

2. COMPETENTIE EXPERIMENTEREN

De Bachelor of Science voert experimenten uit binnen het domein Applied Science, zodat aantoonbaar betrouwbare resultaten worden verkregen.

	Niveau I	Niveau II	Niveau III	Niveau IV
	De student voert een experiment uit volgens aangereikt(e) aanpak/voorschrift en verkrijgt dupliceerbare resultaten. Hij laat dat zien door:	De student kiest een voorschrift/aanpak, past dit zo nodig aan, voert het uit en verkrijgt reproduceerbare en betrouwbare resultaten. Hij laat dat zien door:	De student zet met begeleiding experimenten op, voert deze zelfstandig en systematisch uit en verkrijgt reproduceerbare en betrouwbare resultaten. Hij laat dat zien door:	Ervaren beroepsbeoefenaar (zie beschrijving competentie hierboven). Hij laat dat zien door:
a. doel en opzet	Uit te leggen wat het doel van het experiment is.	Een aanpak te kiezen en uit te leggen waarom deze geschikt is om het doel te bereiken.	Zelfstandig een aanpak te formuleren waarmee het doel van het experiment bereikt kan worden.	Een onderzoeksvraag te vertalen naar doelen met een adequate experimentele opzet.
b. methoden en technieken (conceptueel)	Het principe van de aangereikte methode en techniek uit te leggen.	Over voldoende kennis en inzicht te beschikken van beschikbare methoden en technieken om deze op geschiktheid te beoordelen en de juiste apparatuur en/of apparaat-instellingen te kiezen.	Geschikte methoden en technieken te kiezen of ontwikkelen, en te anticiperen op mogelijke experimentele problemen.	Zodanige kennis, inzicht en geoefendheid te tonen dat werkzaamheden op een verantwoorde, veilige en kritische wijze worden uitgevoerd met de juiste methoden, technieken en apparatuur.
c. apparatuur/opstellingen/instrumenten/hard- en software* (toepassen)	Zich te bekwalen in de correcte omgang met de apparatuur.	Zich zodanig te bekwalen in de werking van de beschikbare apparatuur, dat het aanpassen van de instellingen leidt tot gewenste effecten.	Zich zelfstandig te bekwalen in de mogelijkheden en beperkingen van de te gebruiken apparatuur om experimentele problemen te herkennen en daarnaar te kunnen handelen.	Zich te bekwalen in de mogelijkheden en beperkingen van apparatuur om naar experimentele problemen te kunnen handelen.
d. voorbereiding en uitvoering	Op basis van een aangereikt voorschrift/aanpak een experiment adequaat voor te bereiden, uit te voeren en binnen de gestelde tijd dupliceerbare resultaten te verkrijgen en hiervan nauwkeurige en overzichtelijke documentatie bij te houden.	Een planning te maken voor uitvoering van een voorschrift/aanpak, het experiment uit te voeren en binnen de gestelde tijd reproduceerbare resultaten te verkrijgen en hiervan nauwkeurige en overzichtelijke documentatie bij te houden.	Een planning te maken voor een aantal experimenten, deze uit te voeren en binnen de gestelde tijd reproduceerbare resultaten te verkrijgen en hiervan nauwkeurige en overzichtelijke documentatie bij te houden.	Werkvoorschriften op te stellen en uit te voeren zodat aantoonbaar betrouwbare en reproduceerbare resultaten worden verkregen en hiervan nauwkeurige en overzichtelijke documentatie bij te houden.
e. veiligheid, gezondheid, milieu (VGM) en duurzaamheid	Te werken volgens VGM-normen en rekening te houden met ethische en duurzaamheidsnormen bij het voorbereiden en uitvoeren van het experiment.	Te beoordelen of de aanpak binnen de VGM-, ethische en duurzaamheidsnormen kan worden uitgevoerd.	De aanpak te beoordelen en eventueel aan te passen volgens VGM-, ethische en duurzaamheidsnormen.	Een aanpak op te stellen volgens VGM-, ethische en duurzaamheidsnormen met verantwoordelijkheid naar de omgeving.
f. betrouwbaarheid resultaten	Meetresultaten adequaat en correct te bewerken en in te schatten of een gevonden uitkomst realistisch is.	De betrouwbaarheid van een resultaat te beoordelen door een aangereikte (bijvoorbeeld statistische) analyse.	Een (statistische) analyse te kiezen om de betrouwbaarheid en validiteit van het gevonden resultaat te beoordelen.	(Statistische) technieken toe te passen om de resultaten te verwerken/valideren en de kwaliteit ervan te borgen.
g. kritische beschouwing	Te motiveren of de aanpak van het experiment correct is gevolgd.	Te motiveren of de aanpak van het experiment verbeteringen behoeft.	Indien nodig voorstellen te doen tot verbetering van de aanpak en voorstellen te doen voor additionele experimenten.	Op basis van de resultaten een beslissing te nemen voor het vervolg.

* Overall waar in de niveaubeschrijvingen 'apparatuur' staat, kan men deze hele opsomming lezen. Zie pagina 82 voor de begrippenlijst bij deze competentie.

Begrippenlijst competentie Experimenteren (blz. 81)

- Waar **documentatie** staat, kan ook worden gelezen: 'labjournaal, logboek, technische handleiding of een ander in het werkveld gehanteerd documentatietype'.
- Waar **experiment** staat kan ook 'analyse' worden gelezen.
- Onder **dupliceerbaarheid** verstaan wij hier dat het experiment dezelfde resultaten oplevert als het onder zo goed mogelijk gelijke condities door dezelfde persoon wordt uitgevoerd.
- Onder **reproduceerbaarheid** verstaan wij hier dat het experiment dezelfde resultaten oplevert als het onder zo goed mogelijk gelijke condities door een ander persoon wordt uitgevoerd.

Begrippenlijst competentie Ontwikkelen (blz. 83)

- **ontwikkelen**'kan ook 'ontwerpen', 'verbeteren', 'optimaliseren' of 'up- of downscaling van een proces' zijn.
- we spreken van een **proces** als een 'component' een bewerking ondergaat in een 'apparaat', 'toestel' of ander voorwerp. Bijvoorbeeld een destillatiekolom, een reactor of een warmtewisselaar.
- een **instrument** is een 'apparaat', 'toestel' of ander voorwerp dat een fysische, chemische of biologische functie heeft. Bijvoorbeeld een magneet, een analyse instrument of een versterker.
- een **component** is een materiaal of (tussen)product dat wordt bewerkt in een proces.
- een situatie is '**complex**' door een grote hoeveelheid concepten, een grote samenhang tussen concepten of een samenhang met een ander vakgebied.
- **of** is de 'inclusive or', dus 'en/of'.
- **vakspecifiek** is een bijvoeglijk naamwoord dat past binnen de context van Applied Science. Bijvoorbeeld chemisch, fysisch, biologisch, technisch.
- een **vakspecifiek concept** is een onderwerp uit het vakgebied waarvoor theorie of modellen zijn beschreven. Bijvoorbeeld reactiekinetiek (chemisch), destillatie (fysisch), groei van biomassa (biologisch) of elektromagnetisme (technisch).
- een **vakspecifiek model** is een model van een (combinatie van) vakspecifiek(e) concept(en).
- de **vakspecifieke haalbaarheid** is de chemische, fysische, biologische of technische haalbaarheid, maar niet de economische haalbaarheid. De economische haalbaarheid staat apart vermeld.
- het **resultaat** is het ontwikkelde product, proces, instrument of materiaal of het geschaalde proces.
- de **ontwikkeling** is het hele proces om tot het resultaat te komen.