

naam: .....	nr: .....	klas: .....	schooljaar: .....
-------------	-----------	-------------	-------------------

## PRACTICUM 7

### EEN WETENSCHAPPELIJK VERSLAG SCHRIJVEN

#### 1. Inleiding<sup>1</sup>

Het schrijven en publiceren van verslagen is voor wetenschappers een belangrijk onderdeel van hun werk. Een verslag kan dienen om je uitgevoerd werk, project, ideeën en conclusies aan anderen uit te leggen of kenbaar te maken. Evengoed kan het dienen om anderen van je besluiten te overtuigen of zelfs om je eigen capaciteiten in de verf te zetten. Het mag duidelijk zijn dat een verslag tot in de puntjes verzorgd moet zijn; niet alleen qua lay-out, maar ook qua overzichtelijkheid, qua opbouw en uiteraard qua inhoud. In veel hogere studies en ook in je latere werkomgeving is het een oefening die je nog vaak zal maken.



**Wat is nu een verslag** Het is een tekst, maar geen proza. Je gebruikt de tekst om op een zakelijke manier te rapporteren, over de meest uiteenlopende onderwerpen: een zakenreis, een chemisch experiment, een wiskundig probleem, etc. Een verslag moet

- ◇ volledig maar eerder beknopt en zonder overbodige franjes zijn,
- ◇ een logische structuur hebben, en
- ◇ gemakkelijk te lezen zijn.

Hiermee bedoelen we dat de lezer snel zicht moet krijgen op de opbouw en de inhoud van het verslag. Het is niet aan de lezer om bepaalde passages verschillende keren te moeten herlezen om te achterhalen en te interpreteren wat precies wordt verteld.

**De vorm van een exact-wetenschappelijk verslag is specifiek** Het verschilt van bijvoorbeeld een boekbespreking of taalkundig onderzoek. In wat volgt leggen we de structuur van een wetenschappelijk verslag uit en preciseren we hoe je moet omgaan met wiskundig schrijven.

**Een goed verslag schrijven vraagt oefening** Het is een opdracht waarin je door rigoureuus en volledig te zijn, duidelijk kan tonen aan de lezer dat je volledig het onderwerp van het verslag beheerst. Onderstaande richtlijnen in verband met de inhoud, de vorm en de stijl van een verslag moeten niet zozeer naar de letter, maar wel naar de geest gevolgd worden. De opdrachtgever kan uiteraard nog specifieke eisen stellen naargelang het onderwerp van de opdracht.

#### 2. Structuur van een wetenschappelijk verslag

In principe heeft een wetenschappelijk verslag de volgende structuur:

- Titel
- Samenvatting
- Inleiding
- Hoofddeel
- Besluit

Bij lange verslagen is het beter om nog een inhoudstafel en een referentielijst toe te voegen. Dit is de basisstructuur zoals die voor wiskundige verslagen wordt toegepast<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Gebaseerd op E. Mathijs, *Schrijfstijl wetenschappelijke tekst*, KU Leuven (2006).

<sup>2</sup>Bij de empirische wetenschappen (bv. chemie en fysica, waar, in tegenstelling tot de wiskunde, experimentele toetsing een essentieel onderdeel vormt) bestaat de opbouw van het verslag uit meer specifieke onderdelen: titel, inleiding, samenvatting, methode en materialen, hoofddeel, resultaten, discussie, conclusie, bijlagen, referenties. We verwijzen naar L. Kirkup, *Experimental methods: An introduction to the analysis and presentation of data*, Singapore (1994).

Hieronder vind je de verschillende onderdelen verder uitgelegd<sup>3</sup>.

**Titel** De keuze van de titel is niet onbelangrijk. De lezer moet het onderwerp van het verslag onmiddellijk uit de titel kunnen halen. Een titel als *Verslag practicum ecologie* is te algemeen. Ook woorden als *Studie van* en *onderzoek naar* worden best vermeden, alsook afkortingen, formules of merknamen. Bij een langer verslag maak je best een titelblad.

NIET: ‘Practicum 11 februari 2010’ of ‘Oefening 28 pagina 40’

WEL: ‘Elliptische baan van een planeet’ of ‘Lineaire groei versus exponentiële groei’

**Samenvatting** De samenvatting van een verslag is enkele regels lang: onderwerp van het onderzoek, het belang en eventueel wat je eruit concludeert.

**Inleiding** In de inleiding wordt eerst het onderwerp of je probleemstelling verduidelijkt en in welke context het geheel kadert. In tweede instantie licht je de opbouw van het verslag toe. Hier wijs je op de samenhang tussen de hoofdstukken. De bedoeling is dat de lezer inzicht krijgt in het gestelde probleem en de aanpak ervan.

**Hoofddeel** De andere delen dienen om te structureren, te duiden en het overzicht te bewaren. Het hoofddeel omvat het eigenlijk gepresteerde werk dat op een samenhangende manier geschreven is. Dat is zeker geen opsomming van antwoorden op de gestelde vragen! Bovendien moet de redenering op een heldere manier zijn opgeschreven zodat een lezer uit je doelgroep niet al te veel moeite moet doen om je argumenten en overgangen te begrijpen.

**Besluit** In het besluit grijp je terug naar je probleemstelling of onderzoeksvraag uit de inleiding. Samen met de inleiding geeft het besluit een volledige samenvatting van het probleem en zijn oplossing. Je verwijst hier niet naar ingevoerde formules of methodes die je besproken hebt in de tussenliggende delen, maar je geeft aan op welke manier en in hoeverre je geslaagd bent in je opzet. Hier horen ook vergelijkingen met gekende resultaten, opmerkingen over methodiek, tekortkomingen, het formuleren van vermoedens en suggesties voor verder onderzoek in thuis.

## 2. Richtlijnen voor wiskundig schrijven

Het opschrijven van een wiskundige redenering, een bewijs of meer uitgebreid een nota, artikel of thesis wordt ook wel **wiskundig schrijven** genoemd. Zo’n redenering opschrijven is niet zomaar iets wat je doet nadat je de oplossing gevonden hebt. Het vergt heel wat oefening om hierin bedreven te worden. Deze richtlijnen<sup>4</sup> dienen dan ook om je hierin te ondersteunen.


### Wiskundige correctheid

Een correcte, consistente en ondubbelzinnige redenering maken is moeilijker dan je denkt. Een nodige voorwaarde is dat je zelf 100% overtuigd bent van datgene wat je opschrijft. We overlopen enkele typische valkuilen.

- ◇ **Rekenvaardigheid** Het algebraïsch manipuleren van functievoorschriften, formules, vergelijkingen, stelsels, etc. uit de eerste en de tweede graad is gekend verondersteld. Enkele misverstanden die aan de basis liggen voor heel wat elementaire rekenfouten in de derde graad (de uitspraken gelden voor gepaste keuze van  $a, b, c, d \in \mathbb{R}$ ):
  - ▷ rekenen met vierkantswortels, o.a.  $\sqrt{a+b} \neq \sqrt{a} + \sqrt{b}$  want  $\sqrt{9+16} \neq 3+4$ ;  $\sqrt{a^2} \neq a$  want  $\sqrt{(-3)^2} \neq -3$ ;
  - ▷ vereenvoudigen van breuken, o.a.  $\frac{2a+b}{2c+d} \neq \frac{a+b}{c+d}$ ,  $\frac{2a+b}{2c+2d} \neq \frac{a+b}{c+d}$ ,  $\frac{2a+2b}{2c+d} \neq \frac{a+b}{c+d}$ ;
  - ▷ ongelijkheden, o.a. uit  $ac > bc$  volgt niet noodzakelijk dat  $a > b$  want  $5 \cdot (-2) > 7 \cdot (-2)$  en toch is  $5 < 7$ ;  
uit  $\frac{a}{b} > 0$  volgt niet noodzakelijk dat  $a > 0$  en/of  $b > 0$  want  $\frac{-7}{-3} > 0$  en toch is  $-3 < 0$  en  $-7 < 0$ ;  
uit  $a^2 > b^2$  volgt niet noodzakelijk dat  $a > b$  want  $(-7)^2 > 3^2$  en toch is  $-7 < -3$ .
- ◇ **Correct gebruik van implicatie en equivalentie** Vaak is een redenering wiskundig fout omdat men de *enkele pijl*  $\Rightarrow$  verwart met *dubbele pijl*  $\Leftrightarrow$ . Onderstaande tabel geeft aan wat het onderscheid is. Voor de formele definitie van deze logische operaties verwijzen we naar het leerstofonderdeel logica.

naam	symbool	voorbeeld	lees als
implicatie	$\Rightarrow$	$x = -2 \Rightarrow x^2 = 4$	als $x = -2$ dan $x^2 = 4$
equivalentie	$\Leftrightarrow$	$x = \pm 2 \Leftrightarrow x^2 = 4$	$x = \pm 2$ als en slechts als $x^2 = 4$

<sup>3</sup>Voor een voorbeeld van een wetenschappelijk verslag (althans wat de structuur betreft) verwijzen we naar K. De Naeghel, *Vijf bewijzen voor de irrationaliteit van  $\sqrt{2}$* , Onze-Lieve-Vrouwecollege Assebroek (2011) . Zie ook pagina A-124.

<sup>4</sup>Referenties voor wiskundig schrijven zijn N.J. Higham, *Handbook of Writing for the Mathematical Sciences*, Society for Industrial and Applied Mathematics (1998) en F. Vivaldi, *Mathematical writing for undergraduate students*, The university of London (2013) .

- ◇ **Letters voor onbekenden eerst introduceren** Wanneer je een nieuwe letter gebruikt dan hoor je eerst aan te geven waar die letter voor staat. Enkel op die manier kan de lezer jouw redenering volgen.

### Wiskundig verwoorden

Een wiskundige redenering bestaat zeker niet alleen uit symbolen (formules, vergelijkingen, ...). Je hoort ook **bindtekst** te schrijven: taalkundige zinnen die aangeven wat je van plan bent, hoe uit de ene vergelijking de andere volgt, hoe je een controle kan maken, etc. Slechts dan zal een lezer weten wat jij bedoelt, ook al heeft hij/zij het probleem niet zelf opgelost. Typische voorbeelden van bindwoorden- en zinnen vind je in onderstaande tabel. Wanneer je een deel van de redenering weg laat, hoor je de aard en de lengte van het weggelaten deel te duiden (tweede kolom). Houd de lezer op de hoogte waar je je ergens in je redenering bevindt, en wat er nog moet gebeuren (derde kolom).

Bindwoorden		
anders gezegd, anderzijds is, dan geldt, diensgevolge, dus, echter, enerzijds is, equivalent is, er geldt dat, ergo, gelijkstellen levert, hieruit volgt, met als gevolg dat, neem, noem, of nog, omdat ... is, op die manier is, terwijl, uit ... volgt dan, veronderstel dat, voor ... vinden we, voor ... bekomen we, want, waaruit, waaruit we vinden dat, waaruit volgt dat, we besluiten dat, we hebben, we vinden, zij, zodat, zodoende is		
Bindzinnen		
Ons eerste doel is om ...	Men kan eenvoudig aantonen dat ...	Eerst tonen we aan dat ...
Wa vermoeden dat ...	Twee keer toepassen van ... geeft ...	Het probleem is te vereenvoudigen tot ...
Het idee van het bewijs is ...	Een gelijkaardig argument toont ...	Tenslotte moeten we aantonen dat ...

## 3. Schrijftips

Bij het maken van een verslag (in het bijzonder voor exacte wetenschappen) moet je ontzettend veel aandacht besteden aan de **duidelijkheid**. Je moet een tekst schrijven die voor doelpubliek *gemakkelijk* te lezen is. Met je verslag wil je de lezer laten begrijpen wat jij te rapporteren hebt. Zorg dat hij/zij de aandacht bij het onderwerp kan houden. Je hebt er dus alle belang bij dat de lezer geen nutteloze aandacht moet besteden aan het ontrafelen van een slecht opgebouwde zin of redenering.

Duidelijk schrijven betekent dat je *wetenschappelijke taal* correct gebruikt zodat de betekenis niet verloren gaat. Om dat doel te bereiken geven we enkele tips in verband met het integreren van wetenschappelijke informatie in een Nederlandse tekst. De opsomming die daarna volgt, gaat over het gebruik van het Nederlands en is evengoed bruikbaar in elk deel van een verslag waar geen wetenschappelijke gegevens meer zijn ingevoerd.

**Tip 1. Wiskundige formules** kunnen deel uitmaken van een Nederlandse zin, maar je mag formules en tekst niet dooreen halen. Gebruik in een taalkundige zin ook geen losse symbolen als  $\forall, \exists, \Rightarrow, \Leftrightarrow$ . Laat een regel nooit beginnen met een wiskundig symbool. En verwijs eenduidig naar een eerdere vergelijking.

NIET:  $x$  is positief  $\Rightarrow$  de oplossing van de vergelijking = 17.

WEL: Nu is  $x$  positief, zodat de oplossing van de vergelijking (\*) gegeven wordt door  $x = 17$ .

**Tip 2. Hoe verwijs je naar jezelf** De meest gangbare keuze voor het persoonlijk voornaamwoord is *we*, ook al is er slechts één schrijver. *We* kan ook verwijzen naar *de lezer en ikzelf*. *Ik* is vrijpostig en vereist een meer persoonlijk contact met de lezer.

NIET: Ik heb het idee om ... / Ik heb eerder al gezegd dat... / Nu ga ik aantonen waarom ...

WEL: Ons idee is om ... / We hebben eerder gezien dat... / Vervolgens tonen we aan waarom ...

**Tip 3. De gegeven opdracht moet geïntegreerd zijn in het verslag** Terwijl je het verslag maakt hou je best een lezer in gedachten die de opdracht niet kent. Het is niet zo elegant om de gestelde vraag letterlijk over te nemen en dan je antwoord te formuleren. Verwerk dus de probleemstelling in de tekst.

NIET: Wat is de snelheid in functie van de tijd? Op  $t = 0$  is  $v(0) = \dots$

WEL: Om het verband te kennen tussen de snelheid en de tijd, berekenen we de eerst de beginsnelheid  $v(0)$  ...

**Tip 4. Geef geen droge opsomming van gegeven, gevraagd, oplossing** Door eerst het gegeven op te schrijven, het gevraagde te formuleren en tenslotte de berekening te maken, vind je het antwoord op een vraagstuk. Dat is je oplossingsmethode (of werkwijze). Het behoort tot het voorbereidend werk van je verslag. Het verslag zelf gebruikt een andere invalshoek.

**Tip 5. Vervang in de tekst geen woorden of zinsdelen door symbolen** De symbolen  $\forall$  en  $\exists$  hebben alleen maar betekenis in wiskundige uitspraken. Beter is om *voor alle* en *er bestaat* voluit te schrijven, alsook *dus*, *daaruit volgt* etc. in plaats van het symbool  $\Rightarrow$ . Dat verhoogt de duidelijkheid. Zie ook Tip 1.

**Tip 6. Getallen in een tekst schrijf je liefst voluit, tenzij ze de waarde van een variabele zijn**

NIET: Uit de 3 gegevens leiden we af dat de functiewaarde van drie gelijk is aan  $f(3) = 7$ .

WEL: Uit de drie gegevens leiden we af dat de functiewaarde van 3 gelijk is aan  $f(3) = 7$ .

**Tip 7. Verwijzingen naar tabellen en figuren gebeuren op dezelfde manier als verwijzingen naar langere formules** Omvangrijke tabellen of figuren, of tabellen en figuren waarnaar in de tekst slechts zijdelings wordt verwezen, kun je ook toevoegen als bijlage.

**Tip 8. Een goede zinsbouw en correct Nederlands** zorgen voor een goed leesbare tekst. Een wetenschappelijk verslag is allerminst een opeenvolging van formules, cryptische codetaal, tabellen en figuren. Nederlandse zinnen moeten de formules duiden en in een context plaatsen. Je kan bijvoorbeeld uit formules alleen, niet afleiden wat oorzaak en wat gevolg is, wat er gegeven is, wat je hebt berekend of wat bewezen is (we verwijzen naar het eerder gegeven pleidooi voor wiskundig verwoorden). De tekst die de formules omkadert - letterlijk en figuurlijk - moet daarom helder en ondubbelzinnig zijn.

**Tip 9. Maak je zinnen niet te lang**

NIET: Omdat de exponentiële functie met voorschrift  $f(x) = e^x$  als domein  $\mathbb{R}$  heeft en als bereik  $\mathbb{R}_0^+$ , zal de inverse functie van  $f$ , met voorschrift  $g(x) = \ln x$ , als domein  $\mathbb{R}_0^+$  en als bereik  $\mathbb{R}$  hebben.

WEL: De functies met voorschrift  $f(x) = e^x$  en  $g(x) = \ln x$  zijn elkaars inverse. Daarom is het domein van  $f$  gelijk aan het bereik van  $g$  en vice versa. Dus is  $\text{dom } f = \mathbb{R} = \text{bld } g$  en  $\text{dom } g = \text{bld } f = \mathbb{R}_0^+$ .

**Tip 10. Vermijd tangconstructies**

NIET: De sinusfunctie heeft, in tegenstelling tot de tangensfunctie die niet voor alle reële getallen gedefinieerd is, als domein  $\mathbb{R}$ .

WEL: De sinusfunctie heeft als domein  $\mathbb{R}$ , terwijl de tangensfunctie niet voor alle reële getallen gedefinieerd is.

**Tip 11. Zeg het in kernachtige bewoordingen** Vermijd breedsprakerige en lege woorden als *aspect*, *facet*, *gebeuren*, *aard*, *mate van*, *in feite*, *in principe*. Vermijd omslachtige aanlopen als *Het is interessant te melden dat...*, *Opgemerkt kan worden dat...*, etc. Vermijd overbodige woorden zoals *enorm*, *fantastisch*, *gigantisch*, etc.

**Tip 12. Ook de toon is belangrijk** Pas op met overdreven zekerheid: *ongetwijfeld*, *het spreekt voor zich*, etc. Maar wees ook zuinig met relativerende begrippen.

**Tip 13. Schrijf of druk niet af op kladpapier** Je hebt aandacht besteed aan de lay-out van het verslag. Die moeite is tevergeefs geweest wanneer je aan het papier niet de nodige aandacht besteedt. Geef dus niets af op kladpapier met ezelsoren of vlekken.

## 2. Opdracht

- ◇ **Vorbereiding** Inleiding en opdracht lezen tegen ..... (datum invullen).
- ◇ **Practicum (...lessen, thuis afwerken)** In het begin van de eerste les krijg je twee pagina's A-126 en volgende uit een handboek <sup>5</sup>. Deze kopieën behandelen een onderwerp, voorzien van enkele taken (in de tekst taak 11.3, taak 11.4 en taak 11.5 genoemd). De opdracht bestaat erin om deze taken in groepen van drie uit te voeren en hiervan een verslag te maken (één verslag per groep).  
Naast de kopieën uit het handboek krijg je ook het verslag dat een leerling enkele jaren terug gemaakt heeft, zie pagina's A-128 en volgende. Dit kan je helpen om de taken uit het handboek uit te voeren.  
**Het verslag van die leerling is zeker geen modelvoorbeeld van een wetenschappelijk verslag!** Er wordt van jullie veel beter verwacht.
- ◇ **Verslag** Het verslag beantwoordt aan de criteria uit de inleiding waarbij je de schrijftips zo goed mogelijk tracht na te leven. Het verslag is mag handgeschreven zijn. Nummer je pagina's onderaan.
- ◇ **Practicum indienen** Op ..... (datum invullen). Eén groepslid dient zijn/haar practicum bundel in, met daarin het verslag. Je hoeft het verslag dus niet te kopiëren.

<sup>5</sup>P. Gevers, J. De Langhe, e.a. *Delta 5/6 Analytische meetkunde A (6-8 lessen)*, Mechelen (Wolters Plantyn) (2006).