

Appendix 5: VERSLAGGEVING OP DE NATUURKUNDE PRACTICA

1. Inleiding

Er zijn verschillende vormen van verslaggeving, elk met zijn eigen kenmerken en vereisten.

Het doel is altijd informatie te verschaffen aan anderen of aan jezelf (ter verkrijging van beter inzicht en overzicht van je werkzaamheden en om later te kunnen teruglezen 'hoe, waarom en wat' je gedaan hebt.

Voor de practica onderscheiden we meetblad, labjournaal, schriftelijk verslag en mondeling verslag. Het meetblad (meetrapport) is de meest primitieve vorm van een labjournaal.

Je wordt geacht altijd een labjournaal te maken. Je dient hierin ook de antwoorden op de vragen in de handleiding te noteren. Het verslag wordt aan de hand van het labjournaal gemaakt.

Verslaggeving is een wezenlijk onderdeel van 'het practicum'. Je leert bij het practicum namelijk niet alleen welke meetmethoden en instrumenten er zijn en hoe je die moet gebruiken en op welke manier je een proef moet opzetten en uitwerken, je moet ook leren hoe je daarover verslag uitbrengt. De meest voorkomende vormen zijn schriftelijke en mondelinge rapportage. Een enkele keer zul je op het practicum mondeling verslag moeten uitbrengen; een schriftelijke rapportage wordt altijd geëist.

In §3 en §4 vind je richtlijnen voor het labjournaal en het schriftelijke verslag. In §7 staan suggesties voor mondelinge verslaggeving. Deze richtlijnen worden op alle onderdelen, door alle assistenten gehanteerd.

2. Vormen van verslaggeving

Experimenteren kan erg leuk en leerzaam zijn, ook als je het alleen en helemaal voor jezelf doet. Toch zul je, als je wat verder wilt experimenteren met een bepaald onderwerp, aantekeningen moeten gaan maken om herhalingen te voorkomen en om gefundeerd richting te geven aan het vervolg van je experimenten. Dat is het begin van je labjournaal.

Het labjournaal is een registratie van de gang van zaken tijdens het experiment. Het heeft twee functies. In de eerste plaats heeft het een documentatiefunctie: met het labjournaal kan men het verrichte werk tot in detail reconstrueren. En als er meer dan één persoon bij het experiment betrokken is, heeft het ook een communicatiefunctie. Om aan deze functies te voldoen moet het volledig, begrijpelijk, overzichtelijk en leesbaar zijn. In §3 gaan we hier verder op in.

De rapportage heeft bij het practicum in het algemeen twee doelen. In de eerste plaats moet de docent (assistent) zich een oordeel vormen over het werk van de student. Daarbij speelt het rapport een belangrijke rol. In de tweede plaats kunnen andere studenten aan de hand van zo'n rapport nagaan, wat voor mogelijkheden er nog in het experiment zitten om het voort te zetten. Dit speelt vooral een rol bij de 'open' experimenten.

Wanneer je schrijft voor mensen, die nauw betrokken zijn bij je onderzoek of die zich daarin willen verdiepen, dan moet je vrij uitgebreid rapporteren. De lezer moet kennis kunnen nemen van de overwegingen die aan het onderzoek ten grondslag liggen en van de theoretische uitgangspunten. Hij of zij zal willen weten wat er geprobeerd is, wat daarvan de resultaten zijn, of er uitgehaald is

wat er in zat en of er aanleiding is tot voortzetting van het onderzoek en dergelijke.

Meestal zijn deze rapporten nogal uitvoerig en verschijnen ze in een kleine oplage. Ze worden in onderwijssituaties vaak verslagen genoemd (practicumverslag, afstudeerverslag), daarbuiten ook wel interne rapporten.

De eisen die wij aan verslagen stellen zijn zodanig dat de vorm ervan vooruitloopt op een in het wetenschappelijk onderzoek gebruikelijk vorm: het artikel of de publicatie in een wetenschappelijk tijdschrift.

Het kan ook zijn, dat je schrijft voor iemand, die voornamelijk geïnteresseerd is in de resultaten van je experiment. De lezer is dan meestal op de hoogte van de theorie achter het verschijnsel of de grootheden, die je meet en van de meetmethode. Het accent van je rapport moet dan vallen op de uitkomsten, terwijl de theorie, de meetmethode en de opstelling beknopt worden vermeld. Deze vorm van rapportering noemen we meetrapport. In zijn meest beknopte vorm is dit een meetblad of werkblad, dat alleen maar ingevuld hoeft te worden. Meetrapporten worden op het practicum alleen in het begin van het eerste semester gebruikt.

3. Het labjournaal

Het labjournaal schrijf je in de eerste plaats voor jezelf. Je legt vast wat je gedaan hebt, hoe je het deed en waar je op moet letten en dergelijke, zodat je later direct begrijpt wat je gedaan hebt en je het zonodig kunt herhalen. Verder is het de basis voor je verslag. Dit is de documentatiefunctie van je labjournaal. Als er meer dan één persoon bij het experiment betrokken is, heeft het ook een communicatiefunctie.

Het spreekt vanzelf, dat het labjournaal zo volledig moet zijn, dat je later geen informatie mist. Werk daarom niet met kladjes, want die raken weg of leiden tot overschrijffouten.

Noteer direct alles, waarvan je denkt, dat het nuttig is. Het zal daardoor onvernijdelijk zijn, dat er doorhalingen en verbeteringen in zitten, maar probeer het op z'n minst goed leesbaar te houden (ook voor anderen). Dit leesbaarheidsprobleem wordt natuurlijk opgelost door het labjournaal direct op de computer te maken. Probeer verder om het overzichtelijk te maken. Dat kan onder andere door veelvuldig gebruik van tabellen en grafieken. De leesbaarheid en overzichtelijkheid worden zeker bevorderd door het gebruik van genormaliseerde symbolen en S.I.-eenheden.

Wat moet je nu allemaal vermelden in je labjournaal? In ieder geval:

- a. *wat* je gaat meten: welke grootte, of welk verschijnsel, eventueel met wat theorie;
- b. *hoe* je gaat meten: met welke methode. Als de te bestuderen grootte wordt afgeleid uit meting van andere grootheden, moet je de formules die daarop betrekking hebben vermelden. Als het experiment wat ingewikkelder is, zul je een meetplan maken. Dat vermeld je natuurlijk. Verder geef je een beschrijving van de opstelling. Dit kan een schets zijn of een schema, bij ingewikkelde opstellingen een blokschema, waarin elk blok een apparaat of een deelopstelling met een bepaalde functie is. Bij Optica is dit een schets met een stralengang. Het is niet toegestaan voor schets of schema naar de handleiding te verwijzen; die beschouwen we als tijdelijke hulp. Je mag wel naar voorafgaande experimenten in je labjournaal verwijzen.
- c. *gegevens van de apparatuur*: nauwkeurigheid van meters, waarde van de voedingsspanning, sterkte van een lens, aantal lijnen per lengte-eenheid van een tralie; eventueel merk en type van een apparaat.

- d. *de onbewerkte waarnemingen*, dat wil zeggen: de waarden, die van de meters zijn afgelezen; anders is een eventuele foute meting achteraf nooit meer te achterhalen.
- e. *de resultaten*, dus eventuele tussenresultaten en het eindresultaat, liefst met commentaar. Zonodig vermeld je bij de uitwerking nog eens de formule(s), waarmee de grootte wordt berekend uit de gemeten grootheden. Het spreekt vanzelf dat zowel de nauwkeurigheid van de metingen als van de resultaten worden aangegeven. Zonodig geef je een foutenanalyse. Verdere gegevens die belangrijk (kunnen) zijn, zijn bijvoorbeeld: nulpuntscorrectie, kamertemperatuur, luchtdruk, eventuele storingen. Als je denkt, dat ze misschien van belang zijn, noteer ze dan.
- f. *de aannamen*, die je soms zonder nadenken gebruikt. Je veronderstelt bijvoorbeeld dat een blokje materiaal homogeen is, of dat de lucht geen waterdamp bevat, of dat voor lucht van 20 °C de ideale gaswetten gelden.

Om de leesbaarheid te verhogen is het raadzaam om zoveel mogelijk uit te leggen, wat je aan het doen bent en waarom zo.

4. Het verslag

Een verslag schrijf je voor mensen, die nauw betrokken zijn bij je onderzoek of die zich er verder in willen verdiepen. In practicumtermen vertaald: je doet een redelijk uitgebreid experiment, waarin je zelf een aantal dingen moet uitzoeken. Het verslag is voor de assistent, die inderdaad vrij nauw bij je experiment betrokken was, maar toch een aantal details niet weet en het is voor volgende studenten om voort te bouwen op jouw experiment.

Het moet dus behoorlijk gedetailleerd zijn om te kunnen vaststellen, waar mogelijkheden zitten om verder te experimenteren of om andere methodes te proberen. Daarbij hoort ook een theoretisch overzicht over het verschijnsel of de grootheden, die je gaat bestuderen. Om de lezer in staat te stellen om in enkele ogenblikken na te gaan, of het verslag voor hem interessant is, geef je aan het begin een samenvatting.

Hieronder vermelden we alle punten, die in een verslag aan de orde horen te komen.

a. *Titel*

Een goede titel is heel belangrijk. Stel je bent geïnteresseerd in de geluidssnelheid als functie van de temperatuur in lucht en je zoekt een artikel daarover. Dan zegt een titel als "De geluidssnelheid in gassen" je erg weinig, evenals "De geluidssnelheid in lucht". Het zou veel prettiger zijn als je titels vond als:

- "De geluidssnelheid in zuurstof, stikstof en helium bij kamertemperatuur", of
- "De geluidssnelheid in lucht bij 23 °C", of
- "De geluidssnelheid in lucht bij temperaturen tussen -10 °C en + 40 °C".

Dan weet je dat de eerste twee artikelen niet interessant zijn voor jou, en het derde wel. Soms hangt de uitkomst af van de methode, waarmee gemeten is, of wordt een nieuwe methode geïntroduceerd. Dat vermeld je dan ook in de titel.

b. *Samenvatting*

In zeer kort bestek vermeld je wat je gemeten hebt, met welke methode, wat er uitkwam en of dat overeenstemt met uit literatuur bekende gegevens. In deze samenvatting kan de lezer in korte tijd nagaan of het artikel, dat hij op grond van de titel koos, werkelijk interessant is voor

hem, zonder dat hij het hele verhaal (vluchtig) moet lezen. Het is dus belangrijk om in de samenvatting de essentie van je experiment weer te geven. De samenvatting moet zo'n 4 tot 8 regels lang zijn.

Soms is het handig om je samenvatting pas te schrijven als de rest van je verslag klaar is. Je kunt dan het beste de titelpagina van je verslag reserveren voor titel en samenvatting.

c. *Inleiding*

Hierin geef je aan wat je gaat meten, waarom je het experiment doet, wat de achtergrond ervan is. Verder geef je globaal aan, wat de lezer verder kan verwachten in je verslag.

De eerder gegeven samenvatting staat hier helemaal los van. Je doet bij wijze van spreken net of die er niet is.

d. *Theorie*

Hier vermeld je de theorie, die van belang is voor het verschijnsel of de grootheden, die je bestudeerd hebt. Het is niet de bedoeling, dat je een stuk overschrijft (of vertaalt) uit een boek of handleiding. Geef een overzicht van de theorie in je eigen woorden. Vermeld de hoofdpunten. Als de theorie in de literatuur goed behandeld wordt, geef dan geen volledige afleiding, maar verwijst naar die literatuur. Alleen als je zelf een afleiding bedacht hebt, vermeld je hem volledig.

e. *Meetmethode en Opstelling*

Deze moeten vrij gedetailleerd beschreven worden om de lezer in staat te stellen zich een goed oordeel te vormen over hoe er gewerkt is en om een eventueel vervolg van het experiment mogelijk te maken. Hierbij hoort een schets van de opstelling, bij optische opstellingen met stralengang. Bij elektrische metingen een schema; bij ingewikkelde opstellingen een blokschema, waarin elk blok een deelopstelling of een apparaat is met een bepaalde functie. Alle relevante gegevens van de apparatuur dienen hier vermeld te worden. Soms zijn dat ook merk en type van een apparaat.

Verder moet je alle belangrijke experimentele gegevens vermelden, zoals belichtingstijden, snelheid van temperatuurverandering bij een thermisch experiment, zuiverheid van materialen, enzovoorts. Voor zover er theorie van belang is voor je meetmethode, geef je die hier; evenals bij het vorige punt, niet met complete afleidingen, behalve als die van jezelf zijn.

Het is niet toegestaan voor schets of schema naar een boek of handleiding te verwijzen. Die horen beslist in je verslag te staan.

f. *Uitwerking*

Geef aan hoe de uitwerking verloopt. Als je daarbij bepaalde formules gebruikt, vermeld ze hier dan, eventueel onder verwijzing naar de voorafgaande theorie of naar literatuur.

Het is niet nodig de onbewerkte waarnemingen in het verslag te vermelden (wel in het labjournaal!); we mogen aannemen, dat je eventuele fouten daarin al opgespoord en verbeterd hebt tijdens de verwerking ervan. Tussenresultaten en eindresultaten worden zoveel mogelijk in de vorm van tabellen en grafieken weergegeven. Geef steeds de nauwkeurigheid van de resultaten aan.

g. *Discussie*

Hierin ga je na, in hoeverre je uitkomsten overeenstemmen met bekende gegevens uit de literatuur. Je probeert eventuele verschillen te verklaren, en aan te geven aan waar jouw methode beter, slechter of anders is. Verder suggereer je mogelijke verbeteringen van het experiment en eventuele interessante vervolggelaxperimenten.

h. *Literatuur*

Vrijwel altijd wordt er in het verslag enige malen naar literatuur verwezen. Doe dat niet door steeds in je verhaal een uitgebreide vermelding te geven, maar door bijvoorbeeld alleen de auteursnaam te noemen, of zelfs alleen een verwijfsnummer [n], dat naar de n^e auteur verwijft. Achteraan je verslag vermeld je dan precies, waar de betreffende literatuur te vinden is. Voorbeelden staan in §6.

Als je experiment bestaat uit het ontwikkelen van een stuk apparatuur of het ontwerpen van een opstelling, dan zal het karakter van je verslag wat anders zijn: de punten d en e zullen wat technischer zijn en in f beschrijf je het testen ervan en de daaruit afgeleide specificaties, zoals nauwkeurigheid, stabiliteit en betrouwbaarheid. Bij wat uitgebreidere verslagen is het verstandig om een inhoudsopgave te geven. Deze komt dan tussen de samenvatting en de inleiding.

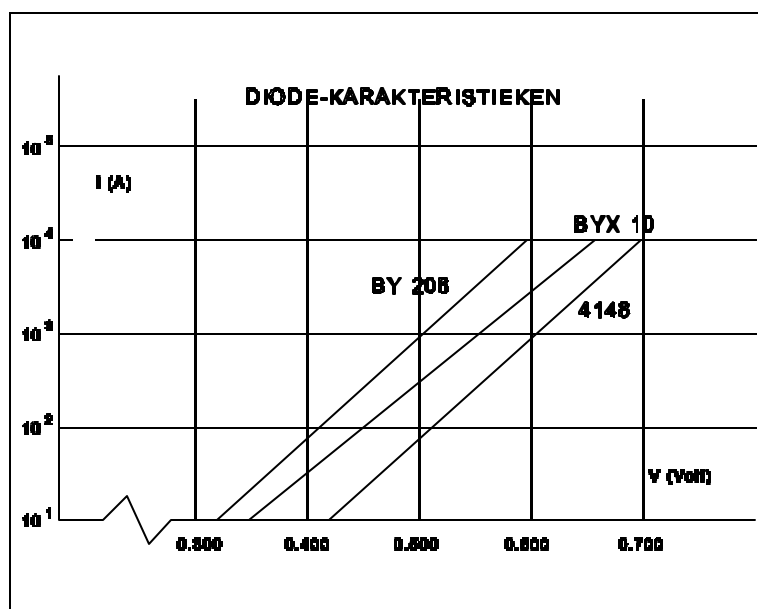
5. Opmerkingen

Grafieken

Grafieken moeten 'voor zich spreken'. Zij moeten zo duidelijk zijn en zoveel gegevens bevatten, dat de lezer ze begrijpen kan zonder precies de bijbehorende tekst uit het verslag te lezen.

Zet duidelijk bij de assen, welke grootheden je uitzet en in welke eenheden ze gemeten zijn.

Hiernaast is een eenvoudig voorbeeld weergegeven.



Formules

De leesbaarheid wordt duidelijk verminderd door ingevulde formules.

$$\begin{aligned}
 V &= I \cdot R \\
 &= 1,00(1) \text{ mA} \cdot 1000(5) \text{ } \Omega \\
 &= 1,00(1\%) \cdot 1000(0,5\%) \\
 &= 1000 \text{ Volt (1,5\%)} \\
 &= 1,000(15) \text{ Volt} .
 \end{aligned}$$

Het meest overzichtelijke is om de formule (of zijn nummer) te geven en apart daarvan de getalwaarden, die je gaat invullen. Daarna vermeld je het resultaat.

Voorbeeld:

Voor de berekening van de brandpuntsafstand gebruiken we de formule van Gauß:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{s} + \frac{1}{s'}$$

Invullen van $s = 28,5(1)$ cm en $s' = 58,7(8)$ cm levert: $f = 19,2(1)$ cm.

Hoe zou deze invuloefening eruit zien, als je hem helemaal ging uitschrijven, met s en s' ingevuld?

Objectief schrijven

Een verslag hoort in zekere mate objectief te zijn. Daarom is het niet gebruikelijk om de persoonlijke ervaring weer te geven, zoals: "Tot mijn verbazing...", of: "Ik deed dit en daarna...", of: "Gelukkig wist de assistent...".

Gebruikelijker formuleringen zijn:

"Het resultaat bleek...", of: "De meettijd bedroeg...", of: "De oplossing hiervan...".

Je mag natuurlijk best een persoonlijk tintje aan je verslag geven, maar probeer wel zakelijk te blijven.

6. Literatuur opgeven

Voorbeelden van de manier waarop je literatuur kunt opgeven:

[1] G.L. Squires - Fysisch experimenteren, H 13.

[2] F.W. Inman, C.E. Miller - Am.J.Phys. 41, 349 (1973).

In de laatste verwijzing betekent Am.J.Phys.: American Journal of Physics; 41, 349 (1973) betekent deel 41, bladzijde 349, uit het jaar 1973.

Namen van tijdschriften worden vrijwel altijd op eenvoudig herkenbare wijze afgekort. Bij boeken wordt vaak de uitgever en het jaar van uitgave vermeld.

7. Mondelinge verslaggeving

Ook bij mondelinge verslaggeving kennen we inhoudelijk verschillende vormen, afhankelijk van het doel ervan en bepaald door het niveau van het gehoor. Zo kan men bijvoorbeeld verslag doen aan collega's binnen het vakgebied, collega's buiten het vakgebied, leken, etc. Het verslag kan het karakter hebben van een werkbepreking, of van een presentatie van resultaten, of van een lezing op bijv. een congres. Het kan ook dienen om collega's in te werken, etc. De grootte van het gehoor bepaalt mede de toe te passen hulpmiddelen.

In de praktijk van de fysica vervult een mondelinge verslag een rol bij informatie, communicatie en instructie.

Vaak wordt in een mondelinge verslag, in tegenstelling tot bij schriftelijke verslaggeving minder uitvoerig op details ingegaan; het mondelinge verslag is vaak bedoeld om in grotere lijnen informatie over het experiment te geven (waarbij soms details essentieel kunnen zijn), om begrip over het

experiment, de (theoretische) achtergronden, de opstelling en de resultaten aan te brengen. Dat bepaalde details in het verslag niet aan de orde komen, betekent niet dat men vrijblijvend maar wat kan vertellen; de grote moeilijkheid bij het mondeling verslag is dat men nauwkeurig en snel moet formuleren en dat kan alleen als men goed op de hoogte is van waar men over praat en als men goed voorbereid is. Anders dan bij een schriftelijk verslag kan men niet telkens een ongelukkige formulering "uitwissen en vervangen door een betere".

De tijdsduur van een mondeling verslag hangt af van het doel en wordt meestal extern bepaald: er wordt botweg een beperkte spreektijd geboden.

Men dient zich bij de opbouw van het verhaal en bij de presentatie ervan te realiseren dat een gemiddelde toehoorder niet langer 15 tot 20 minuten geconcentreerd kan luisteren. Zorg dus op gezette tijden voor een onderbreking of wat ontspanning (denk hierbij aan het vertellen van een anekdote, het uitvoeren van een demonstratie, toepassen van hulpmiddelen, etc)

Bij mondelinge verslaggeving behoort ook interactie met het gehoor. Men kan de spreker onderbreken met vragen of met een discussie, maar men kan de vragen en discussie ook uitstellen tot na het verhaal.

Hierna volgen enige nuttige wenken voor mondelinge verslaggeving in het algemeen en voor het practicum in het bijzonder.

1. Bereid het verhaal goed voor door inhoudelijk goed op de hoogte te zijn. Beoordeel tevoren het niveau van het publiek en de omvang van het gehoor en de locatie.
In het geval van het practicum vertel je jouw verhaal aan collega's (medestudenten uit jouw practicumgroep), die op hetzelfde vakgebied bezig zijn, maar die jouw experiment niet kennen.
2. Breng structuur in het verhaal aan. Een goed verhaal heeft duidelijk een kop en een staart. Vertel in een inleiding waar het verhaal over gaat. Bespreek daarna de achterliggende theorie. Het is niet aan te geven wat hiervan de diepgang moet zijn. In ieder geval moet de toehoorder begrijpen waar het experiment over gaat. Vermeld van belang zijnde formules, leg ze uit, maar leid ze niet af. Na een beschrijving van de opstelling worden tot slot de resultaten besproken. Een eventuele discussie met de toehoorders is soms, maar niet altijd te voorzien, dus is het ook moeilijk voor te bereiden.
In het geval van het practicum moet je streven naar een verhaal dat ongeveer 10 minuten duurt, maar zeker niet meer tijd in beslag neemt dan een kwartier. We zullen ook een eventuele discussie of vragen opzouten tot na het verhaal. Je wordt in principe alleen onderbroken in het geval dat je verhaal ernstige onjuistheden bevat.
Indien men als koppel gewerkt heeft, bespreekt ieder een ander aspect van het experiment, of men deelt bijvoorbeeld het verhaal op in een theoretisch en in een experimenteel gedeelte. Voer hierover overleg met je practicumpartner!
3. Probeer je bewust te zijn van door jou gebezigde 'stopwoordjes'. Deze kunnen hinderlijk zijn en de aandacht afleiden. Praat niet te snel en probeer zo duidelijk mogelijk te formuleren. Een vage formulering doet bij de toehoorders snel vragen en/of slaap opkomen.
4. Maak waar mogelijk gebruik van hulpmiddelen (krijtbord, overheadprojector, videoscherm, geluidsversterking, computer (multimedia), etc.).
Zorg ervoor dat de hulpmiddelen ook werkelijk helpen, dus voldoende zichtbaar of hoorbaar

zijn. Een veel gemaakte fout is dat er op overheadsheets of beeldschermen te veel tekst staat, zodat het lettertype te klein uitvalt. Ook wordt dan het parallel luisteren en lezen moeilijker.

Zorg dus voor een groot lettertype en een korte, krachtige tekst.

Het krijtbord is een ouderwets, maar nog steeds wel toegepast hulpmiddel. het wordt vaak verdrongen door viltstiftborden of beschrijfbaar overheadsheets. Het 'live' schrijven vindt vooral toepassing als een formule aan de hand van het verhaal opgesteld wordt en 'groeit'. Zelden wordt er tekst geschreven.

Meestal wordt gebruik gemaakt van overheadsheets of multimedia-presentaties die van te voren voorbereid zijn.

Op het practicum zijn schrijfborden en overheadprojectoren aanwezig. De sheets kunnen met de hand beschreven worden, maar kunnen ook (speciaal soort!) m.b.v. de kopieermachine gemaakt worden.

8. Literatuur over verslaggeving

Meer over verslaggeving kun je onder andere in de volgende boeken vinden:

| | |
|------------------------------|---|
| R. Barrass | - Scientists must write. |
| H. de Boer | - Schriftelijk rapporteren. |
| R. Geel | - Hoe zet ik mijn gedachten op papier? |
| H.A.J.M. Lamers | - Hoe schrijf ik een wetenschappelijke tekst? |
| J. Terwan, C. v.d. Weteringh | - Van inleiding tot samenvatting. |
| B.J. Brinkworth | - An introduction to experimentation, H7. |
| J.P. Holman | - Experimental methods for engineers, 2-12. |
| G.L. Squires | - Fysisch experimenteren, H1 |