



**UHASSELT**

KNOWLEDGE IN ACTION

## School voor Educatieve Studies

Educatieve master in de wetenschappen en technologie

### **Masterthesis**

**Evaluatie binnen labopraktijk: Ontwerp en toepassing van een assessment-tool**

**Eline Cardinaels**

**Louise Ysewyn**

Scriptie ingediend tot het behalen van de graad van Educatieve master in de wetenschappen en technologie, afstudeerrichting wetenschappen

### **PROMOTOR :**

Prof. dr. Katrien STRUYVEN

Prof. dr. Elke EMMERS



**UHASSELT**

KNOWLEDGE IN ACTION

[www.uhasselt.be](http://www.uhasselt.be)

Universiteit Hasselt  
Campus Hasselt:  
Martelarenlaan 42 | 3500 Hasselt  
Campus Diepenbeek:  
Agoralaan Gebouw D | 3590 Diepenbeek

**2022**  
**2023**



# **School voor Educatieve Studies**

Educatieve master in de wetenschappen en technologie

## ***Masterthesis***

### ***Evaluatie binnen labopraktijk: Ontwerp en toepassing van een assessment-tool***

**Eline Cardinaels**

**Louise Ysewyn**

Scriptie ingediend tot het behalen van de graad van Educatieve master in de wetenschappen en technologie, afstudeerrichting wetenschappen

#### **PROMOTOR :**

Prof. dr. Katrien STRUYVEN

Prof. dr. Elke EMMERS





**Schooljaar 2022-2023**  
Indieningsdatum: 13 januari 2023

Masterproef

## **Evaluatie binnen labopraktijk:**

Ontwerp en toepassing van een assessment-tool

Promotor: Prof. dr. K. Struyven

**Eline Cardinaels (0421748)**

**Louise Ysewyn (2159891)**

Educatieve Master

Wetenschap en Technologie

# Inhoudsopgave

1 Abstract	1
2 Literatuurstudie	2
2.1 Evalueren als een essentieel onderdeel binnen de onderwijspraktijk	2
2.2 Evaluatievormen	3
2.3 Assessment van wetenschappelijke onderzoekscompetenties	4
2.4 Criteria van een kwaliteitsvolle assessment tool voor wetenschappelijke onderzoekscompetenties.	5
2.5 Probleemstelling	7
3 Methoden	9
3.1 Ontwikkeling van een assessment-tool voor onderzoekscompetenties	9
3.1.1 Definiëren van te beoordelen criteria van de assessment-tool	9
3.1.2 Definiëren van de prestatieniveaus binnen de assessment-tool	10
3.1.3 Scoringsmodel	11
3.2 Bijsturen van de assessment-tool aan de hand van feedback	11
3.2.1 Focusgesprek met enkele leerkrachten wetenschappen	12
3.2.2 Leerlingenbevraging aan de hand van een enquête	12
4 Resultaten	13
4.1 De ontwikkelde assessment-tool	13
4.1.1 Context	13
4.1.2 Verkennen	13
4.1.3 Onderzoek opzetten	14
4.1.4 Onderzoek uitvoeren	14
4.1.5 Concluderen	15
4.1.6 Communiceren	16
4.1.7 Ingeven en genereren van een score	16
4.2 Feedback op de assessment tool	17
4.2.1 Focusgesprekken met enkele leerkrachten wetenschappen.	17
4.2.2 Leerlingenbevraging via een enquête.	19
5 Discussie en Conclusie	24
6 Bibliografie	27
7 Bijlagen	30
7.1 Bijlage 1 - zoekplan	30
7.2 Bijlage 2 – Assessment-tool.	31
7.3 Bijlage 3 - leidraad focus gesprek leerkrachten	34
7.4 Bijlage 4 - Google form enquête voor leerlingenbevraging	35
7.5 Bijlage 5 - onderzoeksvraag/hypothese extra document	1
7.6 Bijlage 6 - GLP	8

# 1 Abstract

**Literatuurstudie** - Evalueren is een complex en continu proces dat nodig is om te kunnen waarden of doelstellingen bereikt zijn, maar ook om het leerproces van leerlingen te versterken en bij te sturen door het opstellen van betekenisvolle feedback.

Om de uitdagingen van de samenleving aan te gaan, zijn naast kennis ook gepaste vaardigheden belangrijk zoals onderzoekend leren, probleemoplossend en vakoverschrijdend denken en een vermogen om actief te denken en het eigen leerproces bij te sturen. Het is belangrijk om deze competenties kwaliteitsvol en betekenisvol te evalueren. Hierbij staan validiteit en betrouwbaarheid van de evaluatie centraal.

**Methode** - Door het ontbreken van een goede, uniforme en gebruiksvriendelijke tool om onderzoekscompetenties op een kwalitatieve en betekenisvolle manier te evalueren, werd in deze thesis eerst gefocust op het opstellen van een assessment -tool. Naast het ontwikkelen van deze tool werd deze ook toegepast in eigen klassen binnen de eigen stageschool. Vervolgens werd deze tool geëvalueerd door een team van leerkrachten aan de hand van een focusgesprek. De opmerkingen/tips werden verder meegenomen om de assessment tool te optimaliseren. Tot slot werd ook aan de leerlingen zelf gevraagd om feedback te geven over deze manier van evalueren.

**Resultaten** - De ontwikkelde assessment-tool bevat 14 criteria die te beoordelen zijn volgens vijf prestatieniveaus. De criteria werden opgesteld volgens de onderdelen van een wetenschappelijke onderzoeksmethode. Naar aanleiding van focusgesprekken met collega-leerkrachten werd een wegingscoëfficiënt en een nulscore toegevoegd. Bij de bevraging van de leerlingen werd duidelijk dat ze goed begrijpen op welke manier ze beoordeeld worden en hoe ze hun score kunnen verbeteren. Het is echter belangrijk om de tool op voorhand met hen te bespreken.

**Discussie en Conclusie** - De functie van deze assessment-tool is om de leerlingen kwaliteitsvol te beoordelen en bij te sturen. Uit de leerlingenbevraging kwam naar voren dat de leerlingen deze tool duidelijk vinden en dat ze begrijpen op welke manier ze geëvalueerd worden. Door de rubric in te vullen, weten de leerlingen waar ze goed in zijn en waar ze nog in kunnen verbeteren. Dit is een waardevolle manier om feedback te geven aan de leerlingen. Belangrijk is dat de leerkracht niet steeds alle criteria moet beoordelen tijdens de praktijkles. De leerkracht kan zelf bepalen welke criteria in de assessment opgenomen worden, al dan niet met gebruik van een wegingsfactor. Hierbij is het belangrijk dat de leerlingen op voorhand weten hoe de evaluatie zal gebeuren.

De kwaliteit van deze tool dient steeds verder geoptimaliseerd te worden door een uitgebreidere toepassing in de praktijk. Bijgevolg is de optimalisatie van de tool een continu proces dat inherent is aan het leraarschap.

## 2 Literatuurstudie

### 2.1 Evalueren als een essentieel onderdeel binnen de onderwijspraktijk

Evalueren is een complex en continu proces dat wordt gedefinieerd volgens de onderwijskoepel van het katholiek onderwijs als *“het waarderen van het leren door een waardeoordeel uit te spreken dat het leren versterkt en oriënteert.”* (Katholiek Onderwijs Vlaanderen, 2021). Evaluatie is daarom een essentieel onderdeel van de onderwijspraktijk en hoort bijgevolg niet alleen plaats te vinden op het einde van een leerproces. Het is een permanente activiteit en hoort geen doel op zich te zijn (VVKSO, 2005; Dierick & Struyven, 2021).

Leerkrachten evalueren leerlingen om te kunnen waarderen of vooropgestelde doelstellingen bereikt zijn, maar ook om het leerproces van leerlingen te versterken en bij te sturen. Er is daarom een krachtige relatie tussen het evalueren en het proces van leren bij leerlingen, waarbij de groei van een leerling centraal staat. Het stuurt namelijk de leerlingen in wat ze belangrijk vinden, hoe ze naar de leerstof kijken en de manier waarop ze deze gaan studeren. (Sluijsmans & Dochy, 1998) In de leerstof waarvan leerlingen denken dat het waarschijnlijk niet beoordeeld zal worden, zal door hen ook minder tijd worden geïnvesteerd (Gibbs & Simpson, 2005; Katholiek Onderwijs Vlaanderen, 2021). Als een evaluatie bijvoorbeeld enkel toespitst op kennis, dan zullen leerlingen zich voornamelijk concentreren op het leren van feiten. In de literatuur wordt dit beschreven als het “Backwash Effect” (Alderson & Wall, 1993; Prodromou, 1995). Evaluatie is daarom een belangrijk en essentieel onderdeel binnen het onderwijsleerproces. Er bestaat namelijk geen grotere drijfveer binnen het leerproces dan de evaluatie zelf (Gibbs & Simpson, 2005).

Bijgevolg is het van groot belang om **kwaliteitsvolle** en **betekenisvolle evaluatiemethoden** te ontwikkelen om vooropgestelde leerdoelstellingen te evalueren. De te verwerven kennis, vaardigheden en attitudes worden bepaald door de algemene doelstellingen en de specifieke leerplandoelstellingen. (VVKSO, 2005) Er moet over worden gewaakt dat de vooropgestelde leerdoelen die behaald moeten worden correct afgesteld zijn op zowel de onderwijsactiviteiten om deze doelen te bereiken als op de evaluatie om de bereikte doelen te beoordelen. Dit wordt ook wel **constructive alignment** genoemd. (Biggs, 2003)

## 2.2 Evaluatievormen

Binnen de klaspraktijk kunnen er summatieve en formatieve evaluaties plaatsvinden. **Summatieve** evaluaties dienen om te beoordelen of aan te tonen of de leerdoelstellingen bereikt zijn en om een beslissing te kunnen nemen over het niveau van de leerling. Dit wordt ook wel Assessment of Learning (AoL) genoemd. Evaluatie met een **formatieve** functie daarentegen dient om de leerlingen te ondersteunen en bij te sturen in de ontwikkeling van hun leerproces aan de hand van feedback. Deze manier van evalueren wordt ook wel Assessment for Learning (AfL) genoemd. (Schellekens, et al., 2021) Een formatieve evaluatie heeft als voordeel dat de zwakke punten en aandachtspunten van de leerling aan het licht worden gebracht. De leerlingen krijgen zo meer inzichten in de verwachtingen en hoe ze daaraan kunnen beantwoorden. Op deze manier kan dit ook een meerwaarde bieden voor leerkracht om gerichtere lespraktijken te ontwerpen om de studenten te helpen hun prestaties te verbeteren. (Dochy & Struyven, 2011)

Naast deze veel gebruikte evaluatievormen bestaat er ook **peer-evaluatie** en **zelf-evaluatie**, ook wel "Assessment as Learning (AaL)" genoemd. Bij een zelfevaluatie wordt de leerling gestimuleerd om na te denken over zijn eigen evaluatieproces; In een peer-evaluatie is het de bedoeling dat de leerlingen feedback geven op een andere leerling zijn vaardigheden, rapportering of verslag. Deze evaluatievorm kan leerlingen helpen om hun werk te verbeteren a.d.h.v. inzichten van anderen, vooraleer de leerkracht hen hierop beoordeeld. (Schellekens, et al., 2021) Op deze manier worden ook de 'critical thinking skills' van de leerlingen ingeoeffend en verbeterd. (Felder & Brent, 2016)

Het is belangrijk om als leerkracht een gevarieerd aanbod van deze verschillende evaluatievormen aan te bieden om de leerlingen zoveel mogelijk aan te spreken op verschillende verwerkingsniveaus. Dit is aangenamer en leerrijker voor de leerlingen en ook de betrouwbaarheid wordt hierdoor tevens groter. (Dierick, et al., 2012) Verder is het van belang om de leerlingen te helpen in het bijsturen van hun leerproces door hen te voorzien van **feedback** (hoe heb ik het gedaan?), **feed-up** (waar moet ik naartoe werken?) en **feed-forward** (hoe ga ik nu verder werken?). (Hattie & Timperley, 2007) Effectieve feedback is namelijk een zeer krachtig instrument. (Hattie, 2009). Het is belangrijk, en vooral effectief, als de gegeven feedback gericht is op het corrigeren en het aanduiden waar leerlingen de nodige aandacht op moeten vestigen. (Surma, et al., 2019). Doordat leerlingen geïnformeerd worden over hun vooruitgang kunnen ze hun eigen leerproces zelf bijsturen met de nodige en gerichte begeleiding van de leerkracht. (Dochy & Struyven, 2011)



Wanneer het evalueren geïntegreerd wordt in het leerproces van de leerlingen, wordt de term '**assessment**' steeds vaker gebruikt om deze manier van evalueren te benoemen. De term "**assessment**" legt meer nadruk op het toepassen van authentieke toets situaties, het geven van effectieve feedback, het inbouwen van meerdere evaluatiemomenten en -vormen en meer inbreng van de leerlingen zelf. 'Assessment' in het onderwijs kan men daarom beschouwen als een specifieke ontwikkeling binnen het algemeen begrip van evaluatie. (Dochy & Struyven, 2011)

### **2.3 Assessment van wetenschappelijke onderzoekscompetenties**

Om de uitdagingen van de samenleving aan te gaan, wordt in het onderwijs niet enkel de focus gelegd op het overdragen en vergaren van kennis. Naast kennis zijn ook gepaste vaardigheden belangrijk zoals **onderzoekend leren**, **probleemoplossend** en **vakoverschrijdend denken** en een vermogen om **actief te denken** en het eigen leerproces bij te sturen. (Vandeputte, 2014) Deze nieuwe ontwikkelingen hebben tot gevolg dat de leerlingen meer aan het werk worden gezet via onderzoeksopdrachten en dat de leraar steeds meer een begeleidende rol opneemt als mentor die de leerlingen helpt en bijstuurt. De groei naar **actief leren** krijgt hierbij een centrale plaats in het leerproces. Deze vaardigheden werden opgenomen in de nieuwe leerplannen tijdens de laatste onderwijsvernieuwing in de vorm van aparte STEM-doelen die binnen elk wetenschapsvak bereikt moeten worden. (Katholiek Onderwijs Vlaanderen, 2022)

Bij wetenschappelijke vakken vallen deze onderzoeksopdrachten vaak binnen het kader van een wetenschappelijk onderzoek. Hierbij wordt gefocust op het aanleren van de manier waarop aan onderzoek wordt gedaan en het bedenken en uitvoeren van een wetenschappelijk onderzoek. Dit omvat verschillende aspecten die in een studie van Osborne et al in kaart werden gebracht.

Binnen een onderzoeksproject moet aandacht worden geschonken aan de studieopzet waarbij: een **onderzoeksvraag** wordt **gesteld** en problemen worden gedefinieerd (1); een **hypothese wordt geformuleerd**, waarbij leerlingen moeten nadenken over de mogelijke uitkomsten van het onderzoek (2); een **werkplan** wordt opgesteld met een juiste en wetenschappelijk onderbouwde methode en met aandacht voor veiligheid en milieu (3) en vervolgens **gegevens** worden verzameld, **geanalyseerd** en **geïnterpreteerd** (4). Gedurende dit onderzoeksproces moet ook aandacht besteed worden aan **creativiteit** en **diversiteit** binnen wetenschappelijk denken (5). Er is immers niet steeds één juiste manier om tot een antwoord te komen. Tot slot is het belangrijk dat leerlingen ook aangezet worden om op een **constructieve manier samen te werken** (6). (Osborne, Collins, Ratcliffe, Millar, & Duschl, 2003)

Om tegemoet te komen aan deze belangrijke wetenschappelijke competenties, zoals actief en probleemoplossend denken, hebben deze onderzoeksopdrachten vaak een open karakter. Leerlingen kunnen op diverse en creatieve manieren tot een oplossing komen of ze kunnen zelfs verschillende resultaten verkrijgen. De activiteiten horen wat betreft de moeilijkheidsgraad op maat te zijn van de leerlingen. De leerlingen moeten de ruimte krijgen om zelfstandig te werken en om dingen uit te proberen of in te oefenen. Dit kan bijvoorbeeld worden gerealiseerd door hen zelf een onderzoeksvraag te laten kiezen. Deze werkwijze heeft als doel om de leerlingen meer te motiveren en zo de leeropbrengst te vergroten. (Velthorst, 2009) Ook worden de leerlingen hierbij aangezet tot hogere orde denken volgens de taxonomie van Bloom. (Krathwohl, 2002; Osborne J. , 2013) De keerzijde hiervan is dat het bedenken van deze opdrachten vaak complex en uitdagend is voor de leerkracht. (Avargil, Herscovitz, & Dori, 2012)

Het is duidelijk dat laboratoriumvaardigheden/competenties en attitudes op een andere manier geëvalueerd moeten worden dan kennis. Een 'informele' beoordeling kan hiervoor gebruikt worden, meer bepaald evaluatievormen zoals een beoordelingsrubric of een checklist. Het is belangrijk om ervoor te zorgen dat alle opgelijste competenties een plaats krijgen bij het formuleren van de beoogde doelstellingen bij de assessment van wetenschappelijke vaardigheden.

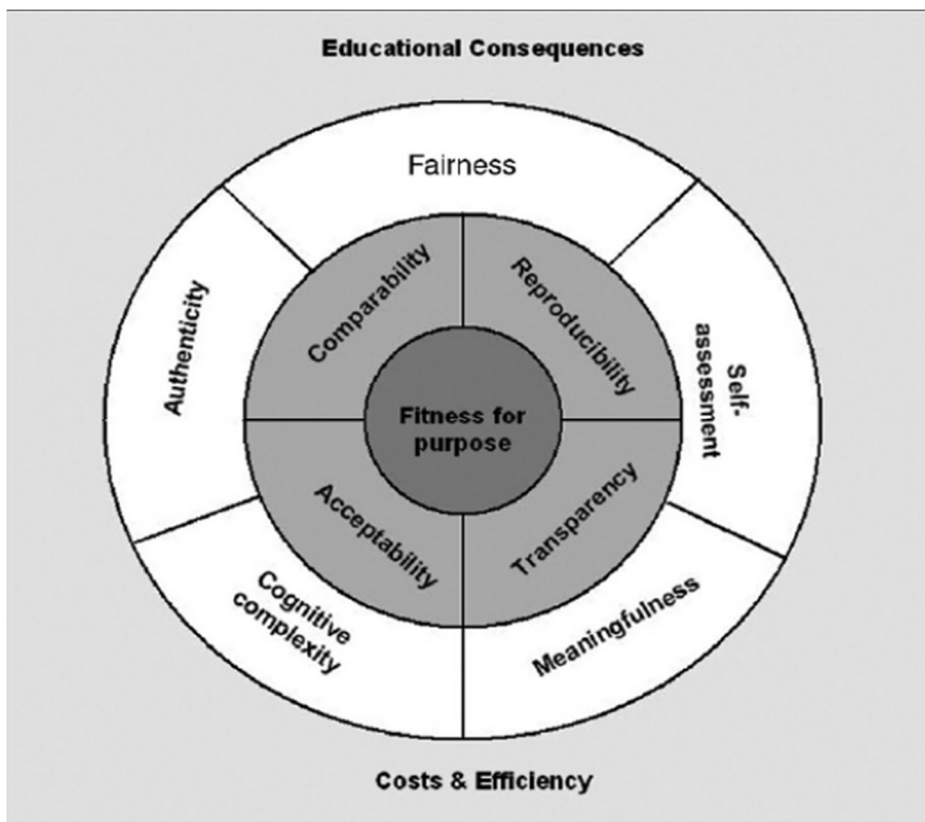
## **2.4 Criteria van een kwaliteitsvolle assessment tool voor wetenschappelijke onderzoekscompetenties.**

Een betekenisvolle assessment moet enerzijds kwaliteitsvol en anderzijds betekenisvol zijn voor de lerenden. Bij de evaluatie komt namelijk duidelijk naar boven wat men als leerkracht belangrijk vindt. Dit is voor de leerlingen tegelijkertijd een belangrijke houvast. (Stokking & van der Schaaf, 1999) Op basis van een evaluatie worden vaak belangrijke beslissingen genomen over de leerling of over het verloop van zijn leerproces. Het is daarom belangrijk dat een evaluatie aan bepaalde kwaliteitskenmerken voldoet. (Dochy & Struyven, 2011) Hierbij staan **validiteit** en **betrouwbaarheid** van de evaluatie centraal, zodat een objectieve beoordeling van de leerling wordt gemaakt. Het is belangrijk dat een assessment tool meet wat men wil meten, om hierover feedback te vragen aan de lerenden zelf en op basis hiervan de assessment bij te sturen. (Sluismans & Struyven, 2014)

Goed opgestelde assessment tools hangen vanzelfsprekend samen met goed opgestelde onderzoeksopdrachten. De evaluatie kan immers maar goed zijn als de opdracht duidelijk en volledig is uitgewerkt. Dit heeft natuurlijk tot gevolg dat de leraar ook voldoende

vakinhoudelijk kennis moet hebben om deze verschillende onderzoeksopdrachten te kunnen beoordelen.

De evaluatiemethode moet ook duidelijk geformuleerd worden door concreet leerlingengedrag te gebruiken en deze in verschillende gradaties te verwoorden. Belangrijke kenmerken van een goede evaluatiemethode werd omschreven in de "wheel of competency assessment" (**Figuur 1**) opgesteld door Baartman en collega's. (Baartman, Bastiaens, Kirschner, & van der Vleuten, 2006) Hieruit werden procedures voor zelf-evaluatie geformuleerd om de kwaliteit van een assessmenttool te evalueren. (Baartman, Prins, Kirschner, & van der Vleuten, 2007). Verder hebben ook Birenbaum et al en de Denkcel Toetsing, vanuit de KHLim Lerarenopleiding, modellen gepubliceerd om de kwaliteit van een assessment te kunnen beoordelen (Dierick, et al., 2012).



**Figuur 1.** De "wheel of competency assessment" die de kwaliteitscriteria bevat om evaluatiemethoden te beoordelen.

Voor leerkrachten is het belangrijk dat de assessment tool voldoende **betrouwbaar** is zodat verschillende beoordelaars tot eenzelfde score komen (*reproducibility*). Hierbij is het ook belangrijk dat de beoordeling **objectief** gebeurt, onafhankelijk van andere evaluatie-activiteiten. Verder moeten de omschrijvingen van de beoordelingscriteria zo goed

mogelijk overeenkomen met het werkelijk geobserveerd gedrag, wat de evaluatie **valide** maakt (*acceptability*). Het is hierbij belangrijk dat de leerdoelen en onderwijsleeractiviteiten goed afgestemd zijn op de evaluatie (*educational consequence*). Alle leerlingen horen ook op dezelfde manier te worden beoordeeld, wat vergelijking tussen leerlingen mogelijk maakt (*comparability*). Verder moet de evaluatietool **helder en duidelijk** zijn voor iedereen zodat de verkregen resultaten kunnen gerapporteerd worden en hierover transparant kan worden gecommuniceerd naar de leerlingen, ouders en zo nodig de schoolleiding en inspectie. De tool moet **efficiënt zijn** zodat docenten de beoordeling vlot kunnen uitvoeren qua bekwaamheid en beschikbare tijd. (Baartman, Bastiaens, Kirschner, & van der Vleuten, 2006; Baartman, Prins, Kirschner, & van der Vleuten, 2007)

Voor leerlingen is het belangrijk dat er **authentieke** assessment tools ontwikkeld worden die de competenties evalueren die representatief zijn voor het latere professionele leven (*authenticity*). Het moet ook een **eerlijke** beoordeling zijn (*fairness*), waarbij de moeilijkheidsgraad van de taak acceptabel moet blijven. Toch moet de **complexiteit** van het onderzoek voldoende zijn zodat de leerlingen uitgedaagd worden (*cognitive complexity*). De assessmenttool moet waardevol en **betekenisvol** zijn voor de lerenden (*meaningfulness*) en er moeten voldoende mogelijkheden zijn om van de assessment te kunnen leren. (Baartman, Bastiaens, Kirschner, & van der Vleuten, 2006; Baartman, Prins, Kirschner, & van der Vleuten, 2007)

Om te zorgen dat leerlingen inzichtelijk, betrouwbaar en objectief kunnen worden beoordeeld is het noodzakelijk om vooraf een **scoringsmodel** op te stellen. Het wordt aanbevolen om een scoringsmodel te hanteren waarin op een niet te grove, maar ook niet op een te gedifferentieerde manier een beoordeling plaatsvindt. De bevindingen over de sterktes en zwaktes van de leerlingen zeggen uiteindelijk meer dan alleen een eindoordeel of een totaalcijfer en vormen bijgevolg een meer zinvolle feedback. (Stokking & van der Schaaf, 1999) Een uiteindelijke totaalscore kan bij een beoordelingsrubric worden weergegeven als een som van de punten, toegekend voor elk beoordeeld criteria. (Felder & Brent, 2016)

## 2.5 Probleemstelling

Gezien een grote aandacht binnen STEM-richtingen op onderzoekscompetenties is het belangrijk om deze competenties **kwaliteitsvol** en **betekenisvol** te evalueren. Door het ontbreken van een goede, uniforme en gebruiksvriendelijke tool om

onderzoekscompetenties op een kwalitatieve en betekenisvolle manier te evalueren, werd in deze thesis eerst gefocust op het opstellen van een assessment tool. Hierbij werd rekening gehouden met de onderzoekscompetenties die nodig zijn bij kwaliteitsvol onderwijs (**zie 1.3**) en de kwaliteitscriteria van "de wheel of competency assessment" (**Figuur 1**). Het gebruik van deze assessment tool kan worden ingezet voor de evaluatie van practicum voor zowel de 2de als de 3de graad van het secundair onderwijs en binnen verschillende richtingen/finaliteiten. Ook werd er een scoringsmodel verwerkt in deze tool zodat ook het genereren van een score op een efficiënte en geautomatiseerde manier kan verlopen.

Naast het ontwikkelen van deze tool werd deze ook toegepast in eigen klassen binnen de eigen stageschool. Verder werd deze tool geëvalueerd door een team van leerkrachten aan de hand van een focusgesprek. De opmerkingen/tips werden vervolgens meegenomen om de assessment tool te optimaliseren.

Tot slot werd ook aan de leerlingen zelf gevraagd om feedback te geven over deze manier van evalueren. Tijdens deze bevraging werd er gepolst naar de interesse van de leerlingen zelf omtrent de manier van evalueren evenals de duidelijkheid van de assessment tool.

## 3 Methoden

### 3.1 Ontwikkeling van een assessment-tool voor onderzoekscompetenties

In de eerste fase van dit onderzoek werd een nieuwe assessment-tool ontwikkeld. Bij het ontwikkelen van deze tool is het belangrijk om eerst te bepalen met welke kwaliteitsnormen rekening moet worden gehouden. Dit werd onderzocht door een literatuurstudie uit te voeren. (**Bijlage 1**)

Verder werden ook bestaande evaluaties bekeken (Katholiek onderwijs Vlaanderen, 2021; Bongaerts, Damm, De Deken, & De Veuster, 2022) alsook andere evaluaties, die verkregen werden via persoonlijke communicatie met directe collega's. Alhoewel deze evaluatiemethodes weinig objectief, onduidelijk, niet efficiënt of gebruiksvriendelijk zijn, etc... konden er wel enkele relevante elementen uit deze verschillende evaluatiemethodes gecombineerd worden. Zoals bijvoorbeeld benamingen van de prestatieniveaus, alsook enkele omschrijvingen van het leerlingengedrag (vb. attitudes).

Het doel was om een assessment-tool te ontwikkelen die multi-inzetbaar is binnen diverse leersituaties (bijvoorbeeld zowel voor één uurs-practicum alsook voor een groot onderzoeksproject), binnen diverse wetenschapsvakken en die zowel bruikbaar is binnen de 2e en de 3e graad van het secundair onderwijs. Er werd gekozen om het format van een rubric te gebruiken waarbij de verschillende onderzoekscompetenties werden onderverdeeld in 14 criteria en vijf prestatieniveaus.

#### 3.1.1 *Definiëren van te beoordelen criteria van de assessment-tool*

De doelstellingen die via deze assessment-tool beoordeeld worden, zijn gebaseerd op de verschillende onderdelen van de wetenschappelijke onderzoeksmethode, zoals eerder besproken. (Osborne, Collins, Ratcliffe, Millar, & Duschl, 2003) Dankzij het universele karakter van deze doelstellingen, weergegeven in **tabel 1**, kunnen ze geëvalueerd worden binnen verschillende leersituaties, richtingen en studie jaren in het secundair onderwijs. De ontwikkelde tool is daarom een algemene tool die breed kan ingezet worden binnen wetenschappelijke onderzoeksprojecten in het secundair onderwijs.

**Tabel 1.** Overzicht van de verschillende criteria die beoordeeld worden in de rubric

Nr.	Omschrijving van beoordelingscriterium
1	Theoretische kennis
2	Onderzoeksvraag opstellen
3	Hypothese opstellen
4	Bronnen raadplegen
5	Methode / onderzoeksplan opstellen
6	Werkwijze opstellen – materialen verzamelen – proefopstelling maken
7	Experiment uitvoeren
8	Meetinstrumenten/materialen correct gebruiken
9	Waarnemingen en meetgegevens correct weergeven
10	Veilig werken en professionele labo houding
11	Ordelijk en duurzaam werken
12	Meetgegevens analyseren en kritisch bijstellen
13	Conclusie formuleren
14	Rapportering (verslaggeving)

### **3.1.2 Definiëren van de prestatieniveaus binnen de assessment-tool**

Voor elk criterium werden vijf prestatieniveaus omschreven. Initieel werden er slechts vier prestatieniveaus gehanteerd. Tijdens het toepassen bleek er dadelijk nood om een extra onderscheid te kunnen maken tussen “bijna geen beheersing” en een “moeizame beheersing” van een bepaald criterium. Dit resulteerde in een uiteindelijke indeling van vijf prestatieniveaus per beoordelingscriterium binnen de assessment-tool (**Tabel 2**). Het is van groot belang dat deze vijf niveaus goed en duidelijk omschreven worden zodat de beoordeling van een leerling valide en betrouwbaar kan verlopen. (Dochy & Struyven, 2011)

**Tabel 2.** Algemene omschrijving van de vijf prestatieniveaus per criterium

Prestatie-niveau	Omschrijving
1	ZOEKER – Dit kan je nog niet
2	WETENSCHAPPER IN WORDING – Dit gaat nog moeizaam
3	WETENSCHAPPER IN WORDING – Dit lukt bijna
4	WETENSCHAPPER – Dit lukt al aardig
5	EXPERT – Dit beheers ik

### **3.1.3 Scoringsmodel**

Het is belangrijk dat de ontwikkelde assessment-tool eveneens een numerieke waarde of score kan toewijzen op een gestandaardiseerde, efficiënte en betrouwbare manier bij het evalueren van het uitvoeren van een wetenschappelijke onderzoeksmethode. Om deze score op een efficiënte en geautomatiseerde manier te genereren, werd gebruik gemaakt van excel (Microsoft Office).

## **3.2 Bijsturen van de assessment-tool aan de hand van feedback**

Een cruciale stap binnen het opstellen en vooral voor het evalueren van de assessment-tool is het verzamelen van feedback door eigen ervaringen evenals van leraren en leerlingen (Sluijsmans & Struyven, 2014).

Van september 2022 tot december 2022 werd de assessment-tool getest binnen de eigen lessen op WICO campus Neerpelt en op campus HAST te Hasselt. Er werden in totaal 26 leerlingen beoordeeld tijdens de praktijklessen van het vak chemie, waarvan 14 leerlingen uit de tweede graad (5 leerlingen van 4 Biotechnieken en 9 leerlingen van 4 Biotechnologische STEM-wetenschappen) en 10 leerlingen uit de derde graad (4 leerlingen van 6 Chemie en 6 leerlingen van 6 Techniek-Wetenschappen). Tijdens de eerste praktijkles overliep de leerkracht klassikaal de assessment-tool in detail. Daarna werd deze tool steeds digitaal ter beschikking gesteld voor de leerlingen op smartschool.

Eigen ervaringen met deze tool zorgden voor enkele noodzakelijke aanpassingen met betrekking tot de omschrijvingen van het leerlingengedrag binnen de assessment-tool.

Vervolgens resulteerde focus-gesprekken met enkele leerkrachten en een bevraging van de leerlingen tot een verdere optimalisatie van de finale assessment-tool, die weergegeven is in **bijlage 2**.



### **3.2.1 Focusgesprek met enkele leerkrachten wetenschappen**

Begin december 2022 vonden open focusgesprekken plaats met enkele collega-leerkrachten binnen wetenschappelijke vakken op WICO campus Neerpelt te Pelt (n=3) en campus HAST te Hasselt (n=3). Tijdens deze gesprekken werd de nadruk gelegd op hoe objectief, valide, betrouwbaar, gebruiksvriendelijk, efficiënt en duidelijk de assessment-tool is. Als leidraad voor de focusgesprekken werd gebruik gemaakt van een vooropgestelde vragenlijst (**Bijlage 3**).

### **3.2.2 Leerlingenbevraging aan de hand van een enquête**

Via een enquête, opgesteld via google Forms (**bijlage 4**) werden de leerlingen in de week van 5 december 2022 bevraagd naar hun interesse voor de manier waarop ze beoordeeld worden, evenals de duidelijkheid van de omschrijvingen en de logische opbouw van de assessment tool. Er werd eveneens nagegaan of ze hiermee voldoende informatie krijgen om hun werkpunten te bepalen en hiermee aan de slag te gaan. De leerlingen konden aan de hand van deze google form hun antwoorden anoniem indienen.

## 4 Resultaten

### 4.1 De ontwikkelde assessment-tool

Het is belangrijk dat de criteria duidelijk geformuleerd worden door concreet leerlingengedrag in gradaties te verwoorden.

Binnen deze tool werden **vijf prestatieniveaus** gehanteerd, wat veel weg heeft van de Structure of the Observed Learning Outcomes (SOLO) taxonomie van Biggs en Collis in 1982, weergegeven in **Tabel 3**.

**Tabel 3.** De SOLO-taxonomie die vijf niveaus van presteren onderscheidt, overgenomen van (van der Kaap, 2016).

Pre-structureel	Een onjuiste benadering van de taak, men heeft de opdracht helemaal niet begrepen
Unistruureel	Slechts één aspect uit een meervoudige taak wordt opgepakt en uitgewerkt
Multi-structureel	Meerdere aspecten uit de taak worden los van elkaar benoemd en opgesomd, zonder enige relatie daartussen weer te geven
Relationeel	De componenten uit de taak worden op een samenhangende manier aangepakt en de betekenis van het geheel wordt geduid
Uitgebreid abstract	Het geïntegreerde geheel van het relationele niveau wordt geabstraheerd en toegepast in andere contexten (transfer).

#### 4.1.1 Context

Binnen de context van een wetenschappelijk onderzoek is het belangrijk dat de leerlingen hun theoretische kennis kan worden gevalideerd tijdens de onderzoekslabo's.

Het criterium **theoretische kennis** werd verder onderverdeeld in vijf prestatieniveaus door een onderscheid te maken in:

- Kunnen leerlingen zelf aangeven waarover het onderzoek gaat?
- Kunnen ze kennisvragen met betrekking tot het onderzoek beantwoorden?
- In hoeverre hebben ze hierbij nog hulp van de leerkracht nodig?

#### 4.1.2 Verkennen

Tijdens de verkennende fase van een wetenschappelijke onderzoeksmethode gaan de leerlingen een onderzoeksvraag afbakenen en een hypothese opstellen.

Wanneer leerlingen **bronnen raadplegen** om de probleemstelling van een onderzoek verder te verkennen, moeten ze rekening houden met de betrouwbaarheid van een bron. De informatie die de leerlingen rapporteren moet ook volledig zijn en kritisch bekeken worden door meerdere betrouwbare bronnen te raadplegen. Een goede bronvermelding is hierbij van groot belang.

Leerlingen dienen bij het opstellen van een goede **onderzoeksvraag en hypothese** rekening te houden met vooropgestelde criteria (**Bijlage 5**). Het is hierbij belangrijk dat de leerlingen een duidelijke en correcte formulering hanteren. De mate waarin de leerling de hulp van de leerkracht inschakelt werd ook meegenomen bij het omschrijven van de prestatieniveaus van beide criteria.

#### **4.1.3 Onderzoek opzetten**

Bij het opzetten van een onderzoek dient een **onderzoeksmethode of -plan** te worden **opgesteld**. Dit onderzoeksplan moet vervolgens verder gespecificeerd worden door een **werkwijze, materialenlijst en/of proefopstelling op te stellen**.

Voor deze criteria is het belangrijk om de mate van zelfstandig werken, de correctheid en volledigheid mee te nemen tijdens de beoordeling.

#### **4.1.4 Onderzoek uitvoeren**

De uitvoerende fase van een wetenschappelijk onderzoek wordt gekenmerkt door het uitvoeren van het experiment, het gebruik van de meetinstrumenten of materialen en het weergeven van waarnemingen en meetgegevens. Ook dient hierbij veilig, professioneel, ordelijk en duurzaam gewerkt te worden.

Bij het **uitvoeren van experiment** is het belangrijk dat de leerlingen een gegeven werkwijze zelfstandig doornemen en vervolgens correct kunnen uitvoeren. Wanneer leerlingen een werkwijze niet goed lezen, worden vaak fouten gemaakt bij het uitvoeren van een experiment. Dit kan tijdens het experiment opgemerkt worden door de leerkracht en meegenomen worden tijdens de evaluatie. De leerkracht kan vervolgens op het moment zelf de leerling hierin bijsturen. Het foutief uitvoeren van een experiment kan er ook voor zorgen dat het resultaat niet correct is (vb. kleur van een indicator is niet correct, onrealistisch meetresultaat). Ook op deze manier kan een leerkracht achterhalen of de leerling het experiment correct heeft uitgevoerd.

Tijdens sommige onderzoeken moeten leerlingen **gebruik** maken **van een meetinstrument** zoals bijvoorbeeld een analytische balans of het pipetteren met een

volpipet. Bij deze handelingen is het belangrijk dat de leerlingen een stappenplan volgen om tot een nauwkeurig en correct resultaat te komen. Wanneer leerlingen een cruciale stap vergeten of overslaan heeft dit tot gevolg dat er geen nauwkeurig resultaat wordt bekomen. De leerkracht kan in deze fase de leerling bijsturen en dit meenemen tijdens de evaluatie van dit criterium.

Een **meetgegeven** moet **correct weergegeven** worden tijdens een experiment. De leerling dient het resultaat met de juiste grootte, de juiste eenheid en het juiste aantal beduidende cijfers te rapporteren. Tijdens de evaluatie kan de leerkracht rekening houden met de fouten die leerlingen hierin nog maken: zijn deze eenmalig of klein, of consequent en groot. Deze resultaten dienen vervolgens gestructureerd en op een ordelijke manier te worden weergegeven, bijvoorbeeld in een tabel of grafiek. De leerkracht kan tijdens de evaluatie nagaan of de weergave voldoet aan deze criteria en of deze rapportering zelfstandig is gebeurd door de leerlingen.

Leerlingen dienen tijdens het experiment rekening te houden met de **richtlijnen van een Goede Laboratorium Praktijk (GLP). (Bijlage 6)** Binnen deze richtlijnen worden regels gesteld met betrekking tot een goede en veilige labohouding, zoals bijvoorbeeld: geen speels gedrag, niet eten en drinken in het labo, niet onnodig rondlopen in het labo, veiligheidsregels met betrekking tot etikettering, etc..

Een laboratorium is een plaats waar veel leerlingen gebruik van maken, het is daarom belangrijk dat leerlingen hun eigen werkplaats **ordelijk** houden en netjes achterlaten. Het **duurzaam** omspringen met labomateriaal en chemisch afval is ook belangrijk gezien de grote impact op de economie en het milieu.

#### **4.1.5 Concluderen**

Wanneer leerlingen hun resultaten verzameld hebben, moeten ze deze ook kunnen interpreteren en vervolgens een conclusie kunnen formuleren.

Tijdens de **analyse van hun meetresultaten** moeten de leerlingen begrijpen wat deze resultaten weergeven. De antwoorden dienen helder geformuleerd en volledig te zijn; Nood aan hulp van de leerkracht kan meegenomen worden tijdens de beoordeling van dit criterium.

Op het einde van een experiment **formuleren** de leerlingen nog **een conclusie**. De conclusie is een antwoord op de onderzoeksvraag. Deze dient helder geformuleerd en volledig te zijn. Ook hier kan de nood aan hulp van de leerkracht meegenomen worden bij de beoordeling van de leerlingen.

#### 4.1.6 Communiceren

Het **rapporteren** van een onderzoek is ook een belangrijke fase binnen de wetenschappelijke onderzoeksmethode. Dit rapport kan een verslag, een mondelinge presentatie (bv. via powerpoint) of een poster zijn. Vaak wordt gebruik gemaakt van korte, reeds opgestelde laboverslagen die leerlingen verder moeten aanvullen. Hierbij is het belangrijk dat de leerlingen tijdig en ordelijk hun werk communiceren.

Het schrijven van een groter verslag of het opstellen van een specifieke mondelinge presentatie (zoals bijvoorbeeld een GIP, projectwerk, etc..) vergt andere vaardigheden (zinsconstructie, formulering, visueel voorstellingen, etc). Omwille van deze reden is de evaluatie hiervan niet mee opgenomen in de huidige assessment-tool.

#### 4.1.7 Ingeven en genereren van een score

Per labo dat dient te worden geëvalueerd, selecteert de leerkracht op voorhand een bepaald aantal beoordelingscriteria. De leerkracht bepaald tijdens of na afloop van het practicum aan de hand van de omschrijvingen het prestatieniveau van de leerling per criterium. Hierbij vult de leerkracht in excel in de kolom van het behaalde prestatieniveau (zoeker, wetenschapper in wording, wetenschapper, expert) onder de beschrijving het bijhorend vastgelegd percentage in (vb. 20, 40, 60, 80, 100) (**figuur 2**). Dit wordt vervolgens toegepast voor elk criterium dat de leerkracht gedurende het labo wenst te beoordelen. Het aantal criteria dat de leerkracht per labo beoordeeld is vrij te bepalen.

WETENSCHAPPER IN WORDING Dit gaat moeizaam (40 %)	WETENSCHAPPER IN WORDING Dit lukt bijna (60 %)	WETENSCHAPPER Dit lukt al aardig (80 %)
CONTEXT		
Je kan aangeven waarover het practicum gaat maar je voorkennis is nog onvoldoende om zelfstandig aan de slag te gaan met het practicum. Veel hulp van de leerkracht is hiervoor nodig.	Je weet waarover het practicum gaat. Je voorkennis is voldoende maar je kan nog niet zelfstandig aan de slag. Je hebt nog af en toe hulp van de leerkracht nodig.	Je kan zelfstandig aan de slag. Je voorkennis is voldoende maar je zoekt nog bevestiging van de leerkracht.
	60	

**Figuur 2. Invullen van een score per criterium binnen de assessment-tool.** Voorbeeld: leerling scoort 60 % (wetenschapper in wording - dit lukt bijna) op een bepaald criterium

Wanneer deze stap is volbracht, berekent excel een gemiddelde van alle ingegeven scores. Zo wordt er uiteindelijk een totaalscore op 100 weergegeven in %. (**Figuur 3**)

TOTAAL	240,00
PERCENTAGE	60%

**Figuur 3. Totaalscore binnen de assessment-tool.** Voorbeeld - 4 criteria werden in dit voorbeeld beoordeeld. De gemiddelde score bedraagt dus 240/400. Dit komt overeen met 60 %.

## 4.2 Feedback op de assessment tool

### 4.2.1 Focusgesprekken met enkele leerkrachten wetenschappen.

Tijdens de focusgesprekken met collega-leerkrachten werd gevraagd naar de mening/opmerkingen van in totaal zes leerkrachten die lesgeven binnen verschillende wetenschapsvakken. Een samenvatting van deze opmerkingen en aanpassingen die hierop volgden, zijn hieronder beschreven:

#### a) Bemerkingen/tips

Een eerste opmerking betreft de mogelijkheid om per criterium **een weging aan het behaalde resultaat** te geven. Als de leerkracht bijvoorbeeld bij een specifiek praktijkonderdeel veel belang wil hechten aan het 'praktisch uitvoeren van een onderzoek' moet er een mogelijkheid zijn om dit een groter aandeel te geven binnen de totaalscore.

Ook werd opgemerkt dat het toekennen van **een nulscore** ook mogelijk moet zijn in deze tool. Als een leerling bijvoorbeeld een onderdeel niet heeft uitgevoerd, zijn gedrag omwille van bepaalde reden(en) niet veilig/tolereerbaar is of de leerling dient echter geen verslag in, dan moet de mogelijkheid bestaan om een nulscore te kunnen toekennen voor een geselecteerd criterium. Een nulscore was namelijk nog niet mee opgenomen in de assessment-tool.

Er ontstond discussie rond **het aantal prestatieniveaus**, met name of slechts vier categorieën in plaats van vijf al dan niet beter zou zijn. Hierbij viel op dat leerkrachten van de campus WICO eerder opteren voor vier categorieën in tegenstelling tot de leerkrachten van campus HAST. Voor deze laatste ging de voorkeur juist wel naar vijf categorieën. Hiermee samenhangend kwam ook naar boven of er al dan niet de mogelijkheid moet zijn om **100 % te kunnen behalen** op een criterium. Hierbij viel ook

op dat de leerkrachten die opteerden voor slechts vier categorieën, het behalen van 100 % eerder niet als optie zouden bijhouden. Op campus Hast werd dit echter als logisch gezien.


Tot slot werd er nog opgemerkt dat het aantal criteria dat je als leerkracht kan evalueren tijdens een labo ook zeker samenhangt met de grootte van de klasgroep. Hoe groter de klasgroep hoe beperkter je bent als leerkracht wat betreft het aantal te beoordelen criteria. Praktisch gezien is het moeilijker om meerdere leerlingen continu in het oog te houden voor verschillende criteria. Deze tool werd tevens als eerder gemakkelijk hanteerbaar beschouwd (**efficiëntie**). Het beoordelen van vaardigheden tijdens een practicum in functie van de beschikbare tijd blijft echter een uitdaging en de efficiëntie is steeds afhankelijk van de klasgroep/grootte.

#### b) Aanpassingen

Na het focusgesprek met de andere leerkrachten werden een aantal aanpassingen doorgevoerd in de assessment-tool. Er werd eveneens beslist om de **vijf categorieën** van prestatieniveaus te behouden, evenals de mogelijkheid om **100 %** te kunnen behalen. Hierbij moet men de kanttekening maken dat het behalen van een totaalscore van 100 % bijna onhaalbaar is. Toch kan het motiverend werken bij een leerling om een maximale score te krijgen voor een bepaald criterium.

Wat betreft het genereren van een score werd de tool aangepast. De optie om een **weging** te geven aan een behaalde score op een criterium werd ingevoerd. Hiervoor werd een extra kolom 'WEGINGSFACTOR (%)' ingevoerd waarin men het percentage kan ingeven waarmee een score moet doorwegen voor het genereren van een totaalscore.

Bijvoorbeeld als een leerkracht wil dat van zes geselecteerde criteria één criterium in de totaalscore meetelt voor 25 % kan dit in de laatste kolom 'wegingsfactor' worden ingevuld zoals geïllustreerd wordt in **figuur 4**.

WETENSCHAPPER IN WORDING <i>Dit lukt bijna (60 %)</i>	WETENSCHAPPER <i>Dit lukt al aardig (80 %)</i>	EXPERT <i>Dit beheers ik (100 %)</i>	SCORE (%)	WEGINGS-FACTOR (%)
<b>CONTEXT</b>				
Je weet waarover het practicum gaat. Je voorkennis is voldoende maar je kan nog niet zelfstandig aan de slag. Je hebt nog af en toe hulp van de leerkracht nodig.	Je kan zelfstandig aan de slag. Je voorkennis is voldoende maar je zoekt nog bevestiging van de leerkracht.	Je kan onmiddellijk aan de slag omdat je de leerstof/voorkennis goed beheerst en deze in het practicum volledig zelfstandig kan toepassen. Je hebt hiervoor geen extra hulp van de leerkracht nodig.	<b>60</b>	 <b>25%</b>
<b>60</b>				

**Figuur 4. Wegingspercentage binnen de assessment-tool**

Na aanpassing van het excel bestand wordt deze weging meegenomen in de automatische berekening van de totaalscore. Het is niet noodzakelijk om voor elk geselecteerd criterium een wegingsfactor in te vullen. Wanneer in deze kolom niets wordt ingegeven, wordt het overige percentage verdeeld over de criteria waarbij een score is ingegeven. Op deze manier is de leerkracht vrij om te bepalen welke criteria en hoeveel criteria een aangepaste wegingsfactor moeten krijgen.

Tot slot werd de optie om **een nulscore** in te geven ook mee verwerkt in de tool. Deze optie werd bij het opstellen van de tool over het hoofd gezien. Net zoals de beslissing om de mogelijkheid voor het behalen van 100 % te behouden, wordt ook de mogelijkheid voor het kunnen toekennen van een nulscore meegenomen. Dit is noodzakelijk voor bepaalde situaties zoals blijkt uit de eerder vernoemde voorbeelden die werden aangehaald bij punt a) bemerkingen/tips. Hiervoor werd een eerste extra kolom 'NULSCORE (0%)' toegevoegd in de assessment-tool.

Indien voor een bepaald criterium een nulscore moet worden ingegeven dient de leerkracht in deze kolom een 'X' te zetten (**Figuur 5**).

CRITERIUM	Nulscore* (0 %)	ZOEKER <i>Dit kan nog niet</i> (20 %)	WETENSCHAPPER IN WORDING <i>Dit gaat moeizaam</i> (40 %)
1. Theoretische kennis	X	Je voorkennis is nog onvoldoende om het practicum te kunnen starten en uitvoeren.	Je kan aangeven waarover het practicum gaat maar je voorkennis is nog onvoldoende om zelfstandig aan de slag te gaan met het practicum. Veel hulp van de leerkracht is hiervoor nodig.

**Figuur 5. Toekennen van een nulscore binnen de assessment-tool.**

Op deze manier beschouwt de tool dit criterium als een geselecteerd criterium waarvoor een score werd ingegeven. Afhankelijk van de al dan niet ingevoerde doorwegingsfactor wordt deze nulscore vervolgens correct mee opgenomen in de totaalscore.

#### **4.2.2 Leerlingenbevraging via een enquête.**

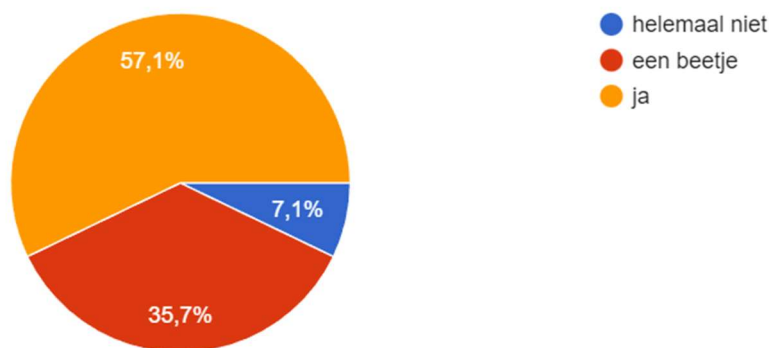
De leerlingenbevraging werd afgenomen tijdens de laatste les van het eerste semester. 24 leerlingen hebben deze vragenlijst ingevuld, waarvan 14 leerlingen uit de tweede graad



en 10 leerlingen uit de derde graad. De leerlingen werden tijdens het eerste semester voor praktijklessen regelmatig door middel van deze assessment-tool beoordeeld. Omwille hiervan was het nuttig om te polsen naar hun feedback.

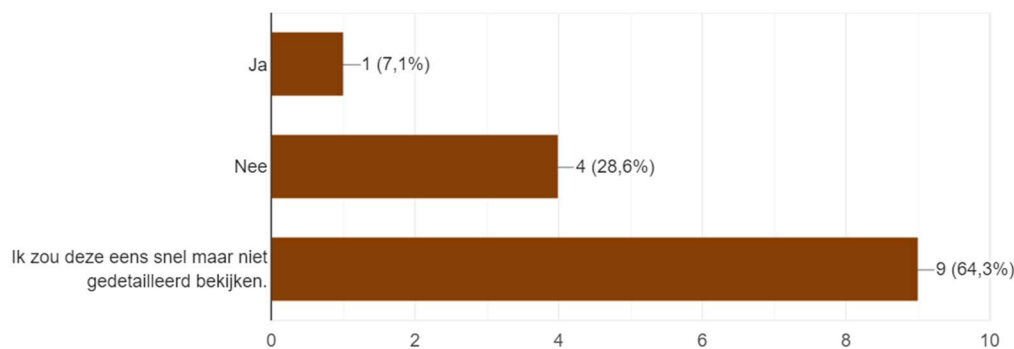
Vooreerst werd nagegaan of de leerlingen **interesse** hebben in de manier waarop ze beoordeeld worden en hoe hun uiteindelijke score voor een practicum bepaald wordt.

Uit **figuur 6** is duidelijk af te leiden dat de grote meerderheid zich hierin zeker (57 %) of toch een beetje (36 %) interesseert. Slechts 7 % gaf aan zich helemaal niet te interesseren in de manier waarop ze beoordeeld worden. Dit bevestigt dat het waardevol kan zijn om de leerlingen te betrekken bij de evaluatievormen.



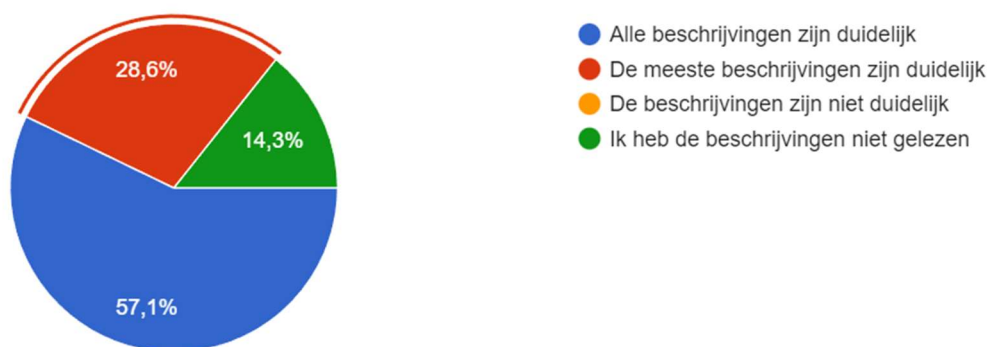
**Figuur 6. Interesse van leerlingen in de manier waarop ze beoordeeld worden.**

Vervolgens werd het belang van het op voorhand klassikaal overlopen van deze assessment tool en het kort toelichten van de opbouw en beschrijvingen, nagegaan. Hiervoor werd bevraagd of de leerlingen deze tool volledig zelfstandig en kritisch zouden doornemen indien deze enkel ter beschikking wordt gesteld (bijvoorbeeld via smartschool) en niet eerst klassikaal besproken wordt. Uit de antwoorden (**figuur 7**) blijkt dat de grote meerderheid, nl. 64 % deze vluchtig maar niet in detail zou bekijken. 7 % van de leerlingen zou deze wel kritisch doornemen en 29 % zou deze zelfs helemaal niet bekijken. Om een assessment tool te gebruiken die waardevol en betekenisvol moet zijn voor de lerenden is bijgevolg het belang van een **goede communicatie** en **transparantie** over de manier van evalueren noodzakelijk. Niet alleen is dit van belang voor ouders, directe en schoolinspectie maar enkel op dergelijke manier is er voor de leerlingen zelf de mogelijkheid om van een assessment te kunnen leren. (Baartman, Bastiaens, Kirschner, & van der Vleuten, 2006; Baartman, Prins, Kirschner, & van der Vleuten, 2007)



**Figuur 7. Zelfstandig doornemen van de assessment tool.**

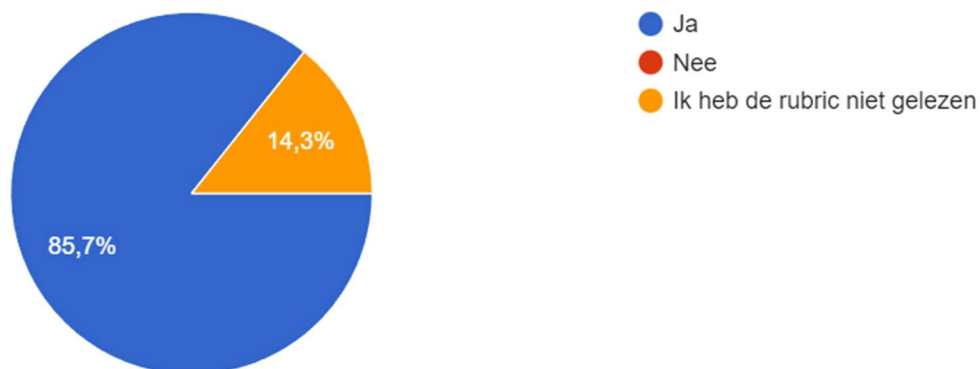
Ook is het belangrijk dat een evaluatietool **helder en duidelijk** is voor iedereen. De beoordelingscriteria dienen hiervoor zo volledig en concreet mogelijk te worden beschreven. Uit de enquête bleek dat de beschrijvingen voor de grote meerderheid duidelijk zijn. Opvallend hierbij was dat niemand aangaf dat de omschrijvingen onduidelijk zouden zijn. (**figuur 8**)



**Figuur 8. Duidelijkheid van de beschrijvingen van de beoordelingscriteria**

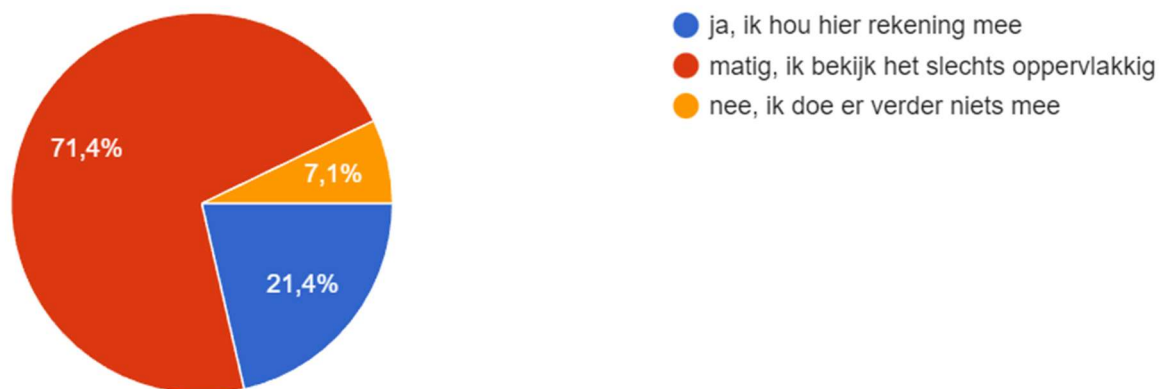
Op een practicum wordt telkens een totaalscore gegeven. Deze score wordt gegenereerd aan de hand van een gemiddelde van de deelscores van de geselecteerde beoordelingscriteria waarbij een eventuele wegingsfactor mee in rekening wordt gebracht. De manier waarop een score wordt gegenereerd aan de hand van deze assessment-tool werd toegelicht aan de leerlingen. Deze totaalscore telt mee als een summatieve evaluatie. Hiervoor werd opnieuw nagegaan of het voor de leerlingen duidelijk is hoe zij via deze assessment tool aan deze totaalscore komen. Dit werd onderzocht om de mate van **validiteit en betrouwbaarheid** van deze tool te controleren. Uit de antwoorden (**figuur 9**) blijkt dat de overgrote meerderheid, nl. 86 % het duidelijk vindt hoe ze aan hun totaalscore komen. Opvallend is hierbij opnieuw dat niemand stelt dat deze manier waarop de totaalscore wordt gegenereerd niet duidelijk zou zijn. Aangezien alle leerlingen op

dezelfde manier beoordeeld worden kan er op deze manier tevens een vergelijking worden gemaakt wat betreft het niveau van de leerling.



**Figuur 9 - Duidelijkheid over hoe de totaalscore wordt gegenereerd**

Tot slot is het bijsturen van de leerlingen tijdens hun leren aan de hand van **feedback** een essentiële stap tijdens de ontwikkeling van hun leerproces en om hun prestaties te kunnen verbeteren. (Dochy & Struyven, 2011) Dit is een vorm van formatieve evaluatie. Er werd in deze enquête nagegaan of de leerlingen aan de hand van deze assessment tool voldoende informatie krijgen over hun werkpunten en de verwachtingen van de leerkracht om deze te kunnen verbeteren.



**Figuur 10. Helpt deze beoordelingsrubric je om tijdens een volgend practicum te kunnen focussen op je werkpunten?**

Uit de antwoorden (**figuur 10**) blijkt dat de meerderheid, nl. 71,5 % dit slechts oppervlakkig bekijkt. 7 % doet hier verder niets mee en 21,5 % gaat hiermee effectief aan de slag.

Tot slot werd aan de leerlingen de mogelijkheid gegeven om extra opmerkingen of eventuele bemerkingen over deze assessment tool te geven. Hieruit volgden geen extra bemerkingen.

## 5 Discussie en Conclusie

Gezien de grote aandacht binnen STEM-richtingen op wetenschappelijke onderzoekscompetenties, (Katholiek onderwijs Vlaanderen, 2021; Osborne, 2013) is het belangrijk om een tool te ontwikkelen om deze competenties van leerlingen te evalueren en bij te sturen. Op deze manier wordt het leerproces van de leerlingen positief beïnvloed en kan de leraar uit deze evaluatiegegevens suggesties halen om de leerlingen binnen de volgende lessen bij te sturen. Hierbij is het van belang om een kwaliteitsvolle assessment-tool te gebruiken. Door de afwezigheid van een dergelijke tool werd tijdens dit onderzoek een rubric opgesteld (**bijlage 2**) waarbij rekening werd gehouden met vooropgestelde kwaliteitsvereisten (Baartman, Bastiaens, Kirschner, & van der Vleuten, 2006). Validiteit en betrouwbaarheid zijn hierbij belangrijk.

Een **valide** tool meet wat er moet gemeten worden. Daarom werd tijdens het opstellen van deze tool vastgelegd welke onderzoekscompetenties beoordeeld zullen worden, rekening houdend met de leerplandoelen (zogenaamde STEM-doelen) en eindtermen. De ontwikkelde rubric omvat 14 criteria die de wetenschappelijke onderzoekscompetenties weerspiegelen (**Tabel 1**) en vijf verschillende prestatieniveaus (**Tabel 2**). Per criterium kan een leerling beoordeeld worden volgens deze vijf prestatieniveaus. Doordat dezelfde criteria gebruikt kunnen worden voor meerdere practica of onderzoeksprojecten, kan de groei van een leerling beter in kaart worden gebracht. Een verdere uitwerking is hierbij eveneens mogelijk door bijvoorbeeld een portfolio bij te houden per leerling op smartschool.

De functie van deze assessment-tool is om de leerlingen te beoordelen en bij te sturen. Door de rubric in te vullen, weten de leerlingen waar ze goed in zijn en waar ze nog in kunnen verbeteren. Dit is een waardevolle manier om **feedback** te geven aan de leerlingen. (Stichting leerplanontwikkeling (SLO), 2006) Leerlingen voorzien van effectieve feedback blijft een belangrijke stap om de leerlingen te kunnen ondersteunen in de verbetering van hun prestaties. (Dochy & Struyven, 2011) De focus op feed-up en feed-forward zijn naast het toekennen van feedback voor de leerlingen duidelijk van belang. (Hattie & Timperley, 2007)

Voor veel vakken waarbij practica of onderzoeksprojecten van toepassing zijn, moet echter ook een score in smartschool ingevoerd worden. Bij deze tool is het daarom mogelijk om op basis van een ingevulde beoordeling, een cijfer automatisch te genereren door verschillende deelscores (per criterium) te combineren tot een totaalscore. Deze totaalscore kan gebruikt worden voor **summatieve** beoordelingen (bij een 1u practicum) maar ook voor **formatieve** doeleinden (bij bijvoorbeeld langere projecten of meerdere

practica). Een mogelijk gevolg bij het optellen van de deelscores is dat een bepaald onderdeel gecompenseerd kan worden door andere deelscores. Een leerling kan goed zijn in bepaalde vaardigheden en zwak in andere, maar door optelling kunnen zwakke deelscores worden gecompenseerd om bijvoorbeeld hetzelfde eindcijfer te behalen. Tijdens de focusgesprekken kwam daarom naar voren dat, bij het beoordelen van onderzoeksvaardigheden, bepaalde vaardigheden meer moeten kunnen doorwegen dan anderen. De mogelijkheid om een wegingscoëfficiënt in te voeren waardoor er een gewogen gemiddelde wordt genomen van de deelscores, is hierbij belangrijk. Verder kan de tool ook door de leerlingen zelf ingevuld worden als middel om de leerling over zijn eigen prestaties (zelf-evaluatie) of die van zijn labo partner (peer-evaluatie) te laten nadenken.

Om te beoordelen of een assessment-tool **betrouwbaar** is, moeten verschillende beoordelaars tot eenzelfde score komen. In een onderwijspraktijk waar maar één leerkracht voor de klas staat, is het moeilijk om meerdere leerkrachten in éénzelfde practicum dezelfde leerling te laten beoordelen. Hiervoor is een uitgebreidere toepassing van deze assessment-tool noodzakelijk.

Verder moeten de omschrijvingen **helder** en **correct** zijn, **relevant** en **betekenisvol** zijn voor de leerlingen. Er is daarom tijdens de ontwikkeling van deze assessment-tool veel aandacht geschonken aan het beschrijven van concreet leerlingengedrag. Door het formuleren van gewenst gedrag weten de leerlingen wat van hen verwacht wordt. Uit de leerlingenbevraging kwam naar voren dat leerlingen de assessment-tool duidelijk vinden en dat ze begrijpen hoe ze geëvalueerd worden. Het is wel van groot belang dat de leerkracht de tijd neemt om deze tool op voorhand met hen te bespreken, gezien het lage percentage (7,1 %) dat de tool zelfstandig doorneemt.

**Zelfstandig** en **actief** werken zijn belangrijke competenties. Binnen deze assessment-tool werd daarom de gegeven begeleiding door een leerkracht verwerkt in de vorm van een aftrek bij duidelijk tekortschietende zelfstandigheid. Immers, als leerlingen bij een bepaalde stap duidelijk hulp van een leerkracht nodig hebben en daarom voor dat onderdeel een lagere tussenbeoordeling krijgen, zullen zij bij een volgend practicum of onderdeel duidelijk hun voordeel kunnen halen door beter te scoren. Hetgeen de eerder gegeven "aftrek" terug compenseert. Het is hierbij steeds belangrijk dat de leerling bewust is van zijn eigen leerproces.

Het uitvoeren van labo's blijft niet zonder gevaren, het is daarom van uitermate belangrijk dat de leerlingen veilig en geconcentreerd te werk gaan. Omwille van de belangrijke factor van deze veilige attitude werd de **nulscore** geïntegreerd. Deze nulscore kan ook toegepast worden wanneer bepaalde onderdelen van een opdracht niet worden afgerond door een

leerling. Toch is het belangrijk om hierbij te stellen dat het toepassen van de nulscore eerder een uitzondering dan de regel moet zijn. Het is namelijk steeds de bedoeling om competenties aan te leren, eerder dan ze enkel af te straffen.

De onderzoekscompetenties, beschreven in de assessment-tool, zijn echter te omvangrijk om van leerkrachten te verwachten dat ze deze telkens allemaal beoordelen tijdens iedere praktijkles. De complexiteit van een onderzoek kan door de leerkracht vereenvoudigd worden door zich te focussen op een beperkt aantal, bijvoorbeeld 2 tot 4 vaardigheden, afhankelijk van het lesdoel. (Smit & Biri, 2014) De leerkracht beperkt zich tot deze competenties zowel bij het opstellen van opdrachten als bij de begeleiding en de beoordeling. Dit kan bijvoorbeeld door een onderzoeksvraag reeds aan te bieden aan de leerlingen, zodat zij zich binnen het onderzoek kunnen focussen op het maken van een onderzoeksplan (Stokking & van der Schaaf, 1999) Het is hierbij wel van belang dat de leraar vooraf met de leerlingen bespreekt welke beoordelingscriteria op welke manier wordt beoordeeld en met welke bedoeling. Verder moet er een goede afstemming zijn tussen de leerdoelen, de onderwijsactiviteiten en de evaluatie. Het opstellen van een goede onderzoeksopdracht die relevant en voldoende complex is voor de leerlingen valt buiten het doel van dit onderzoek maar is desalniettemin even cruciaal als de beoordeling ervan.

De leerlingenbevraging omvatte een grote diversiteit aan leerlingen over de 2e en de 3e graad, verschillende studierichtingen en twee scholen. Doordat de leerlingen de leerlingenbevraging anoniem hebben ingevuld, kan men geen onderscheid maken tussen de antwoorden per leeftijd of per richting. Een grotere bevraging is echter nodig om specifiekere onderscheid te maken tussen de antwoorden van deze leerlingen

Tenslotte is er een uitgebreidere toepassing van deze assessment-tool nodig over meerdere leerkrachten, vakken, studierichtingen, studiejaar heen, om de kwaliteit verder te optimaliseren. Dit is een continu proces dat inherent is aan het leraarschap.

## 6 Bibliografie

- Alderson, C., & Wall, D. (1993). Does washback exist? *Applied Linguistics*, 14, 115.
- Avargil, S., Herscovitz, O., & Dori, Y. (2012). Teaching Thinking Skills in Context-Based Learning: Teachers' Challenges and Assessment Knowledge. *Journal of Science Education and Technology*, 21(2), 207-225.
- Baartman, L., Bastiaens, T., Kirschner, P., & van der Vleuten, C. (2006). The Wheel of Competency Assessment: Presenting Quality Criteria For Competency Assessment Programs. *Studies in Educational Evaluation*(32), 153-170.
- Baartman, L., Prins, F., Kirschner, P., & van der Vleuten, C. (2007). Determining the quality of competence assessment programs: a self-evaluation procedure. *Studies in Educational Evaluation*, 33, 258-281.
- Biggs, J. (2003). Aligning teaching for constructing learning. . *Higher Education Academy*, 1(4).
- Birenbaum, M., Kimron, H., & Shilton, H. (2011). Nested contexts that shape assessment for learning: School-based professional learning community and classroom culture. *Studies in Educational Evaluation*, 37(1), 35-48.
- Bongaerts, A., Damm, V., De Deken, G., & De Veuster, I. (2022). *WACO Chemie 4 Leerboek - Doorstroomfinaliteit 2u*. Antwerpen: Plantyn.
- Dierick, S., & Struyven, K. (2021). *Begeleiden en opvolgen van leren*. Educatieve Master, UHasselt: OPO: Leren en Ontwikkeling.
- Dierick, S., Gielkens, M., Hermans, K., Massa, B., Melotte, K., & E., V. (2012). Betekenisvol assessment zet aan tot fundamenteel leren. *Denkcel toetsing, KHLim Lerarenopleiding*.
- Dochy, F., & Struyven, K. (2011). Evalueren van en om te leren: Waarom, Wat, Wie, Wanneer, Waarmee en Hoe? . In M. S. J. Castelijns, *Evalueren om te leren: toetsen en beoordelen op school* (pp. 33-59). Coutinho.
- Felder, R., & Brent, R. (2016, Maart). *Wiley.com*. . From Teaching and Learning STEM: A Practical Guide.: <https://www.wiley.com/en-us/Teaching+and+Learning+STEM:+A+Practical+Guide-p-9781118925812>
- Gibbs, G., & Simpson, C. (2005). Conditions Under Which Assessment Supports Students' Learning. *Learning and Teaching in Higher Education*, 3-31.
- Hattie, J., & Timperley, H. (2007). The power of feedback. *Review of educational research*, 77(1), 81-112.
- Katholiek Onderwijs Vlaanderen. (2021, november 02). *Evaluatie in het secundair onderwijs*. From <https://pro.katholiekonderwijs.vlaanderen/evaluatie-in-het-secundair-onderwijs/evaluatie-what-s-in-a-name>



- Katholiek onderwijs Vlaanderen. (2021, september 23). Evalueren van STEM-doelen in de 2e graad.
- Katholiek Onderwijs Vlaanderen. (2022). *Vakken en Leerplannen*. From Biotechnologische STEM-wetenschappen: <https://pro.katholiekonderwijs.vlaanderen/leerplan-ii-biwes-d/leerplan>
- Krathwohl, D. (2002). A Revision of Bloom's Taxonomy: an overview. *Theory Into Practice*, 41(4), 212-218.
- Osborne, J. (2013). The 21st century challenge for science education: Assessing. *Thinking Skills and Creativity*, 10, 265-279.
- Osborne, J., Collins, S., Ratcliffe, M., Millar, R., & Duschl, R. (2003). What "Ideas-about-Science" Should Be Taught in School Science? A Delphi Study of the Expert Community. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(7), 692-720.
- Prodromou, L. (1995). The backwash effect: from testing to teaching . *English Language Teaching (ELT) Journal*, 13-25.
- Schellekens, L., Bok, H., de Jong, L., van der Schaaf, M., Kremer, W., & van der Vleutend, C. (2021). A scoping review on the notions of Assessment as Learning (AaL), Assessment for Learning (AfL), and Assessment of Learning (AoL). *Studies in Educational Evaluation*, 1-15.
- Sluismans, D., & Dochy, F. (1998). Alternatieve toetsmethoden in studentgericht onderwijs. *Tijdschrift voor Hoger Onderwijs*, 16(4), 298-314.
- Sluismans, D., & Struyven, K. (2014). Quality assurance in assessment: An introduction to this special issue. *Studies in Educational Evaluation*, 1-4.
- Smit, R., & Biri, T. (2014). Assuring the quality of standards-oriented classroom assessment with rubrics for complex competencies. *Studies In Educational Evaluation*, 5-13.
- Stichting leerplanontwikkeling (SLO). (2006). *Rubrics als beoordelingsinstrument voor vaardigheden*. Opgehaald van [www.slo.nl](http://www.slo.nl)
- Stokking, K., & van der Schaaf, M. (1999, Juni). *Universiteit van Utrecht*. From Beoordelen van onderzoeks-vaardigheden van leerlingen: <https://docplayer.nl/11029-Beoordelen-van-onderzoeks-vaardigheden-van-leerlingen.html>
- Surma, T., Vanhoyweghen, K., Sluismans, D., Camp, G., Muijs, D., & Kirschner, P. A. (2019). *Wijze lessen: twaalf bouwstenen voor effectieve didactiek*. Ten Brink Uitgevers.
- Van der Kaap, A. (2016). *Rubrics*. Opgehaald van <http://onderzoekinzestappen.slo.nl>
- Vandeputte, S. (2014). Breed evalueren: omgaan met verschil in zijn en in leren. *Impuls*, 75-83.

- Velthorst, A. (2009). *Practica analyseren op vrijheidsgraden*. From Van een gesloten naar een open practicum: [https://elbd.sites.uu.nl/2012/08/31/van-een-gesloten-naar-  
een-open-practicum/](https://elbd.sites.uu.nl/2012/08/31/van-een-gesloten-naar-een-open-practicum/)
- VVKSO. (2005, September). *Vlaams Verbond van het Katholiek Secundair Onderwijs*. From Chemie derde graad TSO leerplan secundair onderwijs D/2005/0279/05: <http://ond.vvkso-ict.com/leerplannen/doc/Chemie-2005-005.pdf>

## **7 Bijlagen**

### **7.1 Bijlage 1 - zoekplan**

De literatuur, aangereikt tijdens de lessen van de SES Educatieve master, werden gebruikt bij de start van deze literatuurstudie. (n = 15) Deze literatuurstudie werd verder aangevuld met papers uit peer-reviewed literatuur opgezocht via de database "Web of Science" door gebruik te maken van de volgende sleutelwoorden: "Assessment", "Evaluation", "Competency", "skill", "Education", "Quality", "Rubrics", "Education". (n=16)

## 7.2 Bijlage 2 – Assessment-tool. \*Verplichte bijlage: creatief ontwerp (Excel File)

### EVALUATIE-TOOL Labopraktijken

CRITERIUM	Nulscore* (0 %)	ZOEKER <i>Dit kan nog niet</i> (20 %)	WETENSCHAPPER IN WORDING <i>Dit gaat moeizaam</i> (40 %)	WETENSCHAPPER IN WORDING <i>Dit lukt bijna</i> (60 %)	WETENSCHAPPER <i>Dit lukt al aardig</i> (80 %)	EXPERT <i>Dit beheers ik</i> (100 %)	SCORE(%)	WEGINGS- FACTOR (%)
<b>CONTEXT</b>								
<b>1. Theoretische kennis</b>		Je voorkennis is nog onvoldoende om het practicum te kunnen starten en uitvoeren.	Je kan aangeven waarover het practicum gaat maar je voorkennis is nog onvoldoende om zelfstandig aan de slag te gaan met het practicum. Veel hulp van de leerkracht is hiervoor nodig.	Je weet waarover het practicum gaat. Je voorkennis is voldoende maar je kan nog niet zelfstandig aan de slag. Je hebt nog af en toe hulp van de leerkracht nodig.	Je kan zelfstandig aan de slag. Je voorkennis is voldoende maar je zoekt nog bevestiging van de leerkracht.	Je kan onmiddellijk aan de slag omdat je de leerstof/voorkennis goed beheerst en deze in het practicum volledig zelfstandig kan toepassen. Je hebt hiervoor geen extra hulp van de leerkracht nodig.	<b>0</b>	
<b>VERKENNEN</b>								
<b>2. Bronnen raadplegen</b>		Je zoekt geen informatie op en zoekt niet zelf naar bronnen. Je houdt geen bronvermelding bij. Je kan bronnen niet beoordelen op bruikbaarheid en betrouwbaarheid	De gevonden informatie is niet volledig en/of je maakt slechts gebruik van 1 bron. Je bronvermelding is nog niet volledig. Je bent onvoldoende kritisch, je gebruikt betrouwbare en onbetrouwbare bronnen.	De gevonden informatie is nog niet volledig, je kan nog meer bronnen raadplegen. Je bent af en toe kritisch, maar je gebruikt nog te veel onbetrouwbare bronnen. De bronvermelding is aanwezig maar nog niet volledig.	Je informatie is volledig en je gebruikt al een goede selectie aan bronnen. Je bent kritisch, maar je gebruikt nog soms onbetrouwbare bronnen. Je bronvermelding is aanwezig, maar is nog niet altijd correct.	Je kan relevante informatie opzoeken in meerdere bronnen en je maakt een goede selectie. Je kan de betrouwbaarheid van je bronnen correct beoordelen. Je bronvermelding is aanwezig en correct.	<b>0</b>	
<b>3. Onderzoeksvraag stellen**</b>		a) Je kan binnen een afgebakend thema nog geen goed opgebouwde onderzoeksvraag formuleren volgens de vooropgestelde criteria. b) De onderzoeksvraag voldoet helemaal niet aan de vooropgestelde criteria. c) Er wordt geen rekening gehouden met het SMART-principe (indien van toepassing).	a) Je kan binnen een afgebakend thema alleen samen met veel hulp van de leerkracht een onderzoeksvraag formuleren volgens de vooropgestelde criteria. Zelfstandig lukt dit nog niet. b) De onderzoeksvraag voldoet slechts weinig aan de vooropgestelde criteria. c) Er wordt geen rekening gehouden met het SMART-principe (indien van toepassing).	a) Je kan binnen een afgebakend thema, met hulp/bevestiging van de leerkracht een onderzoeksvraag formuleren rekening houdend met de meeste vooropgestelde criteria. b) De onderzoeksvraag voldoet aan de meeste vooropgestelde criteria. c) Er wordt nog niet met het volledige SMART-principe rekening gehouden (indien van toepassing).	a) Je kan binnen een afgebakend thema zelfstandig of met weinig hulp/bevestiging van de leerkracht een goed opgebouwde onderzoeksvraag formuleren rekening houdend met de vooropgestelde criteria. b) De onderzoeksvraag voldoet aan de vooropgestelde criteria. c) Er wordt grotendeels met het SMART-principe rekening gehouden (indien van toepassing).	a) Je kan volledig zelfstandig binnen een afgebakend thema een goed opgebouwde onderzoeksvraag formuleren is rekening houdend met alle vooropgestelde criteria. b) De onderzoeksvraag voldoet aan alle vooropgestelde criteria en is zinvol en passend. c) Er wordt rekening gehouden met het SMART-principe. (indien van toepassing).	<b>0</b>	
<b>4. Hypothese opstellen**</b>		a) Je kan nog geen hypothese formuleren die aansluit bij je onderzoeksvraag. Je noteert zomaar wat. b) Je hypothese voldoet helemaal niet aan de vooropgestelde criteria.	a) Je kan alleen samen met veel hulp van de leerkracht een hypothese formuleren volgens de vooropgestelde criteria. b) De hypothese voldoet slechts aan weinig vooropgestelde criteria.	a) Je kan, met hulp/bevestiging van de leerkracht, een hypothese formuleren die aansluit bij je onderzoeksvraag rekening houdend met de meeste vooropgestelde criteria. b) Je kan een hypothese formuleren maar je formulering is niet helemaal conform de vooropgestelde criteria.	a) Je kan zelfstandig of met weinig hulp/bevestiging van de leerkracht een logische hypothese formuleren rekening houdend met de vooropgestelde criteria. b) Je hypothese voldoet aan alle vooropgestelde criteria.	a) Je kan volledig zelfstandig een logische hypothese formuleren die aansluit bij je onderzoeksvraag rekening houdend met alle vooropgestelde criteria. b) Je hypothese is passend antwoord op je onderzoeksvraag en opgesteld met veel kwaliteit, rekening houdend met alle vooropgestelde criteria.	<b>0</b>	

ONDERZOEK OPZETTEN							
5. Methode / onderzoeksplan		Je kan geen methode/onderzoeksplan opstellen om een vooropgestelde hypothese af te toetsen. Je werkmethode is niet correct.	Je hebt veel hulp van de leerkracht nodig om een methode/onderzoeksplan op te stellen om de vooropgestelde hypothese af te toetsen. Je werkmethode is nog onvolledig of deels incorrect.	Je kan een methode/onderzoeksplan opstellen om de vooropgestelde hypothese af te toetsen. Je werkmethode is nog onvolledig.	Je kan een methode/onderzoeksplan opstellen om de vooropgestelde hypothese af te toetsen. Je werkmethode is volledig, je mist nog details.	Je kan volledig zelfstandig een werkmethode opstellen om de vooropgestelde hypothese af te toetsen. Je werkmethode is volledig en met aandacht voor detail uitgeschreven.	0
		a) Je kan nog geen werkwijze opstellen. b) Je kan nog geen materialen in functie van de werkwijze kiezen/opsommen. c) Je maakt geen of een foutieve proefopstelling	a) Je kan nog niet zelfstandig een logische werkwijze opstellen. b) Belangrijke details ontbreken, mits hulp van de leerkracht. c) Je materialenlijst is onvolledig. d) Je maakt een foutieve proefopstelling.	a) Je kan een werkwijze opstellen met weinig hulp van de leerkracht. b) Belangrijke details ontbreken nog. c) Je materialenlijst is grotendeels volledig. d) Je maakt een proefopstelling maar deze is niet overzichtelijk.	a) Je kan (bijna) zelfstandig een gestructureerde werkwijze opstellen. b) Sommige details ontbreken nog c) Je materialenlijst is volledig. d) Je maakt een overzichtelijke proefopstelling.	a) Je kan zelfstandig een gestructureerde werkwijze opstellen, met oog voor detail. b) Je materialenlijst is volledig. d) Je maakt een correcte en gedetailleerde proefopstelling.	0
ONDERZOEK UITVOEREN							
7. Experiment uitvoeren		Je voert het experiment niet correct uit. Je volgt de werkwijze niet.	Je voert het experiment volgens de werkwijze uit. Je hebt nog veel bijsturing van de leerkracht nodig of je maakt nog veel fouten doordat je de werkwijze niet goed gelezen/gevolgd hebt.	Je voert het experiment uit volgens de werkwijze. Je hebt nog bijsturing van de leerkracht nodig. Je maakt nog enkele fouten.	Je voert het experiment uit en je neemt zelfstandig de werkwijze door. Je voelt je nog onzeker waardoor je nog vaak bevestiging van de leerkracht zoekt. Je maakt nog kleine fouten.	Je voert het experiment volledig zelfstandig en nauwkeurig uit. Je neemt de werkwijze zelfstandig en nagezet door. Je werkt zelfzeker.	0
		Je gebruikt de (meet)instrumenten niet correct en met de nodige nauwkeurigheid. Je gebruikt foutieve meetinstrumenten/materialen voor een bepaald onderzoek.	Je gebruikt de (meet)instrumenten nog niet volledig correct en met de nodige nauwkeurigheid. Je slaat cruciale stappen over waardoor je een onnauwkeurig resultaat bekomt ondanks bijsturing van de leerkracht.	Je gebruikt de (meet)instrumenten grotendeels correct. Sommige stappen gebeuren nog niet correct. Je hebt nog hulp nodig van de leerkracht.	Je gebruikt de meetinstrumenten volledig zelfstandig en grotendeels op een correcte manier.	Je gebruikt zelfstandig en vlot de (meet)instrumenten op een correcte manier met grote nauwkeurigheid.	0
8. Meetinstrumenten/materialen correct gebruiken		a) Je geeft je waarnemingen <b>niet</b> weer. b) Je geeft de resultaten <b>niet</b> weer in een tabel of grafiek c) Je noteert je meetgegevens <b>niet</b> correct/onvolledig (gepaste grootte, correct aantal beduidende cijfers en eenheid). d) Je geeft je waarnemingen weer maar je hebt <b>veel nood aan bijsturing</b> van de leerkracht.	a) Je geeft je waarnemingen en meetgegevens <b>niet correct</b> weer. Je noteert zomaar wat. b) Je kan de resultaten <b>niet overzichtelijk</b> weergeven in een tabel of grafiek (vb. je kiest niet de juiste grafiek) c) Je maakt nog <b>veel fouten</b> op de gepaste grootte, het correct aantal beduidende cijfers en de eenheid. d) Je geeft je waarnemingen weer maar je hebt <b>veel nood aan bijsturing</b> van de leerkracht.	a) Je geeft je waarnemingen en meetgegevens <b>grotendeels</b> correct weer. b) Je geeft de resultaten weer in een tabel of grafiek maar <b>niet alle elementen zijn aanwezig</b> (naam x-as en y-as, titel grafiek, ...) c) Je maakt <b>soms fouten</b> op de gepaste grootte, het correct aantal beduidende cijfers en de eenheid. d) Je geeft je waarnemingen correct weer maar je hebt <b>nog nood aan bijsturing</b> van de leerkracht.	a) Je geeft je waarnemingen en meetgegevens <b>correct</b> weer. Je mist nog <b>enkele details</b> b) Je geeft de resultaten <b>overzichtelijk</b> weer in een tabel of grafiek. c) Je maakt <b>zelden</b> fouten op de gepaste grootte, het correct aantal beduidende cijfers en de eenheid. d) Je werkt <b>grotendeels</b> zelfstandig.	a) Je geeft je waarnemingen en meetgegevens <b>correct en nauwkeurig</b> weer. b) Je kan volledig zelfstandig en <b>met veel kwaliteit</b> de resultaten overzichtelijk weergeven in een tabel of grafiek. c) Je gebruikt <b>steeds</b> de gepaste grootte, het correct aantal beduidende cijfers en de juiste eenheid. d) Je werkt <b>volledig zelfstandig</b>	0
		a) Je geeft je waarnemingen <b>niet</b> weer. b) Je geeft de resultaten <b>niet</b> weer in een tabel of grafiek c) Je noteert je meetgegevens <b>niet</b> correct/onvolledig (gepaste grootte, correct aantal beduidende cijfers en eenheid). d) Je geeft je waarnemingen weer maar je hebt <b>veel nood aan bijsturing</b> van de leerkracht.	a) Je geeft je waarnemingen en meetgegevens <b>niet correct</b> weer. Je noteert zomaar wat. b) Je kan de resultaten <b>niet overzichtelijk</b> weergeven in een tabel of grafiek (vb. je kiest niet de juiste grafiek) c) Je maakt nog <b>veel fouten</b> op de gepaste grootte, het correct aantal beduidende cijfers en de eenheid. d) Je geeft je waarnemingen weer maar je hebt <b>veel nood aan bijsturing</b> van de leerkracht.	a) Je geeft je waarnemingen en meetgegevens <b>grotendeels</b> correct weer. b) Je geeft de resultaten weer in een tabel of grafiek maar <b>niet alle elementen zijn aanwezig</b> (naam x-as en y-as, titel grafiek, ...) c) Je maakt <b>soms fouten</b> op de gepaste grootte, het correct aantal beduidende cijfers en de eenheid. d) Je geeft je waarnemingen correct weer maar je hebt <b>nog nood aan bijsturing</b> van de leerkracht.	a) Je geeft je waarnemingen en meetgegevens <b>correct</b> weer. Je mist nog <b>enkele details</b> b) Je geeft de resultaten <b>overzichtelijk</b> weer in een tabel of grafiek. c) Je maakt <b>zelden</b> fouten op de gepaste grootte, het correct aantal beduidende cijfers en de eenheid. d) Je werkt <b>grotendeels</b> zelfstandig.	a) Je geeft je waarnemingen en meetgegevens <b>correct en nauwkeurig</b> weer. b) Je kan volledig zelfstandig en <b>met veel kwaliteit</b> de resultaten overzichtelijk weergeven in een tabel of grafiek. c) Je gebruikt <b>steeds</b> de gepaste grootte, het correct aantal beduidende cijfers en de juiste eenheid. d) Je werkt <b>volledig zelfstandig</b>	0

<b>10. Veilig werken en professionele labohouding (Attitude)***</b>		a) Je voert het onderzoek helemaal niet uit volgens de GLP-richtlijnen. b) Je let niet op veiligheid. c) Je labohouding is allesbehalve professioneel. (eten, drinken, speels, storend)	a) Je voert het onderzoek uit en volgt hierbij slechts een beperkt aantal GLP-richtlijnen op. b) Je let zelf niet op veiligheid maar enkel na aansporing van de leerkracht. c) Je labohouding is niet professioneel maar eerder speels en storend.	a) Je voert het onderzoek niet volledig uit volgens de GLP-richtlijnen. b) Je let zelf op veiligheid maar hebt regelmatig nog aansporing van de leerkracht nodig. c) Je hebt nog niet altijd een professionele labohouding.	a) Je voert het onderzoek grotendeels uit volgens de GLP-richtlijnen. b) Je let zelf op veiligheid maar hebt heel soms nog aansporing van de leerkracht nodig. c) Je vertoont meestal een professionele houding in het labo.	a) Je voert het onderzoek volledig uit volgens de GLP-richtlijnen. b) Je let zelf steeds bewust op veiligheid. c) Je vertoont altijd een professionele houding in het labo.	<b>0</b>		
							<b>0</b>		
<b>CONCLUDEREN</b>									
<b>11. Ordelijk en duurzaam werken (A)</b>		a) Je voert de afvalverwerking van chemische stoffen niet correct uit. b) Je gaat helemaal niet zorgzaam en duurzaam om met materialen, stoffen en energie. c) Je werkt slordig en laat je labotafel niet opgeruimd achter. d) Je laat anderen voor jou opruimen/het werk doen.	a) Je voert de afvalverwerking van chemische stoffen niet correct zelfstandig uit/ Je vraagt hiervoor hulp van de leerkracht. b) Je gaat meestal niet zorgzaam en duurzaam om met materialen, stoffen en energie. c) Je werkt meestal slordig en laat je labotafel meestal ook niet opgeruimd achter. d) Je bent zelf meestal niet actief bezig tijdens de opruim/het werk.	a) Je voert de afvalverwerking van chemische stoffen niet volledig zelfstandig correct uit. Je vraagt bevestiging van de leerkracht. b) Je gaat soms zorgzaam en duurzaam om met materialen, stoffen en energie. c) Je werkt niet altijd ordelijk. Je laat je labotafel soms nog niet opgeruimd achter d) Je bent zelf meestal ook actief bezig tijdens de opruim/het werk.	a) Je voert de afvalverwerking van chemische stoffen zelfstandig correct uit. Je vraagt toch nog bevestiging van de leerkracht. b) Je gaat bijna altijd zorgzaam en duurzaam om met materialen, stoffen en energie. c) Je werkt voornamelijk ordelijk. Je laat je labotafel meestal volledig opgeruimd achter d) Je bent zelf ook actief bezig tijdens de opruim/het werk.	a) Je voert de afvalverwerking van chemische stoffen volledig zelfstandig en correct uit. b) Je gaat altijd zorgzaam en duurzaam om met materialen, stoffen en energie. c) Je werkt steeds ordelijk en laat je labotafel opgeruimd achter. d) Je neemt zelf initiatief wat betreft de opruim/orde van het labo en bent zelf telkens actief bezig tijdens de opruim/ het werk.		<b>0</b>	
								<b>0</b>	
<b>CONCLUDEREN</b>									
<b>12. Meetgegevens analyseren en kritisch bijstellen</b>		Je kan geen informatie afleiden uit je waarnemingen en meetgegevens.	Je kan informatie afleiden uit je waarnemingen en meetgegevens maar je maakt nog veel fouten of hebt nog veel bijsturing nodig.	Je kan informatie afleiden uit je waarnemingen en meetgegevens, maar je maakt soms nog fouten of hebt nog af en toe hulp nodig van de leerkracht.	Je kan zelfstandig informatie afleiden uit je waarnemingen en meetgegevens. Je mist nog details. Je zoekt nog bevestiging bij de leerkracht.	Je kan zelfstandig en met veel kwaliteit informatie afleiden uit je waarnemingen en meetgegevens.		<b>0</b>	
		Je kan geen correct antwoord formuleren op de onderzoeksvraag.	Je kan een antwoord formuleren op de onderzoeksvraag maar deze is niet correct of je hebt nog veel bijsturing nodig.	Je kan een correct antwoord formuleren op de onderzoeksvraag, maar je conclusie is onvolledig. Je hebt nog hulp van de leerkracht nodig.	Je kan zelfstandig een correct antwoord formuleren op de onderzoeksvraag maar je conclusie mist nog details. Je zoekt nog bevestiging bij de leerkracht.	Je kan zelfstandig en met veel kwaliteit een correct antwoord formuleren op de onderzoeksvraag.		<b>0</b>	
<b>COMMUNICEREN</b>									
<b>14. Verslaggeving</b>		Ik dien mijn verslag te laat in na meerdere aansporingen van de leerkracht.	Ik dien mijn verslag te laat in na één aansporing van de leerkracht.	Ik dien mijn verslag op tijd in, maar het is slordig of onvolledig.	Ik dien mijn verslag tijdig in. Het is volledig ingevuld maar soms nog slordig.	Ik dien een volledig ingevuld en verzorgd verslag in		<b>0</b>	
								<b>0</b>	

\*opm 1 (nulscore):

- Indien een criterium niet kan beoordeeld worden (vb. door het niet invullen op een vraag) wordt er een 0/10 toegewezen voor dit criterium.

- Indien je attitude tijdens het labo onacceptabel is, waardoor het labo niet op een veilige manier kan uitgevoerd worden, wordt er voor de attitude-criteria een 0/10 toegewezen.

- Indien geen verslag wordt ingediend, wordt er een 0/10 gegeven op alle beoordeelde criteria, met uitzondering van de criteria die tijdens het labo gequoteerd worden.

\*\*opm 3: Voor de vooropgestelde criteria voor het opstellen van een goed opgebouwde onderzoeksvraag/hypothese wordt verwezen naar een extra document in bijlage (bijlage 5)

\*\*\*opm 4: Voor de GLP-richtlijnen wordt verwezen naar een extra document in bijlage (bijlage 6)

### 7.3 Bijlage 3 - leidraad focus gesprek leerkrachten

- Vragen over de assessment-tool (algemeen):
  - Bekomen verschillende beoordelaars éénzelfde score  
(**betrouwbaarheid/reproduceerbaarheid**)
  - In functie van de beschikbare tijd, hoe bruikbaar is deze tool?  
(**efficiëntie**)
  - In functie van de beschikbare tijd, is deze tool gemakkelijk te hanteren?  
(**efficiëntie**)
- Vragen over de gekozen beoordelingscriteria:
  - Zijn de evaluatie-criteria onafhankelijk van elkaar te beoordelen?  
(**objectief**)
  - Zijn de evaluatie-criteria representatief voor het latere professionele leven van de leerling (**authentiek**)
- Vragen over de omschrijvingen van leerlingengedrag:
  - Komt geobserveerd gedrag overeen met de omschrijvingen in de beoordeling? (**valide**)
  - Zijn de omschrijvingen duidelijk en helder zodat ze gecommuniceerd kunnen worden aan leerlingen, ouders, etc. (**helderheid/duidelijkheid**)
  - Kunnen leerlingen voldoende feedback uit de beoordeling halen?  
(**betekenisvol**)
  - Is het duidelijk hoe een score tot stand komt?  
(**helderheid/duidelijkheid**)

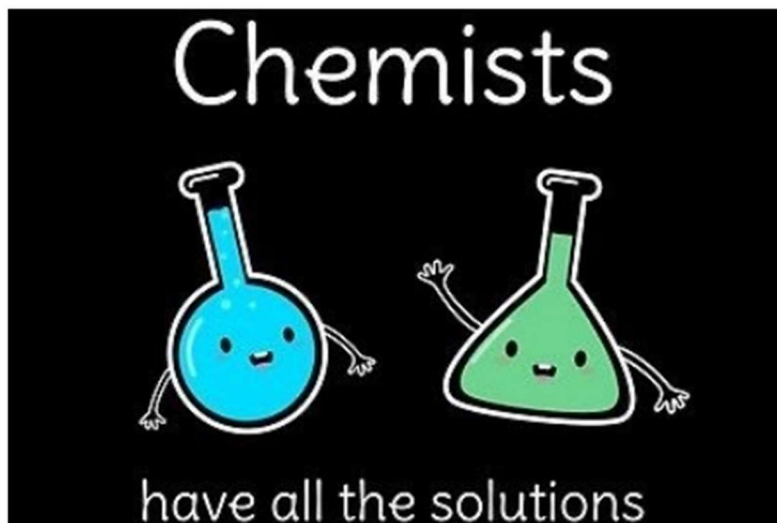
## 7.4 Bijlage 4 - Google form enquête voor leerlingenbevraging

### Feedback Evaluatierubric voor beoordeling labo

#### Feedback beoordeling labo

Tijdens het labo wordt je beoordeeld aan de hand van de voorgestelde beoordelingsrubric. Op deze manier krijg je feedback en wordt jouw punt voor een labo bepaald.

Graag vraag ik jullie via deze korte vragenlijst feedback op deze manier van beoordelen.



1. Interesseert het je om te weten hoe jouw score voor een labo bepaald wordt? \*

*Markeer slechts één ovaal.*

- helemaal niet
- een beetje
- ja



2. Helpt deze beoordelingsrubric je om tijdens een volgend labo te focussen op je werkpunten?

*Markeer slechts één ovaal.*

- ja, ik hou hier rekening mee  
 matig, ik bekijk het slechts oppervlakkig  
 nee, ik doe er verder niets mee

3. Als de beoordelingsrubric niet klassikaal wordt overlopen maar enkel ter beschikking gesteld op smartschool, zou je deze dan zelfstandig doornemen? \*

*Vink alle toepasselijke opties aan.*

- Ja  
 Nee  
 Ik zou deze eens snel maar niet gedetailleerd bekijken.

4. Aan de hand van deze beoordelingsrubric is het mij duidelijk hoe ik aan mijn score van een labo kom. \*

*Markeer slechts één ovaal.*

- Ja  
 Nee  
 Ik heb de rubric niet gelezen

5. De beschrijvingen die in de beoordelingsrubric staan zijn duidelijk voor mij.

*Markeer slechts één ovaal.*

- Alle beschrijvingen zijn duidelijk  
 De meeste beschrijvingen zijn duidelijk  
 De beschrijvingen zijn niet duidelijk  
 Ik heb de beschrijvingen niet gelezen

7.5 Bijlage 5 - onderzoeksvraag/hypothese extra document

# VADEMECUM

## WETENSCHAPPELIJKE SCHRIJFVAARDIGHEDEN



**Richting:** .....

**Vak:** .....

**Schooljaar:** 2022-2023

**Leerkracht:** .....

## Inhoudstabel

### **Inhoud**

1	STRUCTUUR	5
1.1	Titelpagina	5
1.2	Inhoudstabel	5
1.3	Inleiding	6
1.4	Materiaal en methoden	7
1.5	Resultaten	8
1.6	Conclusie	9
2	WETENSCHAPPELIJK TAALGEBRUIK	10

## Voorwoord

Na het beëindigen van een experiment of onderzoeksproject wordt meestal een verslag of wetenschappelijk artikel geschreven op basis van de experimenten die je hebt uitgevoerd en de hierbij verzamelde waarnemingen en resultaten uit je laboschrift.

Het verslag of wetenschappelijk artikel is een middel om je experimentele procedures en geobserveerde resultaten te delen en te bespreken met je begeleider(s) of wetenschappers die gelijkaardig onderzoek doen of die baat hebben bij jouw bevindingen.

Deze handleiding vormt een leidraad voor het schrijven van een (labo)verslag, wetenschappelijk artikel of eindwerk. De verschillende rubrieken die hierin aan bod kunnen komen, worden in detail besproken en geïllustreerd met praktijkvoorbeelden. Ook de vormgeving en het hanteren van een wetenschappelijke schrijfstijl worden verduidelijkt.

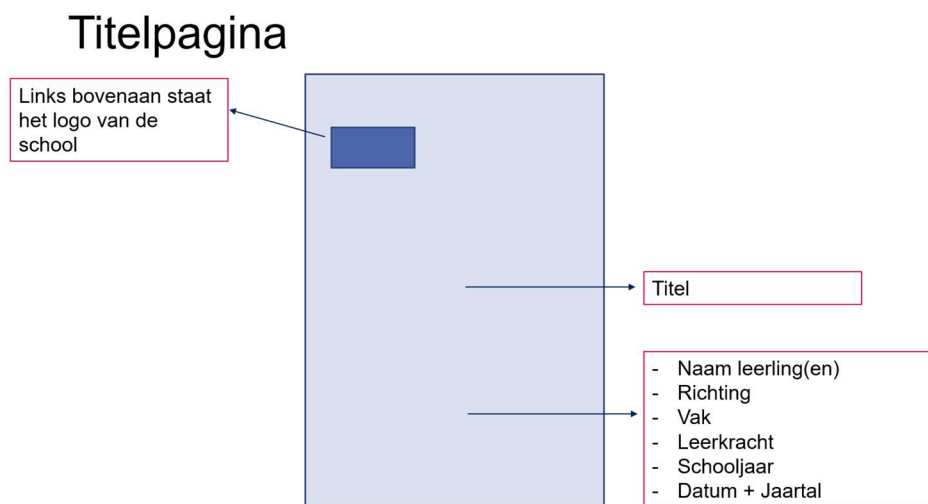
Let op dat de verwachtingen die aan de verschillende rubrieken gesteld worden, in sommige gevallen verschillend kunnen zijn in het latere werkveld

# 1 STRUCTUUR

Een verslag bevat algemeen de volgende structuur:

- Titelpagina
- Inhoudstafel
- Inleiding
- Materialen en methoden
- Resultaten
- Conclusie

## 1.1 Titelpagina



De titelpagina omvat steeds het logo van de school, de titel, jouw naam (+ labopartners) en de datum. (Figuur 1).

Een kort laboverslag hoeft geen apart titelblad. Het volstaat om de titelgegevens bovenaan de eerste bladzijde van het verslag te plaatsen en te scheiden van de tekst door een ononderbroken lijn over de breedte van de pagina.

## 1.2 Inhoudstafel

De inhoudstafel toont de structuur van het projectverslag of eindwerk. Het aantal onderdelen staat in verhouding tot de lengte van het verslag. De inhoudstafel zelf wordt niet opgenomen in de inhoudstafel. Tekstverwerkingsprogramma's – zoals MS Word – bieden de mogelijkheid om de inhoudstafel automatisch te genereren als kopstijlen worden gebruikt. Het voordeel hiervan is dat geen koppen worden vergeten, de nummering juist is en wijzigingen automatisch worden aangebracht.

## 1.3 Inleiding

De inleiding situeert het onderwerp van het experiment, het project of de stage binnen een ruimere context. Dit geeft de lezer een aanknopingspunt en een gevoel van betrokkenheid. Wat is de wetenschappelijke of maatschappelijke relevantie van dit onderzoek?

Een inleiding bevat ook de **probleemstelling** "Welk probleem hoop je met dit onderzoek op te lossen?" en de **hypothese** "Welke mogelijke uitkomsten verwacht je uit je onderzoek?"

#### **a) onderzoeksvraag:**

Bij het opstellen van de onderzoeksvraag dien je rekening te houden met de volgende kenmerken:

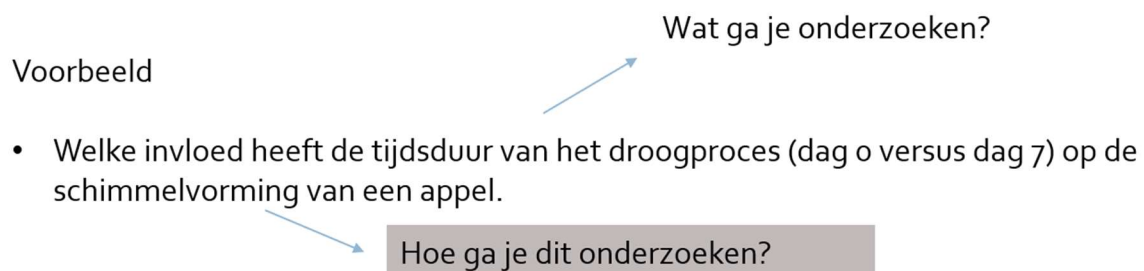
- 1) Afgebakend:
  - a) De onderzoeksvraag is met één of twee kleine experimenten te toetsen
  - b) De onderzoeksvraag is duidelijk geformuleerd zodat anderen weten wat jij bedoelt
- 2) Zinvol:
  - a) Je onderzoeksvraag is beredeneert
  - b) Het bevat geen uitleg of verklaring
- 3) Beknopt
  - a) Je gebruikt enkel noodzakelijke woorden
  - b) Je hebt de hypothese zo kort mogelijk geformuleerd
  - c) Het is geen ja/nee vraag
- 4) Onderzoekbaar:
  - a) Er bestaat een methode om je vraag op te lossen (realiseerbaar)

De formulering van een onderzoeksvraag moet als volgt gebeuren:

1. Wat ga je doen (zo specifiek mogelijk)
2. Hoe ga je dit doen (Hoe ga je dit meten, waar ga je naar kijken?)

LET OP: Geen "ik" "je" "wij" maar objectief formuleren.

- "Wat is het effect van ...." of "Heeft ethanol..."



#### **b) hypothese:**

Voor elke deelvraag kan je een hypothese formuleren.

Houd hierbij rekening met de kenmerken van een goed geformuleerde hypothese.

- 5) Afgebakend:
  - a) De hypothese is met één of twee kleine experimenten te toetsen
  - b) De hypothese is duidelijk geformuleerd zodat anderen weten wat jij bedoelt
- 6) Zinvol:
  - a) Je hypothese is beredeneert

- 7) Beknopt
- a) Je gebruikt enkel noodzakelijke woorden
  - b) Je hebt de hypothese zo kort mogelijk geformuleerd
  - c) Je kan de formulering: als ... dan... gebruiken
- 8) Onderzoekbaar:
- a) Er bestaat een methode om je vraag op te lossen

**voorbeeld:**

- Hypothese (voorbeeld):

*Als glycerol wordt toegevoegd aan een mengsel van water en dreft,  
dan worden de grootste zeepbellen gevormd.*

Maak gebruik van betrouwbare bronnen publicaties, overheidspublicaties, nieuwswebsites, websites van bedrijfswebsites om de probleemstelling met feiten en cijfers te onderbouwen, maar wees bondig. Dankzij deze literatuurstudie krijgt de lezer ook voldoende achtergrondinformatie om de onderzoeksvraag en de methode van het onderzoek te begrijpen.

Tot slot wordt het doel van het project, de stage, het labo of de activiteit vermeld. Bij een project of stage volgt dit doel logisch uit de openstaande onderzoeksvragen. Hier komen tevens de voornaamste materialen en technieken aan bod. Het is echter niet de bedoeling de werkwijze in detail te beschrijven. Dat landt in het onderdeel 'Materialen en methoden'

**Voorbeelden**

**NIET** Ik heb dit onderwerp gekozen, omdat het mij interesseerde.

**WEL** Omdat antibioticaresistentie een veelvoorkomend probleem is, wordt in dit project een nieuwe methode voor het opsporen van residu's van antibiotica in voedingsmiddelen onderzocht.

**NIET** Het doel van het experiment is om azijnzuur te meten.

**WEL** Het doel van het experiment is om het massapercentage van azijnzuur in azijn te bepalen via een zuur-base titratie met natriumhydroxide.

## 1.4 Materiaal en methoden

Onder 'Materialen en methoden' staan alle chemische stoffen, organismen, materialen, toestellen en experimentele procedures opgesomd, zodat een andere wetenschapper het experiment precies kan herhalen om dezelfde resultaten te bekomen. Voor aangekochte

chemische stoffen wordt de zuiverheidsgraad vermeld. Stoffen die enkel gebruikt worden om te reinigen, worden echter niet vermeld.

### Voorbeeld

Aceton (ACS reagens,  $\geq 99,5\%$ )

zwavelzuur (*pro analyse*, 25%)

H<sub>2</sub>O-demi

H<sub>2</sub>O-milliQ

Bij instrumentele technieken worden de verschillende materialen en onderdelen gespecificeerd. Bij meettoestellen en kits worden de fabrikant en het model vermeld. Analytisch glaswerk en een analytische balans worden echter niet vermeld.

## 1.5 Resultaten

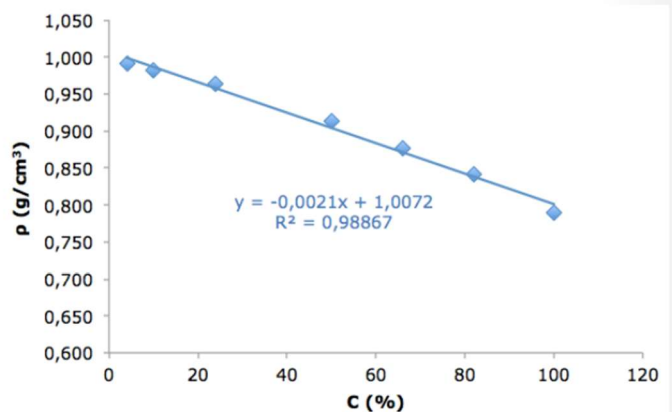
Dit onderdeel bevat al de resultaten van het experiment of onderzoek met inbegrip van:

- ruwe data - Deze worden best bevattelijk en overzichtelijk weergegeven in een tabel, grafiek of figuur. Elke tabel, grafiek of figuur moet genummerd zijn en een gepaste titel dragen en/of voorzien zijn van een legende zodat de data juist geïnterpreteerd kunnen worden. Let erop dat de juiste SI-eenheden gebruikt worden.

Tabel x: De exacte concentratie voor de verschillende Na<sup>+</sup>-ijkoplossingen.

Nummer	Volume (ml)	Concentratie (mg Na <sup>+</sup> /100 ml)
1	1,00	1,01
2	2,00	2,02
3	3,00	3,02
4	4,00	4,03
5	5,00	5,05
6	6,00	6,05
7	7,00	7,06
8	8,00	8,07
9	9,00	9,08
10	10,00	10,1

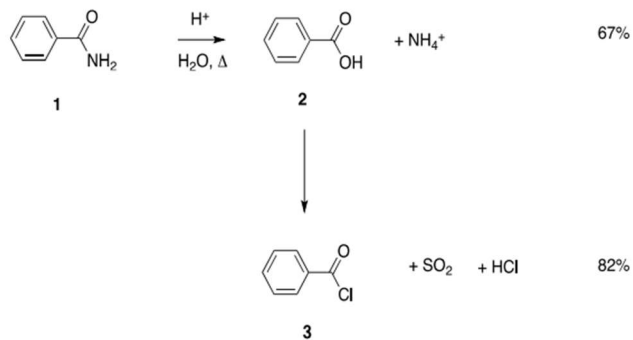
Gebruik voor een grafiek geen gekleurde achtergrond of roosterlijnen. Teken ook geen kader rond een grafiek.



Figuur 3: Dichtheid van alcohol-water oplossing ten opzichte van de volumeconcentratie alcohol.



Benzamide (**1**) werd gedurende 1 uur gerefluxt in verdund zuur midden ter vorming van benzoëzuur (**2**). Vervolgens werd (**2**) gerefluxt met  $\text{SOCl}_2$  om benzoylchloride (**3**) te vormen.



Figuur 2: Synthese van benzoylchloride (3).

· verwoording van de belangrijkste resultaten of trends zonder uitleg over het

hoe en waarom. De uitleg wordt gereserveerd voor het 'Discussie/conclusie' gedeelte. De belangrijkste resultaten mogen geaccentueerd worden door een 'vet' lettertype te gebruiken. Op die manier vallen ze beter op tussen de berekeningen, grafieken en tabellen die overheersen.

· berekeningen. Meestal volstaat het om één voorbeeld van elke berekening te geven. Gebruik alleen SI-eenheden en pas de regels van beduidende cijfers toe!

## 1.6 Conclusie

- Zijn de conclusies in overeenstemming met de resultaten?
- Werden ondervonden problemen besproken?
- Is de kerngedachte beschreven?

# EEN GOEDE LABORATORIUMPRAKTIJK



**Richting:** .....

**Vak:** .....

**Schooljaar:** 2022-2023

**Leerkracht:** .....

**Naam leerling:** .....

# INHOUDSTAFEL

## **BASISREGELS VOOR EEN GOEDE LABORATORIUMPRAKTIJK .1**

### **1 LABOKLEDIJ.....1**

### **2 WELK MATERIAAL BRENG JE MEE? .....1**

### **3 AFSPRAKEN BINNEN HET LABO.....1**

### **4 ORDE EN NETHEID TIJDENS HET LABO .....2**

### **5 VEILIGHEID BINNEN HET LABO .....2**

#### 5.1 Ongevallen .....3

#### 5.2 Op het einde van het labo... .....5

### **6 AFVALVERWERKING.....5**

#### 6.1 Preventie .....5

#### 6.2 Inzameling van vaste afvalstoffen .....5

#### 6.3 Inzameling van vloeibare afvalstoffen .....6

### **7 TIJDENS HET LABO .....8**

#### 7.1 Registratietechnieken .....8

#### 7.2 Staalname .....14

#### 7.3 Bewaringstechnieken voor stalen .....16

### **8 HET NOTEREN VAN JE WAARNEMINGEN.....17**

#### 8.1 Interpreteren van resultaten.....17

#### 8.2 Meetnauwkeurigheid.....17

<b>LABOMATERIALEN EN BASISSTECHNIEKEN.....</b>	<b>21</b>
<b>1 SOORTEN MATERIALEN .....</b>	<b>21</b>
<b>2 BALANSEN.....</b>	<b>25</b>
2.1 Indeling.....	25
2.2 Algemene regels bij het gebruik van balans.....	26
2.2.1 Reinigen van de balans.....	26
2.2.2 Werken met de balans.....	26
<b>3 GLASWERK.....</b>	<b>29</b>
3.1 Indeling.....	29
3.2 Algemene regels bij het gebruik van glaswerk.....	31
3.3 Verwarmen .....	31
3.4 Reinigen van glaswerk.....	32
3.5 Aflezen van volumetrisch glaswerk .....	33
3.6 Werken met volumetrisch glaswerk .....	33
<b>4 FILTEREREN .....</b>	<b>38</b>
4.1 Soorten filtreerpapier .....	38
4.2 Werken met filtreerpapier .....	38
<b>5 BEREIDEN VAN EEN OPLOSSING .....</b>	<b>41</b>
<b>6 BUNSENBRANDER .....</b>	<b>42</b>
6.1 Soorten verwarmingsbronnen.....	42
6.2 Algemene regels bij het gebruik van een bunsenbrander .....	42
6.3 Werken met de bunsenbrander .....	43
<b>BRONNENLIJST .....</b>	<b>47</b>

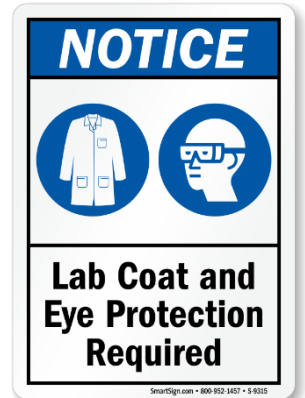
# BASISREGELS VOOR EEN GOEDE LABORATORIUMPRAKTIJK

## 1 LABOKLEDIJ

De volgende drie zaken behoren standaard tot de labo-uitrusting.

- Het dragen van een katoenen **labojas** is verplicht. Deze moet dichtgeknoopt zijn.
- **Lange haren** worden samengebonden met een elastiekje.
- Draag steeds een **veiligheidsbril** tijdens het uitvoeren van de proeven.

Daarnaast worden er nog extra veiligheidsvoorschriften in acht genomen naargelang de experimenten die uitgevoerd worden (zie 1.5 Veiligheid binnen het labo)



## 2 WELK MATERIAAL BRENG JE MEE?

- Je labomap:
  - documenten die je krijgt van je leerkracht
  - alsook een kladblok of laboschrift
- Schrijfgerief
- Rekentoestel
- Elastiekje (indien je lange haren hebt)

## 3 AFSPRAKEN BINNEN HET LABO

- Je betreedt het labo nooit als de leerkracht niet aanwezig is en je bent nooit zonder toezicht in het lokaal.
- Je hebt in het laboratorium een kastje met je eigen labomateriaal. Hierin plaats je je jas en boekentas op de onderste rek zodra je het laboratorium binnenkomt.
- Je mag niet eten of drinken in het labo.
- Houd steeds je aandacht bij je experiment
- Laat je proefopstelling nooit ongecontroleerd achter.
- Je verlaat je toegewezen plaats enkel indien dit noodzakelijk is.

## 4 ORDE EN NETHEID TIJDENS HET LABO

- Hou je werkblad altijd proper: leg uitsluitend het nodige materiaal op je labotafel.
- Plaats voorwerpen nooit vlak bij de tafelrand
- Sluit alle recipiënten na gebruik en zet ze terug op hun plaats.
- Wees zuinig met de gebruikte chemicaliën
- Laat een bunsenbrander nooit onnodig branden. Zet hem op waakvlam als je hem kort erna nodig hebt, en anders meteen helemaal uit.
- Het is belangrijk dat je leert op zelfstandig te werken. Vertrouw op je eigen kennis en kunnen! Daarnaast werken we ook in groep. We zetten dus ook in op teamwork, het is belangrijk dat je leert om met iedereen samen te werken.

## 5 VEILIGHEID BINNEN HET LABO

Bij het werken met chemische stoffen moet je altijd eerst naar de **veiligheidsvoorschriften** kijken.

Je bekijkt altijd de gevarensymbolen en de Hazard en Precaution-zinnen (H- en P-zinnen) vóórdat je chemicaliën gebruikt. Je gebruikt als het nodig is de voorziene veiligheidsattributen zoals veiligheidsbril, handschoenen....



**Opdracht:** Test via de onderstaande quiz hoe goed je op de hoogte bent van de gevarensymbolen.

Producten met deze etiketten kunnen een gevaar vormen als u er niet juist mee omgaat. Zorg ervoor dat u weet wat de etiketten betekenen en lees de instructies om een veilig gebruik te garanderen.

Doe mee aan deze quiz.

Ga na hoe goed u de symbolen kent.

Lees de etiketten.

Veiligheid voorop!

Begin met de quiz

Noteer je score: \_\_\_\_\_

- Raak chemische producten niet aan met de handen. Gebruik een spatel of lepel
- Je mag nooit proeven van of ruiken aan chemische stoffen tenzij je leerkracht dit uitdrukkelijk vraagt. Als je aan een onbekende stof moet ruiken doe je dat op de volgende manier: je houdt een afstand van ongeveer 30 cm en wuift de lucht naar je toe, daarna kun je de stof langzaam naderen.
- Proef nooit aan stoffen!
- Sluit voorraadflessen onmiddellijk na gebruik om te vermijden dat stoppen verwisseld worden want zo kan de inhoud gecontamineerd worden
- Verwarm nooit vluchtige en ontvlambare stoffen boven een blote vlam en laat nooit brandbare producten staan op een tafel waarop een vlam brandt
- Houd bij gebruik van een fles de stop steeds in de hand of leg hem omgekeerd op tafel. Schenk zodanig, dat het etiket zich aan de bovenkant bevindt.

## 5.1 ONGEVALLLEN

- Waarschuw in geval van een incident onmiddellijk de leerkracht.
- Laat iedere wonde verzorgen
- Spoel brandwonden overvloedig onder stromend water (15 min)
- Als je ogen in contact komen met chemische stoffen, spoel je overvloedig met water uit de oogdouche.
- Morsen van producten: onmiddellijk opruimen volgens de instructies van de leerkracht
- Ken de locatie van de veiligheidsuitrusting:
  - Brandblusser
  - Branddeken
  - Douches
  - Oogdouche
  - *Nooduitgang*



**Opdracht:**

Noteer 8 inbreuken op de veiligheidsregels in het labo die afgebeeld zijn op onderstaande figuur.



© Getting Nerdy, LLC

Product link: <https://www.teacherspayteachers.com/Product/Lab-Safety-Bundle-1372464>

Store Link: <https://www.teacherspayteachers.com/Store/Getting-Nerdy-With-Mel-And-Gerdy>



1. \_\_\_\_\_
2. \_\_\_\_\_
3. \_\_\_\_\_
4. \_\_\_\_\_
5. \_\_\_\_\_
6. \_\_\_\_\_
7. \_\_\_\_\_
8. \_\_\_\_\_



## 5.2 OP HET EINDE VAN HET LABO...

- Je mag je afval nooit zo maar in de vuilbak of gootsteen deponeren. Ga eerst na welke stoffen afzonderlijk ingezameld moeten worden.
- Reinig het gebruikte materiaal zo snel mogelijk na gebruik. Ook de werktafel en gootsteen worden gereinigd.
- gas- en waterkraan worden afgesloten. Elektrische toestellen worden uitgeschakeld.
- Controleer of je verslag volledig is.
- Controleer je labokastje. Ga na of het gebruikte materiaal proper is en op de juiste plaats staat.
- Was je handen zorgvuldig met zeep.

## 6 AFVALVERWERKING

### 6.1 PREVENTIE

Verwijdering van afvalstoffen is economisch en ecologisch gezien een dure aangelegenheid. Het is dus in de eerste plaats van belang dat men afval zoveel mogelijk probeert te voorkomen (afvalpreventie) want:

***“Voorkomen is beter dan genezen.”***

Wees dus steeds zuinig: beperk zoveel mogelijk de hoeveelheden chemicaliën die je gebruikt.

Bij de afvalstoffen die met chemicaliën verontreinigd zijn of afvalchemicaliën die als gevaarlijk afval (schadelijk voor de gezondheid en het milieu) beschouwd kunnen worden, wordt onderscheid gemaakt tussen vaste en vloeibare afvalstoffen.

### 6.2 INZAMELING VAN VASTE AFVALSTOFFEN

Indien de vaste afvalstoffen niet gerecupereerd kunnen worden en niet bij het restafval ingezameld mogen worden, worden ze ingezameld in een apart recipiënt. Samen met het vloeibaar afval kunnen ze dan afgevoerd worden via een geregistreerde ophaaldienst.



Figuur 1. Flowchart voor het verwijderen van vast chemisch afval.

### 6.3 INZAMELING VAN VLOEIBARE AFVALSTOFFEN

De vloeibare en opgeloste chemische laboratoriumafvalstoffen vormen veruit het grootste deel van het afval dat in het laboratorium voorkomt.

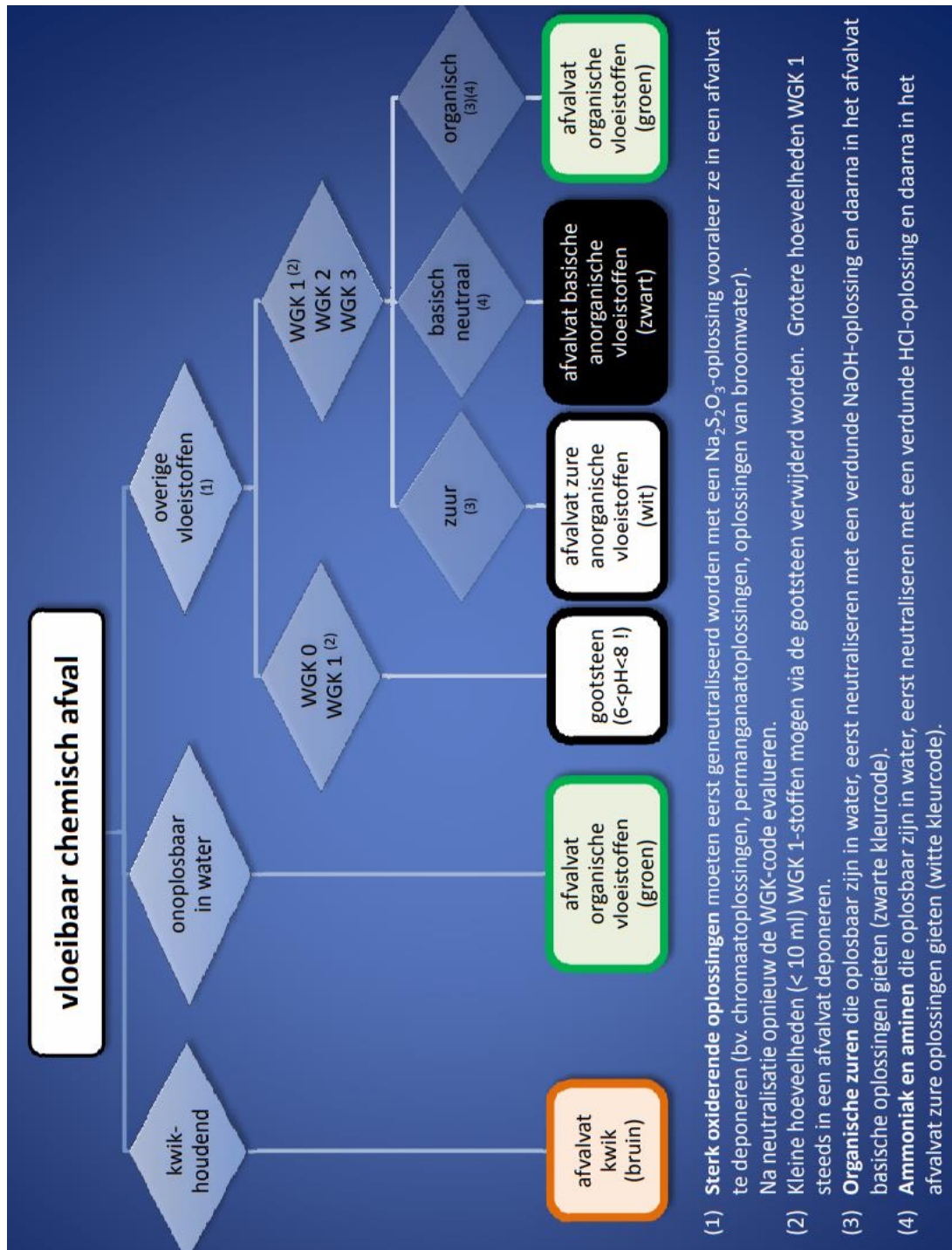
Vloeibaar chemisch afval wordt ingezameld in de daartoe voorziene recipiënten, die gelabeld zijn met duidelijke etiketten:

- *kwikhoudend afval*
- *solventafval (organische / organische gehalogeneerde afvalstoffen)*
- *waterige oplossingen (neutrale en basische / zure afvalfractie)\**
- *bijzondere vloeibare afvalstoffen*

\*De inzameling van waterige laboratoriumafvalstoffen is gebaseerd op het gebruik van WaterGevarenKlasse-codes. Elk product heeft een WGK-code. Deze codes geven het gevaar van het product voor het waterig milieu aan:

WGK = 0: onschadelijk	WGK = 0: verwijderen via de gootsteen
WGK = 1: gematigd schadelijk	WGK = 1 < 0,5 mol/l: verwijderen via de gootsteen
WGK = 2: schadelijk	WGK = 2 < 20 mg/l: verwijderen via de gootsteen
WGK = 3: zeer schadelijk	WGK = 3 of WGK3*: inzamelen, naspoelen en inzamelen

Om de vloeibare afstoffen correct in te zamelen, wordt het volgend schema gebruikt



Figuur 2. Flowchart voor het verwijderen van vloeibaar chemisch afval



## Opdracht

### Waar moet je volgend afval verwijderen?

- a) een gebroken glazen proefbuis waarin een oplossing van kopersulfaat (WGK 2) zat.: \_\_\_\_\_
- b) een gebroken maatkolf die gevuld was met gedemineraliseerd water:  
\_\_\_\_\_
- c) een filter waarin zand werd opgevangen vanuit een zand-water mengsel:  
\_\_\_\_\_
- d) filtraat van kopersulfaat (WGK 2):  
\_\_\_\_\_
- e) 5 ml zeer verdund zwavelzuur (WGK 1):  
\_\_\_\_\_

## 7 TIJDENS HET LABO

### 7.1 REGISTRATIETECHNIEKEN

Praktisch alle producten die wereldwijd gebruikt worden, zijn voorzien van een label of etiket. Dit label bevat o.a. gegevens over de samenstelling van het product (kleding), de houdbaarheid van een product (voedingswaren), de gevaren die het gebruik van het product inhouden (chemicaliën), ...

Het doel van dit label of etiket is dat producten opspoorbaar of traceerbaar moeten zijn.

Het goed kunnen traceren van producten is immers belangrijk wanneer men producten terug naar de fabrikant wil halen, omdat er iets mis mee zou zijn.

## Traceerbare etikettering: voorbeelden

De Europese artikelnummering (European Article Numbering oftewel EAN) bestaat sinds 1974 en wordt wereldwijd veel gebruikt. EAN-codes hebben een vaste lengte. Er zijn twee veel gebruikte EAN-codes; de EAN 8- en de EAN 13-barcode. Vrijwel alle verpakte producten die in Nederland en België in de schappen liggen, hebben een EAN 13-barcode. De EAN 13-code is opgebouwd uit een 2-cijferige landcode, een 5-cijferige fabrikant code en een 5-cijferige productcode. Het 13e cijfer is een controlecijfer. Dit controlecijfer wordt automatisch berekend en moet dus niet worden opgenomen in de invoergegevens.



Ook eieren zijn voorzien van een unieke code om de herkomst van het ei steeds te kunnen bepalen in geval van een voedselcrisis.

### **Eicode, stempel op het ei**

Aan de code kan worden gezien uit welk land het ei komt, en uit welke houderijsysteem het ei afkomstig is.

#### **Soort ei**

- 0 = biologisch ei
- 1 = vrije uitlooper
- 2 = scharrelei
- 3 = kooiei



Stalnummer

Bedrijfsnummer

Land van herkomst

NL = Nederland

BE = België

DE = Duitsland

infographic  AvR



## Opdracht.

Lees onderstaand persbericht van het FAVV en beantwoord onderstaande vragen.

**Persbericht – 8 juli 2022**

**Terugroeping van GENERAL MILLS**

**Product:** vanille-ijs van het merk Häagen-Dazs (460 ml en 95 ml)

**Probleemstelling:** aanwezigheid van residu van gewasbeschermingsmiddelen (ethyleenoxide)

Bij een controle door producent General Mills werd aanwezigheid aan residu van gewasbeschermingsmiddelen (ethyleenoxide) vastgesteld in het ingrediënt vanille-extract aangeleverd door 1 van zijn leveranciers. 4 vanille-ijsproducten van het merk Häagen-Dazs zijn betrokken : Haagen-Dazs vanilla 460ml en 95ml en beide collecties classic en vanilla minicup 95ml. De producten met de hierna vermelde houdbaarheidsdata worden in alle winkels uit de rekken gehaald. Aan consumenten die dit product hebben gekocht, wordt gevraagd het product niet te consumeren en de consumentendienst van General Mills te contacteren voor een refund.

**Beschrijving van de producten:**

**Naam van de producten:**

- VANILLA 8X460ML (EAN Code 3.415.581.101.010)
- VANILLA 24X95ML (EAN Code 3.415.581.311.716)
- CLASSIC COLLECTION 12X4X95ML (EAN Code 3.415.581.505.719)
- VANILLA COLLECTION 12X4X95ML (EAN Code 3.415.581.586.718)

**Merk:** Häagen-Dazs

**Houdbaarheidsdata (THT) :** tussen 06/07/2022 en 21/05/2023

**Verkoopperiode:** van augustus 2021 t.e.m. 07/07/2022

**Aard van de verpakking:** pint (460 ml) en minicup (95 ml)



Persbericht FAVV, geraadpleegd op 7/9/2022 op <https://www.favv-afscab.be/consumenten/productterugroepingen>.

a) Waarvoor staat de afkorting FAVV?

---

---

b) Wat zijn de belangrijkste taken van het FAVV?

---

---

---

c) Wat is ethyleenoxide?

---

---

d) Waarom is ethyleenoxide zo schadelijk voor ons?

---

---

### **Etikettering van chemische producten**

In het dagelijkse leven gebruiken we heel wat chemische producten. Stoffen die we praktisch altijd in huis vinden zijn reinigingsproducten, verven, brandspiritus, ....

Door onoplettendheid of onwetendheid zijn er met deze producten al tal van ongelukken gebeurd.

Om zulke ongevallen zo veel mogelijk te voorkomen heeft de overheid een reeks maatregelen getroffen. Daarom vind je op de chemische producten die in labo's worden gebruikt, maar ook op gewone gebruiksmiddelen die je in de supermarkt of bij de apotheker kan kopen moet een indicatie van de mogelijke gevaren.

Sinds 2015 werkt met wereldwijd met een internationaal eenduidig systeem (GSH : Globally Harmonised System of Classification and Labelling of Chemicals). Voordien kon eenzelfde stof namelijk in één land als 'giftig' gekend zijn en in een ander land niet als gevaarlijk worden beschouwd.



Het internationaal uniform systeem is over de hele wereld herkenbaar



Voorbeeld van een etiket op een chemisch product.

**Zilverchloride (AgCl)**

CAS  
7783-90-6

**Waarschuwing**

H 410  
P 273

WGK 2      Mr:      Mijn instelling



**Opdracht:**

**Wat is de betekenis van het gevarenlogo op dit etiket?**

**Zoek de betekenis van de H- en P-zinnen op?**



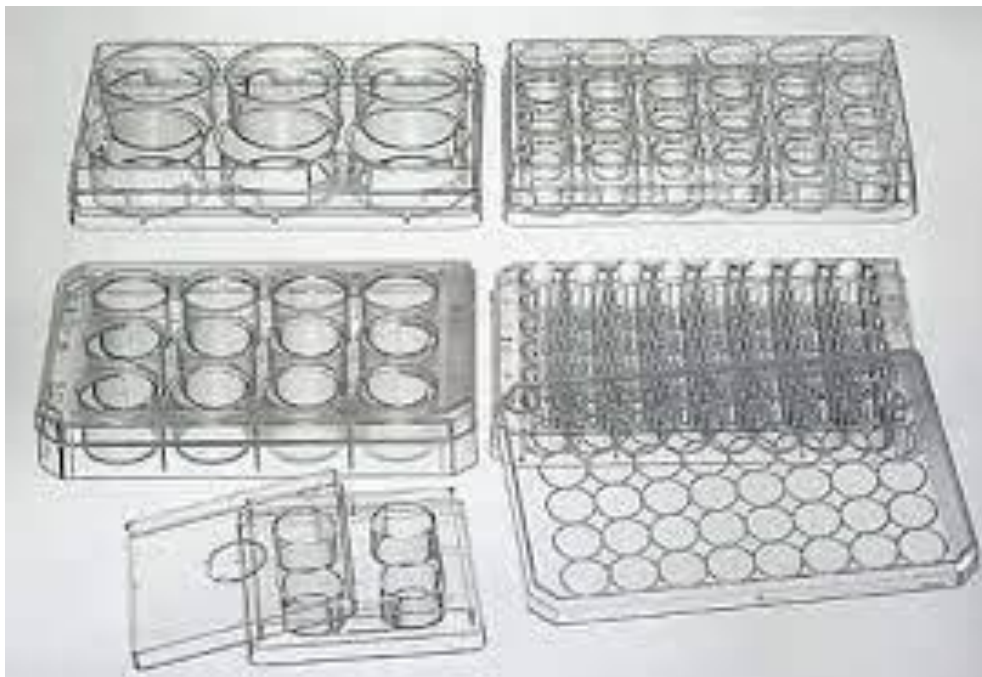
### **Labelen tijdens het experiment**

Ook tijdens het experiment is het belangrijk dat je aangeeft welke stof er in een bekersglas of proefbuis aanwezig is. Zo weet je te allen tijde met welke stof je bezig bent.

Hiervoor gebruik je een stukje schilderstape, voorzien van voldoende informatie (naam leerling, naam stof, concentratie, ...), dat je op het glaswerk plakt.

Soms maak je gebruik van nunclon-schaaltjes om een experiment uit te voeren. Dit is een schaalpje uit kunststof met verschillende vakjes die genummerd zijn.

Nunclon-schaaltjes bestaan in verschillende afmetingen (zie onderstaande figuur).





### Opdracht.

**In een bepaald experiment ga je 5 onbekende oplossingen identificeren.**

Hiervoor maak je gebruik van de volgende identificatiestoffen: Methyloranje, lakmoes, broomthymolblauw en fenolftaleïne.

Vermeld op de stippellijnen hoe jij de onbekende oplossingen en identificatiestoffen in de onderstaande nulclon-schaal zou brengen om de onbekende stoffen te kunnen identificeren.

	---	---	---	---	---	---
-----	○	○	○	○	○	○
-----	○	○	○	○	○	○
-----	○	○	○	○	○	○
-----	○	○	○	○	○	○

## 7.2 STAALNAME

Stalen worden altijd afgenomen in functie van een onderzoek. Zowel in de industrie als in de geneeskunde worden regelmatig stalen genomen en onderzocht.

Staalafname kan nodig zijn in het kader van

- Een herkomstbepaling van een bepaalde stof (bijvoorbeeld vezelonderzoek in een misdrijf)
- Identificatie van verdovende middelen (bijvoorbeeld bij een drugsvangst)

- Controle van goederen (bijvoorbeeld bij internationaal goederenverkeer)
- Controle van voedsel (bijvoorbeeld bij het terugroepen van bepaalde voedingsmiddelen)
- Geneeskundig onderzoek (bloedonderzoek, urineonderzoek)
- Milieubescherming ((illegale) lozing van afval in oppervlaktewater of in de natuur)

Tijdens de labo's van het vak lab- en procestechnieken zullen jullie stalen gaan afnemen.

Belangrijk is dat alle stalen die genomen worden in functie van een onderzoek op een juiste manier voorzien worden van een label. In het algemeen staan hierop de volgende gegevens:

- *Aard van het genomen staal*
- *Datum monstername*
- *Identificatie van de instantie die het monster afneemt*
- *Uniek monsternummer*

Ook bij de afname van een bloed- of urinestaal moet het staal voldoende informatie bevatten: zoals de naam en geboortedatum van de patiënt, een uniek staalnummer en een unieke barcode waaraan extra informatie gekoppeld wordt zoals de testen, afnamedatum, soort bloedbuis de naam van de geneesheer die de opdracht voor staalname gegeven heeft, etc...

De stalen worden steeds onderzocht in erkende laboratoria. Omwille van de traceerbaarheid worden stalen steeds bijgehouden. Wanneer er zich een probleem voordoet kan kunnen deze bewaarde stalen opnieuw gebruikt worden om de oorzaak van het probleem te achterhalen.

### **Representatieve staalname**

Een staalname moet representatief zijn. Dit wil zeggen dat het genomen staal zo goed mogelijk de samenstelling van het geheel moet benaderen.

Om een representatief staal te bekomen moet soms een verzamelstaal worden gemaakt, waaruit het eindstaal genomen kan worden.

Dit wordt duidelijk gemaakt in de volgende figuur:



### 7.3 BEWARINGSTECHNIEKEN VOOR STALEN

Stalen kunnen ten gevolge van fysische, chemische of biologische reacties veranderingen ondergaan. Daarom is het belangrijk dat stalen op een gepaste manier bewaard worden zodat het monster representatief blijft.

Ook de gebruikte recipiënten moeten droog en zuiver zijn zodat het staal niet verontreinigd wordt.

Afhankelijk van de aard van het staal kunnen er verschillende voorwaarden aan de conserveringsmethode verbonden worden.

- De verpakking is meestal luchtdicht zodat lucht of zuurstof geen invloed kan hebben op de samenstelling van het staal
- De stalen worden meestal koel bewaard of bij kamertemperatuur
- De stalen worden niet blootgesteld aan licht

## 8 HET NOTEREN VAN JE WAARNEMINGEN

### 8.1 INTERPRETEREN VAN RESULTATEN

Er bestaan twee typen waarnemingen:

- ◆ **Kwalitatieve waarneming:** is een zintuigelijke waarneming die meestal in woorden wordt uitgedrukt.
- ◆ **Kwantitatieve waarneming:** vereist numerieke metingen en beschrijft deze in termen van 'hoeveel'. Een meetwaarde heeft een grootheid (vb. massa, volume, concentratie) en een eenheid (vb. gram, liter, mol/liter). Zorg dat je deze altijd noteert!



#### **OPDRACHT:**

**Vermeld voor elk van onderstaande zinnen over een ziekenhuispatiënt of deze kwantitatieve of kwalitatieve informatie geeft.**

- a) Roodheid en zwelling van de keel
- b) Normale bloeddruk
- c) Pijn ter hoogte van de borststreek
- d) bloedsuiker: 150mg/dl

### 8.2 MEETNAUWKEURIGHEID

De nauwkeurigheid van een meting bestaat uit de juistheid en precisie.

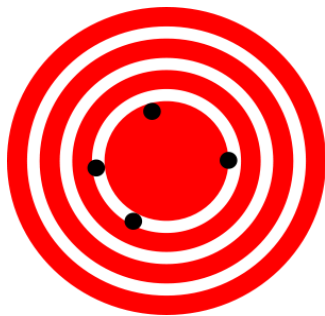
- ◆ **Juistheid:** geeft aan hoe dicht de (gemiddelde) waarde van een meting de echte waarde benaderen.
- ◆ **Precisie of reproduceerbaarheid:** geeft aan hoe dicht verschillende metingen van eenzelfde bepaling of van eenzelfde staal bij elkaar liggen.

Soms kan de meetnauwkeurigheid slecht zijn ondanks hoge precisie, bijvoorbeeld bij een systematische fout, zoals het slecht geijkt zijn van een toestel.

Een analogie die wordt gebruikt om het verschil tussen juistheid en precisie te verklaren, is de herhaalde metingen te vergelijken met pijlen die op een doel worden afgeschoten.

Als de pijlen rondom de roos inslaan, worden ze beschouwd als juist. De mate van juistheid wordt bepaald door de afstand tussen het centrum van de pijlcluster en roos

De precisie kan afgemeten worden aan de spreiding in de pijlcluster. Hoe geconcentreerder de cluster, hoe preciezer metingen. Als alle pijlen sterk zijn gegroepeerd, wordt de cluster als precies beschouwd, aangezien alle dicht bij dezelfde plaats insloegen, hoewel niet noodzakelijk dicht bij de roos. De metingen zijn precies, hoewel niet noodzakelijk juist.



grote juistheid, lage precisie



kleine juistheid, hoge precisie



**OPDRACHT :**

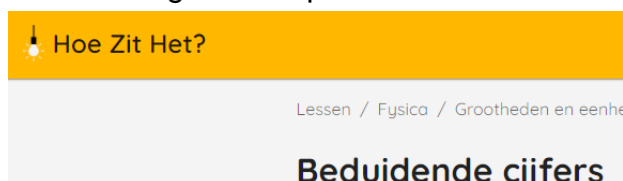
Men meet met een zeer nauwkeurig meetinstrument de lengte van een voorwerp: 6,31141 cm. Drie studenten A,B, C worden gevraagd om de lengte van datzelfde voorwerp te meten met een minder nauwkeurig meetinstrument. Elke student meet zesmaal de lengte en dat geeft volgende resultaten:

student	Meetresultaten						juistheid	precisie
A	6,54	6,53	6,55	6,56	6,52	6,55		
B	7,31	5,55	5,82	6,32	6,67	7,92		
C	6,31	6,32	6,33	6,31	6,34	6,31		

Vermeld bij elke student: juistheid: goed of slecht, precisie: goed of slecht

Bij een meting moet je alle cijfers noteren die je op het meettoestel kan aflezen, ook al zijn dat nullen. De kleinste waarde die je met en meettoestel kunt meten, is de meetnauwkeurigheid van dat toestel. Ze wordt weergegeven door het laatste cijfer van het meetresultaat.

De cijfers die je werkelijk afleest in een meetresultaat zijn de beduidende cijfers (BC). Via de onderstaande site vind je uitleg en oefeningen terug over beduidende cijfers. Bekijk dit grondig, maak de oefeningen op de site, en maak vervolgens de opdrachten hieronder.



### OPDRACHT:

- Noteer voor de onderstaande metingen het meetresultaat.
- Geef de meetnauwkeurigheid
- Geef het aantal beduidende cijfers

<i>meting</i>	<i>Meetresultaat</i>	<i>meetnauwkeurigheid</i>	<i>BC</i>
<i>De weegschaal geeft aan dat Rik 53 kg weegt</i>			
<i>De dokter meet Anna's temperatuur: die blijkt 39,0°C te zijn.</i>			
<i>Rita meet dat er in een flesje cola 0.331 l cola zit</i>			
<i>De gemeten lengte van een stuk magnesiumlint is 6.2 cm</i>			



**OPDRACHT:** Noteer voor elk getal het juist aantal beduidende cijfers:

0,02530

256

3520

12,53

1025

0,010005

0,030000

30000

101010



# LABOMATERIALEN EN BASISSTECHNIEKEN

## 1 SOORTEN MATERIALEN

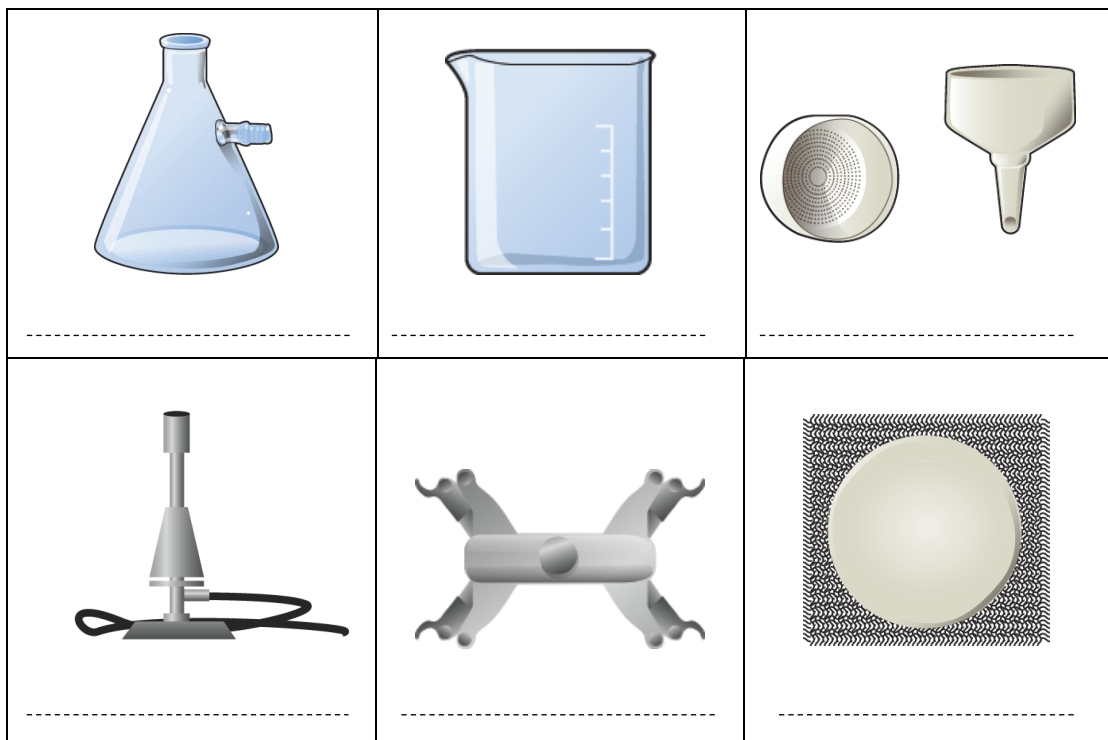
In het labo vind je heel wat soorten materiaal terug die nodig zijn om experimenten uit te voeren. Het is belangrijk dat je weet over welk materiaal er gesproken wordt tijdens een labo en hoe deze correct gebruikt worden. In deze bundel wordt hier dieper op ingegaan.










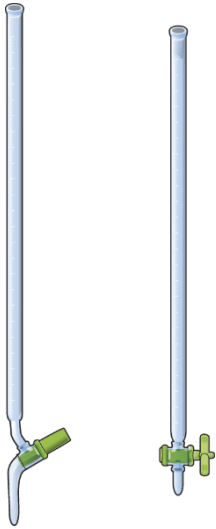

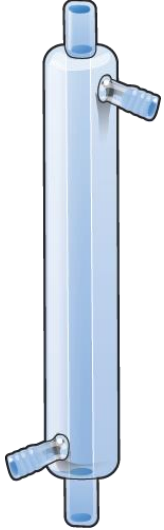


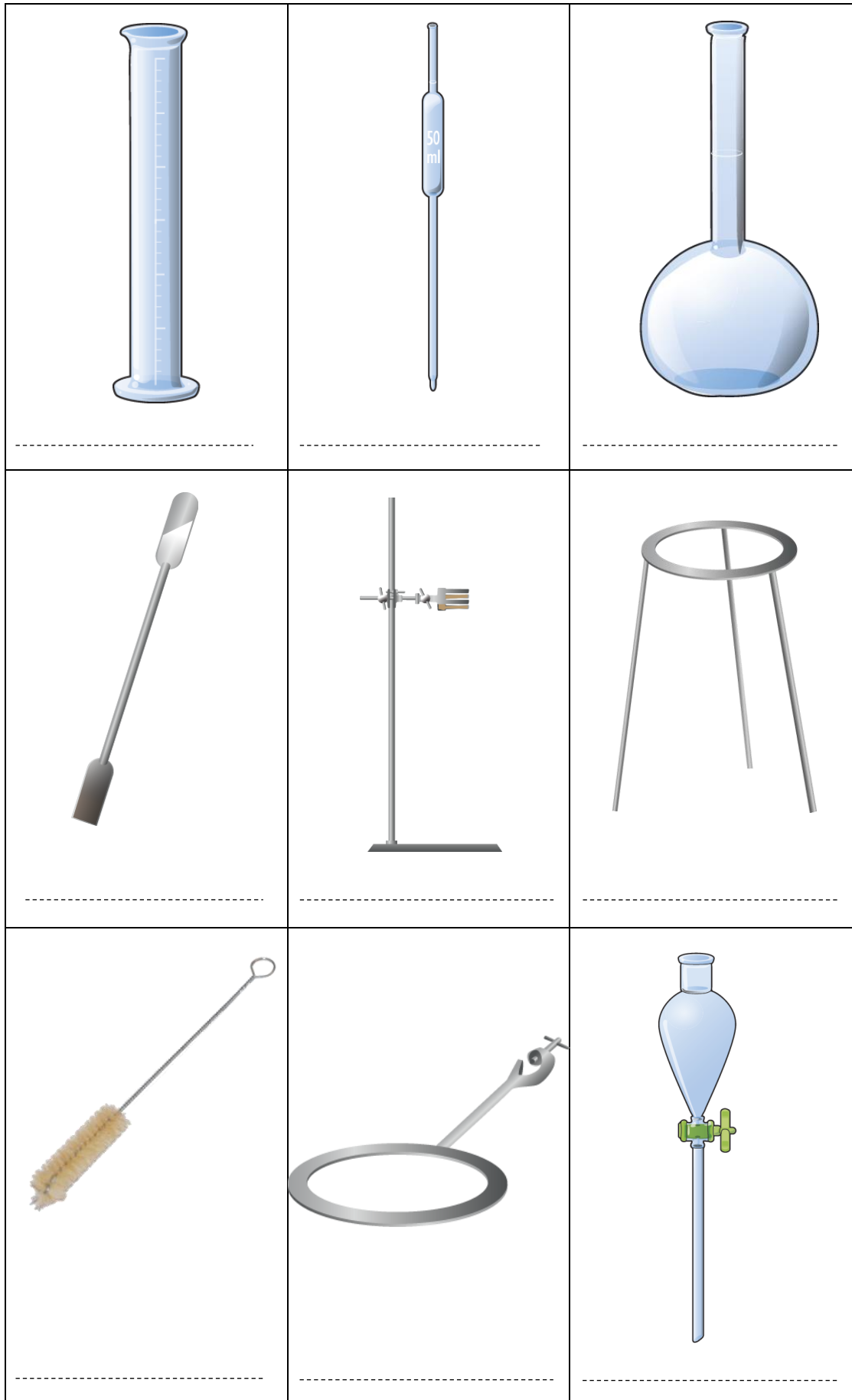
**Opdracht:** Geef van de labomaterialen de correcte naam.

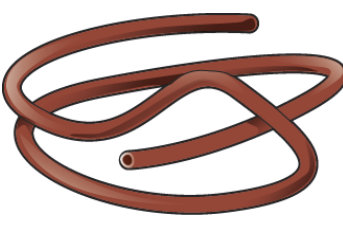


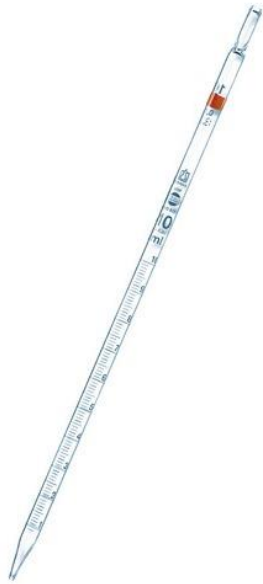



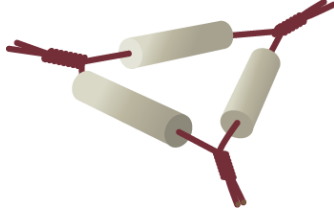

Kies uit:

buret – draadnet – driepikkel – dubbele noot – erlenmeyer – gegradueerde pipet - proefbuisborstel – horlogeglas – büchnertrechter – kookkolf – afzuigfles – liebigoeler – bekersglas – maatcilinder – maatkolf – mortier en stamper – petrischaaltje – statief – statiefklem – statiefring – thermometer – trechter – porseleinen kroes – volpipet – weegschuitje – rubberen slang – pipetpeer – proefbuis – kroesjestang – bunsenbrander – reageerbuis klem – buretklem – scheidtrechter – spatel – spuitfles – pijpenstelendriehoek



 <p>.....</p>	 <p>.....</p>	 <p>.....</p>
		
 <p>.....</p>		 <p>.....</p>
 <p>.....</p>	 <p>.....</p>	 <p>.....</p>





 <p>.....</p>	 <p>.....</p>	 <p>.....</p>
 <p>.....</p>	 <p>.....</p>	 <p>.....</p>
 <p>.....</p>	 <p>.....</p>	 <p>.....</p>



## 2 BALANSEN

### 2.1 INDELING

Een balans is een weeginstrument, gebruikt voor het snel en nauwkeurig afwegen van stoffen. Balansen voor gebruik in het labo kunnen ingedeeld worden volgens de bouw: de mechanische en elektronische balans.

Mechanische balans	Elektronische balans
 A mechanical analytical balance with a glass weighing pan and a weighing boat containing a green substance.	 A digital electronic balance with a stainless steel weighing pan and a digital display showing '0.000'.

Volgens nauwkeurigheid kunnen balansen ingedeeld worden in de precisiebalansen (bovenwegers) en analytische balansen.

Precisiebalans	Analytische balans
 A digital precision balance with a stainless steel weighing pan and a digital display showing '0.000'.	 An analytical balance with a glass draft shield and a digital display showing '0.0000'.
Nauwkeurigheid 1,0 - 0,001 g	Nauwkeurigheid 1 mg – 0,001 mg
Voor kwalitatieve en kwantitatieve experimenten	Enkel voor kwantitatieve experimenten

Het maximaal draag- of tarreervermogen staat aangegeven op de balans. Dit is de maximale massa die afgewogen kan worden. Het draagvermogen mag niet overschreden worden, anders is er kans op een ernstige beschadiging.

## 2.2 ALGEMENE REGELS BIJ HET GEBRUIK VAN BALANS

Let bij het werken met de balans steeds op volgende zaken:

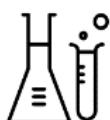
- de balans moet waterpas staan;
- het maximaal draagvermogen mag niet overschreden worden;
- noteer de massa van het afgewogen product vooraleer je het wegneemt;
- chemische producten worden nooit rechtstreeks op de schaal afgewogen, maar bij voorkeur op een voldoende groot horlogeglas of in een weegschuitje. Zo voorkom je beschadiging.
- druk nooit op het weegplateau, dit kan de interne mechanismen beschadigen.

### 2.2.1 Reinigen van de balans

Vermijd dat er gemorst wordt bij het gebruik van de balans. Reinig de balans zorgzaam indien dit toch gebeurt:

- Gebruik een kleine borstel om zachtjes te vegen en eventuele achtergebleven vaste stoffen te verwijderen van de balans.
- Bevochtig een dun doekje met zuiver water en reinig voorzichtig het weegplateau

### 2.2.2 Werken met de balans



#### Labo 1: Gebruik van de precisie- en analytische balans

##### 1 Doel

Het correct leren gebruiken van de balansen in het laboratorium.

##### 2 Benodigdheden

- *precisiebalans*
- *analytische balans*
- *weegschuitje*
- *keukenzout*

### 3 Werkwijze

1. Weeg (bepaal de massa van) een droog, zuiver weegschuitje op een precisiebalans volgens onderstaande stappen. Noteer de massa bij resultaten.

#### Precisiebalans

- a. Zet de balans aan (knopje 'on/off') en controleer of de balans nul aangeeft.
- b. Zet het recipiënt (bijvoorbeeld weegschuitje of bekeerglas) op de balans.
- c. Tarreer (knopje 'tare/0'): zet de huidige uitlezing op 0. Alles wat nu op de balans staat, wordt niet meegewogen.
- d. Breng de gewenste hoeveelheid in het recipiënt, lees de massa af en noteer.
- e. Denk eraan om de balans steeds netjes achter te laten!

2. Herhaal stap 1 op de analytische balans volgens onderstaande stappen.

#### Analytische balans

- a. Zet de balans aan (knopje 'on/off') en controleer of de balans nul aangeeft.
- b. Open de deur en zet het recipiënt op de balans.
- c. Sluit de deur en wacht tot de waarde stabiliseert.
- d. Tarreer (knopje 'tare/0'): zet de huidige uitlezing op 0. Alles wat nu op de balans staat, wordt niet meegewogen.
- e. Breng de gewenste hoeveelheid in het recipiënt.
- f. Sluit de deur en wacht tot de waarde stabiliseert. Lees de massa af en noteer.

3. Weeg nu op hetzelfde weegschuitje ongeveer 1 g keukenzout af op de precisiebalans. Noteer de massa bij resultaten.

4. Herhaal stap 3 op de analytische balans.

#### **4 Resultaten**

a. Weegschuitje

Precisiebalans	
Analytische balans	

b. Weegschuitje + keukenzout

Precisiebalans	
Analytische balans	

#### **5 Vragen**

a. Kan je een weegschuitje en 1 g keukenzout afwegen op een keukenbalans en/of personenbalans bij je thuis? Verklaar je antwoord.

.....

.....

.....

b. Waarom moet je bij een elektronische analytische balans de ruitjes sluiten vóór aflezing? Mag je op tafel bonzen tijdens de weging?

.....

.....

.....

c. Zijn onderstaande stellingen juist of fout? Kruis aan.

	Juist	Fout
Je mag chemische stoffen rechtstreeks op de schaal van de balans afwegen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
De balans moet steeds waterpas staan	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bij het afwegen van de massa op een analytische balans mag het deurtje open blijven staan	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Indien het niet anders kan, mag je het maximale draagvermogen van de balans overschrijden.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Om de balans te reinigen mag je deze in zijn geheel ondersteboven houden	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
De analytische balans is nauwkeuriger dan een precisiebalans	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



### 3 GLASWERK

Bij het uitvoeren van proeven wordt er hoofdzakelijk glazen apparatuur gebruikt. Dit komt door de verschillende voordelen verbonden aan glas: Eerst en vooral is glas bestand tegen de meeste stoffen. Het wordt niet aangetast door zuren, basen, oxidatoren en andere corrosieve en ontvlambare verbindingen. Bovendien is glas doorzichtig, waardoor het vloeistofniveau (meniscus) nauwkeurig afgelezen kan worden en ook het verloop van sommige reacties kunnen goed gevolgd worden (kleurverandering, volumevermindering, ...). Een andere bepalende factor is dat glas meestal bestand is tegen hoge temperaturen. Deze eigenschap is vooral belangrijk tijdens het opwarmen van materialen, koken van water, ....


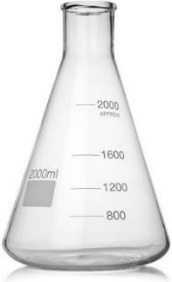


#### 3.1 INDELING

Het is belangrijk dat het juiste glaswerk gebruikt wordt. Afhankelijk van de toepassing onderscheidt men gewoon glaswerk (niet-volumetrisch) en maatglaswerk (volumetrisch).

##### Gewoon of niet-volumetrisch glaswerk

Gewoon glaswerk (bekerglas, erlenmeyer, ...) wordt voornamelijk gebruikt om reacties in te laten verlopen. Het heeft niet altijd een volume-aanduiding. Soms wordt deze wel aangebracht door de fabrikant, maar de maatstrepen zijn dan slechts een ruwe benadering van het vermelde volume. Ze zijn bijgevolg onbetrouwbaar voor metingen.


Het glaswerk kan gebruikt worden om stoffen in af te wegen, maar niet om een volume in af te meten.

			
Bekerglas	Erlenmeyer	Rondbodempkol f	Proefbuis

### Maatglaswerk of volumetrisch glaswerk

Maatglaswerk of volumetrisch glaswerk (maatcilinder, maatkolf, ...) is steeds voorzien van een maatstreep (ijkstreep) en mag niet verwarmd worden of in contact komen met hete vloeistoffen. Het dient alleen om vloeistoffen te meten bij kamertemperatuur. Er zijn verschillende soorten maatglaswerk die verschillende volume capaciteiten hebben. Afhankelijk van de toepassing wordt de gewenste keuze gemaakt.

Maatglaswerk kan gegradueerd zijn of slechts één ijkstreep bevatten.

			
Maatcilinder	Maatkolf	Volpipet	Buret

## 3.2 ALGEMENE REGELS BIJ HET GEBRUIK VAN GLASWERK

- Glas is breekbaar, werk hier steeds erg voorzichtig mee: let op dat het glaswerk niet van de tafel kan vallen. Ruim glaswerk dat niet in gebruik is zo snel mogelijk op.
- Kijk het materiaal voor gebruik steeds na op eventuele barsten. Vervang gebroken glaswerk onmiddellijk en verzamel het bij het glasafval.
- Oefen nooit druk uit op een glazen apparaat.
- Noteer op het recipiënt steeds duidelijk welke stof erin zit.
- Vet glas met slijpstukken in. Zo wordt vermeden dat twee stukken vast komen te zitten of dat er lucht komt tussen twee passende slijpstukken.

## 3.3 VERWARMEN

- Het enige laboratoriumglaswerk dat verhit mag worden is glaswerk uit Pyrex borosilicaatglas.
- Denk eraan dat verwarmd glas nog gedurende geruime tijd warm blijft: laat het dus voor het opnemen voldoende afkoelen of maak gebruik van papier/hittebestendige handschoenen om te vermijden dat je je verbrandt.
- Om barsten door directe verhitting te vermijden wordt best een draadnet tussen de vlam en het glaswerk geplaatst. Bij een proefbuis wordt geen draadnet gebruikt, maar beweegt men de proefbuis (vasthouden met een reageerbuis-klem) zachtjes heen en weer. Verwarm de proefbuis aan de zijkant en niet aan de bodem, zodat oververhitting en spatten voorkomen wordt. Richt de proefbuis weg van uzelf en andere personen.
- Verwarm nooit producten in een afgesloten apparaat: de opstelling kan exploderen

### 3.4 REINIGEN VAN GLASWERK

Naast het veilig werken is het ook belangrijk dat het materiaal correct en goed gereinigd wordt. Een proef kan immers mislukken omdat er nog resten van je voorganger op het labomateriaal aanwezig zijn. Dit moet natuurlijk zoveel mogelijk vermeden worden.

#### **Glaswerk dat volledig afgedroogd kan worden**

Tot deze groep behoren bekers, horlogeglazen, kristalliseerschalen ... Het is dus glaswerk waarvan de binnenkant ook gemakkelijk afgedroogd kan worden met een (hand)doek. Ook ander labomateriaal (spatels, roerstaven, mortier en stamper, ...) worden op deze manier gereinigd. Na de proef worden volgende stappen doorlopen om zo een goede reiniging te hebben:

1. Verwijder het afval: vaste stoffen horen in de vuilnisbak, vloeistoffen in de gootsteen of in de juiste verzamelbidon.
2. Verwijder de alcoholstift: met een schuursponsje of indien dit niet lukt met een kleine hoeveelheid ethanol op een papieren doekje.
3. Reinig het materiaal met overvloedig leidingwater en wat detergent of schuurmiddel.
4. Spoel het materiaal met kleine hoeveelheden leidingwater (geen demi-water) en droog het af met een propere (hand)doek.
5. Plaats het materiaal terug op de oorspronkelijke plaats (kast, lade ...)

#### **Glaswerk waarvan de binnenkant niet kan afgedroogd worden**

Tot deze groep behoort het glaswerk (met een smalle hals) waarvan de binnenkant niet afgedroogd kan worden met een (hand)doek: proefbuizen, erlenmeyers, maatcilinders ...

De stappen 1 tot en met 3 zijn hetzelfde als bij het volledig afdroogbare glaswerk:

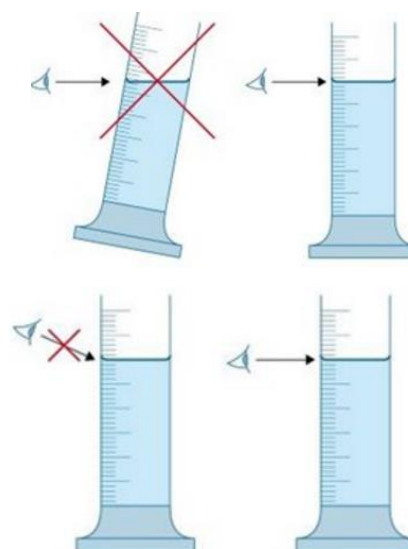
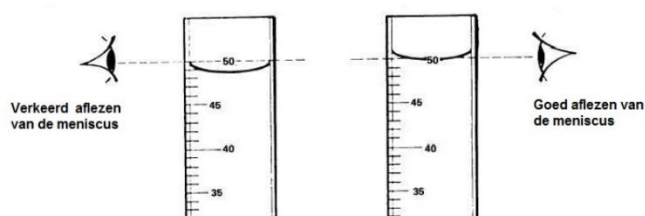
4. Spoel het materiaal met een kleine hoeveelheid leidingwater.
5. Spoel het glaswerk 2 keer met een kleine hoeveelheid demi-water.
6. Plaats het materiaal terug op de oorspronkelijke plaats (kast, lade ...): indien mogelijk (bekerglas, proefbuis in proefbuisrek, ...) ondersteboven.

### 3.5 AFLEZEN VAN VOLUMETRISCH GLASWERK

Als men een vloeistof in een recipiënt brengt, wordt ter hoogte van het grensvlak tussen vloeistof en lucht een vloeistofspiegel waargenomen. Deze wordt de meniscus genoemd. Afhankelijk van de oppervlaktespanning van de vloeistof en de hechting aan de wand van het recipiënt is de curve hol of bol.

Voor het aflezen van vloeistofniveaus in maatcilinders, maatkolven en buretten houdt men bij de meeste vloeistoffen steeds rekening met de onderkant van de vloeistofmeniscus.

Om fouten bij het aflezen te voorkomen gebeurt het aflezen telkens juist op ooghoogte.



### 3.6 WERKEN MET VOLUMETRISCH GLASWERK



#### Labo 2: Gebruik van een gradueerde en volpipet

##### 1 Doel

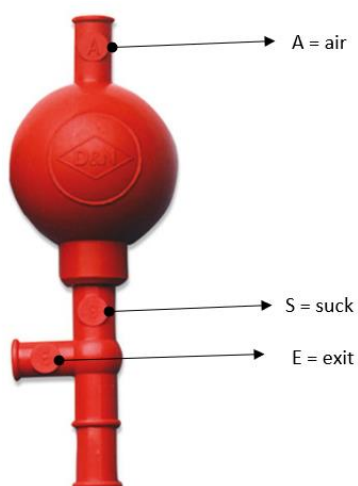
Het correct leren hanteren en gebruiken van gradueerde en volpipetten.

##### 2 Benodigheden

- Bekerglazen
- Pipetten
- Pipetpeer
- Vloeistof

### 3 Werkwijze

1. Neem een zuiver bekersglas dat eerst tweemaal voorgespoeld is met de te pipetteren stof.
2. Giet iets meer dan de nodige hoeveelheid van de te pipetteren vloeistof in het bekersglas. Je mag nooit uit de originele fles of maatkolf pipetteren (kans op verontreiniging!).
3. Spoel de pipet tweemaal met een beetje leidingwater en tweemaal met een beetje demiwater.
4. Maak de pipet aan de buitenkant droog en plaats de pipetpeer hierop.
5. Spoel de pipet tweemaal voor met de te pipetteren vloeistof (enkel bij kwantitatieve proeven). Volg onderstaande stappen voor het vullen van de pipet en laat de pipet leeglopen in een afvalbekersglas.



- a. Druk op 'A' (aspirate) en knijp met de andere hand in de ballon: de lucht ontsnapt langs ventiel A.
- b. Druk op 'S' (suck): de vloeistof wordt in de pipet gezogen terwijl de ballon zich vult met lucht
- c. Zuig de vloeistof tot boven de ijkstreep
- d. Houd de pipet onder een hoek van  $45^\circ$  in het gewenste recipiënt
- e. Druk op 'E' (eject) of verwijder de pipetpeer: de vloeistof loopt uit de pipet.

6. Plaats nu opnieuw de pipetpeer op de pipet. Zuig de vloeistof op tot boven de maatstreep. (Opgelet: zorg dat er geen vloeistof in de pipetpeer komt!!) Er moet voldoende vloeistof in het bekersglas aanwezig zijn, anders zuig je lucht op.
7. Gebruik je pipetpeer om de onderkant van de meniscus gelijk te krijgen met de maatstreep. Werk op ooghoogte!
8. Veeg de onderkant van de pipet af met zuiver, absorberend papier.
9. Laat de pipet leeglopen in een recipiënt onder een hoek van 45° in een zuiver, voorgespoeld bekersglas. Respecteer de uitlooptijd:  $\pm 9$  s (staat weergegeven op de pipet). Je mag de pipet nooit uitblazen of leegtikken!
10. Reinig de pipet en plaats deze in de houder.



### **Labo 3: Bepalen van de nauwkeurigheid van volumetrisch glaswerk**

#### **1 Onderzoeksvraag**

Welk type glaswerk is het meest/minst nauwkeurig?

#### **2 Benodigdheden**

- *maatcilinder (20 ml)*
- *maatcilinder (100 ml)*
- *volpipet (20 ml)*
- *gegradueerde pipet*
- *bekerglazen (100 ml)*
- *balans*
- *demi-water ( $\rho = 1$  g/ml)*

#### **3 Werkwijze**

##### Deel 1

- a. Weeg een droog bekersglas en noteer de massa bij resultaten ( $m_1$ )
- b. Meet 20 mL demi-water af met de maatcilinder van 20 mL en doe dit in het gewogen bekersglas.
- c. Weeg nu de massa van het bekersglas met het water en noteer de massa bij resultaten ( $m_2$ ).
- d. Maak het bekersglas leeg en droog het af.
- e. Herhaal stap a – c, maar gebruik de maatcilinder van 100 mL.

## Deel 2

- Weeg een droog bekeerglas en noteer de massa bij resultaten ( $m_1$ )
- Meet 20 mL demi-water af in een ander bekeerglas (100 ml) en doe dit in het gewogen bekeerglas.
- Weeg nu de massa van het bekeerglas met het water en noteer de massa bij resultaten ( $m_2$ ).
- Maak het bekeerglas leeg en droog het af.

## Deel 3

- Weeg een droog bekeerglas en noteer de massa bij resultaten ( $m_1$ )
- Meet 20 mL demi-water af met een volpipet en doe dit in het gewogen bekeerglas.
- Weeg nu de massa van het bekeerglas met het water en noteer de massa bij resultaten ( $m_2$ ).
- Maak het bekeerglas leeg en droog het af.
- Herhaal stap a – c, maar gebruik nu een gegradueerde pipet.

## **4 Resultaten en berekeningen**

- Bereken het verschil tussen  $m_2$  en  $m_1$
- Vergelijk het bekomen verschil ( $m_2 - m_1$ ) met de theoretische massa van 20 g.

	$m_1$ (g)	$m_2$ (g)	$m_2 - m_1$ (g)	verschil theoretische massa (g)
Maatcilinder (20 mL)				
Maatcilinder (100 mL)				
Bekerglas				
Volpipet (20 ml)				
Gegradueerde pipet				



## 5 Interpretatie

a. Rangschik het gebruikte glaswerk van minst naar meest nauwkeurig.

1. *maatcilinder 20 mL*
2. *maatcilinder 100 mL*
3. *bekerglas*
4. *volpipet 20 mL*
5. *gegradueerde pipet*

Minst nauwkeurig						Meest nauwkeurig
---------------------	--	--	--	--	--	---------------------

b. Gebruik je in onderstaande situaties een volpipet, gegradueerde pipet, bekerglas of maatcilinder?

Voor een experiment heb ik een waterbad nodig met ongeveer 50 ml water. Het is niet erg als dit wat minder of meer is.	
Voor een kwantitatief experiment moet je heel nauwkeurig 5,0 ml van een vloeibaar monster afmeten	
Er moet 7,5 ml zwavelzuur toegevoegd worden aan een waterige oplossing.	

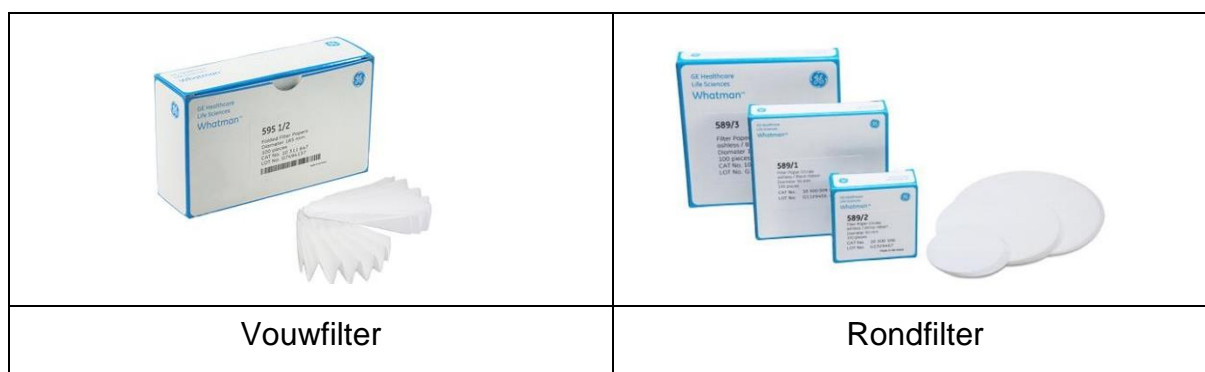
## 6 Besluit

Van het gebruikte glaswerk is de ..... het meest nauwkeurig en het ..... het minst nauwkeurig.

## 4 FILTEREREN

### 4.1 SOORTEN FILTEREERPAPIER

Er bestaan diverse soorten filtreerpapier: diverse merken rond vlakfiltreerpapier in verschillende diameters, geplooid filtreerpapier, bladen filtreerpapier waar je een passend stuk moet uitknippen; filtreerpapier voor kwalitatief gebruik en voor kwantitatieve analyse, voor snelle filtratie (grote neerslagen) of trage filtratie (fijne neerslagen), ... Voor de meeste proeven in het derde jaar mag je gewoon (universeel) filtreerpapier gebruiken voor kwalitatieve doeleinden.



### 4.2 WERKEN MET FILTEREERPAPIER



#### Labo 4: Filtreren

##### 1 Doel

Het correct leren hanteren en gebruiken van filtreerpapier

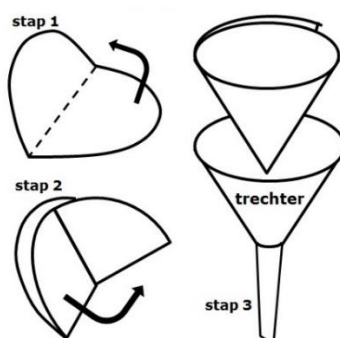
##### 2 Benodigdheden

- *filtreerpapier*
- *trechter*
- *bekerglas*
- *erlenmeyer*
- *glazen roerstaaf*
- *maatcilinder*
- *mortier en stamper*
- *water*
- *gekleurd krijt*

### 3 Werkwijze

1. Maak een stukje krijt fijn met behulp van mortier en stamper.
2. Meng het krijt met ongeveer 25 ml water.
3. Filtreer het mengsel volgens onderstaande stappen.

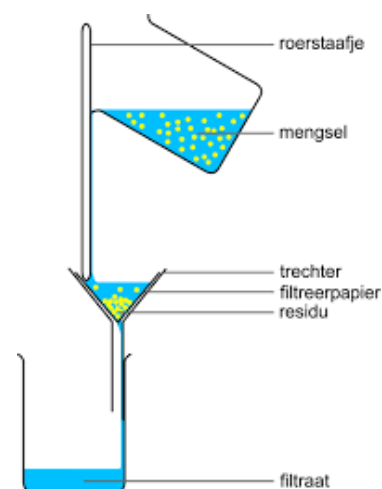
- a. Maak een filtratieopstelling: de meest eenvoudige is deze waarbij een trechter in een (voldoende grote) erlenmeyer hangt
- b. Vouw het filtreerpapier en plaats het in de trechter:
  - Plooi het ronde filtreerpapier in twee.
  - Plooi het nog eens in twee.
  - Plaats het geopend in de trechter zodat er aan de ene kant slechts 1 papierlaagje aanwezig is en aan de andere kant dus 3. De bovenrand van het filtreerpapier blijft  $\pm 1$  cm onder de trechterrاند.
  - Bevochtig het filtreerpapier met demi-water, zodanig dat de bovenrand van de filter tegen de glaswand drukt.



- c. Giet het mengsel op de filter: zorg dat de vloeistof niet tot aan de rand van het filtreerpapier komt maar er  $\pm 1$  cm onder blijft.

Vloeistoffen breng je over met behulp van een roerstaaf:

- Houd de roerstaaf verticaal
- Plaats de schenkruit van de beker tegen de roerstaaf
- Giet de vloeistof langzaam langs de roerstaaf in een ander recipiënt
- Filmpje:



- d. Laat de opstelling staan tot de gehele vloeistof is doorgelopen.

4. Spoel het bekertje na met demi-water (spuitfles) en filtreer.

## 5 Resultaten

a. Welke stof blijft achter als residu (op de filter)?

---

b. Welke stof vormt het filtraat (loopt door de filter)?

---

## 6. Vragen

a. Hoe zouden we het filtraat kunnen ontkleuren? (denk aan de proef met cola van vorig jaar).

---

b. Maak een schema van de gebruikte scheidingstechnieken:

Krijt met water

## 5 BEREIDEN VAN EEN OPLOSSING



### Labo 5. Oplossingen maken

#### 1 Doel

Het correct leren bereiden van 50 mL van een oplossing.

#### 2 Benodigdheden

- *maatkolf 50 mL*
- *balans tot op 0,1 gram nauwkeurig*
- *weegschuitje*
- *spatel*
- *trechter*
- *gedestilleerd water*
- *af te wegen stof*

#### 3 Werkwijze

- Weeg ongeveer 2,0 gram van de stof

Mafgewogen =

- Spoel de maatkolf met een kleine hoeveelheid gedestilleerd water.
- Breng de stof over in de maatkolf. Plooi je weegschuitje een beetje en gebruik een spuitfles gevuld met leidingwater (=oplosmiddel).
- Spoel het weegschuitje na met voldoende oplosmiddel
- **De bereide oplossing wordt getoond aan de leraar**

#### 4 Vragen

Bereken de concentratie van deze stof? Zet hier eerst het volume om naar liter.

$$c = \frac{\text{massa (g)}}{\text{volume (L)}}$$

Concentratie =

## 6 BUNSENBRANDER

### 6.1 SOORTEN VERWARMINGSBRONNEN

Voor het verwarmen van stoffen kunnen verschillen verwarmingsbronnen gebruikt worden. Een van de meest bekende, voor het verwarmen van vloeistoffen en vaste stoffen, is de bunsenbrander.

Daarnaast zijn er nog verschillende andere mogelijkheden:

- *elektrische verwarmingsplaat*
- *waterbad*
- *zandbad*

### 6.2 ALGEMENE REGELS BIJ HET GEBRUIK VAN EEN BUNSENBRANDER

Zoals reeds vermeld in het laboreglement (zie bundel veiligheid) is het erg belangrijk om rekening te houden met verschillende zaken bij het gebruik van een bunsenbrander:

- Zet steeds een veiligheidsbril op, draag een gesloten labojas en bindt lange haren samen.
- Controleer voor gebruik of de slang goed is vastgezet en niet beschadigd is.
- Open de gaskraan pas nadat de leerkracht daarvoor toestemming gegeven heeft. Zorg ervoor dat de gaskraan dicht is na gebruik.
- Steek de bunsenbrander aan met een gesloten luchttoevoer: houd het vlammetje van de aansteker naast de vlampijp.
- Geef het vuur nooit van de ene bunsenbrander naar de andere.

- *Gooi nooit stoffen in de opening van de bunsenbrander.*
- *Verwarm nooit plastic recipiënten!*
- *Blijf steeds in de buurt van een bunsenbrander als deze aanstaat.*
- *Gebruik de bunsenbrander nooit als je werkt met ether, alcohol of andere ontvlambare vloeistoffen.*



## 6.3 WERKEN MET DE BUNSENBRANDER



### Labo 6: De bunsenbrander

#### 1 Doel

Het veilig leren werken met de bunsenbrander

#### 2 Benodigdheden

- aansteker / lucifers
- bunsenbrander
- metalen draad aan kurk
- dekseltje van een porseleinen kroesje
- kroesjestang
- draadnet
- 2 reageerbuizen
- reageerbuisklem

#### 3 Veiligheid

Luister aandachtig naar de veiligheidsvoorschriften in verband met het gebruik van de bunsenbrander!

#### 4 Werkwijze

1. Bestudeer de bunsenbrander nauwkeurig en maak bij waarnemingen (in de kader) een eenvoudige schets van een bunsenbrander. Benoem de volgende delen: *schouw, luchtregelaar, gasslang, gasregelaar, voet*

2. Volg onderstaande stappen voor het aansteken van de bunsenbrander en noteer je waarnemingen.

- *Controleer of de luchttoevoer dicht is*
- *Draai de gasregelaar een kwartslag open*
- *Steek een lucifer aan*
- *Zet de gaskraan volledig open*
- *Breng een brandende lucifer van onderaan, in een vloeiende beweging, langs de schouw naar boven*
- *Draai de gasregelaar verder open om de geeloranje vlam groter te maken*

3. Draai de luchttoevoer open en noteer je waarnemingen.

4. Neem het metalen draadje op een kurk en houd dit op verschillende plaatsen in de vlam: eerst in de gele vlam, daarna in de blauwe vlam. Hoe sneller het staafje roodgloeiend wordt, hoe warmer de vlam. Noteer je waarnemingen.

5. Houd het dekseltje van een porseleinen kroesje enige tijd in de blauwe vlam. Bekijk de onderkant van het dekseltje en noteer je waarnemingen. Laat het dekseltje afkoelen op een draadnet (gebruik geen water, door het plotse temperatuurverschil kan het uiteen spatten!)

6. Houd het dekseltje vervolgens enige tijd in de gele vlam. Bekijk de onderkant van het dekseltje en noteer je waarnemingen. Laat het dekseltje afkoelen op een draadnet.

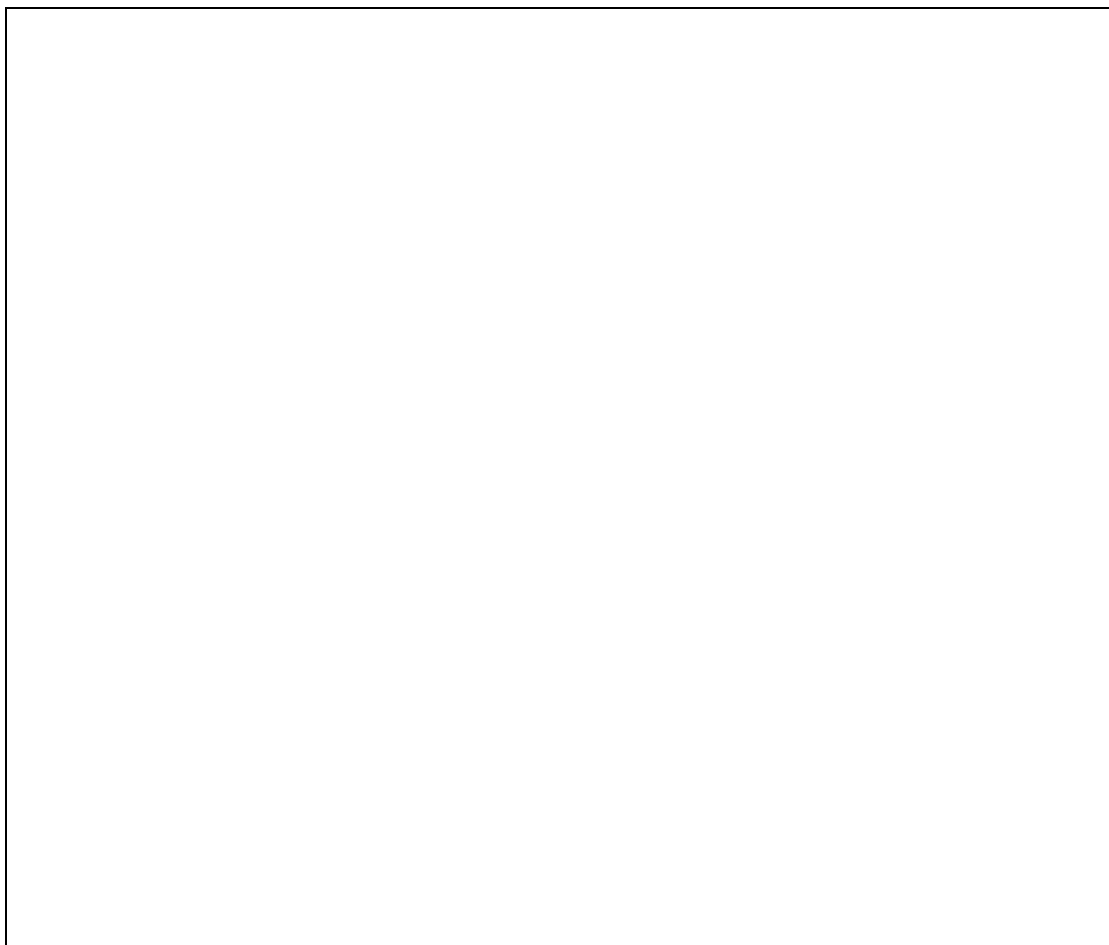


7. Houd een reageerbuis die voor 1/5 gevuld is met water in de blauwe vlam. Noteer je waarnemingen. Houd daarna een tweede reageerbuis die voor 1/5 gevuld is met water in de gele vlam. Noteer je waarnemingen.

8. Draai de gastoevoer dicht na het beëindigen van het experiment.

## 5 Waarnemingen

1. Schets een bunsenbrander en benoem de onderdelen (zie werkwijze)



2. Welke kleur heeft de vlam vlak na het aansteken?

\_\_\_\_\_

3. Welke kleur heeft de vlam na het openen van de luchttoevoer?

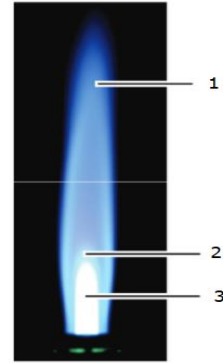
\_\_\_\_\_

4. Welke vlam is het heetst?

\_\_\_\_\_

Waar is deze vlam juist het heetst:  
ter hoogte van nummer 1, 2 of 3? (zie figuur)

\_\_\_\_\_



5. Welke kleur heeft het dekseltje (blauwe vlam)?

\_\_\_\_\_

6. Welke kleur heeft het dekseltje (gele vlam)?

\_\_\_\_\_

7. In welke kleur vlam kookt het water het snelst?

\_\_\_\_\_

## 6 Besluit

Er zijn twee vlamtypes: bij het afsluiten van de lucht ontstaat een .....  
vlam, bij voldoende luchttoevoer ontstaat een..... vlam.

De hoogste temperatuur is terug te vinden in de ..... van  
de..... vlam. De laagste temperatuur is terug te  
vinden in de..... vlam.

Een blauwe, kleurloze vlam zorgt voor een.....verbranding.

Hierdoor ontstaat er geen .....

Een gele vlam zorgt echter voor een ..... verbranding.

Dit type verbranding leidt tot de vorming van .....

## BRONNENLIJST

- Martens I. (2021). *Labomaterialen en basistechnieken*. Opgehaald van: *Teams Lerarennetwerk biotechnieken*
- Amazon. (2021). *NeoLab 1-1177 Teclubrander Din 30665 voor propaangas, luchtregelaar, naaldventiel en spaarvlam*. Opgehaald van: <https://www.amazon.nl/1-1177-Teclubrander-propaangas-luchtregelaar-naaldventiel/dp/B01AUQ42RA>
- Biologielessen.nl. (2021). *Glaswerk*. Opgehaald van: <https://biologielessen.nl/index.php/glaswerk/486-glaswerk>
- Biotechnicumbocholt. (s.a.). *Les 2: Het gebruik van balansen*. Opgehaald van: [https://www.wetenschapsite.be/chemLC\\_les2\\_4tso.htm](https://www.wetenschapsite.be/chemLC_les2_4tso.htm)
- Emmers. (2020). *Practicum omgaan met volumetrisch glaswerk*. *Labo toegepaste chemie – Biotechnicum Bocholt*
- FAVPNG. (s.a.). *Science - Laboratory Chemistry Science Cartoon PNG*. Opgehaald van: [https://favpng.com/png\\_view/science-laboratory-chemistry-science-cartoon-png/KNWC40gj](https://favpng.com/png_view/science-laboratory-chemistry-science-cartoon-png/KNWC40gj)
- Gemeente Lennik. (2021). *Soorten huishoudelijk afval*. Opgehaald van: <https://www.lennik.be/producten/detail/256/soorten-huishoudelijk-afval#>
- Greenlane. (2019). *Ken de juiste manier om een meniscus te lezen*. Opgehaald van: <https://www.greelane.com/nl/science-tech-math/wetenschap/how-to-read-a-meniscus-606055/>
- Geuens, E., Reyniers, K., Dewilde, S. & Moens, L. (2017). *Experimentele vaardigheden I – veiligheid, algemene, chemische en microbiologische vaardigheden*. Uitgeverij: Academia Press
- Katholieke universiteit Leuven – faculteit farmaceutische wetenschappen. (2004). *Basisregels voor een goede laboratoriumpraktijk*. Opgehaald van: <https://pharm.kuleuven.be/onderwijs/documenten/GLP-FFW.pdf>
- KVCV. (2020). *Chemicaliën op school - Veiligheid en milieuzorg in het schoollaboratorium (COS brochure)*. Opgehaald van: <https://www.kvcv.be/images/onderwijs/documenten/downloads/COS112020.pdf>
- Labapp. (2016). *Onderhouden en schoonmaken van mijn Laboratorium weegschaal*. Opgehaald van: <http://laboratoriumbalans.nl/onderhoud.html>

- Manet, L. (2021). *Vademecum leren onderzoeken biotechnieken*.  
Opgehaald van: *Teams Lerarennetwerk biotechnieken*
- Natuurkunde.nl. (2007). *Temperatuur vuur*. Opgehaald van:  
<https://www.natuurkunde.nl/vraagbaak/12745>
- 4NIX. (s.a.). *Filtreren*. Opgehaald van: <https://www.4nix.nl/filtreren.html>
- Pfizer. (s.a.). *Onze productiesite draait op volle toeren*. Opgehaald van:  
<https://www.maakhetvaccin.be/>
- Rasquin, V. (2016). *Begrippen en technieken bruikbaar in het labo*.  
Opgehaald van: <https://vob-ond.be/resources/Jaarboeken/Download/2016/Labotechnieken.pdf>
- Thys, S. (2019). *Project scheidingsmethode*. Opgehaald van:  
<https://docplayer.nl/109378308-Project-scheidingsmethode.html>
- Uitgeverij Averbode. (2019). *Lab 3.2 Leerwerkboek*.
- Verhoeven, L. (2018). *Onderzoekspracticum gebruik en reinigen van glaswerk*. Opgehaald van: <https://www.klascement.net/downloadbaaresmateriaal/85835/glaswerk-gebruiken-labo/?previous>
- Vervaecke, J. (2021). *Labomateriaal bijlage 1 & 2*. Opgehaald van: *Teams Lerarennetwerk biotechnieken*
- Vlaams verbond van het katholiek secundair onderwijs. (s.a.).  
*Basistechniek 1 – de bunsenbrander – cursus voor de leerlingen uit de studierichting TSO biotechniek, tweede graad, tweede leerjaar.*
- Vlaams verbond van het katholiek secundair onderwijs. (s.a.).  
*Laboratorium chemie – cursus voor de leerlingen uit de studierichting TSO biotechniek, tweede graad, tweede leerjaar.*
- Vlaams verbond van het katholiek secundair onderwijs. (s.a.).  
*Basistechniek 3 - pipetteren – cursus voor de leerlingen uit de studierichting TSO biotechniek, tweede graad, tweede leerjaar.*
- VOS Instrumenten. (2021). *Disposables & Filters*. Opgehaald van:  
<https://www.vosinstrumenten.nl/onderwijs/disposables-filters/>
- [https://ec.europa.eu/taxation\\_customs/dds2/SAMANCTA/NL/GeneralProcedures/RepresentativeSampleTaking\\_NL.htm](https://ec.europa.eu/taxation_customs/dds2/SAMANCTA/NL/GeneralProcedures/RepresentativeSampleTaking_NL.htm)
- <https://emis.vito.be/nl/erkende-laboratoria/bodem-en-afvalstoffen-ovam/compendium-cma/gearchiverde-versies-cma/cma-2012>
- <http://chemieleerkracht.blackbox.website/>

- [https://www.dcp.nl/media/wysiwyg/whitepapers/DCP\\_WHITEPAPER\\_barcodes\\_ontcijferd.pdf](https://www.dcp.nl/media/wysiwyg/whitepapers/DCP_WHITEPAPER_barcodes_ontcijferd.pdf)
- [https://www.standaard.be/cnt/dmf20210809\\_97050319](https://www.standaard.be/cnt/dmf20210809_97050319)
- *STAPSTENEN Onderzoek in de chemie stap voor stap. Marie-Josée Janssens. De Boeck*
- *Het Chemisch Practicum, een laboratoriumhandboek. R. Udo, H.R. Leene. ThiemeMeulenhoff*