

Eerstegraadslerarenopleiding

10
voor
de
leraar



Kennisbasis Scheikunde



versie maart 2018 | ingangsdatum studiejaar 2018-2019



Voorwoord

Vanaf 2016 hebben lerarenopleiders over de volle breedte van de lerarenopleidingen in verschillende fases met veel enthousiasme gewerkt aan de herijking van de 60 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 vakkennis. Daar waar mogelijk is samenhang aangebracht tussen de kennisbases die een inhoudelijke en vakoverstijgende verwantschap hebben. 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. Ook de contacten met het werkveld zijn versterkt. 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. Het zijn geen statische documenten. De kennisbases 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
	Algemene toelichting	4
	Verantwoording	4
	Beschrijving kennisdomeinen	4
	Redactie en validering	4
2	Algemene toelichting	5
	Versterken kenniscomponent	5
	Ontwikkeling kennisbases	5
	Herijking kennisbases	6
	Herijkingsproces	6
3	Verantwoording	8
	Achtergrond	8
	Evaluatie kennisbasis	8
	Legitimering	8
	Visie	9
	Inhoud, niveau en afstemming	9
4	Beschrijving kennisdomeinen	11
	Opbouw kennisdomeinen	11
	Domein 1: Analytische chemie	12
	Domein 2: Anorganische chemie	14
	Domein 3: Life Sciences	15
	Domein 4: Atoom- en molecuulbouw en chemische binding	16
	Domein 5: Chemische technologie	17
	Domein 6: Fysische chemie	18
	Domein 7: Organische en polymeer-chemie	20
	Domein 8: Chemisch practicum	21
	Domein 9: Vakdidactiek	22
	Domein 10: Wetenschappelijke grondslagen, ontwikkelingen en onderzoek	24
5	Lijst met afkortingen	25
6	Redactie en validering	26
	Redactieteam	26
	Valideringsgroep	26

1 Inleiding

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

Algemene toelichting

In het hoofdstuk *Algemene toelichting* is informatie opgenomen over de aanleiding, ontwikkeling, inhoud en herijking van de kennisbases.

Verantwoording

In het hoofdstuk *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.

2 Algemene toelichting

Versterken kenniscomponent

In de eerste jaren van dit millennium was er brede kritiek op de vakinhoudelijke en vakdidactische kwaliteit van de lerarenopleidingen. Als antwoord hierop presenteerde staatssecretaris Van Bijsterveldt in 2008 de nota *Krachtig meesterschap, kwaliteitsagenda voor het opleiden van leraren 2008-2011*. Een 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'.

De gezamenlijke lerarenopleidingen hebben met het ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap afspraken gemaakt om de kenniscomponent binnen de opleidingen te versterken. Het systeem van kennisborging bestaat uit drie landelijke kwaliteitsinstrumenten: kennisbases, kennistoetsen en peer-review. Alle activiteiten zijn ondergebracht in het programma *10voordeleraar*, onder de paraplu van de Vereniging Hogescholen. Ruim duizend lerarenopleiders werken binnen kennisnetwerken gezamenlijk aan de kwaliteitsinstrumenten. Met elkaar bepalen en borgen ze het minimale eindniveau van een afgestudeerde student. Ook andere deskundigen maken onderdeel uit van de processen voor legitimatie en validatie.

Ontwikkeling kennisbases

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. Na validatie van de kennisbases hebben de opleidingen hun onderwijsprogramma aangepast. Het kader van de kennisbases legt voor 80% de brede en gemeenschappelijke basis vast van wat in de opleiding aan bod komt. Daarbuiten is er ruimte voor een eigen profilering van de individuele instelling.

De kennisbases sluiten aan bij het hbo-niveau: NLQF, Dublin-descriptoren en hbo-kwalificaties. Dit betekent dat een afgestudeerde student een brede kennis moet hebben van het vakgebied waarin hij les gaat geven en dat hij boven de stof staat. Ook moet aandacht besteed worden aan de verwante of aanpalende vakken van het vakgebied, waarin later wordt lesgegeven. Voor de leraar in de bovenbouw havo en vwo betekent dit dat hij zijn leerlingen kan adviseren en wegwijzen maken in de mogelijke vervolgopleidingen die voortbouwen op zijn vak, kan aangeven wat de beroepsgerichte toepassingen (en de ontwikkelingen) van het vak zijn en dat hij zijn leerlingen voorbereidt op het (landelijke) examenprogramma. Daarnaast vormen de kennisbases de uitwerking van de wettelijke bekwaamheidseisen zoals vastgelegd in het beroepsregister leraar. De kennisbases bevatten daarmee de beschrijving van de

vakinhoudelijke, vakdidactische en pedagogische kennis én vaardigheden die een student moet beheersen op het moment van afstuderen.

Hoewel niet specifiek aangegeven in de kennisbases, heeft elke leraar een rol in taalgericht of taalontwikkelend vakonderwijs. Leerlingen zijn in vaklessen (vak)taal aan het verwerven, waarbij taalontwikkeling en begripsontwikkeling hand in hand gaan. Het betreft zowel *Dagelijkse Algemene Taalvaardigheid* (DAT) als *Cognitieve Academische Taalvaardigheid* (CAT). Taalgericht lesgeven komt naar voren bij de gebruikte vakdidactische werkvormen en de taalgerichtheid van toetsen en beoordelen.

Herijking kennisbases

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 oorspronkelijke kennisbases.

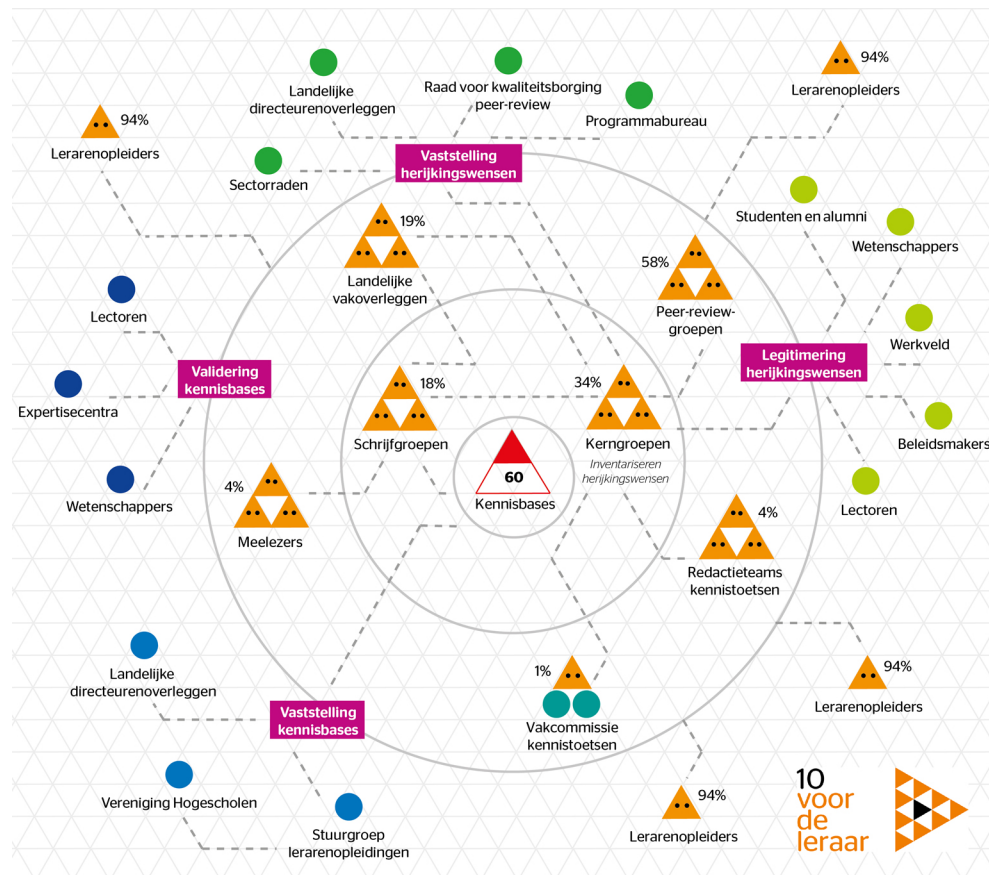
De kennisbases zijn door de lerarenopleidingen herijkt op inhoud en niveau. Ook is gekeken naar de breedte van de vakkennis, zodat de kennisbases het desbetreffende werkterrein (basisonderwijs, tweedegraadsgebied, eerstegraadsgebied) van de toekomstige leraar geheel dekt. Daar waar mogelijk is samenhang aangebracht tussen de kennisbases die inhoudelijk en vakoverstijgende verwantschap kennen. Daarnaast is de nadruk gelegd op de implementatie van een aantal (maatschappelijk) belangrijke vakoverstijgende thema's. De herijkte kennisbases zijn getoetst aan de laatste wetenschappelijke inzichten van het vak, de ontwikkelingen in het werkveld en veranderingen op het gebied van landelijk beleid.

Herijkingsproces

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 voor de kennisbasis bestaat. Lerarenopleiders vormden de spil bij het herijkingsproces.

Voor elke kennisbasis heeft de kerngroep bestaande uit lerarenopleiders van de verschillende instellingen de herijkingswensen geïnventariseerd en ter legitimatie voorgelegd aan relevante betrokkenen, waaronder alumni, lectoren, wetenschappers en/of beleidsmakers. Het definitieve herijkingsvoorstel is vastgesteld door een vaststellingscommissie, waarin onder andere het landelijk overleg vakmasters (LOVM) deel van uitmaakte. 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.

Na vaststelling van het herijkingsvoorstel is de schrijfgroep aan de slag gegaan met het herschrijven van de kennisbasis. Onder leiding van het LOVM is het opgeleverde concept gevalideerd door vertegenwoordigers van het werkveld, van de wetenschap en van eventuele vakverenigingen. Na verwerking van de opmerkingen zijn de herijkte kennisbases met een positief advies van het LOVM door de Stuurgroep Lerarenopleidingen van de Vereniging Hogescholen bestuurlijk vastgesteld.



Figuur 1. Betrokkenen bij het herijkingsproces kennisbases lerarenopleidingen.

3 Verantwoording

Achtergrond

In de kennisbasis 2009 is beschreven: "De voorliggende kennisbasis vormt een systematische beschrijving van de vakinhoudelijke en vakdidactische kennis en vaardigheden waarover studenten beschikken aan het eind van hun hbo-masteropleiding tot bevoegd docent scheikunde in het voorbereidend hoger onderwijs (havo en vwo)" (p6).

De kennisbasis is voor een periode van vijf jaar vastgelegd, waarna een herijking moet plaatsvinden. Die herijking wordt wenselijk geacht wegens 'maatschappelijke ontwikkelingen, ontwikkelingen binnen de opleidingen en binnen vakgebieden, alsmede door voortschrijdend inzicht voortkomend uit de ontwikkeling van de landelijke kennistoets'.

De kennisbasis is de afgelopen jaren in de curricula van alle bekostigde instellingen met de eerstegraads hbo-lerarenopleiding scheikunde geïmplementeerd. In dezelfde periode zijn alle domeinen middels borgingsbijeenkomsten met externe deskundigen bekeken en waar nodig aangescherpt.

Evaluatie kennisbasis

Bij het bespreken van de inhoud van de huidige kennisbasis binnen het landelijk vakoverleg vakmasters (LVOM) kwamen vanuit de eerstegraadslerarenopleidingen de volgende geluiden terug met betrekking tot de huidige kennisbasis:

1. Het programma dat beschreven staat is onderwijsbaar, maar levert een erg vol programma waardoor er weinig vrijheid is voor profilering.
2. Een aantal gebieden die binnen het schoolvak of het vakgebied de afgelopen jaren een prominentere plaats hebben gekregen worden te summier beschreven. Hieronder vallen onder andere biotechnologie, nanotechnologie, structuur-eigenschap redeneren (micro-meso-macro denken), polymeerchemie en groene chemie. Ten behoeve van actualisering van de kennisbasis is input gevraagd aan collega's, het werkveld, SLO, NVOX, de KNCV, lectoren bèta-didactiek en de universitaire lerarenopleidingen.
3. De huidige indeling en het huidige format van de kennisbasis sluit aan bij de herijkte kennisbasis van de bachelor opleiding leraar scheikunde en blijft gehandhaafd.
4. Fouten en onduidelijkheden moeten worden aangepast.

Legitimering

Naast alle docenten van de eerstegraadslerarenopleidingen scheikunde zijn ook andere belanghebbende gevraagd om hun herijkignswensen kenbaar te maken. Dat betrof externe deskundigen via borgingsbijeenkomsten, de SLO

(Emiel de Kleijn), de NVON (Jan van Lune), de lectoren betadidactiek (Rutger van der Sande (Fontys) en Elwin Savelsbergh (HU)) de KNCV Commissie onderwijs & universitaire lerarenopleidingen (Fer Coenders) en vertegenwoordigers uit het werkveld (Rutger Staffhorst, Marjon van der Meulen, Guido Mollen).

Visie

In overleggen met de kerngroep is de verkregen input besproken. De uitkomst hiervan is de volgende visie die in de herijkte kennisbasis een plek heeft gekregen:

1. De nieuwe kennisbasis dient vrijheid te bieden aan de instellingen om zich te profileren.
2. De input die we tijdens de borgingsbijeenkomsten hebben gekregen van externe deskundigen wordt verwerkt.
3. Via de nieuwe kennisbasis willen we de nadruk op het uitvoeren van chemisch onderzoek en het onderzoekend vermogen van de student vergroten om te zorgen dat onze studenten hun leerlingen beter kunnen ondersteunen bij onder andere studiekeuze, beroepskeuze en profielwerkstuk.
4. De nieuwe kennisbasis dient een up-to-date overzicht te geven van de kennis en didactiek die nodig is om het schoolvak scheikunde in de bovenbouw te onderwijzen, met aandacht voor de huidige ontwikkelingen in het vakgebied en het schoolvak.
5. De nieuwe kennisbasis dient aan te sluiten bij de veranderingen die plaatsvinden in het onderwijs en zo meer aandacht te besteden aan het multidisciplinaire karakter van het onderwijs en 21st century skills.

Inhoud, niveau en afstemming

Voor het opstellen van de nieuwe kennisbasis scheikunde heeft de kerngroep de volgende uitgangspunten geformuleerd.

1. **Inhoud**
De nieuwe kennisbasis dekt het gehele eerstegraadsgebied.
2. **Niveau**
 - a. Het huidige niveau blijft gehandhaafd. Dit niveau is vergelijkbaar met een universitaire bachelor in Nederland.
 - b. Bij de beschrijving van het niveau besteden we aandacht aan de Dublin-descriptoren master en NLQF niveau 7.
 - c. De aansluiting met de kennisbasis bachelor blijft gehandhaafd en wordt daar waar nodig verder verbeterd.
3. **Format en indeling**
 - a. Het format blijft gehandhaafd en is hiermee identiek aan de vernieuwde kennisbasis scheikunde voor de bachelor lerarenopleidingen. Hierdoor is aansluiting duidelijk zichtbaar.
 - b. Kenmerkende voorbeelden worden opgenomen in de kennisbasis ter illustratie van inhoud en niveau, maar zijn niet uitputtend.
4. **Nieuwe onderwerpen**

- a. Uit de voorlopige evaluatie en de borgingsbijeenkomsten bleek dat er een aantal gebieden een prominentere plaats moet krijgen.
- b. Dit betekent dat er ook een aantal onderwerpen geschrapt moet worden.
- c. We streven naar een verandering van maximaal 10% (conform de richtlijnen *10voordeleraar/LOVM*).

5. **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 bijvoorbeeld aan vakspecifieke ict-vaardigheden zoals modelleren, programmeren en meten met de computer of natuurwetenschappelijke theorieën zowel kwalitatief als kwantitatief kritisch beschouwen. Hierbij zal worden aangesloten bij de generieke kennisbasis master.

6. **Beroepsbeeld en vervolgstudie**

Studenten krijgen zicht op beroepsbeelden en ontwikkelingen in beroepsvelden en vervolgstudies gerelateerd aan de chemie.

7. **Onderzoek en ontwerp**

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

4 Beschrijving kennisdomeinen

Opbouw kennisdomeinen

Domein 1: Analytische chemie
Subdomein 1.1: Algemene begrippen
Subdomein 1.2: Atoomspectrometrie
Subdomein 1.3: Molecuulspectrometrie en structuuropheldering
Subdomein 1.4: Chromatografie
Domein 2: Anorganische chemie
Subdomein 2.1: Structuur
Subdomein 2.2: Zuur-base
Subdomein 2.3: Redoxreacties en elektrochemie
Subdomein 2.4: Oplosbaarheid van zouten
Domein 3: Life Sciences
Subdomein 3.1: Eiwitten
Subdomein 3.2: RNA, DNA en nucleïne-zuren
Subdomein 3.3: Proteomics en genomics
Domein 4: Atoom- en molecuulbouw en chemische binding
Subdomein 4.1: Kwantumtheorie
Subdomein 4.2: Atoomstructuur
Subdomein 4.3: Molecuulstructuur
Domein 5: Chemische technologie
Subdomein 5.1: Massa- en energiebalansen
Subdomein 5.2: Industriële scheidingsmethoden
Subdomein 5.3: Procesontwerp
Domein 6: Fysische chemie
Subdomein 6.1: Thermodynamica
Subdomein 6.2: Chemisch evenwicht
Subdomein 6.3: Reactiekinetiek
Subdomein 6.4: Katalyse
Domein 7: Organische en polymeer-chemie
Subdomein 7.1: Naamgeving
Subdomein 7.2: Reacties en reactiecondities
Subdomein 7.3: Reactiemechanismen
Subdomein 7.4: Polymeerchemie

Domein 8: Chemisch practicum
Subdomein 8.1: Synthetiseren en meten
Subdomein 8.2: Onderzoek
Subdomein 8.3: Modelleren en programmeren
Domein 9: Vakdidactiek
Subdomein 9.1: Assessment en toetsing van het schoolvak scheikunde
Subdomein 9.2: Visie op en ontwikkeling van het schoolvak scheikunde
Subdomein 9.3: Leren van scheikunde
Subdomein 9.4: Lesgeven in scheikunde
Domein 10: Wetenschappelijke grondslagen, ontwikkelingen en onderzoek
Subdomein 10.1: Ontwikkeling van de chemie

Domein 1: Analytische chemie

Subdomein 1.1: Algemene begrippen

De student kent en begrijpt de volgende concepten:

Wisselwerking EM-straling en materie (zoals breking en brekingsindex, reflectie, verstrooiing, polarisatie, foto-elektrisch effect), spectra, emissie/absorptie bij atomen en moleculen, elektronen-, vibratie- en rotatieniveaus.

De eerstegraadsdocent kan:

1. De begrippen breking, reflectie, verstrooiing, polarisatie en foto-elektrisch effect omschrijven en er berekeningen mee uitvoeren.
2. Atoom- en molecuulspectra van elkaar onderscheiden en de verschillen verklaren.

Subdomein 1.2: Atoomspectrometrie

De student kent en begrijpt de volgende concepten:

Theoretische achtergronden van algemene vormen van atoomspectrometrie zoals AAS, AES en ICP.

De eerstegraadsdocent kan:

1. Uitleggen hoe de verschillende vormen van atoomspectrometrie werken.
2. Een onderbouwde keuze maken tussen de verschillende atoomspectrometriemethoden.
3. Met een meetreeks een lineaire regressieanalyse uitvoeren en daarmee de monsterconcentratie uitrekenen.

Subdomein 1.3: Molecuulspectrometrie en structuuropheldering

De student kent en begrijpt de volgende concepten:

- UV/VIS: theoretische achtergronden, kwantitatieve analyse en toepassingen.
- IR: theoretische achtergronden (waaronder mechanische en kwantum-mechanische modellen), toepassingen en kwalitatieve analyse (organische verbindingen).
- NMR: theoretische achtergronden (waaronder kwantum- en klassieke model) en kwalitatieve analyse met behulp van ^1H NMR-spectra.
- MS: aard moleculaire massaspectra, ionenbronnen (elektronen-impact en chemisch) met bijbehorende spectra, identificatie van zuivere stoffen.

De eerstegraadsdocent kan:

1. Bepalen of een analytisch probleem met behulp van UV/VIS-spectrometrie op te lossen is en het analytische probleem daarna oplossen.
2. Een IR/NMR-spectrum zodanig analyseren dat (gecombineerd met andere spectrometrische methoden) een complexe verbinding kan worden geïdentificeerd.
3. Uitleggen hoe een spectrum tot stand komt en aangeven welke parameters daarbij een rol spelen.
4. In massaspectra van stoffen kenmerkende patronen herkennen en aan de hand daarvan die stoffen herkennen en massaspectra analyseren.
5. Uit het massaspectrum van een kwantitatieve bepaling de hoeveelheid van een stof in een oplossing of mengsel berekenen met behulp van de piekhoogte.

Subdomein 1.4: Chromatografie

De student kent en begrijpt de volgende concepten:

Theoretische grondslagen bij gaschromatografie en vloeistofchromatografie (zoals verdelingsconstante en retentie-factor, kolomefficiency en deeltjesgrootte bij HPLC, kwantitatieve analyse, interne standaard methode).

De eerstegraadsdocent kan:

1. De basisbegrippen van de chromatografie omschrijven en de belangrijkste invloeden op de kwaliteit van een chromatografische scheiding benoemen.
2. Het werkingsprincipe en toepassingen van diverse vloeistofchromatografische methodes omschrijven.
3. Kwantitatieve en kwalitatieve chromatografische analyses uitvoeren en daarin diverse parameters en rekenmethodes hanteren.
4. Uitleggen in welke gevallen een keuze voor een chromatografische meetmethode gerechtvaardigd is.

Domein 2: Anorganische chemie

Subdomein 2.1: Structuur

De student kent en begrijpt de volgende concepten:

Kristalstructuur van zouten en legeringen (zoals eenheidscel, projectie, bolstapelingen omringingsgetal, holten), polymorfie, roosterenthalpie, Born-Haber cyclus, Born-Mayer, trends in het periodiek systeem, (thermische) stabiliteit, oplosbaarheid, defecten, bandentheorie.

De eerstegraadsdocent kan:

1. Kristalstructuur van zouten, metalen en legeringen karakteriseren.
2. Born-Haber cyclus opstellen, interpreteren en vergelijken met empirische waarden.

Subdomein 2.2: Zuur-base

De student kent en begrijpt de volgende concepten:

Diverse zuur-base theorieën, verdelingsdiagram meerwaardige zuren, oplosmiddel levelling, pH in niet-waterige oplossingen (kwalitatief), structuur en reactiviteit/sterkte, vrije energie en K_z , trends in het periodiek systeem, omslagtraject indicator, verwaarlozingsregel, pH-berekeningen aan titratiecurven zo nodig met massa- en ladingsbalans (waaronder van zwakke zuren/basen, meerwaardige zwakke zuren/basen, buffers, amfolyten).

De eerstegraadsdocent kan:

1. De zuur-base theorieën omschrijven en toepassen.
2. Zuren op sterkte categoriseren op basis van structuurtheorie.
3. Het verband leggen tussen K_z , K_b en het oplosmiddel en er berekeningen mee uitvoeren.
4. Trends in het periodiek systeem verklaren met zuur-base theorieën.
5. pH-berekeningen uitvoeren en gemaakte verwaarlozingen begripvol toepassen en verantwoorden en de resultaten evalueren.
6. Het verloop van de titratiecurven verklaren.

Subdomein 2.3: Redoxreacties en elektrochemie

De student kent en begrijpt de volgende concepten:

- Disproportionering, complexering, oplosbaarheidsproduct en standaard celpotentiaal, elektrochemische diagrammen.
- Vrije energie, evenwichtsconstante en celpotentiaal, thermodynamische cyclus, elektrische arbeid, wet van Nernst, elektrochemische cellen, celnotatie, moderne batterijen, brandstofcellen, wet van Faraday, elektroden, elektrometallurgie.

De eerstegraadsdocent kan:

1. Het volledige ladingtransport in elektrochemische cellen omschrijven en verklaren.
2. Berekeningen uitvoeren met de wet van Nernst en de resultaten evalueren.

Subdomein 2.4: Oplosbaarheid van zouten

De student kent en begrijpt de volgende concepten:

Oplosbaarheidsproduct, verwaarlozingsregel, gemeenschappelijk ion-effect, invloed pH, selectieve precipitatie, complexvorming.

De eerstegraadsdocent kan:

1. Berekeningen uitvoeren met het oplosbaarheidproduct, aan selectieve precipitatie en met de vormingsconstante van complexe ionen en kan gemaakte verwaarlozingen verantwoorden.
2. Berekenen en verklaren wat de invloed is van het gemeenschappelijk ion-effect en van de pH op de oplosbaarheid van zouten.
3. Uitleggen waarom het berekende oplosbaarheidsproduct niet altijd overeen komt met het empirisch bepaalde oplosbaarheidsproduct.

Domein 3: Life Sciences

Subdomein 3.1: Eiwitten

De student kent en begrijpt de volgende concepten:

Ontwikkeling biochemie, zuiveringstechnieken eiwitten, Edman-degradatie, immunologische technieken, peptidesynthese (solid phase methoden), karakteriseren en identificeren, structuuropheldering, enzymen (zoals enzymsubstraat complex, active site, kinetiek).

De eerstegraadsdocent kan:

1. De diverse eiwitstructuren en zuiveringstechnieken van eiwitten omschrijven en verklaren.
2. Karakteriseringstechnieken toepassen om de eiwitstructuur op te helderen en bevestigen.
3. Het mechanisme van de enzymkatalyse omschrijven, de factoren die van invloed zijn op het mechanisme verklaren en daarmee kinetische berekeningen uitvoeren.

Subdomein 3.2: RNA, DNA en nucleïnezuren

De student kent en begrijpt de volgende concepten:

DNA-replicatie, genexpressie/genetische code, in vitro DNA-synthese, elektroforese, relatie tussen structuur en eigenschappen.

De eerstegraadsdocent kan:

1. De DNA-replicatie, genexpressie en in vitro DNA-synthese omschrijven en toepassen.

Subdomein 3.3: Proteomics en genomics

De student kent en begrijpt de volgende concepten:

Biotechnologie, DNA-technieken (exemplarisch cloneren, Southern/Northern blot, PCR, Micro arraytechniek, CRISPR-Cas), eiwitdetectie (exemplarisch ELISA, PAGE/Western Blot, Immunohistochemie, 2D elektroforese), -selectie en -modificatie (exemplarisch, methylering, fosforylering, resistentie, markers).

De eerstegraadsdocent kan:

1. DNA-technologie omschrijven en toelichten en de maatschappelijke betekenis ervan voor de samenleving onderbouwen met voorbeelden.
2. Eiwitdetectie, selectie en modificatie omschrijven en toelichten en de maatschappelijke betekenis ervan voor de samenleving onderbouwen met voorbeelden.

Domein 4: Atoom- en molecuulbouw en chemische binding

Subdomein 4.1: Kwantumtheorie

De student kent en begrijpt de volgende concepten:

Oude kwantumtheorie (Planck-kwantisatie, golf-deeltje dualiteit, foto- elektrisch effect, Bohr-atoom, de Broglie-relatie, onzekerheidsprincipe van Heisenberg), moderne kwantumtheorie (Schrödingervergelijking, Born-interpretatie), deeltje-in-een 1,2,3 D doos, gekwantiseerde vibratie, de kwantummechanische verklaring van atoom- en molecuulspectra.

De eerstegraadsdocent kan:

1. De golf functies die verkregen worden uit de Schrödingervergelijking op een juiste manier interpreteren.
2. De ontwikkeling van de kwantumtheorie omschrijven en toelichten en de voornaamste concepten en experimenten op een juiste en begrijpbare manier verwoorden naar collega-docenten en (bovenbouw)leerlingen.

Subdomein 4.2: Atoomstructuur

De student kent en begrijpt de volgende concepten:

H-achtige atomen (orbitalen, kwantumgetallen, energieën, overgangen), meer-elektron atomen (orbital-benadering Hartree, Aufbau-principe, elektronenconfiguraties), foto-elektronspectroscopie, atoomeigenschappen en periodiek systeem.

De eerstegraadsdocent kan:

1. De structuur en bouw van het waterstofatoom en meer-elektron atomen vergelijken en verklaren.
2. Met behulp van de elektronenconfiguratie verbanden leggen tussen de positie van een element in het periodiek systeem en zijn eigenschappen.

Subdomein 4.3: Molecuulstructuur

De student kent en begrijpt de volgende concepten:

Molecuul-orbitaal theorie (H_2 -molecuul, H_2^+ -ion), Linear Combination of Atomic Orbitals model (homonucleaire en heteronucleaire tweeatomige moleculen), Valence Bond-model (H_2 -molecuul, twee- en meeratomige moleculen), geconjugeerde systemen, aromaticiteit, polyatomige moleculen.

De eerstegraadsdocent kan:

1. De atoombindingstheoriën (MO en VB) interpreteren, toepassen, onderling vergelijken en combineren.

Domein 5: Chemische technologie

Subdomein 5.1: Massa- en energiebalansen

De student kent en begrijpt de volgende concepten:

Blokschema, begrippen (zoals recycle, spui, conversie), massabalansen, energiebalansen.

De eerstegraadsdocent kan:

1. Van een productieproces het blokschema opstellen en daarmee massa- en energiebalansen van fysische en chemische processen opstellen en uitwerken.

Subdomein 5.2: Industriële scheidingsmethoden

De student kent en begrijpt de volgende concepten:

Destillatie/rectificatie, extractie, absorptie, adsorptie, kristalliseren, chromatografie, ionenwisseling, (micro-ultra) filtratie.

De eerstegraadsdocent kan:

1. De bouw en de werking van op industriële schaal toegepaste scheidingsmethoden tekenen, omschrijven en verklaren.

Subdomein 5.3: Procesontwerp

De student kent en begrijpt de volgende concepten:

Groene chemie en duurzaamheid, PFD en P&ID-diagrammen; batch proces, continue proces, bulkchemie, fijnchemie, batchreactor, Plug Flow reactor, CSTR, microreactor, feedback, feed forward, regelkring, setpoint, proces.

De eerstegraadsdocent kan:

1. De bouw en de werking van industriële reactoren tekenen, omschrijven en verklaren.
2. Aangeven welke consequenties aanpassingen aan een proces hebben.
3. Uitleggen hoe een eenvoudige regelkring werkt.
4. Een eenvoudige P&ID diagram lezen en tekenen.
5. Processen die het predicaat "groen" hebben kritisch analyseren en doorrekenen (life cycle analysis) en op basis daarvan conclusies maken.
6. Redeneren in termen van duurzaamheid en problemen analyseren en voorstellen formuleren voor een mogelijke oplossing daarvan.

Domein 6: Fysische chemie

Subdomein 6.1: Thermodynamica

De student kent en begrijpt de volgende concepten:

Eerste hoofdwet, warmtecapaciteit (c_p , c_v), enthalpie, entropie (statistische interpretatie), reversibele processen ideale gassen (isotherme expansie/compressie, adiabatische expansie/compressie), tweede hoofdwet, Carnot-cyclus, irreversibele processen, Clausius-ongelijkheid, derde hoofdwet, spontaniteit, thermochemie (zoals berekeningen, wet van Hess), relatie temperatuur en ΔG .

De eerstegraadsdocent kan:

1. Thermodynamische concepten omschrijven en toepassen.
2. De eerste, tweede en derde hoofdwet van de thermodynamica omschrijven, toepassen, interpreteren en numeriek toepassen op concrete systemen.
3. Thermochemische berekeningen (ΔH , ΔS , ΔG , wet van Hess, spontaniteit) uitvoeren aan chemische reacties en fysische processen en kan de resultaten evalueren.

Subdomein 6.2: Chemisch evenwicht

De student kent en begrijpt de volgende concepten:

Empirische en thermodynamische evenwichtsconstante, reactiequotiënt (concentratiebreuk), relatie tussen vrije energie en gasdruk, evenwichtsconstante en reactie-quotiënt, evenwichtsberekeningen en verschuivingen, kinetische en thermodynamische stabiliteit, principe van Le Châtelier, Van 't Hoff- vergelijking.

De eerstegraadsdocent kan:

1. Berekeningen met vrije energie in relatie met gasdruk, reactiequotiënt en evenwichtsconstante uitvoeren.
2. Berekeningen aan homogene en heterogene evenwichten uitvoeren en de resultaten evalueren.
3. Met het reactiequotiënt verklaren in welke richting een evenwicht verschuift onder invloed van een verstoring van dat evenwicht.

Subdomein 6.3: Reactiekinetiek

De student kent en begrijpt de volgende concepten:

Reactiesnelheid, (geïntegreerde) snelheidswetten, reactieorde (eerste, tweede en gebroken), verband tussen reactiemechanismen, reactie-snelheid en reactieorde, steady state benadering, effect temperatuur, reactiedynamiek.

De eerstegraadsdocent kan:

1. Voor een eerste- en tweede orde reactie snelheidswetten afleiden en de orde bepalen aan de hand van meetgegevens.
2. Via verschillende benaderingswijzen de volgende verbanden leggen: tussen reactiemechanisme en de snelheidsvergelijking en tussen de reactiesnelheidsconstante en de activeringsenergie.

Subdomein 6.4: Katalyse

De student kent en begrijpt de volgende concepten:

- Algemeen: algemene begrippen, katalyse en duurzame chemie, parameters voor milieueffecten en efficiency, katalytische cycli vs. stoichiometrische reacties, energiewinst en milieu; homogene katalyse, heterogene katalyse.
- Heterogene katalyse: Langmuir-Hinshelwood, actieve site, modelsystemen, promotors, modifiers, vergiften, toepassingen.

De eerstegraadsdocent kan:

1. Diverse parameters bij het gebruik van katalysators in duurzame productie omschrijven (bijvoorbeeld atoomeconomie, E-factor, Q-factor).
2. Bij industriële voorbeelden de verschillen tussen stoichiometrische en gekatalyseerde processen duidelijk omschrijven.
3. Belangrijke begrippen en theorieën hanteren bij de heterogene katalyse (waaronder elementaire reacties en Langmuir-Hinshelwood kinetiek).

Domein 7: Organische en polymeer-chemie

Subdomein 7.1: Naamgeving

De student kent en begrijpt de volgende concepten:

Systematische namen, IUPAC-regels voor naamgeving, triviale namen (zoals de alkylhalogenides, aromaten, ethers/sulfiden, alkanolen/thiolen, carbonylverbindingen, alkaanzuren, esters, amiden).

De eerstegraadsdocent kan:

1. Zowel de systematische naam (IUPAC-regels) als een eventueel veel gebruikte triviale naam toekennen aan verbindingen uit de meest voorkomende families van organische stoffen.

Subdomein 7.2: Reacties en reactiecondities

De student kent en begrijpt de volgende concepten:

(Aromatische) substitutiereacties, eliminatiereacties, additiereacties, herschikkingen, hydrogeneringen, oxidaties, reducties en condensatiereacties met bijbehorende reactiecondities.

De eerstegraadsdocent kan:

1. Een juiste reactievergelijking met de juiste reactiecondities noteren voor diverse reacties.
2. Uitgaande van een gegeven uitgangsstof en reactieproduct een reactieschema, over minimaal drie reactiestappen opstellen en verklaren.

Subdomein 7.3: Reactiemechanismen

De student kent en begrijpt de volgende concepten:

Reactiemechanisme van nucleofiele substituties S_N1/S_N2 , eliminaties E1/E2 (alkylhalogenides), reactiemechanisme van nucleofiele substituties (zoals ethers, epoxiden, alkanolen), reactiemechanisme van elektrofile/nucleofiele aromatische substituties (richtend effect substituenten, Friedel Crafts-acylering en -alkylering).

De eerstegraadsdocent kan:

1. De reactiemechanismen van syntheses op een juiste manier weergeven.
2. Van een niet eerder besproken reactietype een gefundeerd voorstel geven voor het reactiemechanisme.



Subdomein 7.4: Polymeerchemie

De student kent en begrijpt de volgende concepten:

Diverse polymerisatiereacties (exemplarisch stapgroeipolymerisatie (condensatiereactie, Michael-additie) en ketengroeipolymerisatie (radicalair, anionisch, kationisch, coördinatiechemie); diverse polymerisatietechnieken (exemplarisch bulk, oplossing, emulsie, suspensie, grensvlak); copolymeren, vertakte polymeren, polymere netwerken, vernetting (crosslinking), stereochemie, tacticiteit, biologisch afbreekbare polymeren, biopolymeren, fysische eigenschappen, supramoleculaire polymeren, additieven waaronder weekmakers.

De eerstegraadsdocent kan:

1. Verbanden leggen tussen de chemische structuur van een polymeer en de fysische eigenschappen en kan deze verbanden verklaren.
2. Uitgaande van gegeven uitgangsstoffen het polymere reactieproduct noteren en het bijbehorende reactiemechanisme opstellen en verklaren.
3. De meest gangbare polymerisatietechnieken beschrijven inclusief belangrijkste voor- en nadelen.
4. Materiaalkundige grootheden toepassen om de structuur van een specifiek polymeer te beschrijven.
5. De maatschappelijke effecten van het gebruik van polymere materialen benoemen.
6. De microstructuur van een polymeer relateren aan diens macroscopische eigenschappen.

Domein 8: Chemisch practicum

Subdomein 8.1: Synthetiseren en meten

De student kent en begrijpt de volgende concepten:

Praktische aspecten van enkele analysetechnieken (exemplarisch): titrimetrische bepaling (zoals pH, redox, geleidbaarheid, Karl-Fischer), spectrofotometrische bepaling (AAS/VES, UV/VIS, IR), chromatografische bepaling (HPLC, GC), gebruik datalogger.

De eerstegraadsdocent kan:

1. Laboratoriumwerkzaamheden overzichtelijk, nauwkeurig, in een adequaat tempo en efficiënt uitvoeren.
2. Enkele (exemplarische) analysetechnieken, experimenten met een datalogger, AAS/ VES-, UV/VIS-, HPLC/GC-, IR-analyses uitvoeren en in verslagen vastleggen.

Subdomein 8.2: Onderzoek

De student kent en begrijpt de volgende concepten:

Het uitvoeren van een chemisch onderzoek aan de hand van een (zelfgekozen) contextrijk onderwerp.

De eerstegraadsdocent kan:

1. Met behulp van wetenschappelijke tijdschriften literatuuronderzoek uitvoeren.
2. Bij een bepaalde context chemisch onderzoek voorbereiden, uitvoeren en de resultaten in een eindverslag vastleggen.

Subdomein 8.3: Modelleren en programmeren

De student kent en begrijpt de volgende concepten:

Het beschrijven van een chemisch probleem met een rekenmodel (eventueel ook met behulp van een grafisch model) en de resultaten daarvan toetsen aan reële uitkomsten of verwachtingen bij onderzoek.

De eerstegraadsdocent kan:

1. Simulaties maken met behulp van zelf gekozen ict-toepassingen.

Domein 9: Vakdidactiek

Subdomein 9.1: Assessment en toetsing van het schoolvak scheikunde

De student kent en begrijpt de volgende concepten:

Havo/vwo-examenprogramma's en CvTE-syllabi, mogelijkheden in opbouw PTA, PO, formatief/summatief toetsen, rubrics, schoolboek, practicummaterialen en practicumlokaal, vakgebonden-ict.

De eerstegraadsdocent kan:

1. Op effectieve wijze correctiemodellen gebruiken bij het nakijken van schoolexamens en centraal schriftelijke eindexamens.
2. Toets-items en nakijkmodellen op SE-niveau construeren.
3. Constructieve/leerzame feedback geven op leerlingwerk.
4. Alle onderdelen van de havo- en vwo-syllabi en examenprogramma's op correcte wijze toepassen bij de beoordeling van een CE.

Subdomein 9.2: Visie op en ontwikkeling van het schoolvak scheikunde

De student kent en begrijpt de volgende concepten:

De betekenis van het schoolvak, ontwikkeling van het schoolvak, maatschappelijke/technologische ontwikkelingen mbt het schoolvak (bijvoorbeeld nieuwe scheikunde, concept-context benadering, 21st century

skills, karakteristieke denk en werkwijzen), deelname professionalisering en congressen.

De eerstegraadsdocent kan:

1. De ontwikkeling van het schoolvak duiden in het kader van maatschappelijke/ technologische ontwikkelingen.
2. Leerlingen adviseren over en enthousiasmeren voor vervolgstudies en beroepen met een chemische component.

Subdomein 9.3: Leren van scheikunde

De student kent en begrijpt de volgende concepten:

Preconcepten, misconcepten, leerlingdenkbeelden, interesses en motivatie van leerlingen met betrekking tot het schoolvak, diversiteit tussen leerlingen in intelligentie/capaciteiten, motivatie, leerproblematiek en leer- en oplossingsstrategieën.

De eerstegraadsdocent kan:

1. Zijn kennis op het gebied van leerlingen en scheikunde toepassen bij het begeleiden/onderwijzen van leerlingen. Voorbeelden hiervan zijn: kiezen van onderwerpen en voorbeelden die leerlingen interessant en motiverend vinden, aansluiten bij voorkennis, bespreken van misconcepten, opdrachten formuleren die passen bij het niveau van de leerlingen, ontwerpen van onderwijs aansluitend bij de actualiteit.

Subdomein 9.4: Lesgeven in scheikunde

De student kent en begrijpt de volgende concepten:

Vakdidactische kennis en vaardigheden die van belang zijn bij het lesgeven in het vak scheikunde in het eerstegraads gebied (bijvoorbeeld chemisch rekenen, het begeleiden van een profielwerkstuk, PTA, elektrochemie, reactiekinetiek, structuur-eigenschap redeneren, redeneren in termen van duurzaamheid, groene chemie, practica); kansen en uitdagingen van interdisciplinair onderwijs (bijvoorbeeld NLT, O&O, ANW, wetenschapsoriëntatie, STEM, STEAM); plaats van de scheikunde binnen interdisciplinair onderwijs.

De eerstegraadsdocent kan:

1. Zijn vakdidactische kennis en vaardigheden op het gebied van lesgeven in de scheikunde toepassen bij het onderwijzen en begeleiden van leerlingen.
2. Lesmateriaal ontwikkelen.
3. Een interdisciplinair onderwerp ontwerpen (en onderwijzen) samen met een collega uit een andere bèta-discipline.
4. Leerlingen begeleiden bij de praktische aspecten van het werken aan een zelfstandig onderzoek (bijvoorbeeld het beoordelen van veiligheidsaspecten van een door leerlingen aangedragen experiment).



Domein 10: Wetenschappelijke grondslagen, ontwikkelingen en onderzoek

Subdomein 10.1: Ontwikkeling van de chemie

De student kent en begrijpt de volgende concepten:

De historische ontwikkeling van alchemie tot moderne chemie en chemische technologie; de actuele ontwikkelingen van de moderne chemie en chemische technologie, inclusief de wijze waarop het wetenschappelijk onderzoek plaatsvindt.

De eerstegraadsdocent kan:

1. De chemische leerstof in een historische context plaatsen;
2. Aandacht schenken aan doorbraken en trends in de moderne chemie aan de hand van berichtgeving in de media (tijdschriften, wetenschapsbijlagen, tv, en dergelijke);
3. Correct omgaan met wetenschappelijk denken (inclusief modeldenken) en redeneren en met de rol daarvan bij de ontwikkeling van de chemische wetenschap.

5 Lijst met afkortingen

AAS	atomaire absorptie spectrometrie
AES	atomaire emissie spectrometrie
ANW	algemene natuurwetenschappen
CE	centraal examen
CRISPR	clustered regularly interspaced short palindromic repeats
CRISPR-Cas	CRISPR-associated
CSTR	continuously stirred tank reactor
CVTE	college voor toetsen en examens
ELISA	enzyme-linked immuno sorbent assay
HPLC	high-performance liquid chromatography
ICP	inductive coupled plasma
IUPAC	international union of pure and applied chemistry
NLT	natuur, leven en technologie
MO	moleculorbitaaltheorie
O&O	onderzoek en ontwerpen
P&ID	process and instrumentation diagram
PCR	polymerase chain reaction
PFD	process flow diagram
PTA	programma van toetsing en afsluiting
SE	schoolexamen
STEAM	science, technology, engineering, arts and mathematics
STEM	science, technology, engineering, and mathematics
VB	valentiebindingstheorie

6 Redactie en validering

Redactieteam

Susanne Dirks-Trommelen	Lerarenopleider, Fontys Tilburg
Remco Vasterink	Lerarenopleider, Hogeschool Utrecht

Valideringsgroep

Jan van Lune	Voorzitter sectie scheikunde NVON
Arne Mast	Zelfstandig ondernemer in o.a. chemie-onderwijs en communicatie
Fer Coenders	Lerarenopleider, TU Twente, KNCV Commissie onderwijs & universitaire lerarenopleidingen
Rutger van der Sande	Lector betadidactiek, Fontys Tilburg
Elvin Savelsbergh	Lector betadidactiek, Hogeschool Utrecht
Bas Elema	Lerarenopleider, Hogeschool Utrecht
Sven de Jong	Lerarenopleider, Hogeschool Utrecht
Davy van der Vaart	Lerarenopleider, Fontys Tilburg
Hanneke Lambermont	Lerarenopleider, Fontys Tilburg
Kelly Stelwagen	Lerarenopleider, Fontys Tilburg
René Karman	Voorzitter valideringsgroep, stuurgroep LOVM, Hogeschool Utrecht
Noor van Gils	Projectleider, <i>10voordeleraar</i>

Colofon

Den Haag, maart 2018

Uitgave

10voordeleraar, Vereniging Hogescholen

www.10voordeleraar.nl

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.