

Tweedegraadslerarenopleiding

10
voor
de
leraar



Kennisbasis Scheikunde

versie september 2017 | ingangsdatum studiejaar 2018-2019

Voorwoord

Vanaf 2016 hebben lerarenopleiders over de volle breedte van de lerarenopleidingen in verschillende fasen met veel enthousiasme gewerkt aan de herijking van de 62 kennisbases die sinds 2008 ontwikkeld zijn. Voor u ligt het mooie resultaat van de gezamenlijke inspanningen.

De kennisbases zijn herijkt op zowel de inhoud, het niveau als de breedte van de vak kennis. Daar waar mogelijk is samenhang aangebracht tussen de kennisbases die een inhoudelijke en vakoverstijgende verwantschap kennen. De inhoud van elke kennisbasis is uiteindelijk gevalideerd door het werkveld en externe inhoudelijke deskundigen. Het resultaat is in overeenstemming met landelijke eisen.

De lerarenopleidingen kunnen tevreden terugkijken op een periode waarin zij veel hebben gediscussieerd, geschaafd en bijgesteld. Een periode waarin lerarenopleiders intensief hebben nagedacht over hun vak, de didactiek en het minimale niveau dat een startbekwame leerkracht moet beheersen. Met de inzet van zoveel betrokken mensen wordt dit eindresultaat breed gedragen.

Al deze activiteiten hebben ook nog iets anders opgeleverd. Het bracht collega's van diverse instellingen met elkaar in contact. Ze kregen gelegenheid om met vakgenoten te discussiëren en daarmee hun eigen expertise aan te scherpen. De samenwerking geeft een impuls aan de betrokkenheid van de lerarenopleiders bij de kwaliteitsverbetering en hun professionalisering.

Permanente kwaliteitszorg is essentieel voor de maatschappelijke opdracht. De kennisbases leveren daarvoor de ijkpunten aan. Het zijn geen statische documenten en blijven met enige regelmaat bijstelling nodig hebben vanwege vakinhoudelijke veranderingen, pedagogisch-didactische eisen, maatschappelijke ontwikkelingen en voortschrijdend inzicht. Dat houdt het gesprek over de inhoud van de lerarenopleidingen volop in leven en draagt daarmee bij aan de kwaliteitsslag die met het ontwikkelen van de kennisbases wordt beoogd.

De lerarenopleidingen weten elkaar beter te vinden en pakken uitdagingen gezamenlijk op. Hiermee dragen zij bij aan een goede opleiding voor de nieuwe generatie leraren en het onderwijs in Nederland.

Ik dank allen die hieraan hebben bijgedragen.



mr. Thom de Graaf,
voorzitter Vereniging Hogescholen



Inhoud

| | |
|--|----|
| Voorwoord | 2 |
| 1 Inleiding | 4 |
| 2 Ontwikkeling kennisbases | 5 |
| 2.1 Versterken kenniscomponent | 5 |
| 2.2 Systeem van kennisborging | 5 |
| 2.3 Ontwikkeling en herijking kennisbases | 5 |
| 3 Toelichting en verantwoording kennisbasis tweedegraadslerarenopleiding Scheikunde | 7 |
| 3.1 Maatschappelijke context | 7 |
| 3.2 Relatie met andere kennisbases | 7 |
| 3.3 Verantwoording keuzes | 8 |
| 3.4 Opbouw kennisdomeinen | 11 |
| 4 Beschrijving kennisdomeinen | 14 |
| 4.1 Vakinhoudelijke domeinen | 14 |
| 4.2 Vakdidactische domeinen | 23 |
| 5 Redactie en validering | 30 |
| 5.1 Redactieteam | 30 |
| 5.2 Valideringsgroep | 30 |
| Bijlage | |
| Uitgangspunten kennisbases | 31 |
| Colofon | 34 |

1 Inleiding

Voor u ligt de herijkte kennisbasis van de tweedegraadslerarenopleiding Scheikunde. Deze kennisbasis beschrijft wat minimaal van een startbekwame leraar aan vakinhoud, vakspecifieke kennis en het bijbehorende niveau mag worden verwacht, ongeacht de instelling waar de student is opgeleid. Het afnemende scholenveld en externe inhoudelijk deskundigen hebben bijgedragen aan de validering van de inhoud van deze kennisbasis.

Deze herijkte kennisbasis is geldig met ingang van het studiejaar 2018-2019 en is in eerste instantie bedoeld voor de lerarenopleiders zelf, maar ook voor hun studenten of externe belanghebbenden.

De kennisbasis is als volgt opgebouwd:

Ontwikkeling kennisbases

In het hoofdstuk *Ontwikkeling kennisbases* is algemene informatie opgenomen over de aanleiding, ontwikkeling, inhoud en herijking van de verschillende kennisbases.

Toelichting en verantwoording

In het hoofdstuk *Toelichting en verantwoording* geeft het redactieteam van de kennisbasis een toelichting op de totstandkoming van de herijkte kennisbasis en legt het verantwoording af over de gemaakte keuzes.

Beschrijving kennisdomeinen

In het hoofdstuk *Beschrijving kennisdomeinen* zijn de vakinhoudelijke en vakdidactische (sub)domeinen opgenomen evenals het minimale niveau waarop de student de (sub)domeinen moet beheersen.

Redactie en validering

In het hoofdstuk *Redactie en validering* vindt u een overzicht van de redactie- en valideringsleden die betrokken zijn geweest bij de herijking van deze kennisbasis.

In de bijlage zijn de uitgangspunten bij het herijken van de kennisbases opgenomen.

2 Ontwikkeling kennisbases

2.1 Versterken kenniscomponent

In de eerste jaren van dit millennium stond met name de kwaliteit van de kenniscomponent van de lerarenopleidingen ter discussie. Als antwoord op de brede kritiek op de vakinhoudelijke en vakdidactische kwaliteit van de lerarenopleidingen presenteerde staatssecretaris Van Bijsterveldt in 2008 de nota *Krachtig meesterschap, kwaliteitsagenda voor het opleiden van leraren 2008-2011*. De Vereniging Hogescholen onderschreef de opgenomen doelstellingen die gericht zijn op een hogere kwaliteit van de lerarenopleidingen. Eén onderdeel van de kwaliteitsagenda betreft de verbetering van de vakinhoudelijke kwaliteit van de lerarenopleidingen. 'Het eindniveau van de opleidingen wordt duidelijk vastgelegd. Hiertoe ontwikkelen de opleidingen in samenwerking met het afnemende veld een gezamenlijke kennisbasis, eindtermen en examens'.

2.2 Systeem van kennisborging

De gezamenlijke lerarenopleidingen hebben met het ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap afspraken gemaakt over een systeem van borging gericht op de kenniscomponent binnen de opleiding. Gekozen is voor drie instrumenten: 1. Kennisbases 2. Landelijke kennistoetsen 3. Peer-review. De resultaten komen bottom-up en in eigen beheer met de lerarenopleider als centrale factor tot stand, maar wel met een stevig en onafhankelijk toezicht. Met als uiteindelijk doel dat elke startbekwame leerkracht minimaal dezelfde vakinhoudelijke kennis en vakspecifieke bekwaamheden heeft. Alle activiteiten voor de versterking van de kenniscomponent in lerarenopleidingen zijn ondergebracht in het programma *10voordeleraar*, onder de paraplu van de Vereniging Hogescholen. Het ministerie heeft voor de ontwikkeling en implementatie van de diverse instrumenten die *10voordeleraar* inzet om haar opdracht te verwezenlijken in de periode 2008-2017 een subsidie van € 25 miljoen beschikbaar gesteld.

2.3 Ontwikkeling en herijking kennisbases

Een kennisbasis omvat de beschrijving van de vakinhoudelijke, (vak)didactische en pedagogische kennis en (vakspecifieke) vaardigheden die een student aan het eind van de opleiding moet hebben. Bij de tweedegraadslerarenopleidingen is dit verdeeld over twee kennisbases: een specifieke vakkennisbasis met bijbehorende vakdidactiek en een generieke kennisbasis. In deze laatste gaat het om de algemene pedagogisch-didactische kennis en vaardigheden. Het kader van de kennisbasis legt een brede en gemeenschappelijke basis vast, maar biedt ook de individuele instelling ruimte voor een eigen profilering.

In de periode 2008-2011 hebben lerarenopleiders over de volle breedte van de hbo-lerarenopleidingen gezamenlijk de kennisbases ontwikkeld. Het afnemende scholenveld en externe inhoudelijk-deskundigen hebben bijgedragen aan de validering van de inhoud. In totaal zijn 62 kennisbases opgesteld. De opleidingen hebben, na validatie van de kennisbasis, hun onderwijsprogramma aangepast.



Vakinhoudelijke veranderingen, maatschappelijke ontwikkelingen en voortschrijdend inzicht maken het wenselijk dat iedere kennisbasis met enige regelmaat wordt beoordeeld op de inhoud en waar nodig wordt aangepast. Dit maakt ook deel uit van de afspraken met het ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap. In het studiejaar 2015-2016 is gestart met het herijken van de eerste kennisbases.

De kennisbases zijn door lerarenopleiders herijkt op zowel de inhoud, het niveau als de breedte van de vakkennis. Daar waar mogelijk is samenhang aangebracht tussen de kennisbases die inhoudelijk en vakoverstijgende verwantschap kennen. De inhoud van de kennisbases is uiteindelijk gevalideerd door het werkveld en door externe inhoudelijke deskundigen. Ze zijn daarmee in overeenstemming met landelijke eisen.

Het herijkingsproces is zodanig vormgegeven dat iedereen die betrokken is bij een vak of opleiding gevraagd of ongevraagd mee kon denken zodat er een breed draagvlak ontstaat. De kennisbasis is een weerslag van wat de lerarenopleidingen, het afnemende werkveld en het specifieke wetenschapsgebied verwacht aan inhoud en niveau van een startbekwame leraar.

Een kerngroep met lerarenopleiders van de verschillende instellingen is gestart met het inventariseren van de herijkingswensen. Deze wensen zijn samengesteld op basis van ideeën, wensen en ontwikkelingen die effect hebben op de nodige vak- en vakdidactische kennis van de aankomende leraar. De kerngroepen hebben als legitimatie collega-docenten uit de eigen instelling, de landelijke vakoverleggen, de constructieteams van de landelijke kennistoetsen en/of de peer-reviewgroepen, studenten en alumni geconsulteerd. De ervaring met de implementatie van de bestaande versie van de kennisbasis is hierbij een belangrijk referentiepunt geweest.

De herijkingswensen zijn vervolgens getoetst aan de laatste wetenschappelijke inzichten binnen het vak, aan de ontwikkelingen in het werkveld en aan veranderingen op het gebied van beleid. Het definitieve herijkingsvoorstel is vastgesteld door een vaststellingscommissie waarin onder andere het landelijk directeurenoverleg tweedegraadslerarenopleidingen (ADEF) en het afnemende werkveld is vertegenwoordigd. Hun specifieke taak was erop toe te zien dat de vastgestelde procedure juist is gevolgd. Zo hebben ze bijvoorbeeld bekeken of alle belanghebbenden afdoende zijn gehoord en of de gemaakte keuzes voldoende zijn toegelicht.

De schrijfgroep is na vaststelling van het herijkingsvoorstel door de vaststellingscommissie aan de slag gegaan met het herschrijven van de kennisbasis. Onder leiding van het landelijk directeurenoverleg tweedegraadslerarenopleidingen (ADEF) is het opgeleverde concept gevalideerd door vertegenwoordigers van het werkveld, van de wetenschap en van eventuele vakverenigingen. Voor een aantal kennisbases is ook het nationaal expertisecentrum leerplanontwikkeling (SLO) geraadpleegd. Na verwerking van de opmerkingen zijn de herijkte kennisbases met een positief advies van het landelijk directeurenoverleg door de *Stuurgroep lerarenopleidingen* vastgesteld.

3 Toelichting en verantwoording kennisbasis tweedegraadslerarenopleiding Scheikunde

3.1 Maatschappelijke context

De kennisbasis voor de tweedegraadslerarenopleiding Scheikunde beschrijft de kennis van het vak en van de vakdidactiek die leraren Scheikunde nodig hebben om bekwaam verklaard te worden en om verantwoord en adequaat vakonderwijs in het (v)mbo en de onderbouw havo/vwo te kunnen verzorgen. De term kennis wordt hier opgevat als een verzamelbegrip voor theoretische, methodische en praktische kennis, dus zowel kennis als vaardigheden.

Het doel van de kennisbasis is te komen tot een landelijke minimumnorm voor de vakkennis en de beheersing van de vakdidactiek op tweedegraadsniveau. Elke instelling heeft daarbinnen de vrijheid om zich te profileren door onderwerpen uit de kennisbasis een meer of minder prominente rol in het curriculum te geven en door doelstellingen na te streven die niet in de kennisbasis zijn opgenomen.

3.2 Relatie met andere kennisbases

Het curriculum van de tweedegraadslerarenopleiding Scheikunde is gebaseerd op twee kennisbases die samen het fundament voor goed leraarschap vormen. Naast de hier beschreven vakspecifieke kennisbasis Scheikunde is in de generieke kennisbasis voor de tweedegraadslerarenopleidingen de conceptuele kennis vastgelegd die de startbekwame docent aan het einde van de opleiding moet hebben. Het gaat specifiek om 'het weten' met betrekking tot het leren en het zich verder kunnen ontwikkelen in het beroep van leraar: het meesterschap van de docent.

In het herijkingsproces van de kennisbasis heeft meerdere keren afstemming met de schrijfgroepen van de andere bètavakken plaatsgevonden. Onderwerpen daarbij waren onder andere het te gebruiken format, vakdidactiek, het inpassen van aspecten uit de Kennisbasis natuurwetenschappen en technologie voor de onderbouw van het vo (SLO) en de formuleringen van de onderwerpen die overlappen met natuurkunde.

Binnen het onderwijs wordt van elke docent een inspanning gevraagd om bij te dragen aan de taalvaardigheid van de leerlingen. Taal speelt dan ook bij alle vakken op school een grote rol. Het geven van instructies en uitleg, het lezen van een tekst, samenwerken aan een opdracht - alles gebeurt met behulp van taal. Leerlingen verwerven in vaklessen (vak)taal. Hierbij gaan taalontwikkeling en begripontwikkeling hand in hand. De didactische benadering die taal- en vakleren combineert heet Taalgericht vakonderwijs (of Taalontwikkelen vakonderwijs). Hoewel niet specifiek aangegeven in deze kennisbasis moet elke leraar hier goed van doordrongen zijn. Bij taalontwikkelen onderwijs komen de drie pijlers van taalgericht vakonderwijs naar voren: context, taalsteun en interactie. De taalontwikkeling komt tijdens (vak)lessen in verschillende contexten naar



voren: het betreft zowel Dagelijkse Algemene Taalvaardigheid (DAT) als Cognitieve Academische Taalvaardigheid (CAT), waarbij woordenschatontwikkeling en taalontwikkeling (vooral ook van vaktaal) vaak onbewust een impuls krijgen. Taalgericht lesgeven komt naar voren bij de gebruikte vakdidactische werkvormen en de taalgerichtheid van toetsen en beoordelen. Bij bewust taalgericht onderwijs worden de doelen van taalontwikkeling meegenomen en kunnen expliciet worden geformuleerd.

Deze vakspecifieke kennisbasis zorgt, daar waar dat van toepassing is, ook voor doorlopende leerlijnen. Hier geldt dat specifiek voor de kennisbasis van de vakmaster Scheikunde.

3.3 Verantwoording keuzes

De kerngroep is werkzaam geweest in de periode van oktober 2015 tot september 2016. In de bijeenkomsten van het Landelijk vakoverleg Scheikunde die in deze periode plaatsvonden, is het herijkingsvoorstel besproken, is input geleverd en zijn aanvullingen en aanbevelingen gedaan die zijn meegenomen in het voorstel herijking kennisbasis Scheikunde. Ook is een conceptversie van dit voorstel voorgelegd aan een panel met daarin:

- vertegenwoordiger van de vakvereniging(en) van docenten scheikunde;
- een curriculumexpert van het SLO;
- een gezaghebbende wetenschapper in de scheikunde;
- docenten werkzaam in resp. vmbo, mbo en/of onderbouw havo/vwo
- een vierdejaars studente van de tweedegraadslerarenopleiding Scheikunde.

Het herijkingsvoorstel is door het panel uitvoerig bestudeerd, besproken van commentaar en advies voorzien en op basis daarvan bijgesteld. Vervolgens is het goedgekeurd door een vaststellingscommissie.

De schrijfgroep voor het daadwerkelijk schrijven van de herijkte kennisbasis is werkzaam geweest van september 2016 tot en met maart 2017. Een conceptversie van de kennisbasis is voorgelegd aan specifieke meelezers en daarnaast aan alle docenten van de hogescholen. Zij hebben dit document voorzien van feedback, deze feedback is uitvoerig besproken en verwerkt. Tijdens de verwerking van de feedback is een document bijgehouden waarin de gemaakte keuzes zijn onderbouwd. In deze periode zijn wederom de tussenproducten in het landelijk vakoverleg besproken.

De vernieuwde kennisbasis is opgeleverd in maart 2017 en in april gevalideerd. Deze valideringsgroep bestond uit collega-lerarenopleiders van hogescholen, een vertegenwoordiging vanuit een universitaire lerarenopleiding Scheikunde, een vertegenwoordiger van de vakvereniging (NVON), een curriculumdeskundige van het SLO én een aantal docenten uit het werkveld (mbo en vo)

Visie

De evaluatie van de huidige kennisbasis binnen het Landelijk vakoverleg Scheikunde en de redactie van de landelijke kennistoets scheikunde heeft tot input geleid voor de visie waarmee de kennisbasis is herschreven. Deze visie wordt hieronder puntsgewijs weergegeven:

De nieuwe kennisbasis bevat een up-to-date overzicht van de kennis die nodig is om het schoolvak scheikunde te onderwijzen, met aandacht voor de huidige ontwikkelingen in het vakgebied en het schoolvak.

- De nieuwe kennisbasis dient het niveau nauwkeuriger te beschrijven door het gebruik van werkwoorden; het huidige niveau blijft gehandhaafd alleen wordt een andere indeling gekozen.
- De aansluiting met de vakmaster lerarenopleiding is van wezenlijk belang en wordt geborgd en daar waar nodig verbeterd.
- De nieuwe kennisbasis dient de onderwerpen overzichtelijker te beschrijven door een logischer indeling.
- De nieuwe kennisbasis dient vrijheid te bieden aan opleidingen om zich te profileren.
- Aansluiting met het mbo borgen.

Uitgangspunten

Voor de kennisbasis Scheikunde heeft de kerngroep de volgende uitgangspunten geformuleerd:

1. Niveau

Het huidige niveau blijft gehandhaafd (College Chemistry). Dit niveau is vergelijkbaar met een propedeuse van een universitaire bachelor in Nederland. Bij de beschrijving van het niveau besteden we aandacht aan de Dublin-descriptoren (bachelor) en NLQF-niveau 6.

2. Format en indeling

Het format dient voor de vakken van het cluster bèta zo gelijk mogelijk te zijn.

De domeinindeling is gelijk aan die van de vakmaster. Dit heeft tot gevolg dat:

- het aantal vakinhoudelijke domeinen aanzienlijk lager is (terug van 20 naar 11);
- het schoolvak en de vakdiscipline niet apart genoemd worden, maar wel beiden aan bod komen in de domeinen;
- de aansluiting op de vakmaster extra aandacht krijgt;
- doublures uit de oude kennisbasis verdwijnen.

3. Nieuwe onderwerpen

Uit de evaluatie bleek dat een aantal gebieden een prominentere plaats moet krijgen, onder andere de structuur-eigenschap redeneren en duurzaamheid. Dit betekent dat er ook een aantal onderwerpen geschrapt moet worden. We streven naar een verandering van maximaal tien procent van de huidige curricula.

4. Rol van de kennisbasis vakdidactiek

In de oude situatie was er een aparte kennisbasis vakdidactiek voor de tweedegraadslerarenopleiding Scheikunde. De wens vanuit zowel het *Landelijk vakoverleg Scheikunde* als het *Landelijk vakoverleg Natuurkunde* was om deze gezamenlijk te formuleren en te valideren.

5. Rol van de Kennisbasis natuurwetenschappen en technologie voor de onderbouw vo

Bij de beschrijving van het niveau en de inhoud van ieder domein van de kennisbasis wordt aandacht besteed aan de karakteristieke denk- en werkwijzen, zoals door de SLO beschreven in de Kennisbasis natuurwetenschappen en technologie voor de onderbouw vo. Met name in de vakinhoudelijke domeinen 8, 9 en het vakdidactische domein 2 krijgen deze denk- en werkwijzen een expliciete plaats.

6. Aandacht voor de 21st century skills

Niet alleen binnen de generieke kennisbasis, maar ook binnen de kennisbasis Scheikunde wordt aandacht besteed aan 21st century skills. Denk hierbij aan vakspecifieke ict-vaardigheden, zoals modeling, programmeren en meten met de computer.

7. Beroepsbeeld

Studenten krijgen zicht op beroepsbeelden en ontwikkelingen in het werkveld van afgestudeerden van het mbo.

8. Onderzoek & ontwerp

In de kennisbasis wordt het doen van onderzoek en ontwerpen op studentniveau en leerlingniveau opgenomen.

9. Samenwerking

Vanwege de verwantschap van de vakken (gedeelde propedeuse op veel hogescholen) is het belangrijk om afstemming te bereiken met de kerngroep natuurkunde over zaken als:

- Welke kennis uit de natuurkunde komt in de kennisbasis Scheikunde?
- Welke kennis uit de scheikunde komt in de kennisbasis Natuurkunde?
- De rol van de Kennisbasis natuurwetenschappen en technologie voor de onderbouw vo in de kennisbasis.
- De inhoud van de vakdidactische domeinen in de kennisbasis (zie ook punt 4).
- De opbouw.
- De terminologie.
- Het niveau.

Binnen de kerngroep is voldoende kennis van het voortgezet onderwijs in huis, maar om ook een duidelijk beeld te krijgen van de wensen van het mbo wordt met hen de dialoog gezocht. Hiervoor is gedurende het herijkings- en herschrijfproces regelmatig contact geweest met het mbo.

3.4 Opbouw kennisdomeinen

De domeinen in de kennisbasis zijn onderverdeeld in vakinhoudelijke domeinen en vakdidactische domeinen. In onderstaand overzicht zijn deze domeinen weergegeven.

Vakinhoudelijke domeinen

| | |
|---|--|
| Domein 1: Analytische chemie | |
| 1.1 | Klassieke scheidingsmethoden |
| 1.2 | UV/Vis- spectrometrie |
| 1.3 | Atoomspectrometrie |
| 1.4 | Molecuulspectrometrie |
| 1.5 | Chromatografie |
| Domein 2: Anorganische chemie | |
| 2.1 | Structuur |
| 2.2 | Neerslagreacties |
| 2.3 | Zuur-basereacties |
| 2.4 | Redoxreacties |
| Domein 3: Life sciences | |
| 3.1 | Koolhydraten |
| 3.2 | Lipiden |
| 3.3 | Eiwitten |
| 3.4 | DNA, RNA en nucleinezuren |
| 3.5 | Biotechnologie |
| 3.6 | Voeding |
| 3.7 | Metabolisme en cellulaire processen |
| Domein 4: Atoom- & molecuulbouw en chemische binding | |
| 4.1 | Kwantumtheorie |
| 4.2 | Atoomstructuur |
| 4.3 | Periodiek systeem |
| 4.4 | Bindingen |
| 4.5 | Molecuulstructuur |
| 4.6 | Structuur-eigenschap relaties (macro-meso-microdenken) |
| Domein 5: Chemische technologie | |
| 5.1 | Massa- en energiebalans |
| 5.2 | Industriële processen |
| 5.3 | Nanotechnologie |
| 5.4 | Groene chemie |
| Domein 6: Fysische chemie | |
| 6.1 | Gassen |
| 6.2 | Oplossingen en vloeistoffen |
| 6.3 | Vaste stoffen |
| 6.4 | Fasen en faseovergangen |
| 6.5 | Thermodynamica |
| 6.6 | Chemisch evenwicht |
| 6.7 | Reactiekinetiek |
| 6.8 | Katalyse |

| Domein 7: Organische en polymeerchemie | |
|---|---|
| 7.1 | Naamgeving en basiskennis organische verbindingen |
| 7.2 | Reacties en reactie-omstandigheden |
| 7.3 | Reactiemechanismen |
| 7.4 | Polymeerchemie |
| 7.5 | Tekenen van koolstofverbindingen |
| 7.6 | Isomerie |
| Domein 8: Chemisch practicum | |
| 8.1 | Vaardigheden- en apparatuurpracticum |
| 8.2 | Veiligheid, aansprakelijkheid en milieu |
| 8.3 | Inkoop en organisatie |
| Domein 9: Wetenschappelijke grondslagen, ontwikkelingen en onderzoek | |
| 9.1 | Ontwikkeling van de natuurwetenschappen |
| 9.2 | Filosofie van de natuurwetenschappen |
| 9.3 | Onderzoek |
| Domein 10: Natuurkunde | |
| 10.1 | Krachten, beweging en mechanica |
| 10.2 | Trillingen en golven |
| 10.3 | Elektriciteit en magnetisme |
| 10.4 | Licht |
| 10.5 | Warmte |
| Domein 11: Wiskunde | |
| 11.1 | Basisvaardigheden |
| 11.2 | Functies |
| 11.3 | Differentiëren en integreren |

Vakdidactische domeinen

| Domein 12: De leerling: scheikunde leren | |
|---|--|
| 12.1 | Scheikundige begrippen leren |
| 12.2 | Reken- en wiskundige vaardigheden |
| 12.3 | Practicumvaardigheden |
| 12.4 | Aard van de scheikunde |
| 12.5 | Scheikundige praktijktoepassingen leren |
| 12.6 | Motivatie (nut en noodzaak) |
| 12.7 | Vaktaal en taalgebruik |
| 12.8 | De persoon van de leerling |
| Domein 13: De docent: scheikunde onderwijzen | |
| 13.1 | Begrippen |
| 13.2 | Instrueren en uitleggen |
| 13.3 | Karakteristieke denkwijzen |
| 13.4 | Karakteristieke werkwijzen |
| 13.5 | Begeleiden |
| 13.6 | Praktisch werken |
| 13.7 | Ontwikkelen en arrangeren van lesmateriaal vanuit een eigen onderwijsvisie |
| 13.8 | Vakdidactisch onderzoek |



| Domein 14: Het schoolvak: scheikunde | |
|---|--------------------------------------|
| 14.1 | Het scheikundecurriculum |
| 14.2 | Verwante vakken |
| 14.3 | Schoolboeken |
| 14.4 | Leermiddelen |
| 14.5 | Examenprogramma's en eindtermen |
| 14.6 | Verder studeren |
| Domein 15: De leeromgeving | |
| 15.1 | Theorie- en practicumlokaal |
| 15.2 | Veldwerk en beroepenveld |
| 15.3 | Scheikundeonderwijs en ict |
| Domein 16: Toetsing en evaluatie | |
| 16.1 | Ontwerpen en maken van toetsen |
| 16.2 | Beoordeling van de leerlingprestatie |
| 16.3 | Analyse en evaluatie |

4 Beschrijving kennisdomeinen

4.1 Vakinhoudelijke domeinen

| Domein 1: Analytische chemie | |
|---|--|
| Indicatoren bachelorniveau | |
| De startbekwame docent kent en begrijpt de volgende concepten: | De startbekwame docent kan: |
| Subdomein 1.1: Klassieke scheidingsmethoden | |
| <ul style="list-style-type: none"> filtratie, bezinken en afgieten/decanteren, centrifugeren, indampen, destilleren (standaard, gefractioneerd), azeotroop, adsorberen, extraheren, (her)kristalliseren; onderliggende principes van klassieke scheidingsmethoden (structuur-eigenschap redeneren). | <ul style="list-style-type: none"> beargumenteerd klassieke scheidingsmethoden kiezen voor diverse mengsels; berekeningen aan extracties en herkristallisaties uitvoeren; uit een T,x-fasediagram van een mengsel bepalen: <ul style="list-style-type: none"> - of een azeotropisch mengsel voorkomt en zo ja, wat hiervan de samenstelling is; - de samenstelling van damp bij een gegeven samenstelling van een mengsel. |
| Subdomein 1.2: UV/Vis- spectrometrie | |
| <ul style="list-style-type: none"> theoretische achtergronden en instrumentatie van UV/Vis, colorimetrie; wet van Lambert-Beer; transmissie, absorptie en extinctie; interactie energie en stof. | <ul style="list-style-type: none"> de schematische de opbouw van een UV/Vis-spectrometer omschrijven en de werking van de componenten uitleggen; uitleggen met welke factoren rekening gehouden moet worden bij gebruik van UV/Vis en daar een oplossing voor benoemen; met een meetreeks een lineaire regressieanalyse uitvoeren en daarmee de monsterconcentratie berekenen. |
| Subdomein 1.3: Atoomspectrometrie | |
| <ul style="list-style-type: none"> theoretische achtergronden en instrumentatie van AAS, AES en ICP; verschillende analysevormen (zoals standaardadditie) en analytische parameters bij de meting (zoals detectiegrens); interactie energie en stof. | <ul style="list-style-type: none"> schematisch de opbouw van een AAS/AES/ICP-spectrometer omschrijven en de werking van de componenten uitleggen; met een meetreeks een lineaire regressieanalyse uitvoeren en daarmee de monsterconcentratie berekenen. |
| Subdomein 1.4: Molecuulspectrometrie | |
| <ul style="list-style-type: none"> theoretische achtergronden en instrumentatie van NMR, MS en IR; interactie energie en stof. | <ul style="list-style-type: none"> schematisch de opbouw van NMR-, MS- en IR-apparatuur omschrijven en de werking van de componenten uitleggen; eenvoudige spectra van deze technieken analyseren. |
| Subdomein 1.5: Chromatografie | |
| <ul style="list-style-type: none"> theoretische achtergronden en instrumentatie van GC, LC, HPLC, TLC; kwalitatief en kwantitatief; chromatografie als analysemethode, elektroforese, ionenwisselingschromatografie; gelpermeatiechromatografie; resolutie, belading, flow, mobiele fase, stationaire fase, draaggas, loopvloeistof, schotelhoogte, Rf-waarde, retentiefactor, retentietijd, capaciteitsfactor, diffusie, Van Deemtervergelijking. | <ul style="list-style-type: none"> schematisch de opbouw van chromatografieapparatuur en -opstellingen omschrijven en de werking van de componenten uitleggen; eenvoudige chromatogrammen van deze technieken analyseren; eenvoudige voorstellen doen om de scheiding te verbeteren; de Van Deemtervergelijking kwalitatief inzetten om scheidingen te verbeteren. |

| Domein 2: Anorganische chemie | |
|---|---|
| Indicatoren bachelorniveau | |
| De startbekwame docent kent en begrijpt de volgende concepten: | De startbekwame docent kan: |
| Subdomein 2.1: Structuur | |
| verhoudingsformule, hydraat, kristalrooster, polymorfie, allotropie. | <ul style="list-style-type: none"> de verhoudingsformule van een zout(hydraat) opstellen; uitleggen hoe een zout op microniveau is opgebouwd en met behulp van deze opbouw eigenschappen van een zout verklaren (geleidbaarheid, oplosbaarheid, smeltpunt); voorbeelden geven van stoffen waarbij sprake is van polymorfologie, uitleggen waarin polymorfen van elkaar kunnen verschillen. |

| Domein 2: Anorganische chemie | | Vervolg |
|--|--|---------|
| Indicatoren bachelorniveau | | |
| De startbekwame docent kent en begrijpt de volgende concepten: | De startbekwame docent kan: | |
| Subdomein 2.2: Neerslagreacties | | |
| oplosbaarheid, oplosbaarheidstabel, selectieve precipitatie, hydratatie, oplosbaarheidsproduct. | <ul style="list-style-type: none"> de volgende reactievergelijkingen noteren: <ul style="list-style-type: none"> - oplosvergelijking van een zout(hydraat); - indampvergelijking van een zout(hydraat); - neerslagreactie van een zout. neerslagreacties gebruiken om zouten te maken (goed en slecht oplosbaar) en ionen aan te tonen of deze te verwijderen; berekeningen uitvoeren met het oplosbaarheidsproduct. | |
| Subdomein 2.3: Zuur-basereacties | | |
| zuren en basen, protondonor, protonacceptor, Arrhenius/Brønsted en Lowry/Lewis, zuurconstante, baseconstante, pH-curves/titratiecurves, equivalentiepunt, titratie (direct, indirect, terug), indicatoren kiezen, buffers, geconjugeerd zuur-basepaar, buffervergelijking, buffercapaciteit (alleen kwalitatief). | <ul style="list-style-type: none"> de reactievergelijking van een zuur-basereactie noteren en uitleggen wat er bij een zuur-basereactie gebeurt; de verschillende zuur-/basedefinities (Arrhenius/Brønsted-Lowry/Lewis) toepassen; de pH van een oplossing van een sterk(e) of zwak(ke) zuur/base uitrekenen; bij een gegeven titratiecurve beredeneren welke indicator(en) geschikt zouden zijn om deze titratie uit te voeren; de titratiecurve schetsen voor een gegeven titratie en aangeven hoe deze verandert wanneer de molariteit of sterkte van het zuur of de base verandert; berekeningen aan een titratie (direct, indirect en terug) uitvoeren; uitleggen wat een buffer is, hoe deze gemaakt kan worden en de werking van een buffer verklaren; de pH van een buffer van een gegeven samenstelling van de buffer berekenen en visa versa; beredeneren hoe de buffercapaciteit afhankelijk is van concentraties en verhoudingen van het geconjugeerde zuur-basepaar. | |
| Subdomein 2.4: Redoxreacties | | |
| <ul style="list-style-type: none"> elektronenoverdracht, oxidator, reductor, oxidatiegetal, redoxtitraties, standaardelektrodepotentiaal, standaard oxidatie- en reductiereactie, elektrodepotentiaal, wet van Nernst, elektrochemische cel, verkorte celnotatie, anode en kathode, positieve pool, negatieve pool, halfcel, zoutbrug, semipermeabel membraan, bronspanning, (moderne) corrosie, elektrolyse, ontledingsspanning; toepassingen van elektrochemie: batterijen, brandstofcel, galvaniseren, elektrolytisch zuiveren. | <ul style="list-style-type: none"> de halfreacties en totaalreactie noteren van een redoxreactie en uitleggen wat er bij een redoxreactie gebeurt; het oxidatiegetal bepalen; een halfreactie opstellen uit een gegeven context met en zonder gebruik van BINAS; berekeningen aan een titratie (direct, indirect en terug) uitvoeren; Met behulp van de wet van Nernst de reductiepotentiaal berekenen onder niet-standaardomstandigheden; de bronspanning van een gegeven elektrochemische cel onder (standaard)omstandigheden berekenen en beredeneren hoe deze bij verloop van de reactie gaat veranderen; een elektrochemische en elektrolytische cel tekenen en daarin kathode, anode, positieve en negatieve pool, halfcel en zoutbrug/semipermeabel membraan en eventuele externe spanningsbron aangeven; verschillen tussen elektrochemische en elektrolytische cellen verklaren; het ladingstransport van ionen en elektronen binnen een elektrochemische en elektrolytische cel aangeven; toepassingen van redoxchemie benoemen (exemplarisch: moderne batterijen, brandstofcel, galvaniseren, elektrolytisch zuiveren). | |

| Domein 3: Life sciences | |
|---|---|
| Indicatoren bachelorniveau | |
| De startbekwame docent kent en begrijpt de volgende concepten: | De startbekwame docent kan: |
| Subdomein 3.1: Koolhydraten | |
| monosachariden, disachariden, polysachariden, koolwaterstoffen, ketohexose, aldopentose, enantiomeren, α - en β -hydroxylgroepen; D- en L-naamgeving, R- en S-naamgeving, open en ketenvorm, links en rechtsdraaiend, plus- en minusconfiguratie, mutarotatie, fisherprojectie; 1,4-linking en 1,6-linking, oxidatie en reductie van monosachariden; deoxy-sachariden (DNA). | <ul style="list-style-type: none"> koolhydraten karakteriseren: monosacharide, disacharide, polysacharide, ketose, aldose, hexose, pentose en deoxy. benoemen uit welke monosachariden gegeven disachariden/polysachariden opgebouwd zijn. D- en L-naamgeving hanteren. α- en β-groepen benoemen. fisherprojecties tekenen en uitleggen. eenvoudige reactievergelijkingen met koolhydraten opstellen. ringvorming uitleggen. de structuur-eigenschap relaties van sachariden verklaren: oplosbaarheid en verteerbaarheid. de functie van koolhydraten voor organismen benoemen: energieopslag en bouwstof. |
| Subdomein 3.2: Lipiden | |
| structuur, vetzuren, vet en olie, triglyceride, essentiële vetzuren, verzepen, micellen en de werking van zeep, hydrolyseren, verzadigd/(meervoudig) onverzadigd, hydrogeneren, Ω -vetzuren, transvetten, steroïden, fosfolipiden; gezondheidsaspecten van lipiden; vorming van membranen: bilayers. | <ul style="list-style-type: none"> de naamgeving van triglyceriden hanteren: van naam naar structuurformule en terug. eenvoudige reactievergelijkingen met lipiden opstellen: hydrolyse, verzepen, hydrogenatie en condensatie. de structuur-eigenschap relaties van lipiden verklaren. de structuur van een triglyceride/steroïde/fosfolipide/vet/olie herkennen. de gezondheidsaspecten van lipiden verklaren: (meervoudig) onverzadigde vetzuren en transvetzuren. de functie van lipiden voor organismen benoemen: energieopslag en component celmembranen. |
| Subdomein 3.3: Eiwitten | |
| (essentiële) aminozuren, zwitter-ion, IEP, primaire t/m quaternaire structuur, enzymen en hun werking, inhibitie (alleen kwalitatief), co-enzymen en cofactoren, denaturatie; peptidebinding, polypeptide; gelelektroforese. | <ul style="list-style-type: none"> de bouw van aminozuren en eiwitten beschrijven; de structuur van korte polypeptiden tekenen op basis van aminozuurvolgorde; de relatie leggen tussen structuur en stabiliteit; de structuur van eiwitten aan enzymwerking koppelen; verklaren welke intramoleculaire krachten ten grondslag liggen aan de diverse eiwitstructuren; eenvoudige reactievergelijkingen met peptiden/polypeptiden opstellen: polymerisatie, hydrolyse, zwavelbrugvorming en protolyse; de werking van een enzym beschrijven: energieberg en enzym-substraatcomplex; de structuur-eigenschap relaties van aminozuren verklaren; de lading van een aminozuur bij een gegeven pH verklaren; basale principes gelelektroforese uitleggen en toepassen. |
| Subdomein 3.4: DNA, RNA en nucleïnezuren | |
| <ul style="list-style-type: none"> erfelijkheid, genen, chromosomen en genoom, structuur van DNA, RNA, basen, nucleotiden; replicatie, transcriptie, translatie, matrijs- en coderende streng, codon, genetische code, typen RNA, mutaties, genetische modificaties. | <ul style="list-style-type: none"> DNA-replicatie en -transcriptie beschrijven; de structuur van DNA en RNA tekenen op basis van basevolgorde; bij replicatie, transcriptie en translatie de relatie leggen tussen de beginstoffen en de reactieproducten; de translatie en eiwitsynthese beschrijven; aminozuurvolgorde uit een stuk DNA/RNA afleiden en omgekeerd; voorspellen welk effect een mutatie op het aminozuurvolgorde zal hebben. |
| Subdomein 3.5: Biotechnologie | |
| <ul style="list-style-type: none"> aminozuursequentiebepaling, peptidesynthese; DNA-sequencing, PCR, gelelektroforese; genetische modificatie, plasmiden, restrictie-enzymen, klonen, muteren; DNA-fingerprinting, STR's. | <ul style="list-style-type: none"> uitleggen hoe een peptide geanalyseerd wordt; uitleggen hoe een peptide gesynthetiseerd wordt; uitleggen hoe een stuk DNA/RNA geanalyseerd wordt; uitleggen hoe een stuk DNA/RNA gesynthetiseerd wordt; uitleggen hoe genetische modificatie, klonen en muteren uitgevoerd kunnen worden; uitleggen hoe forensisch onderzoek door middel van DNA-fingerprinting uitgevoerd wordt. |
| Subdomein 3.6: Voeding | |
| <ul style="list-style-type: none"> de hoofdbestanddelen van voedsel: eiwitten, koolhydraten, vetten; enzymatische hydrolyse van deze bestanddelen bij de vertering van voedsel; toxiciteit, acuut, chronisch, LD50, MAC, ADI, TGG. | <ul style="list-style-type: none"> aangeven dat de vertering van voedsel begint met de enzymatische hydrolyse van koolhydraten, vetten en eiwitten en benoemen welke stoffen daarbij ontstaan; in de context van voedselproductie of gezondheid uitspraken doen over de kwaliteit van water, lucht, bodem en voedsel; begrippen gebruiken die met toxiciteit samenhangen; berekeningen doen aan LD50, MAC, ADI en TGG. |
| Subdomein 3.7: Metabolisme en cellulaire processen | |
| <ul style="list-style-type: none"> anabolisme en katabolisme; glycolyse, citroenzuurcyclus; metabolisme bij anaerobe omstandigheden: melkzuurproductie en vergisting, oxidatieve fosforylering; ATP, NADH, NAD⁺, FAD, coenzym A, assimilatie en dissimilatie van koolhydraten, fotosynthese. | <ul style="list-style-type: none"> de metabole paden van de afbraak van eiwitten en vetten globaal beschrijven; het metabole pad van de afbraak van glucose met behulp van BINAS beschrijven. |

| Domein 4: Atoom- & molecuulbouw en chemische binding | |
|--|---|
| Indicatoren bachelorniveau | |
| De startbekwame docent kent en begrijpt de volgende concepten: | De startbekwame docent kan: |
| Subdomein 4.1: Kwantumtheorie | |
| kwantummechanica, elektronenconfiguratie, edelgasconfiguratie, valentie-elektronen, hoofd-kwantumgetal, nevenkwantumgetal, s-, p-, d- en f-orbitalen, magnetisch kwantumgetal, spin-kwantumgetal, elektronspin, Aufbau-principe, Pauli-principe, regel van Hund. | <ul style="list-style-type: none"> de elektronenconfiguratie en edelgasconfiguratie noteren van een willekeurig element in het periodiek systeem; het aantal valentie-elektronen van een willekeurig element bepalen op basis van het periodiek systeem of de elektronenconfiguratie; de verschillende kwantumgetallen benoemen en uitleggen welke waarde zij kunnen hebben en wat deze waarde voorstelt; uitleggen wat een orbitaal is, verschillende voorbeelden geven, bij een gegeven orbitaal de kwantumgetallen geven en visa versa; een orbitaal correlatiediagram tekenen van een willekeurig element in het periodiek systeem en daarbij het Aufbau-principe, het Pauli-uitsluitingsprincipe en de regel van Hund toepassen. |
| Subdomein 4.2: Atoomstructuur | |
| atoommodel van Thomson, Dalton, Rutherford, Bohr en Schrödinger, proton, neutron, elektron, deeltje-golfdualiteit, massagetal, atoomnummer, isotopen, ion, radicaal. | <ul style="list-style-type: none"> een beknopte beschrijving geven van elk van de hiernaast genoemde atoommodellen; de karakteristieken van een proton, neutron en elektron geven (lading, massa); de karakteristieken van atoom, ion en radicaal geven; de gebruikelijke notaties voor een deeltje wat betreft massagetal en atoomnummer toepassen en de aantallen elektronen, protonen en neutronen bepalen van een willekeurig deeltje, en deze vaardigheid toepassen bij chemische en kernreacties. |
| Subdomein 4.3: Periodiek systeem | |
| karakteristieken van en trends in het periodiek systeem (ionstraal, elektronegativiteit, elektronen-affiniteit, ionisatie-energieën), alkalimetalen, aardalkalimetalen, halogenen, edelgassen, overgangsmetalen, zeldzame aarden, metalloïden, hoofd- en nevengroepen. | <ul style="list-style-type: none"> aangeven wat de belangrijkste karakteristieken zijn van de opbouw van het periodiek systeem (groepen, perioden, koppeling met de elektronenconfiguratie); van de hiernaast genoemde groepen in het periodiek systeem de belangrijkste karakteristieken noemen en verklaren; de trends in het periodiek systeem op het gebied van elektronegativiteit, elektronenaffiniteit, ionstraal en ionisatie-energieën noemen, verklaren en toepassen. |
| Subdomein 4.4: Bindingen | |
| wat is binding?, covalente binding/(polaire) atoombinding, ionbinding, metaalbinding, vanderwaalsbinding/molecuulbinding, waterstofbrug, dipool, dipoolmoment, permanente dipool en fluctuerende dipool, polair en apolair, hydrofiel en hydrofoob, dipool-dipoolinteractie, Londondispersie, dipool-ionbinding, hydratatie. | <ul style="list-style-type: none"> de omschrijving inclusief voorbeelden en schematische weergave geven van binding in het algemeen en van de verschillende soorten bindingen die hiernaast zijn besproken in het bijzonder; aangeven welke (type) bindingen worden verbroken en gevormd bij beschreven chemische en fysische processen; de kennis op het gebied van bindingen toepassen om een voorspelling te geven over het kookpunt, het smeltpunt en de oplosbaarheid van een gegeven verbinding; de mate van polariteit van een atoombinding bepalen; bepalen of een molecuul een permanente dipool heeft; een schematische weergave van hydratatie geven; op basis van de structuur bepalen of een stof hydrofiel of hydrofoob is. |
| Subdomein 4.5: Molecuulstructuur | |
| molecuulformule, structuurformule, enkelvoudige en meervoudige binding, Lewisstructuur, octetregel, formele lading, resonantiestructuren, moleculaire geometrie, equatoriaal, axiaal, elektronengeometrie, VSEPR-theorie, hybridisatie en MO-theorie (alleen kwalitatief). | <ul style="list-style-type: none"> bij een gegeven molecuulformule of ionformule de structuurformule of Lewisstructuur (inclusief formele ladingen) weergeven; van een gegeven verbinding meerdere resonantiestructuren tekenen en de bijdragen van deze resonantiestructuren berekenen op basis van de octetregel en formele lading; uitleggen wat de VSEPR-theorie inhoudt en beschrijven wat het belang is van de moleculaire geometrie aan de hand van diverse voorbeelden; op basis van VSEPR de moleculaire geometrie bepalen; de verschillende moleculaire en elektronengeometrie bepalen en op basis van de Lewisstructuur de moleculaire en elektronengeometrie bepalen; beschrijven wat hybridisatie inhoudt en de hybridisatie van een atoom op basis van de Lewisstructuur bepalen. |
| Subdomein 4.6: Structuur-eigenschap relaties (macro-meso-microdenken) | |
| macro, meso, micro, structuur-eigenschap relaties, conceptueel schema, emergentie. | <ul style="list-style-type: none"> voorbeelden geven van structuren op verschillende niveaus geven; een relatie leggen tussen de structuren op de verschillende niveaus en de eigenschappen van het materiaal; uitleggen wat emergentie is en voorbeelden hiervan geven op verschillende niveaus; een conceptueel schema lezen. |

| Domein 5: Chemische technologie | |
|---|--|
| Indicatoren bachelorniveau | |
| De startbekwame docent kent en begrijpt de volgende concepten: | De startbekwame docent kan: |
| Subdomein 5.1: Massa- en energiebalans | |
| <ul style="list-style-type: none"> batch en continu proces, opschalen, blokschema, stofstromen, recycling, reactor, CSTR, PFR en spui; massa- en energiebalans. | <ul style="list-style-type: none"> een blokschema van beschreven proces opstellen en een blokschema lezen; de karakteristieken van een batch en een continu proces benoemen en een onderbouwde keuze maken tussen beide processen voor een beschreven proces; de hiernaast beschreven typen reactoren benoemen en deze kort omschrijven; uitleggen wat een massa- en energiebalans is, waarvoor deze binnen de chemische technologie gebruikt wordt en een eenvoudige massa- en energiebalans doorrekenen. |
| Subdomein 5.2: Industriële processen | |
| <p>exemplarisch: olieraffinage, synthese van PE en nylon, ammoniaksynthese, hoogovens, Fisher-Tropsch, kraken, bioplastics.</p> | <ul style="list-style-type: none"> een goed beeld schetsen van de diversiteit van de chemische industrie (bijvoorbeeld door excursies, gastlessen of het lopen van een bedrijfsstage); deze kennis verwerken bij het geven van lessen binnen het tweedegraadsgebied met als doel leerlingen goed voor te lichten over en te enthousiasmeren voor de mogelijkheden van een beroep in de chemische industrie. |
| Subdomein 5.3: Nanotechnologie | |
| <p>exemplarisch: lab on a chip, toepassingen in voeding, polymeerchemie, foto(elektrische) chemie, katalyse, mogelijke toepassingen en risico's.</p> | <p>uitleggen wat nanotechnologie inhoudt en toepassingen van de nanotechnologie op diverse gebieden beschrijven met oog voor de mogelijke gevaren die de ontwikkelingen met zich meebrengen.</p> |
| Subdomein 5.4: Groene chemie | |
| <p>groene chemie, principes van groene chemie, atomeconomie, E-factor, Q-factor, rendement, milieu en natuur, processen in lucht, water en bodem, hergebruik, recycling, kringlopen, energieverbruik en duurzaamheid, emissies, biomassa, Cradle to Cradle, Life Cycle Analysis, (koolstof en water-) footprint en elementbehoud.</p> | <ul style="list-style-type: none"> de principes van de groene chemie hanteren en op basis van deze principes voorstellen formuleren om een proces groener te maken; de atomeconomie, de E-factor en het rendement van een chemisch proces berekenen, uitleggen wat deze begrippen betekenen en op basis van bovenstaande begrippen aangeven hoe 'groen' een proces is; een beeld geven van de problemen (exemplarisch: broeikaseffect, smog, plastic soep, koolstofdioxide-uitstoot, zwavel- en stikstofuitstoot, de eindigheid van de voorraad van fossiele brandstoffen, afval) die spelen in milieu en natuur ten gevolge van het menselijk handelen en aangeven hoe de chemische industrie kan bijdragen aan de vermindering van deze problemen; uitleggen wat veelgebruikte begrippen binnen de duurzaamheid (recycling, footprint, Life Cycle Analysis, Cradle to Cradle) betekenen en op basis van deze begrippen redeneren in termen van duurzaamheid. |

| Domein 6: Fysische chemie | |
|--|---|
| Indicatoren bachelorniveau | |
| De startbekwame docent kent en begrijpt de volgende concepten: | De startbekwame docent kan: |
| Subdomein 6.1: Gassen | |
| <p>kinetische energie, temperatuur, massa, snelheid, diffusie, effusie, ideale gaswet, ideaal gas, molair volume, Vanderwaalsgassen.</p> | <ul style="list-style-type: none"> de aannamen benoemen die gedaan worden wanneer een gas als een ideaal gas behandeld wordt en op basis van deze aannamen uitleggen of het onder gegeven omstandigheden reëel is om een gas als ideaal te beschouwen; de aannamen benoemen die gedaan worden wanneer een gas als een Vanderwaalsgas behandeld wordt; berekeningen met de algemene gaswet uitvoeren; uitleggen hoe het molair volume verandert bij veranderende druk of temperatuur; uitleggen hoe de kinetische energie van gasmoleculen afhankelijk is van de temperatuur en de massa. |
| Subdomein 6.2: Oplossingen en vloeistoffen | |
| <p>eigenschappen van oplossingen/vloeistoffen: verzadigd, onverzadigd, oververzadigd, oplosbaarheid, dampspanning colligatieve eigenschappen: verlaging van de dampspanning, kookpuntverhoging en vriespuntverhoging, osmotische druk (alle alleen conceptueel).</p> | <ul style="list-style-type: none"> de begrippen verzadigd, onverzadigd en oververzadigd uitleggen; verklaren hoe de oplosbaarheid en dampspanning van een stof veranderen bij veranderende druk en temperatuur; uitleggen wat colligatieve eigenschappen zijn, voorbeelden benoemen en het verschijnsel verklaren. |
| Subdomein 6.3: Vaste stoffen | |
| <p>roosters:</p> <ul style="list-style-type: none"> atoom-, ion-, molecuul- en metaalrooster; vezels en fibrillen, kristallijne structuren en amorfe structuren, grensvlakken, materiaaleigenschappen, composieten en keramiek. | <ul style="list-style-type: none"> verschillende typen roosters beschrijven en karakteriseren; uitleggen hoe een kristallijne en amorfe structuur te herkennen zijn en dit toepassen; voorbeelden en toepassingen van composieten en keramiek noemen. |

| Domein 6: Fysische chemie | | Vervolg |
|--|---|---------|
| Indicatoren bachelorniveau | | |
| De startbekwame docent kent en begrijpt de volgende concepten: | De startbekwame docent kan: | |
| Subdomein 6.4: Fasen en faseovergangen | | |
| fasediagrammen, faseovergangen, smelt- en kookpunt, smelt- en verdampingsenthalpie. | <ul style="list-style-type: none"> • een (P,T)-fasediagram lezen en bepalen: <ul style="list-style-type: none"> - in welke fase een stof voorkomt bij gegeven temperatuur en druk; - aangeven bij welke temperatuur en druk er sprake is van een triple point; - aangeven wanneer een stof zich in een superkritische fase bevindt en wat deze superkritische fase inhoudt; • aangeven wat het teken is van een entropie- en enthalpieverandering van een bepaalde faseovergang. | |
| Subdomein 6.5: Thermodynamica | | |
| <ul style="list-style-type: none"> • calorimetrie, energie, arbeid, kinetische en potentiële energie; • thermochemie, endo- en exotherm, enthalpie, wet van Hess, vormings- en reactie-enthalpie, Born-Haber cyclus (rooster-, ionisatie-, vormings-, bindings-, sublimatie-, smelt- en verdampings-enthalpie en elektronenaffiniteit); • entropie, hoofdwetten van de thermodynamica, spontaan verlopende reacties; • vrije reactie-energie onder standaardomstandigheden, vrije vormingsenergie, vrije energie en evenwicht. | <ul style="list-style-type: none"> • een omschrijving geven van de begrippen calorimetrie, thermochemie, energie, exotherm, endotherm, enthalpie, arbeid, entropie; • beredeneren wat het teken is van de enthalpieverandering en entropieverandering en Gibbs vrije energie van een beschreven proces/faseovergang inclusief omstandigheden op basis van de karakteristieken van het proces of de faseovergang berekenen van de reactie-enthalpie met behulp van de wet van Hess; • berekenen van de reactie-enthalpie met behulp van de bindingsenthalpieën; • verschillen tussen beide hierboven genoemde berekeningen kunnen; • verklaren en aan kunnen geven wat de voor- en nadelen zijn van beide methoden; • entropieverandering van een gegeven reactie of verandering berekenen; • berekenen of een gegeven proces onder bepaalde omstandigheden spontaan of niet spontaan verloopt/ kan verlopen of in evenwicht is; • de Born-Haber cyclus inclusief deelreacties en bijbehorende enthalpieën toepassen om enthalpie berekeningen aan een zout uit te voeren. | |
| Subdomein 6.6: Chemisch evenwicht | | |
| homogene en heterogene evenwichten, evenwichtsconstanten (K_p , K_c , concentratiebreuk Q bij niet-evenwichts-omstandigheden), temperatuur-afhankelijkheid, evenwichtsvoorwaarde, concentratie-, druk-, volume, en temperatuurinvloeden, regels van Van 't Hoff/Le Chatelier. | <ul style="list-style-type: none"> • de evenwichtsvoorwaarde opstellen van een gegeven reactie en uitleggen wat het verschil is tussen K_p, K_c en Q; • het verband tussen concentratiebreuk en evenwichtsvoorwaarde leggen; • berekeningen aan samenstellingen van evenwichtsmengsels uitvoeren gebruikmakend van de evenwichtsvoorwaarde; • beredeneren hoe de ligging van een evenwicht verandert bij veranderingen van concentratie, druk, volume en temperatuur, zowel op basis van de regels van Van 't Hoff/het principe van Le Chatelier als op basis van de evenwichtsvoorwaarde (K en Q). | |
| Subdomein 6.7: Reactiekinetiek | | |
| snelheidsvergelijkingen, snelheidsconstante, reactieorde, geïntegreerde snelheidsvergelijking, 0° , 1° en 2° -ordereacties, halfwaardetijd, Arrheniusvergelijking, botsendedeeltjesmodel, activeringsenergie, geactiveerd complex, energiediagrammen, reactiemechanismen, snelheidsbepalende stap. | <ul style="list-style-type: none"> • uitleggen wat het verschil is tussen een reactievergelijking en een reactiemechanisme; • de algemene vergelijking geven voor een snelheidsvergelijking van de 0°, 1° en 2° orde en deze processen karakteriseren, onder andere op basis van hun halfwaardetijd; • het botsendedeeltjesmodel uitleggen en gebruiken om te verklaren hoe de reactiesnelheid verandert wanneer de reactieomstandigheden veranderen; • een energiediagram van een gegeven reactie tekenen en daarin de activeringsenergie, reactie-energie en het geactiveerd complex aangeven; • snelheidsvergelijkingen opstellen van een proces bij een gegeven reactiemechanisme; • de orde en de reactiesnelheidsvergelijking van een reactie afleiden uit experimentele gegevens. | |
| Subdomein 6.8: Katalyse | | |
| katalysator, homogene en heterogene katalyse, reactie-intermediair, nieuwe trends in katalyse. | <ul style="list-style-type: none"> • uitleggen wat een katalysator is, hoe deze het verloop van een reactie beïnvloedt en hoe deze beïnvloeding zichtbaar gemaakt kan worden in een energiediagram; • een katalysator herkennen bij een gegeven reactiemechanisme op basis van de hierboven beschreven karakteristieken; • voorbeelden geven van toepassingen van katalysatoren (auto, olie-industrie, enzymen, productie van PE en PP, voedselindustrie) met als doel een goed beeld te geven van de ontwikkelingen van de chemische industrie en hoe katalyse kan bijdragen aan het groener maken van chemie; • uitleggen hoe een enzym een reactie versnelt gebruikmakend van verschillende typen interacties. | |

| Domein 7: Organische en polymeerchemie | |
|---|---|
| Indicatoren bachelorniveau | |
| De startbekwame docent kent en begrijpt de volgende concepten: | De startbekwame docent kan: |
| Subdomein 7.1: Naamgeving en basiskennis organische verbindingen | |
| <p>karacteristieke groepen (haliden, alcoholen, amiden, carbonzuren, aminen, cycloverbindingen, heterocyclische verbindingen, ketonen en aldehyden, ethers, esters, aromaten), achtervoegsel, voorvoegsel, triviale namen, systematische naamgeving, hoofdketen, stam, IUPAC, primair, secundair, tertiair, quaternair.</p> | <ul style="list-style-type: none"> de systematische naam geven van organische verbinding met maximaal drie verschillende karakteristieke groepen; het verschil aangeven tussen triviale en systematische naamgeving; enkele veelgebruikte triviale namen (exemplarisch mierenzuur, azijnzuur, oxaalzuur, alcohol, toluen, glycerol, glycol) noemen; aan de hand van de structuurformule van een verbinding bepaalde fysische eigenschappen, zoals oplosbaarheid, zuursterkte en hoogte van het kookpunt, verklaren; herkennen of alcohol een primair, secundair of tertiair is; herkennen of een amine primair, secundair, tertiair of quaternair is. |
| Subdomein 7.2: Reacties en reactie-omstandigheden | |
| <p>additie, substitutie, eliminatie, isomerisatie, oxidatie, reductie, condensatie, hydrolyse, verzeping Grignard, hydrogenering.</p> | <ul style="list-style-type: none"> de hiernaast genoemde reactietypen herkennen en karakteriseren; aangeven onder welke reactieomstandigheden de hiernaast aangegeven reactietypen verlopen; een beeld hebben van de diversiteit van de verschillende soorten chemische reacties; een eenvoudige syntheseroute opstellen. |
| Subdomein 7.3: Reactiemechanismen | |
| <p>nucleofiel, elektrofiel, elektronenflow, radicaal, initiator, initiatie, propagatie, terminatie, Redactiemechanismen, energiediagram, snelheidsbepalende stap, orde van de reactie, additie (radicaal en elektrofiel), substitutie (S_N1 en S_N2), eliminatie (E_1 en E_2), competitie tussen verschillende reacties, nevenreactie, substraat, vertrekende groep, intermediair carbokation, carbanion, radicaal, Markovnikov en Zaitsev.</p> | <ul style="list-style-type: none"> van weergegeven deeltjes uitleggen of ze een (overwegend) nucleofiel of elektrofiel karakter hebben; het reactiemechanisme uittekenen van de hiernaast genoemde reactietypen onder gegeven reactieomstandigheden; bij eliminatie- en substitutiereacties uitleggen wat het meest waarschijnlijke reactiemechanisme is bij gegeven beginstoffen; de karakteristieken (kinetiek, racemisatie/inversie) van de verschillende substitutie- en eliminatiereacties benoemen en deze met behulp van het reactiemechanisme verklaren. |
| Subdomein 7.4: Polymeerchemie | |
| <p>monomeer, polymeer, repeterende eenheid, radicaal-polymerisatie, additiepolymerisatie, condensatie-polymerisatie, structuureigenschapsrelaties, kunststof, materiaaleigenschappen, additieven, weekmakers, T_g, thermoplasten, elastomeren, thermoharders, (gemiddelde) ketenlengte, polymerisatiegraad, gemiddelde molecuulmassa, molecuulmassaverdeling, copolymeer, copolymerisatie, crosslinks, polymerisatietechnieken (exemplarisch: massa-, oplossings-, emulsie-, of suspensiepolymerisatie).</p> | <ul style="list-style-type: none"> voor polycondensatie- en polyadditiereacties aangeven welke producten ontstaan uitgaande van de behandelde monomeren en omgekeerd; bij gegeven reactieomstandigheden het reactiemechanisme van een radicaalpolymerisatie uitschrijven; de karakteristieke verschildpunten tussen een additie- en condensatiepolymerisatie benoemen en verklaren; onderscheid maken tussen verschillende typen polymeren, de belangrijkste eigenschappen van deze typen benoemen en op basis van de structuur aangeven in welke van deze typen een gegeven polymeer valt; uitleggen welke typen additieven gebruikt worden om van een polymeer een kunststof te maken; van weekmakers en crosslinks met behulp van de structuurformule op microniveau de verandering van eigenschappen op macroniveau verklaren; enkele polymerisatietechnieken en de voor- en nadelen van deze technieken benoemen; uitleggen waarom er bij een polymeer sprake is van een gemiddelde molecuulmassa en een molecuulmassaverdeling; het verband tussen (gemiddelde) ketenlengte en eigenschappen van polymeren verklaren; uitleggen wat copolymerisatie is en op welke manieren dit proces kan worden uitgevoerd. |
| Subdomein 7.5: Tekenen van koolstofverbindingen | |
| <p>structuurformule, Lewisstructuur, ruimtelijke weergave asymmetrisch koolstofatoom, verkorte en vereenvoudigde structuurformule, koolstofskelet, Newmanprojectie, axiaal, equatoriaal.</p> | <ul style="list-style-type: none"> bij een gegeven systematische naam de structuurformule van een verbinding tekenen, deze omzetten tot een verkorte, vereenvoudigde structuurformule of Newmanprojectie; lewisstructuren van organische formules tekenen voor het uitschrijven van reactiemechanismen; een op een juiste manier de ruimtelijke weergave van een verbinding tekenen (bijvoorbeeld wanneer sprake is van geometrische en stereo-isomerie). |
| Subdomein 7.6: Isomerie | |
| <ul style="list-style-type: none"> structuurisomeren, conformaties (ring-flip, stoel en boot); stereo-isomeren, enantiomeren, spiegelbeeldisomeren, (R/S en D/L en +/-), meso-verbinding, racemisch mengsel, draaiing van het polarisatievlak (kwalitatief), polarimeter, chiraliteit, scheiding van enantiomeren; diastereomeren, geometrische isomeren, configuratie-isomeren (cis/trans en E/Z), tautomeren. | <ul style="list-style-type: none"> uitleggen wat de verschillen zijn tussen de hiernaast genoemde vormen van isomerie; van gegeven verbindingen benoemen van welk type isomerie sprake is; cis/trans-, E/Z- en R/S-naamgeving hanteren; uitleggen wat het verschil is tussen asymmetrie en chiraliteit; uitleggen op welke manier spiegelbeeldisomeren van elkaar onderscheiden kunnen worden. |

| Domein 8: Chemisch practicum | |
|--|---|
| Indicatoren bachelorniveau | |
| De startbekwame docent kent en begrijpt de volgende concepten: | De startbekwame docent kan: |
| Subdomein 8.1: Vaardigheden- en apparatuurpracticum | |
| (fysisch-)chemische- en instrumentele analyse, scheidingsmethoden, synthese. | <ul style="list-style-type: none"> • vaardigheids/apparatuur-, begrips- en onderzoekspractica uitvoeren; • een eenvoudige synthese uitvoeren; • een eenvoudige chemische analyse uitvoeren: titratie en instrumenteel; • een eenvoudige zuivering uitvoeren; • kiezen voor de juiste chemicaliën en apparatuur/glaswerk. |
| Subdomein 8.2: Veiligheid, aansprakelijkheid en milieu | |
| <ul style="list-style-type: none"> • verantwoordelijkheid en aansprakelijkheid van leerling, docent, TOA en school tijdens practica; • arbeidsomstandigheden in het natuurwetenschappelijk onderwijs; • gevaren en voorzorgsmaatregelen bij practica, gevaarsymbolen, H&P-zinnen, Chemiekaartenboek en databases; • brandklassen, brandblussers, branddriehoek, persoonlijke beschermmiddelen; • richtlijnen voor de inrichting van practicumlokalen; • aan- en afvoer van milieugevaarlijke stoffen; • duurzaamheid. | <ul style="list-style-type: none"> • (persoonlijke) veiligheidsvoorzieningen inzetten en gebruiken; • experimenten veilig uitvoeren; • gevaren en voorzorgsmaatregelen bij een experimenten beschrijven; • brandblusvoorzieningen inzetten en gebruiken; • op een goede manier milieugevaarlijke stoffen (laten) aan- en afvoeren; • practica duurzaam maken. |
| Subdomein 8.3: Inkoop en organisatie | |
| <ul style="list-style-type: none"> • leveranciers van chemicaliën en apparatuur, bestelprocedures, chemicaliënadministratie en apparatuuradministratie; • samenwerking met TOA: taakverdeling en aansturing; • planning: practicum, data en lokaal; • budget, investering en begroting; • vastlegging van practicumvoorschriften en procedures rondom practica. | <ul style="list-style-type: none"> • een schriftelijke/digitale planning van practica bijhouden; • een systeem over practicumvoorschriften en procedures rondom practica bijhouden. |

| Domein 9: Wetenschappelijke grondslagen, ontwikkelingen en onderzoek | |
|---|--|
| Indicatoren bachelorniveau | |
| De startbekwame docent kent en begrijpt de volgende concepten: | De startbekwame docent kan: |
| Subdomein 9.1: Ontwikkeling van de natuurwetenschappen | |
| <ul style="list-style-type: none"> • de ontwikkeling van de chemie vanaf Aristoteles tot nu; • vier elementen uit de oudheid, alchemie en quintessence, transmutatie van elementen, Newton, Flogiston, Lavoisier, ontwikkeling van het periodiek systeem, synthese van natuurstoffen, Nobelprijswinnaars; • ontwikkeling van atoom- en molecuulmodel. | <ul style="list-style-type: none"> • de chemische leerstof in een historische context plaatsen; • de ontwikkeling van het atoom- en molecuulmodel beschrijven en ze in juiste historische volgorde plaatsen; • een beknopte beschrijving geven van de veranderingen (uitgevoerde experimenten, verschijnselen, veranderde manier van denken) die hebben geleid tot het ontstaan van deze atoommodellen; • beschrijven welke doorbraken en trends in de moderne chemie zijn, aan de hand van berichtgeving in de media. |
| Subdomein 9.2: Filosofie van de natuurwetenschappen | |
| <ul style="list-style-type: none"> • ontwikkelingen in denken; falsificatie/verificatie; • deductie/inductie, empirisch/verifiërend; • Popper. | <ul style="list-style-type: none"> • de belangrijkste concepten en opvattingen in de hedendaagse wetenschapsfilosofie herkennen en verklaren; • uitleggen hoe kennis tot stand komt; • uitleggen dat kennis geen statisch geheel is, maar wordt opgebouwd in cycli. |
| Subdomein 9.3: Onderzoek | |
| <p>de wetenschappelijke onderzoeksopzet:</p> <ol style="list-style-type: none"> a. zich oriënteren op het onderzoek inclusief literatuuronderzoek; b. onderzoeksgebied afbakenen en de onderzoeksvraag formuleren; c. onderzoeksmethode vaststellen; d. het onderzoek plannen, uitvoeren en eventueel bijsturen; e. gegevens verwerken; f. conclusies trekken en vergelijken met de onderzoeksvraag en hypothese; g. het onderzoek rapporteren en presenteren. | zelf alle stappen van een klein natuurwetenschappelijk onderzoek doen. |



| Domein 10: Natuurkunde | |
|--|---|
| Indicatoren bachelorniveau | |
| De startbekwame docent kent en begrijpt de volgende concepten: | De startbekwame docent kan: |
| Subdomein 10.1: Krachten, beweging en mechanica <i>Dit subdomein dient als ondersteuning van kwantumtheorie</i> | |
| snellheid, versnelling, krachten, wetten van Newton, botsing, impuls, arbeid en energie. | snellheid, versnelling, massa, kracht, impuls, energie en arbeid berekenen in situaties waarbij voorwerpen/deeltjes een constante snelheid hebben of versneld worden. |
| Subdomein 10.2: Trillingen en golven <i>Dit subdomein dient als ondersteuning van kwantumtheorie en spectrometrie</i> | |
| harmonische trilling, voortplantingssnelheid, buiging, interferentie, transversale golven, frequentie, golflengte, tralie en tralieconstante, spleet, polarisatie. | berekeningen doen aan trillingen: frequentie, golflengte, buiging, tralieconstante en voortplantingssnelheid. |
| Subdomein 10.3: Elektriciteit en magnetisme <i>Dit subdomein dient als ondersteuning van kwantumtheorie en elektrochemie</i> | |
| lading, elektrisch veld, elektrische stroom en potentiaal, magnetisch veld. | berekeningen doen aan elektrische schakelingen en velden en magnetische velden en wisselwerking met geladen deeltjes. |
| Subdomein 10.4: Licht <i>Dit subdomein dient als ondersteuning van spectrometrie</i> | |
| reflectie, breking, lenzen, kleurenleer. | kleurenschijf toepassen. |
| Subdomein 10.5: Warmte <i>Dit subdomein dient als ondersteuning van thermodynamica</i> | |
| <ul style="list-style-type: none"> soortelijke warmte, uitzetting, warmtetransport, geleiding; latente warmte: smeltwarmte, verdampingswarmte. | <ul style="list-style-type: none"> berekeningen doen aan situaties waarbij warmte leidt tot temperatuursveranderingen, uitzetting, warmtetransport of geleiding; energetische berekeningen doen aan situaties waarbij stoffen smelten/stollen of koken/condenseren. |

| Domein 11: Wiskunde | |
|---|---|
| Indicatoren bachelorniveau | |
| De startbekwame docent kent en begrijpt de volgende concepten: | De startbekwame docent kan: |
| Subdomein 11.1: Basisvaardigheden | |
| ontbinden en vergelijken, breuken bewerken, ontbinden in factoren, machten nemen, werken met logaritmen, tweedegraads vergelijkingen, | basisvaardigheden toepassen. |
| Subdomein 11.2: Functies <i>Dit subdomein dient als ondersteuning van onder andere thermodynamica, kwantummechanica en reactiekinetiek</i> | |
| lineaire functies, kwadratische functies, gebroken (lineaire) functies, wortelfuncties, exponentiële functies, logaritmische functies; asymptoten. | <ul style="list-style-type: none"> punten uitrekenen van gegeven functies; gegeven functies tekenen; uit grafieken de functie herleiden; snij- en raakpunten berekenen; functies fitten aan meetgegevens met software. |
| Subdomein 11.3: Differentiëren en integreren <i>Dit subdomein dient als ondersteuning van onder andere thermodynamica, kwantummechanica en reactiekinetiek</i> | |
| differentiëren, limieten, basis van integreren. | <ul style="list-style-type: none"> functies differentiëren; de richtingscoëfficiënt in een bepaald punt berekenen; eenvoudige functies integreren; de oppervlakte onder een stuk grafiek berekenen. |

4.2 Vakdidactische domeinen

| Domein 12: De leerling: scheikunde leren | |
|---|---|
| Voorbeelden van kennis en vaardigheden | Kenmerkende voorbeelden uit de praktijk van de school |
| Subdomein 12.1: Scheikundige begrippen leren | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Leerfasen: oriënteren, verwerven, verwerken, toepassen. • Van concreet naar abstract naar concreet. • Structuur-eigenschapsredeneren/macro-meso-microdenken. • Schoolvoorbeelden en praktijkvoorbeelden. • Symbool- en formuletaal. • Inzicht in begrippennetwerken. • Intuïtieve en wetenschappelijke denkbeelden. • Herkennen van preconcepten en misconcepten bij individuele leerlingen. | <ul style="list-style-type: none"> • De student gebruikt een conceptcartoon om leerlingen te laten nadenken en discussiëren over herkenbare situaties. • De student oefent om het geven van het juiste antwoord zo lang mogelijk uit te stellen en zo het denkproces van de leerlingen te stimuleren. • De student kan leerlingbeelden met een experiment bevestigen of ontcrachten. |
| Subdomein 12.2: Reken- en wiskundige vaardigheden | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Inzicht in leren van reken- en wiskundige vaardigheden. • Leerfasen: inleiden, voordoen, nadoen, zelf doen. • De opbouw van complexe vaardigheden in deelvaardigheden. • De manier waarop leerlingen omgaan met formules en de problemen die leerlingen daarbij ervaren. • Formules en tabellen gebruiken. • Dimensie berekeningen. • Eenheden omrekenen. • Kennis van de manier waarop de leerlingen gecijferd zijn. • Rekenen en wiskundige vaardigheden. • Schatten en rekenen. | <p>De student krijgt de opdracht om een onderzoekje te doen naar de rekenvaardigheden van leerlingen, waarbij speciaal gekeken wordt naar:</p> <ul style="list-style-type: none"> • het effect van herhaling; • automatisering; • remediëring; • het effect van het gebruik van bepaald oefenmateriaal (bijvoorbeeld simulaties, applets). |
| Subdomein 12.3: Practicumvaardigheden | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Kennis van de manier waarop de leerlingen praktisch vaardig zijn. • Opbouw van praktische vaardigheden. • Leerfasen: inleiden, voordoen, nadoen, zelf doen. • Opbouw van complexe vaardigheden in deelvaardigheden. • Informatievaardigheden. • Afstemming met andere natuurwetenschappelijke vakken. | <ul style="list-style-type: none"> • De student onderzoekt de practicumleerlijn op de stageschool. Bij welke practica komen bepaalde praktische vaardigheden aan bod, komen deze vaardigheden voor het eerst aan bod of zijn ze al bij eerdere practica geleerd? • De student geeft op basis van analyse een verbetering voor bestaande practicumleerlijn op de stageschool. |
| Subdomein 12.4: Aard van de scheikunde | |
| <i>De Nature of Science (NoS), de natuurwetenschappelijke methode en de rol van natuurwetenschappelijk onderzoek daarin.</i> | |
| <p>scheikundige werkwijzen leren:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Een nieuwsgierige en onderzoekende houding. • Kennis van het ontstaan, het gebruik en de reikwijdte van scheikundige wetten, theorieën en modellen. • Switchen tussen model en werkelijkheid. • Kunnen schakelen tussen structuur en eigenschap/ micro en macro | <p>De student ontwerpt een les over het atoommodel en hanteert daarbij het TWA-model (teaching with analogies) om de principes duidelijk te maken. Hij bedenkt ook welke mogelijke misvattingen kunnen ontstaan bij het gebruik van dit model.</p> |
| Subdomein 12.5: Scheikundige praktijktoepassingen leren | |
| <i>Scheikunde is overal en heeft ook een belangrijke maatschappelijke betekenis.</i> | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Gebruik van betekenisvolle contexten: <ul style="list-style-type: none"> • kunnen selecteren van contexten voor fundamentele kennis van scheikunde; • kunnen selecteren van contexten die inzicht geven in kennisontwikkeling in natuurwetenschappen/scheikunde; • kunnen selecteren van contexten die relatie leggen tussen scheikunde/science en maatschappij en technologie; • koppelen van contexten en concepten. • Kennis van maatschappelijke aspecten van het vak | <p>De student krijgt de opdracht om het onderwerp over scheidingsmethoden in te leiden met een geschikt YouTube-filmpje van een praktijktoepassing.</p> |

| Domein 12: De leerling: scheikunde leren | | Vervolg |
|---|---|---------|
| Voorbeelden van kennis en vaardigheden | Kenmerkende voorbeelden uit de praktijk van de school | |
| Subdomein 12.6: Motivatie (nut en noodzaak) <i>Vanuit de rol die de natuurwetenschappen (en scheikunde in het bijzonder) hebben voor onze maatschappij en waarom 'natuurwetenschappelijke geletterdheid' voor de participatie van individuen als mondige en kritische burgers in een moderne samenleving belangrijk is.</i> | | |
| <ul style="list-style-type: none"> De bijdrage die scheikundig denken heeft geleverd aan het verloop van de geschiedenis, het ontstaan van onze welvaart en de inrichting van onze leefomgeving. De rol scheikunde speelt in vervolgstudies en beroepen. Wat de natuurwetenschappelijke kijk op de wereld kan bijdragen aan het verhelderen van maatschappelijke discussies. | <ul style="list-style-type: none"> De student voert met één van zijn klassen een project uit waarbij zijn leerlingen kennismaken met de zeven bèta werelden (Science & Exploratie, Water, Energie & Natuur, Mobiliteit & Ruimte, Voeding & Vitaliteit, Mens & Medisch, Lifestyle & Design) door de rol van de chemie in één van deze bèta werelden uit te lichten aan de hand van een product of dienst. De student schrijft de instructies voor dit project met het oog op 'het nut van scheikunde' en evalueert de opbrengst van het project. | |
| Subdomein 12.7: Vaktaal en taalgebruik <i>Taal speelt altijd een belangrijke rol bij het leren, wat er ook geleerd wordt. De student beheerst taalgericht vakonderwijs (TVO).</i> | | |
| <ul style="list-style-type: none"> Onderscheid tussen dagelijks algemeen taalgebruik (DAT) en cognitief academisch taalgebruik (CAT). Taal en begripsvorming. Symbool- en formuletaal. | De student ontwerpt een onderwijsleergesprek rond een onderwerp waar vaktaal en spreektaal door elkaar heen lopen. De leerling wordt gestimuleerd zaken te verwoorden (bijvoorbeeld met behulp van afbeeldingen). De les wordt opgenomen op video. De problemen met het juiste gebruik van woorden worden geïnventariseerd. | |
| Subdomein 12.8: De persoon van de leerling <i>Elke leerling is anders. Leerlingen verschillen in leeftijd, ontwikkeling, sekse, culturele achtergrond, leerstijl, etc.</i> | | |
| <ul style="list-style-type: none"> Verschillen en ontwikkelingen in: <ul style="list-style-type: none"> abstractievermogen; belangstelling; jongens en meisjes; niveau; vmo-/mbo-leerlingen leren anders dan havo-/vwo-leerlingen en hebben meer baat bij beroepsgerichte contexten. | De student leest het boekje <i>BètaMentality</i> over hoe je jongeren kunt inspireren. Vervolgens bereidt de student een informatieavond voor, voor leerlingen en ouders, over het belang exacte vakken voor studie en beroep (bron: betamentality.nl). | |

| Domein 13: De docent: scheikunde onderwijzen | |
|--|---|
| Voorbeelden van kennis en vaardigheden | Kenmerkende voorbeelden uit de praktijk van de school |
| Subdomein 13.1: Begrippen <i>Vanuit inzicht in de specifieke begripsproblemen goed gebruikmaken van de diverse didactische hulpmiddelen.</i> | |
| <ul style="list-style-type: none"> Analogieën. Grafische voorstellingen. Modellen, simulaties. Systeendenken. Misconcepten/leerlingdenkbeelden. Voorbeelden/toepassingen. Meten, experimenteren. Lezen (instructies, schema's, grafieken). Tekenen (voorstellingen, schema's, grafieken, modellen). Kwalitatief naar kwantitatief en omgekeerd. Inductief versus deductief. Concept-contextbenadering. Wereld van concepten en wereld van waarnemingen. | De student kiest samen met zijn stagebegeleider een bekend lastig concept. Samen proberen ze te beschrijven wat het probleem is. De begeleider maakt een klein testje, de student - die de test niet kent - ontwerpt een les om de leerling zo goed mogelijk voor te bereiden. De student evalueert zijn aanpak en de resultaten. |

| Domein 13: De docent: scheikunde onderwijzen | | Vervolg |
|---|---|---------|
| Voorbeelden van kennis en vaardigheden | Kenmerkende voorbeelden uit de praktijk van de school | |
| Subdomein 13.2: Instrueren en uitleggen <i>Vanuit overzicht over de vakinhoud een vermogen om te denken in leerdoelen en de inzet van geschikte media.</i> | | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Leerstof analyseren. • Presenteren, uitleggen, demonstreren. • Differentiëren naar leerbehoefte. • Gepersonaliseerd leren. • Gedifferentieerd leren. • Onderwijs op maat. • Omgaan met excellente leerlingen. • Talentontwikkeling. • Gebruik van voorbeelden en richtvragen. • Schoolvoorbeelden en praktijkvoorbeelden. • Idealiseren/ vereenvoudigen en schematiseren. • Begrippennetwerk. • Gebruik van visuele hulpmiddelen. | <p>De student analyseert een nieuwe hoofdstuk, ontwerpt een onderwijsleergesprek voor de start van een nieuw hoofdstuk. De student stimuleert de leerlingen tot vragen, vangt die in een 'visual organiser'. De student verwerkt dit overzicht (schijnbaar) in samenspraak met leerlingen om tot een planning voor de lessen over het hoofdstuk te komen.</p> | |
| Subdomein 13.3: Karakteristieke denkwijzen <i>De student is zo vertrouwd met de scheikundige denkwijze - zowel inhoudelijk als op het niveau van cognitieve vaardigheden - dat het mogelijk is om als docent de leerling deze werkwijze (deels) bij te brengen.</i> | | |
| <p>Didactiek van:</p> <ul style="list-style-type: none"> • patronen; • schaal, verhouding en hoeveelheid; • oorzaak en gevolg; • systemen en systeemmodellen; • behoud, transport en kringlopen van energie en materie; • structuur en functie; • stabiliteit en verandering; • duurzaamheid; • risico en veiligheid. | <p>De student inventariseert denkwijzen uit het scheikundeprogramma die ook expliciet aan de orde komen in het biologieprogramma (bijvoorbeeld: emergentie). De student vergelijkt de aanpak bij beide vakken en maakt een beargumenteerde keuze voor een aanpak.</p> | |
| Subdomein 13.4: Karakteristieke werkwijzen <i>De student is zo vertrouwd met de scheikundige werkwijze - zowel inhoudelijk als op het niveau van cognitieve vaardigheden - dat het mogelijk is om als docent de leerling deze werkwijze (deels) bij te brengen.</i> | | |
| <p>Didactiek van:</p> <ul style="list-style-type: none"> • modelontwikkeling en -gebruik; • onderzoeken; • ontwerpen met behulp van de ontwerpcyclus; • informatievaardigheden; • redeneervaardigheden; • rekenkundige en wiskundige vaardigheden; • waarderen en oordelen. | <p>De student inventariseert vaardigheden uit het scheikundeprogramma die ook expliciet aan de orde komen in het biologieprogramma (bijvoorbeeld: werken molecuulmodel). De student vergelijkt de aanpak bij beide vakken en maakt een beargumenteerde keuze voor een aanpak.</p> | |
| Subdomein 13.5: Begeleiden <i>Vanuit kennis van de struikelblokken, oog voor de verschillen tussen leerlingen, een motiverende activerende aanpak en een vermogen tot systematisch werken.</i> | | |
| <p>Begeleiden:</p> <ul style="list-style-type: none"> • observeren en diagnosticeren; • motiveren; • activerend begeleiden; • probleemoplossen; • planmatig werken; • systematische aanpak; • feedback vragen en geven; • administreren. | <p>De student houdt enkele weken van een geschikte klas bij wat de leerlingen doen tijdens de zelfstandige werkfase: welke opdrachten worden gemaakt, welke vragen worden gesteld, hoe wordt er gewerkt? De student vergelijkt dit overzicht met de toetsresultaten en bespreekt dit met zijn begeleider. De student bedenkt acties om het rendement van de werkfase te verbeteren.</p> | |

| Domein 13: De docent: scheikunde onderwijzen | | Vervolg |
|---|--|---------|
| Voorbeelden van kennis en vaardigheden | Kenmerkende voorbeelden uit de praktijk van de school | |
| Subdomein 13.6: Praktisch werken <i>Vanuit een goed inzicht in de mogelijkheden en valkuilen, een grote eigen vaardigheid.</i> | | |
| <ul style="list-style-type: none"> • De functies van practicum (ontwikkelen kennis en inzicht ontwikkelen, werken met apparatuur/ werkwijze, ontwikkelen inzicht in natuurwetenschappelijk onderzoek, affectieve doelen). • Organiseren. • Veiligheid. • Instrueren, opdrachtenformulieren. • Practicumbeschrijvingen ontwerpen. • Demonstraties geven. • Gebruik instrumenten. • Verwerken gegevens. • Relatie theorie - experiment. • Effectiviteit 1 (doen leerlingen wat ze moeten doen) en effectiviteit 2 (leren leerlingen wat ze moeten leren). • Onderzoeksaspecten. • Resultaten en nauwkeurigheid. • Verslag, presentatie. • Nabespreken. • Beoordelen. • Volgorde van het aanleren van praktische vaardigheden. | <p>De student maakt bij een geschikt onderwerp twee gelijkwaardige korte begripstoetsjes (bijvoorbeeld over verschillende scheidingsmethoden). De student neemt de eerste af na de uitleg-en-sommen-les en de tweede na de practicumles over het onderwerp. De student vergelijkt en analyseert de resultaten.</p> | |
| Subdomein 13.7: Ontwikkelen en arrangeren van lesmateriaal vanuit een eigen onderwijsvisie <i>Vanuit een duidelijk inzicht in de 'behoefte' van de leerlingen, de kernpunten van de leerstof en de mogelijkheden van de leeromgeving.</i> | | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Resultaat- en procesdoelen. • Studiewijzers maken. • Aanvullende opdrachten samenstellen. • Practicumbeschrijvingen aanpassen. • Aanvullend materiaal verzamelen. • Werkbladen maken. • Bijdragen aan projectonderwijs. • Lesmateriaal evalueren en bijstellen. • Ict-rijke leermiddelen maken. • Aandacht voor de rol van taal bij het ontwikkelen van lesmaterialen. | <p>De student maakt bij een hoofdstuk uit de methode een studiewijzer en een proeftoets met uitwerking.</p> | |
| Subdomein 13.8: Vakdidactisch onderzoek <i>Met de nadruk op eenvoudig vakdidactisch onderzoek uitvoeren.</i> | | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Kennis hebben en gebruikmaken van resultaten van vakdidactisch onderzoek gepubliceerd in nationale en internationale vakverenigingen, bijbehorende tijdschriften en voor leraren relevante conferenties, zoals: <ul style="list-style-type: none"> - NVOX, Physics Teacher, Journal of Chemical Education - Woudschoten-/Reehorst-/LioNS-conferentie • In de eigen schoolpraktijk een eenvoudig vakdidactisch onderzoek kunnen doen | <p>De student leest een artikel uit de NVOX en verwerkt de resultaten in een lesopzet.</p> | |

| Domein 14: Het schoolvak: scheikunde | |
|--|--|
| Voorbeelden van kennis en vaardigheden | Kenmerkende voorbeelden uit de praktijk van de school |
| Subdomein 14.1: Het scheikundecurriculum <i>Vanuit een overzicht over het vakgebied scheikunde en de trends en ontwikkelingen in het schoolvak scheikunde, leerstof kunnen selecteren en verantwoorden.</i> | |
| Examenprogramma's en leerplandocumenten, waaronder de Kennisbasis natuurwetenschappen en technologie voor de onderbouw vo (SLO) <ul style="list-style-type: none"> Eisen van vervolgonderwijs en beroep, (tweede fase, profielen, sectoren en het mbo). Schoolbeleid. Trends en ontwikkelingen van het vak: historisch en actueel. | De student krijgt de opdracht een docent op de school te interviewen over de verwachte ontwikkelingen van een bepaald aspect van het curriculum scheikunde (bijvoorbeeld: practicumtoetsen, computergebruik of zelfstandig onderzoek, nieuwe onderwerpen, projecten). |
| Subdomein 14.2: Verwante vakken <i>Het curriculum scheikunde in relatie met verwante curricula: natuurkunde, biologie techniek, wiskunde, het leergebied mens en natuur.</i> | |
| <ul style="list-style-type: none"> De verschillende benaderingswijzen, basisconcepten en methodieken van natuurwetenschappen en technologie. Eigen onderwijsvisie en schoolbeleid (missie van de school). Plaats, inhoud en integratie van scheikunde in vakken als NaSk, leergebieden als Mens en Natuur en het gehele schoolcurriculum. Onderwijsinhouden selecteren in afstemming met verwante schoolvakken en/of leergebieden. | De student wordt gevraagd een onderzoek te doen naar de status van het leergebied Mens en Natuur op zijn stageschool. Afhankelijk van de situatie bedenkt de student een kritische vraag. De student brengt de situatie van de (in potentie) betrokken vaksecties in beeld, oriënteert zich op mogelijke scenario's en voert gesprekken met verantwoordelijke docenten en schoolleiders. |
| Subdomein 14.3: Schoolboeken <i>Op een verantwoorde wijze kunnen omgaan met een lesmethode en deze kunnen analyseren.</i> | |
| <ul style="list-style-type: none"> Van de gebruikte lesmethode een sterktezwakte analyse maken. Didactische kenmerken waarop deze methoden zich van elkaar onderscheiden, zoals: <ul style="list-style-type: none"> Thematisch-cursorisch Concepten-contexten Tekstgebruik Typeringen van opgaven en opdrachten Rol van het experiment Ict-gebruik | De student verdiept zich in de methode of methoden die op de stageschool worden gebruikt. Op basis hiervan stelt de student een korte enquête samen die probeert te achterhalen waarom juist voor deze methode is gekozen. Welke kenmerken of overwegingen gaven de doorslag? En hoe kwam de keuze tot stand? De enquête wordt in de sectie afgenomen en de student vat de bevindingen samen in een rapport. |
| Subdomein 14.4: Leermiddelen <i>Het gaat hier vooral om de kennis en vaardigheden in het vinden en gebruiken van allerlei leermiddelen. Een krachtige leeromgeving creëren is alleen mogelijk met de juiste leermiddelen.</i> | |
| De bruikbaarheid kunnen beoordelen van leermiddelen zoals: <ul style="list-style-type: none"> simulaties; practica; contextrijke vraagstukken; conceptcartoons; demonstratieproeven; projecten; toetsen; opdrachtbladen; Wikiwijs; experimenten met de computer; digitale leeromgevingen: Moodle enz.; kennisclips; Ict-middelen. | De student krijgt de opdracht om een Wikiwijs-omgeving te maken voor een specifiek scheikundeonderwerp op de stageschool. Het is de bedoeling dat de leerlingen de Wikiwijs-omgeving ook uitvoeren en dat de begeleidende docent hierop feedback geeft. |
| Subdomein 14.5: Examenprogramma's en eindtermen | |
| <ul style="list-style-type: none"> Examens, examenprogramma's en syllabi voor het betreffende schoolvak of leergebied. Programma van toetsing en afsluiting (PTA). | De student doet een onderzoek naar de schoolpraktijk van het SE scheikunde of leergebied. Hij kiest een recent eindexamen, maakt dit zelf en kijkt het na aan de hand van de normen. Hij bespreekt het met zijn stagedocent. In een terugblik geeft de student zijn mening over het examen en de problematiek van het nakijken. |

| Domein 14: Het schoolvak: scheikunde | | Vervolg |
|--|---|---------|
| Voorbeelden van kennis en vaardigheden | Kenmerkende voorbeelden uit de praktijk van de school | |
| Subdomein 14.6: Verder studeren | | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Kennis van beroepen waarin scheikunde een rol speelt. • Kennis van vervolgoopleidingen waarin scheikunde een rol speelt. • Leerlingen goed voorlichten over en enthousiasmeren voor de mogelijkheden van de beroepsmodelijkheden in de chemie. | De student gaat op bedrijfsstage en schrijft daar een verslag over. | |
| Domein 15: De leeromgeving | | |
| Voorbeelden van kennis en vaardigheden | Kenmerkende voorbeelden uit de praktijk van de school | |
| Subdomein 15.1: Theorie- en practicumlokaal | | |
| <i>Met oog voor wat voor scheikundelessen nodig en wenselijk is en waarin voor leerlingen een veilige en krachtige leersituatie kan worden gecreëerd.</i> | | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Ict-voorzieningen. • Arbo, veiligheid en milieueisen. • Regels en afspraken die gelden tijdens praktisch werk. • Voorzieningen: water, elektriciteit en gas. • Practicummaterialen en apparatuur. • Samenwerken met TOA's. • Leveranciers. | De studenten krijgt de opdracht het practicumreglement voor het scheikundelokaal van de stageschool op te vragen en dit te vergelijken met de reglementen van andere scholen, zoals deze op internet te vinden zijn. Vervolgens schrijft hij een rapport over hun bevindingen en bespreekt dat met zijn stagebegeleider/coach/scheikundedocent op de stageschool. | |
| Subdomein 15.2: Veldwerk en beroepenveld | | |
| <i>Het gaat om de scheikunde in de omgeving van de eigen school en hoe deze te onderzoeken en te gebruiken zijn bij het scheikundeonderwijs.</i> | | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Excursies zoals bedrijfsbezoek en museumbezoek. • Gastsprekers. • Schoolomgeving. • Scheikundige kennis en vaardigheden in beroepen. | De klas waaraan een student lesgeeft, gaat een projectweek uitvoeren aan het strand. De student moet enkele opdrachten ontwerpen voor onderzoekjes die leerlingen kunnen doen met water en/of zand. | |
| Subdomein 15.3: Scheikundeonderwijs en ict | | |
| <i>Voor de algemene informatievaardigheden, ict-kennis en het gebruik van een digitale leeromgeving (DLO) is er de kennisbasis ict als onderdeel van de generieke kennisbasis.</i> | | |
| <i>Hier gaat het specifiek om ict-kennis en vaardigheden voor scheikundeleraren.</i> | | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Specifieke kennis en vaardigheden van Office-toepassingen voor verslaggeving en experimenteel werk (formule-editor, grafieken maken). • Kennis van het gebruik van computers/laptops/tablets/sensoren in de klas als leermiddel en/of voor meten en modelleren. • Kennis van digitale kennisbanken en bronnenverzamelingen voor scheikunde en scheikundeonderwijs (Ecent, digitale school, kennisnet, scheikunde.nl, wetenschap24.nl, Kennislink, nvon.nl, enz.). • Kennis van specifieke software voor scheikunde en scheikundeonderwijs en de mogelijkheden om deze door leerlingen te laten gebruiken. | Studenten krijgen de opdracht om een rapport te schrijven over de ict-situatie op de stageschool en bij de scheikundelessen in het bijzonder. In de opdracht staan de belangrijkste punten die aan bod moeten komen duidelijk omschreven. | |

| Domein 16: Toetsing en evaluatie | |
|---|---|
| Voorbeelden van kennis en vaardigheden | Kenmerkende voorbeelden uit de praktijk van de school |
| Subdomein 16.1: Ontwerpen en maken van toetsen <i>Vanuit leerdoelen en eindtermen theorie- en practicumtoetsen ontwerpen met aandacht voor kennis en inzicht, betrouwbaar en valide, dekking en complexiteit. Het stellen van beoordelingscriteria voor toetsen en leerlingproducten.</i> | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Mondelinge en schriftelijke toetsen. • Kennis-, inzicht en vaardigheidstoetsen. • Formatieve toetsen en summatieve toetsen. • Praktische toetsen en andere leerlingproducten (bijvoorbeeld: presentaties, verslagen). • Aandacht voor de rol van taal bij het ontwikkelen van toetsen. • Checklists en vierogen-principe. • Het maken van een beoordelingsmodel, een toetsmatrijs en een cesuurbepaling. • Bij toetsen en andere leerlingproducten heldere beoordelingscriteria opstellen, ook als het gaat om de beoordeling van het leerproces (rubrics). • Een relatie leggen tussen de toetsing, de leerdoelen en de onderwijsuitvoering. • Andere vormen (dan schriftelijk) van toetsing en beoordeling. | <p>Bij een nieuw te starten onderwerp wordt aan de student gevraagd om zich een duidelijk beeld te vormen van wat de leerling op het einde zal moeten kennen en kunnen. Hierbij gaat het in ieder geval ook om (het aanleren van) praktische vaardigheden. Vervolgens krijgt de student de opdracht om de inrichting van een toetsituatie voor leerlingen te beschrijven, waarin de geselecteerde praktische vaardigheden getoetst gaan worden. Hierbij moet hij gebruikmaken van een rubric om daarmee vooraf de gekozen beoordelingscriteria en de norm(ering) aan de leerling bekend te maken. Het product moet bruikbaar zijn voor een nieuwe collega, die dit het volgende jaar zal overnemen.</p> |
| Subdomein 16.2: Beoordeling van de leerlingprestatie <i>Het beoordelen van gemaakt werk en daaraan gekoppeld het geven van feedback, feedup en feedforward op resultaat en proces.</i> | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Beoordelen van een toets/leerlingproduct volgens de vooraf gestelde criteria op een consistente en valide wijze. • Idem voor een beoordeling van het leerproces. • Inhoudelijke feedback geven aan leerlingen, om daarmee hun leerproces te kunnen aansturen. • Observatieschema's hanteren bij practicumtoetsen. • Huiswerkbeoordeling. | <p>Aanvullend aan het voorbeeld hierboven wordt aan de student gevraagd om de beoordeling uit te voeren conform de manier waarop was vastgesteld, hiervan en rapport op te stellen en dit te bespreken met de stagebegeleider.</p> |
| Subdomein 16.3: Analyse en evaluatie <i>Het gaat hierbij om evaluatie van het toetsinstrument, maar vervolgens ook om de evaluatie van leerprocessen en de keuzes die gemaakt zijn voor de inrichting van het onderwijs.</i> | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Vanuit de resultaten van toetsing (leerlingproducten) een eigen analyse maken van de kwaliteit van het toetsinstrument. • Gebruikmaken van cognitieve taxonomie (bijvoorbeeld RTTI, OBIT, Bloom of TIMMS) om toetsen te analyseren, verbeteren en de leeropbrengsten te vergroten. • Op basis van die analyse uitspraken doen over de kwaliteit en effectiviteit van het leerproces. • Verbeteringen op basis van de evaluatie aanbrengen in de opzet van het onderwijs en de daarmee samenhangende wijze van toetsing van het leerresultaat en leerproces. • Resultaten van toetsing aan leerlingen teruggeven en beoordelingsmodel bespreken. • Leerlingen feedback geven over hun leerproces aan de hand van de gemaakte toetsing. • Leerlingen laten reflecteren op hun leerproces naar aanleiding van gemaakte toetsing. | <p>De student krijgt de opdracht om een toets waar men achteraf toch niet zo tevreden over was grondig te analyseren aan de hand van een checklist en na te gaan waarom de toets niet aan de verwachtingen heeft voldaan. Vervolgens moet de student aan de hand van duidelijke criteria een betere versie van de toets maken.</p> |

5 Redactie en validering

5.1 Redactieteam

| Naam | Hogeschool |
|---|-----------------------------------|
| <i>Schrijfgroep</i> | |
| Mevrouw drs. S. (Susanne) Dirks - Trommelen | Fontys Tilburg |
| De heer drs. R. (Ruud) Kok | Hogeschool van Amsterdam |
| <i>Feedbackgroep</i> | |
| Mevrouw R. (Rian) Janssen | Hogeschool van Arnhem en Nijmegen |
| De heer dr. D. (Dirk) Penninga | NHL Hogeschool |

5.2 Valideringsgroep

| Naam | Functie en organisatie |
|---|--|
| De heer Th. (Erik) Meij MSc | Lerarenopleider scheikunde, Christelijke Hogeschool Windesheim |
| De heer ir. R. (Remco) Vasterink | Lerarenopleider scheikunde, Hogeschool Utrecht |
| De heer dr. F. (Fer) Coenders | - Lerarenopleider eerstegraads, Universiteit Twente - Voorzitter Commissie Onderwijs KNCV |
| De heer drs. J.H. (Huib) van Drooge | - Docent havo/vwo scheikunde, Het Zaanlands Lyceum - Voorzitter NVON |
| De heer drs. E.H.M.H. (Emiel) de Kleijn | Senior curriculumontwikkelaar natuurwetenschappen, Stichting Leerplan Ontwikkeling |
| De heer M. (Menno) de Waal B. Ed. | - Docent mbo scheikunde, ROC van Amsterdam - Bestuurslid Sectie Scheikunde Onderwijs KNCV |

Bijlage

Uitgangspunten kennisbases

Er zijn tussen de instellingen afspraken gemaakt over de vormgeving van de kennisbases. Alle kennisbases zijn opgezet volgens een vaste grondindeling waardoor ze onderling redelijk goed vergelijkbaar zijn. Hieronder is een aantal van deze uitgangspunten te lezen.

Minimale kennis

De kennisbases beschrijven voor alle opleidingen c.q. vakgebieden de minimaal noodzakelijke kennis die de student aan het einde van zijn opleiding moet hebben. Naar analogie van de termen zoals het SLO (nationaal expertisecentrum leerplanontwikkeling) gebruikt, is een kennisbasis een 'richtinggevend inhoudelijk kader voor wat studenten minimaal moeten kennen aan vakinhouden en moeten beheersen aan (vak)specifieke vaardigheden'.

Er wordt onderscheid gemaakt tussen kennis van het 'schoolvak' en kennis van de 'vakdiscipline en de daarbij behorende specifieke vaardigheden'. Kennis moet daarbij worden opgevat als 'het geheel van beheersingsniveaus dat van een startbekwame leraar mag worden verwacht' en dus niet alleen feiten-reproductie (taxonomie van Bloom) of feitelijke kennis (taxonomie van Romiszowski). Kennis omvat daarom ook de vakspecifieke vaardigheden van de startbekwame leraar.

Vakkennis, vakdidactiek en pedagogisch-didactische bekwaamheden

De beroepskennis van leraren heeft wortels in twee wetenschappelijke domeinen. In de eerste plaats in het domein van het vak (vakkennisbasis), en in de tweede plaats in de kennis over leren en onderwijzen in het algemeen (de generieke kennisbasis) en het desbetreffende vak in het bijzonder (vakdidactiek). De kennisbasis omvat de beschrijving van de vakinhoudelijke, (vak)didactische en pedagogische kennis en (vakspecifieke) vaardigheden die een student moet hebben. Het geheel van vakkennisbasis en generieke kennisbasis vormt de integrale 'body of knowledge and skills' die van een startbekwame leraar minimaal mag worden verwacht. Deze vormt tevens de basis van de bekwaamheidseisen zoals vastgelegd in het beroepsregister leraar. Binnen de profileringsruimte van elke instelling kan daarnaast nog verdere (inhoudelijke) verdieping en/of verbreding worden aangebracht.

Samenhangende en doorgaande leerlijnen

Het Nederlandse onderwijsbestel kent een structuur van naast elkaar opererende en elkaar opvolgende (doorgaande) leerlijnen. Per onderwijssoort (of soorten) wordt van een leraar een bepaalde wettelijke bevoegdheid/benoembaarheid verlangd. Door de overgangen in het onderwijs krijgt de lerende vaak te maken met andere onderwijsvormen en met leraren die anders zijn opgeleid. Om in elk geval de onderwijsinhoud tussen deze onderwijssoorten op elkaar af te stemmen en op elkaar aan te laten sluiten wordt ervoor gezorgd dat parallelle en doorgaande leerlijnen in de kennisbases, daar waar dat van toepassing is, herkenbaar zijn.



De leerlijn van 4 tot 18 jaar werkt de doelstellingen van het onderwijs uit in concepten¹ voor de hele leerlijn: vanaf basisonderwijs naar onderbouw vmbo en havo/vwo, bovenbouw vmbo (uitgewerkt naar leerwegen en sectoren), bovenbouw havo en bovenbouw vwo.

Deze concepten zijn evenzeer van belang voor studenten in het hbo die zich voorbereiden op het geven van onderwijs aan deze leerlingen (studenten). Door vanuit die gedachte de leerlijn 4-18 jaar uit te bouwen tot 22 jaar zouden de aankomende leraren goed op hun toekomstige beroep voorbereid moeten zijn. De leraar in de onderbouw moet daarbij, voortbouwend op wat in het basis-onderwijs is aangeboden, zijn leerlingen verder opleiden en voorbereiden op zijn profiel- en vakkenkeuze in de bovenbouw. En hij moet samen met de collega's die in de bovenbouw lesgeven, het onderwijsprogramma van zijn instelling ontwerpen en (gedeeltelijk) uitvoeren. De docent (vakmaster) in de bovenbouw moet zijn leerlingen goed voorbereiden op het vervolgonderwijs bij andere hbo- en universitaire opleidingen. De uitbreiding van de leerlijn tot 22 jaar is dus vanuit zowel bovenstaand standpunt als vanuit het standpunt van Dublin-descriptor 1 (de kennis moet die van het daaraan voorafgaande onderwijs overstijgen) noodzakelijk. De aankomende docent kan alleen dan vanuit een breder en dieper inzicht de vakinhoud vertalen naar goed onderwijs.

Niveau

NLQF, Dublin-descriptoren en de hbo-kwalificaties beschrijven het hbo-niveau (bachelor, master) op algemeen niveau; de bekwaamheidseisen van het lerarenregister beschrijven de specifieke beroepskennis van de leraar.

De lerarenopleidingen leveren startbekwame docenten af op hbo-bachelorniveau (NLQF-6) of hbo-masterniveau (NLQF-7 niveau). Dit betekent dat een startbekwame docent, conform de Dublin-descriptoren en de algemene hbo-kwalificaties die ook het noodzakelijke niveau beschrijven van de afgestudeerde hbo-er, een brede kennis moet hebben van in elk geval het vakgebied waarin hij les gaat geven. Ook moet hij boven de stof van dat vakgebied staan. In de huidige inrichting van het onderwijs betekent dit dat ook aandacht moet worden besteed aan de verwante of aanpalende vakken van het vakgebied waarin later wordt lesgegeven. Voor de leraar in het (v)mbo betekent het dat hij de beroepsgerichte toepassingen (en de ontwikkelingen) van het vak, de beroepstaal en de beroepsgroep 'kent'.

NB *Tijdens zijn loopbaan moet de leraar zijn kennis en vaardigheden, zowel op het gebied van zijn vak als van het ambt van leraar, via bij- en nascholing op peil houden. Datgene wat daarvoor nodig is wordt door de afgestudeerde, samen met zijn werkgever en in voorkomende gevallen met de lerarenopleiding, bepaald en vormgegeven.*

¹ De leerlijn 4-18 spitst zich toe op een beperkt aantal concepten die voldoen aan de volgende vier criteria:

1. De concepten representeren gezamenlijk de breedte van de opleiding.
2. De concepten kunnen verbonden worden met recente ontwikkelingen in het vak, didactiek of pedagogiek.
3. De concepten maken het mogelijk deze kennis voor leerlingen en studenten te structureren.
4. De concepten zijn leerbaar voor de desbetreffende groepen leerlingen en studenten.



Profileringsruimte

Het kader van de kennisbasis legt een brede en gemeenschappelijke basis vast, maar biedt ook de individuele instelling voldoende ruimte voor een eigen profilering. Een kennisbasis is niet gekoppeld aan een didactisch concept en legt voor de individuele instelling of opleidingsroute wat betreft de programma-opbouw en studielast van de afzonderlijke onderdelen niets vast. De instelling is zelf verantwoordelijk voor de implementatie van de kennisbasis. Zij stelt een onderwijs- en toetsprogramma vast dat volledig recht doet aan de kennisbasis én in overeenstemming is met het eigen didactisch concept en profilering van de instelling.

Colofon

Den Haag, september 2017

Uitgave

1Ovoordeleraar, Vereniging Hogescholen

Eindredactie en vormgeving

Elan, Rijswijk

www.1Ovoordeleraar.nl

Alle rechten voorbehouden. Behoudens de uitdrukkelijk bij wet bepaalde uitzonderingen mag niets uit deze uitgave worden veeelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand of openbaar worden gemaakt, zonder uitdrukkelijke toestemming van de uitgever. Aan de totstandkoming van deze uitgave is de uiterste zorg besteed. Voor informatie die nochtans onvolledig of onjuist is opgenomen, aanvaarden de auteurs, redactie en uitgever geen aansprakelijkheid voor de gevolgen daarvan.