn worden in Word bewerkt zodat deze (Figuur 15) aan de gestelde eisen voldoen (significante cijfers, grootheden en eenheden). Verwijder x- en y-as en met invoegen tekstvak en/of de formule editor de assen juist weergeven.



Figuur 15 Uitgangsspanning U als functie van de weerstand R .

Aslabels verplaatsen.

In Figuur 16 is een deel van een grafiek opgenomen en zoals in dit figuur te zien is staan de getallen van de x-as (aslabels) in de grafiek.



Figuur 16 As-labels.

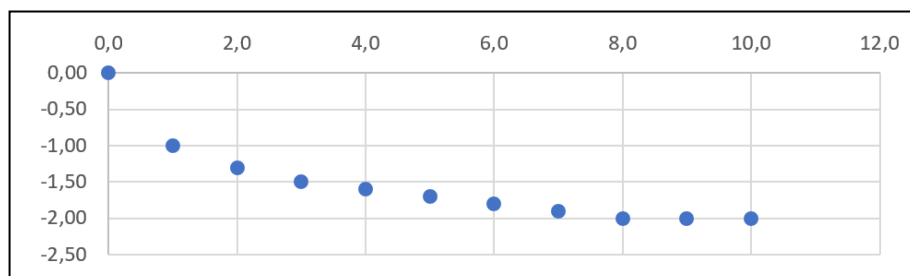
De aslabels zijn als volgt te verplaatsen boven de x-as:

- klik met de linker muistoets op de x-as zodat de x-as geselecteerd wordt
- klik in het geselecteerde veld op de rechtermuistoets zodat het popupscherm verschijnt met de tekst As opmaken
- klik As opmaken en het scherm van Figuur 17 verschijnt en kies bij Labels “Hoog”



Figuur 17 As-labels verplaatsen.

Het resultaat is in Figuur 18 weergegeven.



Figuur 18 As-labels verplaatst.

Onzekerheid in grafiek

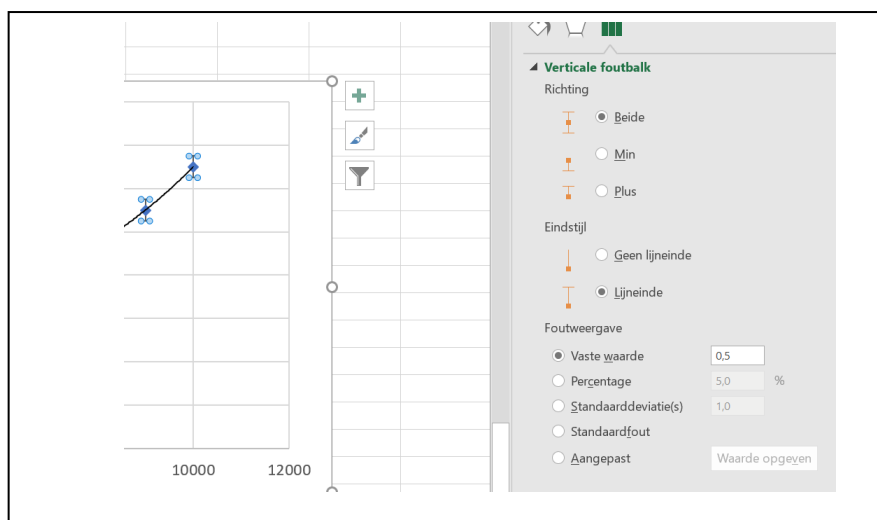
Stel dat de meetresultaten het volgende resultaat laten zien (Tabel 7) waarbij de onzekerheid in de uitgangsspanning is gegeven. In een grafiek is deze onzekerheid weer te geven. Als uitgangspunt wordt de grafiek van

Figuur 15 genomen nadat de rechte lijn verwijderd is zodat alleen de polynoom resteert. De meetresultaten $U(V)$ zijn in dit voorbeeld aangepast om de onzekerheid in de grafiek duidelijk tot uiting te laten komen.

Tabel 7 Meetresultaten

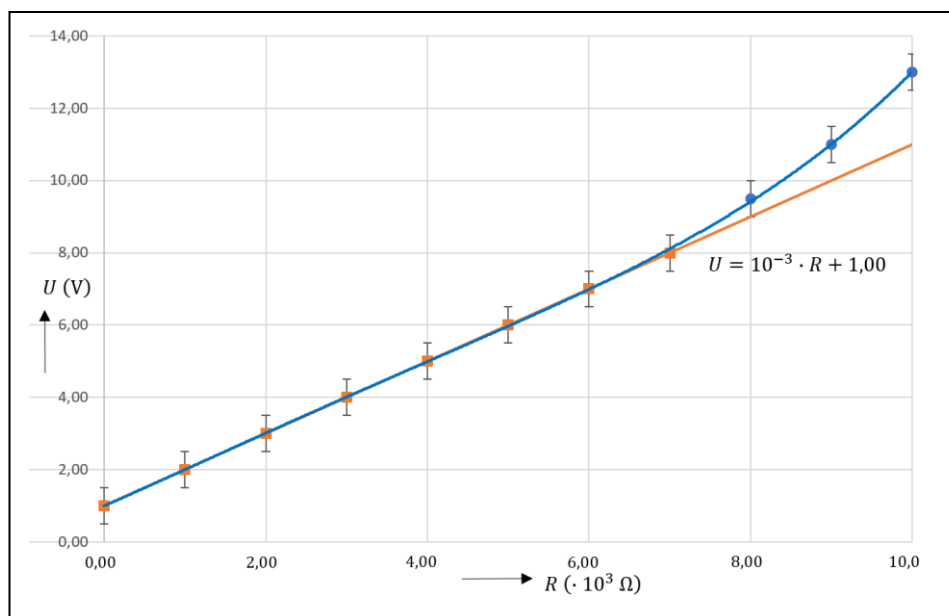
$R (\Omega)$	$U(V)$ $\pm 0,5V$
0	1,0
1,00E+03	2,0
2,00E+03	3,0
3,00E+03	4,0
4,00E+03	5,0
5,00E+03	6,0
6,00E+03	7,0
7,00E+03	8,0
8,00E+03	9,5
9,00E+03	11,0
1,00E+04	13,0

- Klik met de linker muistoets in de grafiek
- Klik op + teken naast figuur (2013 en 2016: Klik in het lint onder “hulpmiddelen voor grafieken” op Indeling)
- Klik op Foutbalken en klik daarna op meer opties voor Foutbalken
- Vul bij vaste waarde de onzekerheid in
- Lijnstijl en lijnkleur zijn aan te passen (Figuur 19)



Figuur 19 Foutbalk definiëren.

Het resultaat is in Figuur 20 weergegeven (assen e.d. weer aangepast via opmaak).



Figuur 20 Grafiek met onzekerheid.

Statistische gegevens

Excel kan op basis van de meetresultaten de spreiding σ (uitgangspunt Gaussverdeling meetresultaten) berekenen.

- Selecteer in de Excelsheet een 5x2 matrix (matrix voor de statistische gegevens)
- Type in de formulebalk =lijn en/of klik op direct op de getoonde functie (Figuur 21)



Figuur 21 De functie LIJNSCH.

- Selecteer het bereik van y en voer de ; in
- Selecteer het bereik van x en voer de ; in
- Vul daarna in 1;1 en sluit met een). LAAT DE CURSOR IN HET INVOERVELD VAN fx STAAN!!!!
- Druk in Ctrl – Shift en houdt deze ingedrukt en druk Enter in
- Alleen dan worden de statistische gegevens (Figuur 22) weergegeven

R	U(V)		0,001141	0,613636
0	1,00	$\sigma \rightarrow$	4,44E-05	0,262716
1,00E+03	2,00		0,986549	0,465746
2,00E+03	3,00		660,0803	9
3,00E+03	4,00		143,1841	1,952273
4,00E+03	5,00			
5,00E+03	6,00			
6,00E+03	7,00			
7,00E+03	8,00			
8,00E+03	9,50			
9,00E+03	11,00			
1,00E+04	13,00			

Figuur 22 Statistische gegevens.

Raadpleeg de helpfunctie van Excel voor de betekenis van de statistische gegevens.

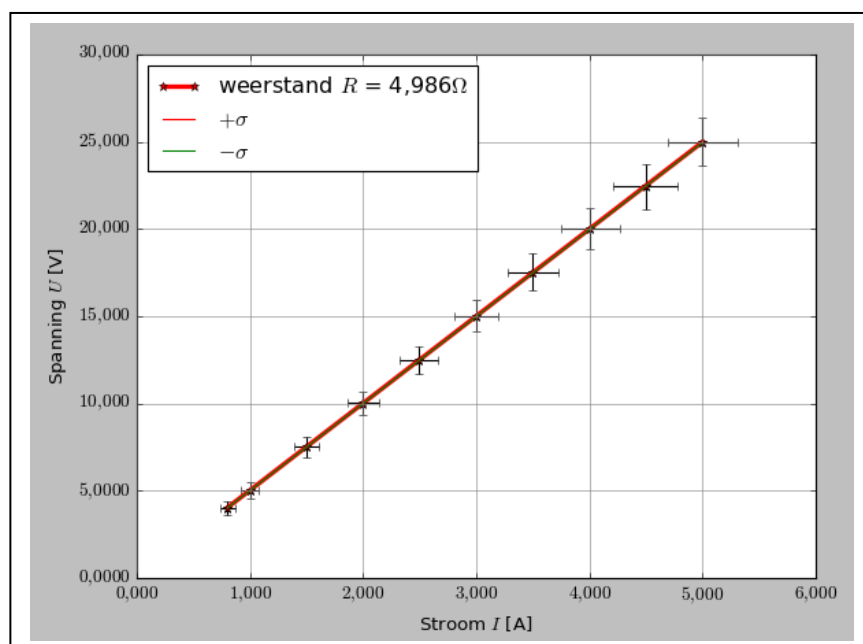
Bijlage 9 Grafieken met Python

De opleiding Technische Natuurkunde heeft voor de programmeertaal Python (lessen Python in blok 1.3) gekozen vanwege het feit dat er krachtige “tools” beschikbaar zijn voor o.a. dataverwerking in de vorm van grafieken. In dit Python voorbeeld wordt uitgegaan van de weerstandsmeting (zie ook Bijlage 2 Voorbeeld meetrapport) waarbij in de onzekerheid in de stroommeting (**IE**) een factor 10 groter en de onzekerheid in de spanning (**UE**) een factor 100 groter genomen is. Dit alleen om de meetonzekerheid in de Python grafiek duidelijk uit te laten komen. De stroom I (A) en de spanning U (V) zijn gemeten met een DMM.

Data bestand (een enkele spatie tussen de meetresultaten en onzekerheden):

```
#I(A) IE U(V) UE
0,803 0,070 4,028 0,42
1,000 0,081 5,028 0,47
1,501 0,110 7,529 0,58
1,999 0,139 10,023 0,70
2,495 0,168 12,500 0,81
3,000 0,197 15,028 0,93
3,502 0,226 17,526 1,05
4,010 0,255 20,032 1,16
4,494 0,283 22,426 1,27
5,002 0,312 24,986 1,39
```

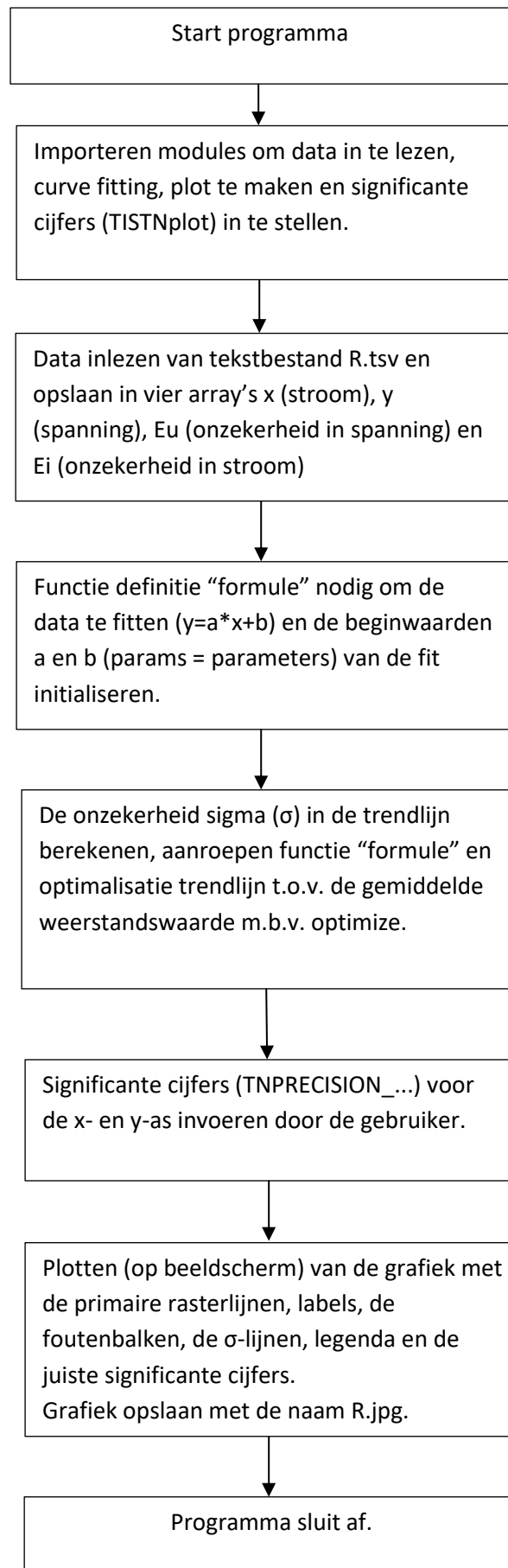
In de grafiek (Figuur 23) zijn ook twee extra lijnen ($+\sigma$ en $-\sigma$) opgenomen die aangeven waarbinnen de trendlijn valt op basis van de berekende gemiddelde waarde van de weerstand R .



Figuur 23 Grafiek met onzekerheid gerealiseerd met Python.

De pseudocode en de Pythoncode zijn opgenomen op de volgende bladzijden van deze bijlage.

Pseudocode (de lezer krijgt de programma opbouw in beschrijvende vorm aangeboden).



Figuur 24 Pseudocode Pythonprogramma

Python code

```
'''
Importeren van de nodige modules
'''

import numpy as np
import pandas as pd
import matplotlib.pyplot as plt
from scipy import optimize
import TISTNplot as TN #te downloaden van Blackboard; plaats bestand in dezelfde map als de Python code
                        # De Blackboard Course is xx-xx Programmeren ( xx-xx is het cursusjaar vb: 17-18)

'''
Het databestand R.tsv is een tekstbestand met spaties tussen de meetwaarden en onzekerheden.
Het databestand wordt ingelezen en omgezet in een numpy-array's. De data is: x-as (stroom) met
onzekerheid Ei en y-as (spanning) met onzekerheid Eu.
'''

data=pd.read_csv('R.tsv', sep=' ', header=0, names=['A','IE','V','UE'], decimal=',') #bij sep=' ' een spatie
                                          # tussen de ' '

x=data['A']    # is een pandas array
y=data['V']
Eu=data['UE'] #onzekerheid in de spanningsmeting
Ei=data['IE'] #onzekerheid in de stroommeting

'''
Functie definitie om de trendlijn te berekenen. De beginwaarden van a en b zijn gedefinieerd met de list
params.
'''

def formule(x,a,b):
    return (a*x+b)

params=[5,0]

'''
De onzekerheid sigma in de trendlijn wordt berekend met de covariantie. Optimalisatie trendlijn t.o.v. de
gemiddelde weerstandswaarde d.m.v. optimize.
'''

params,covariance=optimize.curve fit(formule, x, y, params)
sigma = np.sqrt(np.diag(covariance))

#vervolg Pythoncode op de volgende bladzijde.
```

'''

De significante cijfers voor de x- en y-as en de weergave van de x- en y-as worden met de functie TISTNplot (import as TN) opgevraagd. Programma TISTNplot is geschreven door D.D. Land (d.d.land@hhs.nl)

'''

```
TN.PRECISION_X=int(input("Geef het aantal significante cijfers van de x-as: "))
TN.PRECISION_Y=int(input("Geef het aantal significante cijfers van de y-as: "))
TN.fix_axis(plt.gca())
```

```
if TN.PRECISION_X >= TN.PRECISION_Y:
    n=TN.PRECISION_Y
else:
    n=TN.PRECISION_X
```

n is variabele m.b.t weergave aantal significante cijfers in het label R van de grafiek

'''

Het plotten en opslaan (als R.jpg) van de grafiek met de juiste labels bij de assen. Een optie is om ook de lijnen te laten weergeven die sigma aangeven. In dit geval is er geen gebruik van gemaakt aangezien sigma erg klein is.

'''

```
plt.grid(linestyle='-') # alleen primaire rasterlijnen
plt.xlabel('Stroom  $I$  [A]')
plt.ylabel('Spanning  $U$  [V]')
plt.errorbar(x, y, fmt='*k', xerr=Ei, yerr=Eu, label= None)
```

```
label='weerstand  $R$  = %s  $\Omega$ ' %round(params[0],n-1)
# significante cijfers wordt bepaald door de invoer (if.... else en variabele n).
```

```
plt.plot(x,formule(x,*params),'*r', linestyle='-', linewidth=3.0, label=label.replace(' ',' ',' '))
# label.replace is opgenomen om punt in het getal params[0] vervangen door een komma
```

```
plt.plot(x,formule(x,(params+sigma)), '-r', label='$+ \sigma$')
plt.plot(x,formule(x,(params-sigma)), '-g', label='$- \sigma$')
```

```
plt.legend(loc=0)
plt.show()
plt.savefig("R.jpg") # de grafiek wordt opgeslagen als jpg bestand met de naam R
```

'''

Wanneer je de Pythoncode uit een Word- of PDF-bestand kopieert dan moet je er op bedacht zijn dat er verborgen codes aanwezig kunnen zijn of dat de ' anders zijn dan de ' die met de Python editor (Idle) ingevoerd zijn. Er treden foutmeldingen op wanneer de code uitgevoerd wordt.

'''

Tot slot: in blok 1.3 wordt Programmeren (Python) als studieonderdeel aangeboden. Er worden colleges aangeboden en in het practicum ga je zelf met Python aan de slag. Bijlage 9 is in blok 1.1. en 1.2 alleen ter informatie.

Lijst met figuren

Figuur 1 Selectie koppen.	31
Figuur 2 Kop wijzigen.....	31
Figuur 3 Bijschrift figuur, tabel, formule.	31
Figuur 4 Kruisverwijzing naar figuur, tabel, formule.	32
Figuur 5 3 x 1 tabel voor formule uitlijning en nummering.	33
Figuur 6 Literatuurverwijzing IEEE.....	33
Figuur 7 Excelbestand invoegen.....	34
Figuur 8 Grafiek invoegen.	35
Figuur 9 Datapunten.....	35
Figuur 10 Trendlijn.	36
Figuur 11 Reeks bewerken.	36
Figuur 12 Trendlijn extrapoleren (voorspelling).....	37
Figuur 13 Lijnen.	37
Figuur 14 Opmaak.	38
Figuur 15 Uitgangsspanning U als functie van de weerstand R	38
Figuur 16 As-labels.	39
Figuur 17 As-labels verplaatsen.....	39
Figuur 18 As-labels verplaatst.	39
Figuur 19 Foutbalk definiëren.	40
Figuur 20 Grafiek met onzekerheid.....	41
Figuur 21 De functie LIJSCH.	42
Figuur 22 Statistische gegevens.	42
Figuur 23 Grafiek met onzekerheid gerealiseerd met Python.	43
Figuur 24 Pseudocode Pythonprogramma.....	44