

hogeschool

Windesheim



**UNIVERSITY
OF TWENTE.**



**Ontwikkeling van het vierdejaarsvak "KCH3: Biochemie; Wat je eet ben jezelf"
van de tweedegraads lerarenopleiding scheikunde dat voldoet aan de
ontwerpeisen**

**Verslag Onderzoek van Onderwijs (10 ECTS)
Educatie en Communicatie in de Bètawetenschappen
Specialisatie Scheikunde
Roos van Lier (S3100162)**

Begeleider: Talitha Visser

Tweede beoordelaar: Leontine de Graaf

Startdatum (uitvoering onderzoek): april 2023

Einddatum (inleveren verslag): december 2023

Samenvatting

Bij de tweedegraads lerarenopleiding scheikunde op Hogeschool Windesheim is in het nieuwe curriculum vakdidactiek geïntegreerd in de vakinhoudelijke vakken. Het is daarom van belang om weloverwogen keuzes te maken wat betreft didactische methoden. Het doel van dit onderzoek is het ontwerpen van een succesvol vierdejaarsvak "KCH3: Biochemie; *Wat je eet ben jezelf*".

In het literatuuronderzoek is allereerst onderzocht hoe de didactische methoden contextueel leren, onderzoekend leren, gamedidactiek en samenwerkend leren kunnen worden ingezet in het vak, naast model directe instructie. Daarna zijn ontwerpeisen voor KCH3 vanuit de scheikundevakgroep onderzocht en vastgesteld. Middels praktijkonderzoek zijn nog aanvullende ontwerpeisen bepaald. Aan de hand van literatuur- en praktijkonderzoek konden 36 ontwerpeisen, verdeeld over organisatie, vakinhoud, didactiek, werkvormen en afrondingsvormen, worden vastgesteld. Aan de hand van deze ontwerpeisen is een verscheidenheid aan lesmateriaal ontwikkeld, waaronder een werkboek voor studenten waarin alle opdrachten en practica staan.

Het vak is uitgevoerd in de periode van september tot en met december 2023. Om te bepalen of het vak voldoet aan de ontwerpeisen, aansluit bij behoeften van studenten en de gekozen werkvormen passen bij de verschillende subdomeinen binnen de biochemie, is het vak geëvalueerd door een lerarenopleider en studenten die het vak hebben gevolgd. Op basis van deze evaluatie bleek dat de ontwerpeisen grotendeels behaald zijn: 29 behaald, 6 gedeeltelijk behaald en 1 niet behaald. De lerarenopleider vindt het vak en de ontwikkelde lesmaterialen compleet, gevarieerd en met focus op conceptueel begrip. Ook studenten zijn tevreden over het vak en geven daarnaast waardevolle tips om het werkboek en de colleges te verbeteren. Daarnaast worden er in dit ontwerponderzoek nog aanbevelingen gedaan om het ontworpen vak te verbeteren en worden er suggesties gedaan voor vervolgonderzoek.

Inhoudsopgave

| | |
|--|----|
| Samenvatting..... | 2 |
| 1. Inleiding..... | 5 |
| 1.1 Aanleiding en probleemstelling..... | 5 |
| 1.2 Doelstelling en onderzoeksvraag | 6 |
| 1.3 Deelvragen..... | 6 |
| 2. Deelvraag I: Theoretisch kader..... | 6 |
| 2.1 Ontwikkelen van onderwijs..... | 6 |
| 2.2 Didactische methoden..... | 7 |
| 2.2.1 Contextueel leren | 7 |
| 2.2.2 Onderzoekend leren | 9 |
| 2.2.3 Gamedidactiek..... | 11 |
| 2.2.4 Samenwerkend leren | 12 |
| 2.2.5 Afwisseling in didactische methoden | 13 |
| 3. Methode | 13 |
| 3.1 Algemene onderzoeksaanpak | 13 |
| 3.2 Procedure dataverzameling | 14 |
| 3.2.1 Respondenten | 14 |
| 3.2.2 Instrumenten en data-analyse | 15 |
| 3.3 Betrouwbaarheid en validiteit..... | 16 |
| 4. Onderzoek naar de ontwerpeisen..... | 17 |
| 4.1 Deelvraag II. Ontwerpeisen scheikundevakgroep: vakinhoud, didactisch, werkvormen en afrondingsvormen | 17 |
| 4.2 Deelvraag III. Ontwerpeisen op basis van eerdere resultaten en ervaringen bij KCH4: organisatie, vakinhoud, werkvormen en afrondingsvormen | 20 |
| 4.3 Deelvraag III. Verdere ontwerpeisen: organisatie, vakinhoud, didactiek en afrondingsvormen | 22 |
| 5. Deelvraag IV: Ontwerp | 25 |
| 5.1 Ontwerpeisen | 25 |
| 5.2 Beschrijving ontwerpproces..... | 27 |
| 6. Deelvraag V: Resultaten | 32 |
| 6.1 Uitvoering..... | 32 |
| 6.2 Evaluatie lerarenopleider | 33 |
| 6.3 Evaluatie studenten..... | 35 |
| 7. Conclusie en discussie | 40 |
| 7.1 Deelvraag V: Toetsing ontwerpeisen..... | 40 |
| 7.2 Ontwerpdoel en deelvragen..... | 43 |

| | |
|---|-----|
| 7.3 Beperkingen ontwerp en onderzoek..... | 45 |
| 7.4 Aanbevelingen voor verbeteringen van het ontwikkelde vak..... | 46 |
| 7.5 Suggesties voor verder onderzoek..... | 47 |
| 8. Literatuurlijst..... | 48 |
| Bijlagen..... | 58 |
| Bijlage 1. Nieuw curriculum lerarenopleiding scheikunde..... | 58 |
| Bijlage 2. Domein 3 (life sciences) kennisbasis tweedegraads lerarenopleiding scheikunde..... | 59 |
| Bijlage 3. Algemene jaarplanning collegejaar 2023/2024 (Semester 1)..... | 60 |
| Bijlage 4. Vragenlijst voor scheikundevakgroep: ontwerpeisen KCH3..... | 61 |
| Bijlage 5. Vragenlijst evaluatie KCH3 lerarenopleider scheikunde..... | 64 |
| Bijlage 6. Vragenlijst tussentijdse evaluatie KCH3 studenten..... | 74 |
| Bijlage 7. Ingevulde vragenlijsten om ontwerpeisen KCH3 vast te stellen..... | 84 |
| Bijlage 8. Gegeven antwoorden feedbackformulieren KCH4 2021/2022 en 2022/2023..... | 93 |
| Bijlage 9. Analyse tentamens KCH4 2021/2022 en 2022/2023..... | 96 |
| Bijlage 10. Verdeling subdomeinen/hoofdstukken over de colleges..... | 100 |
| Bijlage 11. Leerdoelen van het vak KCH3..... | 101 |
| Bijlage 12. Gekozen contexten per subdomein binnen de biochemie..... | 104 |
| Bijlage 13. Werkboek..... | 105 |
| Bijlage 14. Voorkennistest..... | 111 |
| Bijlage 15. Quizjes om voorkennis te activeren en leerstof te herhalen..... | 125 |
| Bijlage 16. Taalspel..... | 136 |
| Bijlage 17. Escape the Classroom..... | 150 |
| Bijlage 18. Vakdidactische opdracht..... | 163 |
| Bijlage 19. Uitgebreide uitvoering van de colleges..... | 165 |
| Bijlage 20. Resultaten voorkennistest..... | 172 |
| Bijlage 21. Ingevulde vragenlijsten studenten om KCH3 te evalueren..... | 173 |
| Bijlage 22. Artikelen en filmpjes bij de opdracht E-nummers: voor of tegen?..... | 189 |
| Bijlage 23. Artikelen en filmpjes bij de opdracht Genetische modificatie: voor of tegen?..... | 190 |

1. Inleiding

1.1 Aanleiding en probleemstelling

Windesheim is een hogeschool in Zwolle waar ongeveer 19000 studenten studeren, verdeeld over 54 bacheloropleidingen en 8 associate degrees (Windesheim, 2023b). De opleidingen kunnen worden gevolgd in voltijd en deeltijd, maar ook via afstandslernen en duaal (Windesheim, 2023a). De opleidingen zijn ingedeeld in 10 verschillende interessegebieden, waarvan onderwijs één is. Binnen onderwijs wordt er een breed scala aan lerarenopleidingen aangeboden. De verschillende typen lerarenopleidingen lopen uiteen, van het basisonderwijs (Pabo), tot het algemeen vormend onderwijs (AVO) en het beroepsonderwijs (BO). Binnen AVO kunnen studenten 13 verschillende opleidingen volgen tot docent in het voortgezet onderwijs, waaronder de lerarenopleiding scheikunde. Bij de tweedegraads lerarenopleiding scheikunde, waar ik werkzaam ben als lerarenopleider, is de vakgroep sinds collegejaar 2019/2020 bezig met het ontwikkelen van een nieuw curriculum. Het vierde leerjaar van dit nieuwe curriculum wordt in collegejaar 2023/2024 voor het eerst uitgevoerd. Dit nieuwe curriculum is opgebouwd rondom een brede leergemeenschap (BLG) en een vakspecifieke leergemeenschap (VLG) (Bijlage 1). In de BLG zitten studenten van verschillende lerarenopleidingen bij elkaar in de klas. In deze BLG lopen studenten stage, volgen onderwijskunde en vakken om hun brede professionele basis te verbeteren en voeren praktijkonderzoeken uit op de stageschool. In de VLG volgen studenten van de lerarenopleiding scheikunde vakinhoudelijke en vakdidactische vakken. Verder geldt dat in het nieuwe curriculum:

- de vakinhoudelijke vakken meer concentrisch van aard zijn;
- de vakdidactische vakken geïntegreerd zijn in de vakinhoudelijke vakken;
- voor de vakinhoudelijke/vakdidactische vakken gekozen is voor meer contacttijd, college-uren waarin een student aan de slag kan met het vak op Windesheim, zodat studenten thuis minder hoeven te doen;
- is gekozen voor een breed scala aan afrondingsvormen voor de vakinhoudelijk/vakdidactische vakken. Dit in plaats van schriftelijke tentamens als prominente afrondingsvorm.

In collegejaar 2022/2023 en 2023/2024 zijn wij als vakgroep bezig met het ontwikkelen van de vakinhoudelijke/vakdidactische vakken van het vierde leerjaar voor dit nieuwe curriculum. Zelf zal ik het vak "KCH3: Biochemie; *Wat je eet ben jezelf*" ontwikkelen. Dit vak is het laatste vak in de koolstofchemieleerlijn en volgt de vakken "KCH1: Koolstofchemie; *How they make it*" en "KCH2: Koolstofchemie; *Maken en opruimen, the next level*" op. Dit vak zal ik geven aan vierdejaarsstudenten van de lerarenopleiding scheikunde en omvat de biochemische subdomeinen voeding, koolhydraten, lipiden, eiwitten, metabolisme & cellulaire processen, DNA, RNA & nucleïnezuren en biotechnologie. Deze subdomeinen vallen onder het derde domein (life sciences) van de kennisbasis van de tweedegraads lerarenopleiding scheikunde (10 voor de leraar, 2017)(Bijlage 2). Verder is het van belang, aangezien vakdidactiek is geïntegreerd in het vakinhoudelijke vak, om weloverwogen didactische keuzes te maken wat betreft te gebruiken didactische methoden. Studenten van een lerarenopleiding worden omringd met voorbeelden en kunnen 'afkijken' bij docenten van de opleiding. Gedurende de opleiding tot scheikundedocent denk ik dat het daarom van belang is om studenten verschillende didactische methoden te laten zien om hen te inspireren, te enthousiasmeren en voorbeelden te bieden van diverse onderwijsstijlen. Op deze manier kunnen studenten hun eigen onderwijsstijl ontwikkelen en ontdekken wat bij hen past. Bij de voorloper van het vak KCH3, "KCH4: Biochemie", waren er vijf colleges van 3 uur en twee colleges van 7 uur beschikbaar om eerdergenoemde biochemische vakinhoud te behandelen. Vanwege dit minimale aantal contacturen en vanwege het feit dat vakdidactiek als apart vak werd aangeboden, werd gekozen voor model directe instructie (MDI) in een gecombineerde hoor- en werkcollege-achtige setting. Aangezien in het nieuwe curriculum vakdidactiek is geïntegreerd in de vakinhoud en er gekozen is voor meer college-tijd per vak, zijn meer dan het dubbele aantal college-uren beschikbaar voor KCH3 in vergelijking tot KCH4 (Bijlage 3). Hierdoor is er meer tijd om de biochemische vakinhoud te behandelen, vakdidactiek te integreren en zal meer les- en oefenmateriaal moeten worden ontwikkeld. Bovendien is het, zoals eerder benoemd, van belang om weloverwogen didactische keuzes te maken, om ervoor te zorgen dat studenten met verschillende didactische methoden kennismaken gedurende de opleiding. Het is daarom van belang om in KCH3 naast MDI gebruik te maken van andere didactische methoden.

1.2 Doelstelling en onderzoeksvraag

Het doel van dit onderzoek is het ontwikkelen van een succesvol vierdejaarsvak “KCH3: Biochemie; *Wat je eet ben jezelf*” voor de tweedegraadslerarenopleiding scheikunde dat voldoet aan de ontwerpeisen en waarin weloverwogen didactische keuzes zijn gemaakt, aangezien vakdidactiek is geïntegreerd in het vak. De onderzoeksvraag van dit ontwerponderzoek is:

“Hoe ziet een succesvol vierdejaarsvak “KCH3: Biochemie; *Wat je eet ben jezelf*” van de tweedegraadslerarenopleiding scheikunde van Hogeschool Windesheim, dat voldoet aan de ontwerpeisen, eruit?”

1.3 Deelvragen

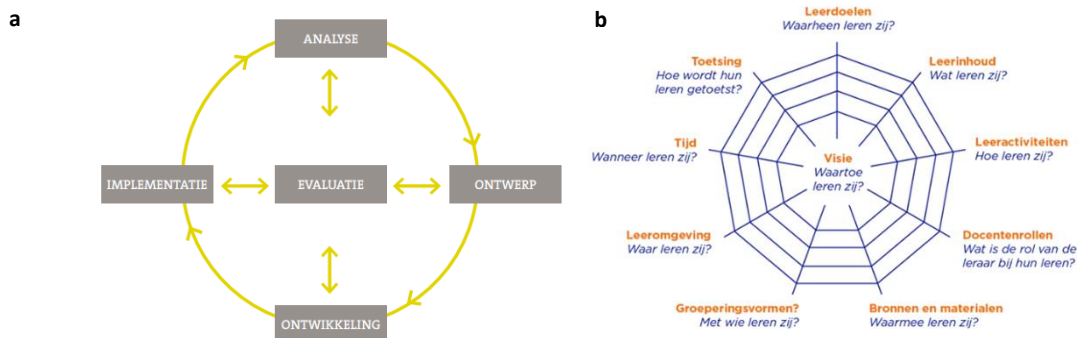
Om het vak te kunnen ontwikkelen, uitvoeren en evalueren moeten er een aantal deelvragen beantwoord worden, om uiteindelijk de hoofdvraag te kunnen beantwoorden:

- I. Welke theorie is bekend over het ontwikkelen van onderwijs en het gebruik van verschillende didactische methoden?
- II. Wat zijn de ontwerpeisen volgens de scheikundevakgroep voor het vak “KCH3: Biochemie; *Wat je eet ben jezelf*”?
- III. Met welke ontwerpeisen (organisatie, vakinhoud, didactiek, werkvormen en afrondingsvormen) moet verder rekening worden gehouden bij het ontwikkelen van het vak “KCH3: Biochemie; *Wat je eet ben jezelf*”?
- IV. Hoe ziet het vierdejaarsvak “KCH3: Biochemie; *Wat je eet ben jezelf*”, dat voldoet aan de ontwerpeisen, eruit?
- V. Hoe wordt het vierdejaarsvak “KCH3: Biochemie; *Wat je eet ben jezelf*” ontvangen en voldoet het ontwikkelde vak aan de gestelde ontwerpeisen?

2. Deelvraag I: Theoretisch kader

2.1 Ontwikkelen van onderwijs

De samenleving, de banenmarkt en het vervolgonderwijs veranderen voortdurend en het onderwijs moet aansluiten op deze veranderingen (Rijksoverheid, 2023). Door de veranderende maatschappij is het belangrijk om na te denken welke doelen en inhouden studenten toerusten voor hun rol in de maatschappij van morgen (van den Akker et al., 2009). Ook zorgen ontwikkelingen in technologie, economie en wetenschap ervoor dat steeds nieuwe kennis en vaardigheden moeten worden ontwikkeld (Klep, Letschert & Thijs, 2004). Daarbij is het van belang om overladenheid in het onderwijs te voorkomen door te prioriteren (van den Akker et al., 2009). Hiervoor is het noodzakelijk om niet alles in een curriculum te willen proppen, zodat er meer ruimte is voor toepassing en reflectie (Lambriex-Schmitz & Bakker, 2023). Al met al is het ontwikkelen van een nieuw curriculum gericht op het verbeteren en vernieuwen van onderwijs. Deze ontwikkeling is een cyclisch proces waarin analyse, ontwerp, ontwikkeling, implementatie en evaluatie afwisselend en in interactie plaatsvinden (Afbeelding 1a) (van den Akker et al., 2009). In dit ontwikkelproces is het van belang om behoeften en mogelijkheden te onderzoeken, ontwerpeisen op te stellen en in een iteratief proces te ontwikkelen, implementeren en evalueren (van den Akker et al., 2009). De kern van een leerplan betreft doorgaans de doelen en inhouden van het leren. Een verhelderende manier om de samenhang van het leerplan weer te geven is het curriculaire spinnenweb (Afbeelding 1b) (van den Akker, 2003).



Afbeelding 1. a) Kernactiviteiten in leerplanontwikkeling (van den Akker et al., 2009), b) Het curriculaire spinnenweb: het leerplan (SLO, 2021).

Het ontwerpen of vernieuwen van een curriculum kan bij elke component beginnen (van den Akker et al., 2009). Traditioneel kreeg de leerstof vaak de meeste aandacht, maar de laatste jaren blijken nieuwe inzichten en

opvattingen over leren vaak een inspiratiebron voor vernieuwing. Zo ook in het geval van de ontwikkeling van KCH3. In dit ontwerponderzoek wordt de nadruk gelegd op de leeractiviteiten, rol van de docent, bronnen en materialen, groeperingsvormen en tijd. Aangezien het, zoals in Hoofdstuk 1 beschreven is, van belang is om weloverwogen didactische keuzes te maken, worden er in dit theoretisch kader eerst verschillende didactische methoden onderzocht. De didactische methoden die besproken worden en vorm kunnen geven aan KCH3, zijn: contextueel leren, onderzoekend leren, gamedidactiek en samenwerkend leren.

2.2 Didactische methoden

2.2.1 Contextueel leren

Wat is contextueel leren?

Het onderwijs richt zich traditioneel op concepten aanleren. Natuurwetenschappelijke concepten zijn mentale beelden die verwijzen naar belangrijke ideeën uit de natuurwetenschap (Bruning & Michels, 2013). Deze concepten vormen de kern van de vakinhoud en vormen gezamenlijk een conceptueel netwerk van een vak, de conceptuele vakstructuur. Concepten zijn woorden in de vaktaal die specifiek verbonden zijn aan een bepaald vak en kunnen een andere betekenis hebben in het dagelijks leven of bij een andere schoolvak. Bij het aanleren van concepten wordt in het onderwijs gebruik gemaakt van context. Een context is een omgeving waarin het leren plaatsvindt: een situatie of probleemstelling die voor studenten betekenis heeft of krijgt door de uit te voeren leeractiviteiten. In het bètaonderwijs kan gebruik worden gemaakt van verschillende contexten: leefwereldcontexten, maatschappelijke contexten, beroepscontexten en wetenschappelijke contexten (Bruning & Michels, 2013; Kortland, Mooldijk & Poorthuis, 2017; Somers & van der Velden, 2023). Bij contextueel leren worden concepten aangeleerd door een wisselwerking tussen contexten en concepten (Bruning & Michels, 2013). Een variant van contextueel leren is de context-en-concept benadering waarin scheikundeonderwijs vertrekt vanuit maatschappelijke, beroepsgerichte, experimentele en theoretische contexten (Driessen & Meinema, 2003). In de context-en-concept benadering komen toepassingen en experimenten niet pas aan de orde als de theorie behandeld is, maar wordt juist gestart vanuit de context om zo tot de concepten te komen. Contexten geven daarin de aanzet tot het leren denken in concepten.

Wat is het belang van contextueel leren en de context-en-concept benadering?

Zowel contextueel leren als de context-en-concept-benadering hebben als doel om studenten te interesseren en motiveren voor scheikunde, door concepten te verbinden met de leefwereld (King, 2012). Scheikundeonderwijs uitgaande van contexten spreekt een brede groep studenten aan (Driessen & Meinema, 2003). Contextueel leren en de context-en-conceptbenadering maken scheikunde aantrekkelijker en studenten zijn enthousiaster over het vak, doordat het beter aansluit bij hun leefwereld. Relevanter en actueler onderwijs maken het vak betekenisvoller wat de motivatie, de houding ten opzichte van het vak en het leerrendement verhoogt (Bruning & Michels, 2013). Daarnaast kunnen contexten waarin meerdere bètavakken samenkomen, de samenhang tussen natuurwetenschappelijke vakken zichtbaarder maken. Verder kan het gebruik van contexten bijdragen aan een accurater beeld van bèta en techniek. Ook zijn contexten nodig om transfer van kennis en vaardigheden te versterken: beheersing van kennis en/of vaardigheden betekent dat deze toegepast kunnen worden in verschillende (on)bekende contexten. Daarnaast blijkt dat het gebruik van de context-en-conceptbenadering meer ruimte biedt voor practicum, meer aandacht besteedt aan actuele ontwikkelingen in de samenleving en studenten meer zelf laat doen en uit laat zoeken (Ottevanger et al., 2011).

Voor de lerarenopleiding heeft het implementeren van contextueel leren en de context-en-concept-benadering daarnaast als doel om docenten van de toekomst kennis te laten maken met deze didactiek en hen te inspireren deze aanpak te gebruiken in hun eigen lessen. Zo kunnen ook leerlingen in het tweedegraadsgebied worden geïnteresseerd en gemotiveerd voor scheikunde door concepten te verbinden met de leefwereld (King, 2012).

Hoe kunnen contextueel leren en de context-en-concept benadering worden toegepast als didactische methode in het onderwijs?

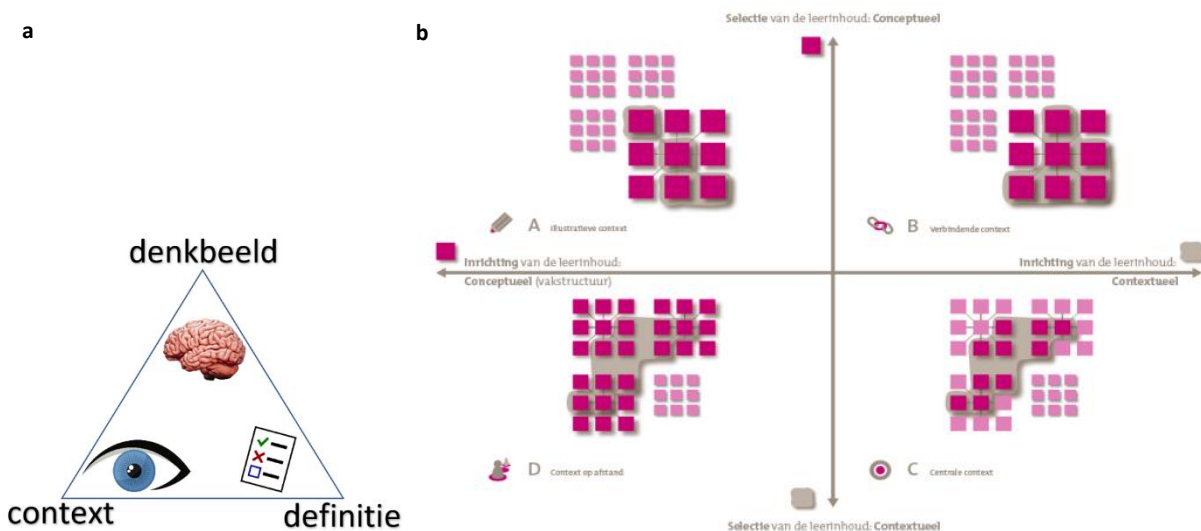
Bij de tweedegraads lerarenopleiding scheikunde op Hogeschool Windesheim is al jarenlang aandacht voor de wisselwerking tussen contexten en concepten. Studenten worden gestimuleerd om de vakdidactische driehoek te vullen en te gebruiken bij het voorbereiden en geven van lessen in het tweedegraadsgebied (Afbeelding 2a).

De vakdidactische driehoek bestaat uit de pijlers definitie, context en denkbeeld:

- Definitie: het geven van een definitie in leerlingentaal aan de concepten, verbindingen met het dagelijks taalgebruik en een concept-map die alle concepten die een leerling moet kennen onderling verbindt.
- Context: waar komen leerlingen het concept tegen in hun dagelijks leven en welke voorbeelden (plaatjes, video's, verhalen, gebeurtenissen en actualiteiten) kunnen gebruikt worden om het concept uit te leggen.
- Denkbeeld: welk beeld maakt dit concept duidelijk of welke bordtekening kan gebruikt worden om dit concept uit te leggen. Ook kan gebruik worden gemaakt van metaforen.

Er zijn verschillende uitwerkingen voor de wisselwerking tussen concepten en contexten. Bij het opzetten van een lessenserie en het ontwikkelen van onderwijsmateriaal is het van belang om te bepalen of de conceptuele vakstructuur of de context, de inhoudselectie en de inrichting van het materiaal bepaalt. Afhankelijk van deze keuze, zijn er vier verschillende uitwerkingen (Afbeelding 2b)(Bruning & Michels, 2013):

- A. Illustratieve context: de conceptuele vakstructuur bepaalt zowel de leerinhoud als de inrichting van het materiaal. Verschillende (kleine) contexten illustreren de concepten. Contexten volgen uit de keuzes van de concepten. Concepten behoren tot één deelgebied en hangen met elkaar samen via de conceptuele vakstructuur. Contexten worden gebruikt ter illustratie of om kennis en vaardigheden toe te passen.
- B. Verbindende context: de conceptuele vakstructuur bepaalt de leerinhoud, maar contexten bepalen de inrichting van het materiaal. Er is sprake van één verbindende context die volgt uit de keuze van de concepten. De concepten behoren tot één deelgebied en hangen met elkaar samen via de conceptuele vakstructuur. Sommige concepten vallen buiten de verbindende context, maar zijn via de conceptuele vakstructuur met elkaar verbonden.
- C. Centrale context: één centrale context bepaalt zowel de leerinhoud als de inrichting van het materiaal. De concepten komen uit verschillende deelgebieden van één vakgebied of uit meerdere vakgebieden en hangen via de centrale context met elkaar samen. Alle concepten vallen binnen de centrale context.
- D. Context op afstand: de context bepaalt de leerinhoud, maar de conceptuele vakstructuur bepaalt de inrichting van het materiaal. Er is sprake van één grotere context, maar er kunnen andere contexten zijn naast deze context op afstand. De meeste concepten volgen uit de keuze van de context op afstand. De concepten komen uit verschillende deelgebieden van één vakgebied of uit meerdere vakgebieden en hangen via de context-op-afstand met elkaar samen. Sommige concepten vallen buiten de context-op-afstand, maar zijn via de conceptuele vakstructuur met elkaar verbonden.



Afbeelding 2. a) Vakdidactische driehoek waarvan gebruik wordt gemaakt bij de tweedegraads lerarenopleiding scheikunde op Hogeschool Windesheim in Zwolle, b) Vier verschillende uitwerkingen voor de wisselwerking tussen concepten en context afhankelijk of gekozen is voor de conceptuele vakstructuur of de context voor de inhoudselectie en inrichting van het materiaal (Bruning & Michels, 2013).

Zoals eerder benoemd is de context-en-concept benadering een variant van contextueel leren waarin scheikundeonderwijs vertrekt vanuit contexten (Driessen & Meinema, 2003). Het implementeren van deze benadering begon 20-30 jaar geleden, in de hoop scheikunde meer betekenisvol te maken. Wereldwijd werden vijf verschillende programma's gestart: Chemistry in the Community in de Verenigde Staten (Sutman & Bruce, 1992), Context-based Chemistry The Salters Approach in het Verenigd Koninkrijk (Bennett & Lubben, 2006), Industrial Chemistry in Israël (Hofstein, Kesner & Ben-Zvi, 2000), Chemie im Kontext in Duitsland (Parchmann et al., 2006) en Chemistry in Practice (Bulte et al., 2006; Pilot & Bulte, 2006) in Nederland. Daarnaast zijn er vanuit

de context-en-concept-benadering in Nederland vijf verschillende leerlijnen ontstaan: de blauwe, gele, groene, bonte en VNCI-leerlijn. In de gele en blauwe leerlijn is veel aandacht voor begripsontwikkeling. Experimenten en historische bronnen worden gebruikt om te laten zien hoe scheikundeconcepten zijn ontstaan en ontwikkeld (Apotheker et al., 2010). Begripsvorming vanuit experimenten staat centraal en contexten zijn vooral toepassingen (van Berkel & de Gruijter, 2010). Daarnaast willen de ontwikkelaars studenten vanuit de context leren argumenteren. In de groene leerlijn worden studenten uitgedaagd oplossingen te vinden voor chemisch-maatschappelijke vraagstellingen (Apotheker et al., 2010), waarbij ze steeds een andere rol toebedeeld krijgen. De groene leerlijn kent twee visies: in sommige modules leiden studenten zorgvuldig begrippen af uit ervaringen en experimenten (kennis-ontwikkelde context) en in andere modules gaan studenten vanuit een maatschappelijk relevante context op zoek naar nieuwe chemische kennis die ze nodig hebben (van Rossum & de Gruijter, 2010). Er wordt vaak gebruik gemaakt van de expertmethode, ook wel Jigsaw methode genoemd. Jigsaw is een manier van samenwerkend leren, waarbij studenten onderwijs verzorgen aan een kleine groep medestudenten (Aronson et al., 1978; Moskowitz, Malvin & Schaeffer, 1985). De bonte leerlijn bevat veel verschillende contexten en een verscheidenheid aan werkwijzen (de Lange & de Gruijter, 2010). Er is veel ruimte voor eigen inbreng van studenten. De leerlijn is gebaseerd op het 5 E model bestaande uit vijf fasen: engage (betrekken van de studenten bij het onderwerp), explore (onderzoeksvragen vaststellen samen met studenten), explain (onderzoek uitvoeren door studenten), elaborate (vaststellen wat geleerd is) en evaluate (nagaan hoe kennis is verworven en tevredenheid over de manier van werken) (Apotheker, 2008; Bybee & Landes, 1990). In de VNCI-leerlijn staat de praktijk van de chemische industrie centraal (Apotheker et al., 2010). Er wordt gewerkt aan hedendaagse vraagstukken waaraan in de chemische industrie wordt gewerkt.

2.2.2 Onderzoekend leren

Wat is onderzoekend leren?

Bij onderzoekend leren, ook wel Inquiry-Based Science Education, doen studenten onderzoek op een manier die zoveel mogelijk overeenkomt met natuurwetenschappelijk onderzoek (Wetenschapsknooppunt Erasmus Universiteit Rotterdam, 2020). Studenten gaan aan de slag met data om antwoord te geven op een onderzoeksvraag, die ze het liefst zelf gesteld hebben (Baselier et al., 2018; Wetenschapsknooppunt Erasmus Universiteit Rotterdam, 2020). Op deze manier komen ze erachter dat ze de wereld om hen heen kunnen ontdekken en begrijpen. Onderzoekend leren is een didactische methode die kan worden ingezet voor het aanleren van concepten, die motiverender is voor studenten dan traditionele manieren van onderwijs (van den Berg, 2021). Het is daarbij belangrijk dat onderzoekend leren niet wordt verward met leren onderzoeken. Leren onderzoeken is een belangrijke vaardigheid en leerdoel in het onderwijs en onderzoekend leren is een didactiek die ingezet kan worden om meerdere leerdoelen te behalen, waaronder leren onderzoeken. Onderzoekend leren in scheikunde helpt studenten wetenschappelijke concepten en de nature of science (NOS) te leren door middel van experimenteel onderzoek (Ferreira et al., 2022). NOS verwijst naar de epistemologie van wetenschap, wetenschap als manier van weten of waarden en overtuigingen die inherent zijn aan de ontwikkeling van wetenschappelijke kennis (Lederman, 1992; Liu & Lederman, 2007). Onderzoekend leren sluit goed aan bij NOS en de perceptie hoe wetenschappelijke kennis wordt ontwikkeld.

Wat is het belang van onderzoekend leren?

Bij onderzoekend leren, leren studenten een andere manier van denken en ontwikkelen ze verschillende vaardigheden (Wetenschapsknooppunt Erasmus Universiteit Rotterdam, 2020). Oefenen van onderzoeksvaardigheden leert studenten te 'leren voor het leven', aangezien ze vaardigheden aanleren waarmee ze hun eigen kennis kunnen construeren, wat van belang is in onze snel ontwikkelende maatschappij. Daarnaast zorgt onderzoekend leren ervoor dat studenten worden betrokken bij hun eigen leerproces. Dit vergroot de autonomie, een van de drie basisbehoeften om studenten gemotiveerd te laten leren (van Ast, de Loor & Spijkerboer, 2021a). Verder biedt onderzoekend leren een leeromgeving die geschikt is om talenten tot uiting te laten komen (Doppenberg et al., 2018). Onderzoekend leren zorgt er ook voor dat de intrinsieke motivatie voor scheikunde wordt vergroot of gelijk blijft, dat interesse toeneemt, dat de inzet van studenten wordt bevorderd, dat het belang van het vak meer wordt ingezien en daarnaast wordt minder druk en spanning ervaren (Ferreira et al., 2022). Verder stelt onderzoekend leren studenten in staat hun conceptuele begrip te verbeteren en te behouden, helpt het hun redeneer- en probleemoplossende vaardigheden te ontwikkelen, hun denken te verwoorden en te reflecteren op hun leerproces (Rodríguez-Arteche & Martínez-Aznar, 2016).

Voor de lerarenopleiding scheikunde heeft het implementeren van onderzoekend leren daarnaast als doel om docenten van de toekomst kennis te laten maken met deze didactiek. Het gebruik van onderzoekend leren in het

onderwijs is namelijk op dit moment enigszins beperkt (Rodríguez-Arteche & Martínez-Aznar, 2016; Roehrig & Luft, 2004). Dit kan komen doordat docenten denken dat het veel tijd kost in de klas, dat het veel voorbereidingstijd vergt van de docent en dat er gebrek is aan lesmateriaal gebaseerd op onderzoekend leren (Rodríguez-Arteche & Martínez-Aznar, 2016). Daarnaast hebben startende docenten onvoldoende kennis van deze didactiek, inclusief kennis van NOS, en niet toereikende pedagogische vaardigheden (Roehrig & Luft, 2004). Om onderzoekend leren te bevorderen is het van belang om hier in de lerarenopleiding aandacht aan te besteden (Rodríguez-Arteche & Martínez-Aznar, 2016).

Hoe kan onderzoekend leren worden toegepast als didactische methode in het onderwijs?

Bij onderzoekend leren kan gebruik worden gemaakt van de onderzoekscyclus (Rougoor, Benes & van Huffelen, 2020; Wetenschapsknooppunt Erasmus Universiteit Rotterdam, 2020):

- a. Verwonderen/confronteren: studenten kijken met een nieuwsgierige blik naar de wereld om hen heen en kiezen een onderwerp.
- b. Verkennen: studenten doen literatuuronderzoek en formuleren een onderzoeksvraag.
- c. Onderzoek opzetten: studenten maken een onderzoeksplan.
- d. Onderzoek uitvoeren: studenten voeren het onderzoek uit zoals bedacht in hun onderzoeksplan.
- e. Concluderen: studenten geven de resultaten overzichtelijk weer, trekken conclusies en zijn kritisch over tekortkomingen van het onderzoek, betrouwbaarheid en validiteit.
- f. Presenteren: studenten delen de resultaten en conclusies van het onderzoek met anderen.

Om tot een goed onderzoeksproces te komen hebben studenten verschillende onderzoeksvaardigheden nodig: nieuwsgierig zijn, waarnemen, verbeelding gebruiken, in twijfel trekken, in stukken opdelen, ideeën delen, samenhang ontdekken en reflecteren (Wetenschapsknooppunt Erasmus Universiteit Rotterdam, 2020). De mate van openheid en omvang van het onderzoek vergt echter meer of minder noodzaak voor deze onderzoeksvaardigheden (Baselier et al., 2018). Er zijn verschillende vormen van onderzoekend leren, waarbij onderstaande methoden van meer gesloten en docent-gestuurd naar meer open en student-gestuurd geclassificeerd zijn (Tafuya, Sunal & Knecht, 1980):

- Bevestigend onderzoek: een concept/principe wordt gepresenteerd gevolgd door een oefening waarin de student het geleerde concept bevestigt. De student volgt de uitgestippelde procedure stap voor stap.
- Gestructureerd/gestuurd onderzoek: de student krijgt een probleem voorgelegd zonder vooraf te weten wat de uitkomst zal zijn. De procedures worden geschetst, maar de student moet zelf activiteiten en materialen selecteren om verbanden te ontdekken en generalisaties te maken op basis van de verzamelde gegevens.
- Begeleid onderzoek: de student krijgt alleen het te onderzoeken probleem voorgelegd. De student heeft de vrijheid om eigen procedures en methoden te kiezen voor het verzamelen van gegevens, waaruit vervolgens concepten/principes worden ontdekt en gegeneraliseerd.
- Open onderzoek: de student formuleert zowel het probleem als de procedure om het probleem op te lossen. De student heeft vrijheid om zelfstandig een onderzoeksvraag te bedenken en de benodigde stappen te bepalen om het probleem aan te pakken. De student verzamelt gegevens, interpreteert deze en komt tot eigen conclusies op basis van bevindingen. Er is geen vastgestelde structuur, waardoor de student wordt aangemoedigd creatief en kritisch te denken tijdens het onderzoek en het ontdekken van nieuwe inzichten.

Daarnaast zijn verschillende ontwerpprincipes geformuleerd die toegepast kunnen worden om onderzoekend leren meer toe te passen in lessen (Baselier et al., 2018; Doppenberg et al., 2018):

- Ontdekkend leren: studenten krijgen aan het begin van een nieuw onderwerp een probleem/vraag voorgelegd en gaan hiermee aan de slag, eventueel aan de hand van geleide opdrachten. Ze construeren nieuwe inzichten en theorieën op basis van eigen redeneringen en verklaringen. Vervolgens passen ze deze inzichten toe in andere contexten, waarbij oefeningen uit de methode kunnen worden gebruikt.
- Probleemoplossend leren: studenten bedenken en gebruiken verschillende strategieën om een probleem op te lossen. Het proces is belangrijker dan het product.
- Stimuleren van zelfstandig denken: de docent biedt vrijheid door studenten vragen te stellen over het doel en de aanpak en laat hen na afloop reflecteren.
- Onderzoek naar spontane vragen: studenten krijgen keuzevrijheid en mogen eigen vragen onderzoeken.
- Differentiatie met niveaugroepjes: studenten worden ingedeeld op niveau om te kunnen differentiëren in begeleiding, leerstofaanbod en huiswerk.
- Coachende rol van de docent: de docent kijkt mee met studenten en stelt open vragen over het proces.
- Beantwoorden met wedervragen: de docent beantwoordt studentvragen met wedervragen om hen zelf tot antwoorden te laten komen.

2.2.3 Gamedidactiek

Wat is gamedidactiek?

Gamification is het gebruik van gametechnieken in niet-game-omgevingen (Alomari, Al-Samarraie & Yousef, 2019). Het gebruik van spellen in het onderwijs, ook wel gamedidactiek genoemd, is een overtuigend hulpmiddel voor kennisverwerving en zorgt ervoor dat studenten spelenderwijs leerstof verwerken (Martí-Parreño, Méndez-Ibáñez & Alonso-Arroyo, 2016).

Wat is het belang van gamedidactiek?

Gamedidactiek vergroot de motivatie en betrokkenheid van studenten bij een leeractiviteit (Alomari, Al-Samarraie & Yousef, 2019). Daarnaast kan het toepassen van gamedidactiek de intrinsieke motivatie om te leren vergroten (Martí-Parreño, Méndez-Ibáñez & Alonso-Arroyo, 2016). De interactiviteit, die nodig is bij het spelen van spellen, zorgt er verder voor dat studenten worden aangemoedigd om een actieve rol te nemen in hun leerproces waardoor actief leren, ervaringsleren en probleemgestuurd leren worden ondersteund. Ook kan het gebruik van gamedidactiek, differentiatie in de les vergemakkelijken om zo aan te sluiten bij behoeften van individuele studenten. Bovendien bieden spellen een visuele weergave van de voortgang van studenten en kunnen daarom worden ingezet in de tweede fase van formatief handelen waarin studentreacties worden ontlokt of bewijs van leerresultaten wordt verzameld (Black & Wiliam, 2009; Gulikers & Baartman, 2017). Het gebruik van gamedidactiek geeft studenten tevens de vrijheid om te falen zonder angst en kan het trial-and-error-proces begunstigen (Martí-Parreño, Méndez-Ibáñez & Alonso-Arroyo, 2016). Ten slotte verbetert gamedidactiek de sfeer in de klas.

Voor de lerarenopleiding heeft het implementeren van gamedidactiek daarnaast als doel om docenten van de toekomst kennis te laten maken met deze didactiek en hen te inspireren dit te gebruiken in hun eigen lessen.

Hoe kan gamedidactiek worden toegepast als didactische methode in het onderwijs?

Het gebruik van spelementen in het onderwijs is niet nieuw en gaat terug tot het tijdperk van Piaget (Martí-Parreño, Méndez-Ibáñez & Alonso-Arroyo, 2016). Er zijn verschillende technieken die gebruikt kunnen worden om het onderwijs te gamificeren, zoals punten, badges, ranglijsten, niveaus, beloningen, voortgangsbalkjes, uitdagingen en feedback (Alomari, Al-Samarraie & Yousef, 2019). Zelfs het gebruik van opgaven uit het lesboek, gerangschikt op moeilijkheidsgraad, in combinatie met de voortgang en scores op een bord kan al worden ingezet om het onderwijs te gamificeren (Stad & Dekkers, 2018). Al in 1999 werd een review gepubliceerd met verschillende spellen om scheikunde te onderwijzen (Russell, 1999). Door de jaren heen zijn er nog meer spellen ontwikkeld voor scheikunde, zoals: ganzenbord over reactievergelijkingen (Feyen, 2021), meng-erger-je-niet over zouten (Feijen, 2023), woordraadspel over general chemistry (Capps, 2008), online quiz over naamgeving (Hanson, 2002), visuele puzzels over zuur-base (Boerekamps & Sanders, 2021), poker over chemisch evenwicht (Bindel, 2012), domino over intermoleculaire interacties (Miguel-Gómez, Salazar & Reina, 2023), kwartet over stoffeigenschaften (van Eijk et al., 2023) en Zeeslag over de ontdekking van het periodiek systeem (Stinken-Rösner, 2022). Ook voor biochemie zijn er verscheidene spellen ontwikkeld, zoals: spelshow over peptide sequencing (Lemley, 1989), Jigsaw over proteïn-sequencing (Davis-McGibony, 2010), op spelshow gebaseerde biochemie spellen (Roštejnská & Klímová, 2011), een spel met speelkaarten over koolhydraten (Costa, 2007), een spel over hormoonregulatie (Conway & Leonard, 2014) en een rollenspel over de elektrontransportketen (Conway & Leonard, 2015). Verder wordt er sinds de coronapandemie steeds vaker gebruik gemaakt van online quizprogramma's, zoals Kahoot! (Grinias, 2017), Quizzes en Socrative en wordt het gebruik van educational escaperooms populairder. In educational escaperooms moeten studenten puzzels oplossen en daarmee codes ontrafelen (Lurvink, 2023), wat geschikt is voor de herhalingsles. Er zijn al verschillende escaperooms ontwikkeld voor scheikunde met onderwerpen zoals stereoisomerie (Sanders & de Putter, 2018) en spectroscopie (Vergne, Simmons & Bowen, 2019). Ook is er een vakoverstijgende escaperoom ontwikkeld over kleur (Venneker, 2017). Daarnaast zijn er ook escaperooms ontwikkeld die gebruikt kunnen worden als examenvoorbereiding (Visser, 2020) en kunnen spellen ook gebruikt worden als overgangsassessment (Vos & Daniëls, 2020).

Wel is het van belang dat studenten instructie krijgen over de 'gamification-aanpak' en het spel op zich (Alomari, Al-Samarraie & Yousef, 2019). Gamedidactiek is namelijk een vorm van activerende didactiek, waarbij de docent en de student beiden zichtbaar actief zijn en waarbij activiteiten worden ingezet voor het leren (van Ast, de Loor & Spijkerboer, 2021b). De instructie moet voldoen aan de zeven kenmerken van volledige directe instructie (van Ast, de Loor & Spijkerboer, 2021c): waartoe dient de opdracht, wat is de opdracht, hoe moet er gewerkt worden, welke hulp is er beschikbaar, hoeveel tijd is er beschikbaar, wat gebeurt er met de uitkomst(en) en wat moet er gebeuren als men klaar is.

2.2.4 Samenwerkend leren

Wat is samenwerkend leren?

Bij samenwerkend leren wordt een samenwerkingssituatie zo gestructureerd dat samen effectief leren voor iedere student mogelijk is (van Ast, de Loor & Spijkerboer, 2021d). Daarmee is samenwerkend leren veel meer dan 'je mag het samen doen', 'ga maar in groepjes zitten' en is een belangrijke stap naar activerende didactiek. Een aantal kenmerken van samenwerkend leren zijn: heterogene groepjes samengesteld door de docent, gedeeld leiderschap waarin iedereen medeverantwoordelijk is, duidelijke taken met eventueel rollen, instructie op taak, werkwijze, samenwerking en individuele bijdrage, individuele aanspreekbaarheid mogelijk aangevuld met een groepsbeoordeling, positieve onderlinge afhankelijkheid waarin studenten elkaar nodig hebben voor succes, docent observeert en intervineert in het proces en groepsprocessen krijgen systematisch aandacht.

Wat is het belang van samenwerkend leren?

Samenwerkend leren leidt tot effectief leren (van Ast, de Loor & Spijkerboer, 2021d). Voor langdurige beklijving van het geleerde is het noodzakelijk om studenten de aangeboden informatie ook zelf te laten bewerken, beargumenteren, herformuleren en gebruiken. Samenwerkend leren stimuleert het hardop bewerken van kennis en richt zich op de leeractiviteit 'integreren'. Het verwoorden van gedachten en het vergelijken van die gedachten met medestudenten is effectiever dan stil voor jezelf werken. Verder organiseert samenwerkend leren de onderwijsleersituatie. Op het moment dat samenwerkend leren goed wordt gestructureerd kunnen studenten elkaar ondersteunen en kan de docent studenten helpen die meer aandacht nodig hebben. Ten slotte beantwoordt samenwerkend leren de maatschappelijke vraag naar sociaal en communicatief vaardige mensen. Van samenwerkend leren worden studenten echter niet vanzelfsprekend sociaal vaardig. Het is noodzakelijk bewust aandacht te besteden aan de ontwikkeling van die sociale vaardigheden. Met name studenten die samenwerking lastig vinden moeten ondersteund worden. Het is daarnaast belangrijk om studenten niet voortdurend samen te laten leren, omdat studenten hun voorkeuren hebben voor wel of niet samenwerken.

Hoe kan samenwerkend leren worden toegepast als didactische methode in het onderwijs?

Samenwerking tussen studenten bij samenwerkend leren moet aan vijf sleutelbegrippen voldoen om succes voor individuele studenten zo groot mogelijk te laten zijn (Geerts & van Kralingen, 2021a; van Ast, de Loor & Spijkerboer, 2021d):

1. **Positieve wederzijdse afhankelijkheid:** groepsleden moeten zien of ervaren dat zij elkaar wederzijds nodig hebben om de opdracht te vervullen en leerdoelen te behalen: zonder elkaar kan het niet lukken. Dit kan bevorderd worden door leerdoelafhankelijkheid, beloningsafhankelijkheid, bronafhankelijkheid en taakafhankelijkheid.
2. **Individuele aanspreekbaarheid:** iedere student weet wat er van hem of haar verwacht wordt en kan daarop worden aangesproken. Dit betekent dat ieder lid van het groepje zowel aanspreekbaar is op de eigen bijdragen als op de gemeenschappelijke uitkomst.
3. **Directe interactie:** groepsleden moedigen elkaar aan, ondersteunen elkaar en kunnen elkaar aankijken bij samenwerkingsopdrachten, zodat zij op directe wijze met elkaar communiceren. Dit kan bevorderd worden door de opstelling van de tafels zo te organiseren dat studenten dicht bij elkaar zitten, elkaar kunnen aankijken en ervoor te zorgen dat geen van de studenten met zijn of haar rug naar het bord of de docent zit.
4. **Sociale vaardigheden:** studenten moeten interpersoonlijke vaardigheden bezitten en in de situatie gebracht worden om ze te gebruiken. Complexiteit van samenwerkingsopdrachten moet variëren en er moet duidelijke instructie zijn over wat de docent precies van de studenten verwacht bij het samenwerken.
5. **Groepsproces:** voor het verbeteren van groepsprocessen is het belangrijk dat studenten samen of onder leiding van de docent met elkaar doorspreken hoe en wat elk lid van de groep aan het leren en aan het resultaat als geheel bijdraagt. Door regelmatig (maar niet elke les) van groepssamenstelling te wisselen, kunnen studenten door reflectie ervaren hoe hun samenwerkingsvaardigheden verbeteren. Ze krijgen inzicht in hun eigen bijdrage aan het groepsproces is, waardoor het goed of minder goed gaat in een groepje.

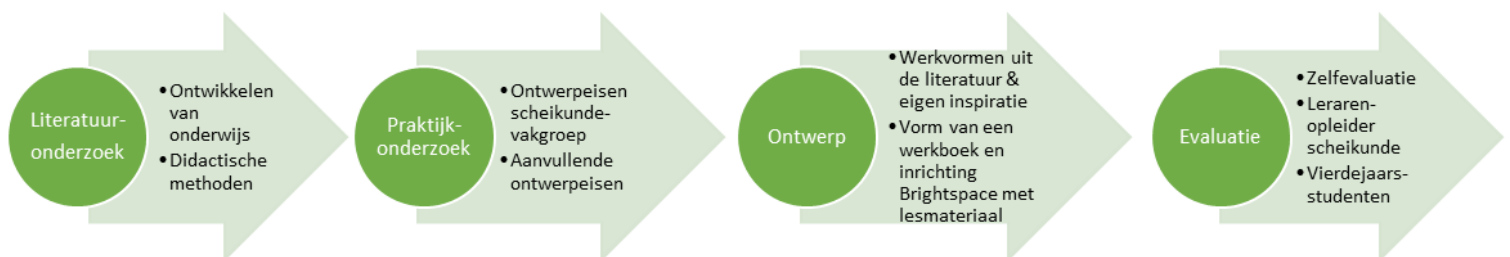
Daarnaast is het van belang dat studenten voldoende basiskennis hebben (van Ast, de Loor & Spijkerboer, 2021d). Alleen dan zijn studenten in staat hun gedachten te verwoorden en met anderen een waardevol gesprek te voeren. Ook is goed klassenmanagement noodzakelijk. Verder wordt voor beginners in samenwerkend leren tweetallen aanbevolen. Voor meer gevorderden kan een groepje van drie of vier studenten effectief zijn, wat zorgt voor input vanuit verschillende perspectieven. Groepen groter dan vijf wordt afgeraden. Studenten zitten dan te ver uit elkaar, waardoor directe interactie niet meer gegarandeerd is. Bij het werken met laptops worden tweetallen aanbevolen boven groepjes van drie of vier. Voorbeelden van werkvormen die kunnen worden gebruikt om samenwerkend leren in te passen zijn denken-delen-uitwisselen (DDU) en expertgroepjes/Jigsaw (Geerts & van Kralingen, 2021b; van Ast, de Loor & Spijkerboer, 2021e).

2.2.5 Afwisseling in didactische methoden

In voorgaande paragrafen zijn verschillende didactische methoden beschreven, inclusief het belang van elke didactiek. Afwisseling van didactische methoden en het aanbieden van leerstof op diverse manieren is echter ook effectief. Variatie in lesmateriaal en instructiestrategieën verhoogt namelijk de motivatie van studenten, wat de effectiviteit van lesgeven en leren vergroot (Bolte, Streller & Hofstein, 2013). Daarnaast vindt onderwijs plaats in heterogene klassen, waarbij rekening moet worden gehouden met alle studenten en hun verschillende behoeften, motivaties en leerstijlen. Door te variëren in didactische methoden, instructieprocedures en werkvormen houd je als docent rekening met de behoeften, motivaties en leerstijlen van de individuele studenten en zorg je ervoor dat verschillende soorten studenten tevreden zijn met het gegeven onderwijs. Bovendien stimuleert een variatie aan werkvormen studenten om uiteenlopende vaardigheden te ontwikkelen en te oefenen (Rijns, 1999). Variatie in oefeningstypen leert studenten verschillende oplossingsstrategieën te gebruiken (Surma et al., 2022a). Bovendien zorgt afwisseling er ook voor dat lessen interessant en boeiend blijven, wat zorgt voor het behoud van motivatie om te leren en een verbetering van het leerrendement.

3. Methode

3.1 Algemene onderzoeks aanpak



Afbeelding 3. Flowchart algemene onderzoeks aanpak.

Het vak KCH3 is door mij ontwikkeld voor vierdejaarsstudenten van de tweedegraads lerarenopleiding scheikunde op Hogeschool Windesheim, volgens de flowchart weergegeven in Afbeelding 3. Aan de hand van het literatuuronderzoek in Hoofdstuk 2 (deelvraag I), landelijke afspraken en afspraken binnen de vakgroep is een vragenlijst ontwikkeld om zicht te krijgen op de ontwerpeisen van de lerarenopleiders van de scheikunde vakgroep voor het te ontwikkelen vak (deelvraag II) (Bijlage 4). De vragen zijn gericht op vakinhoud, didactiek, werkvormen en afrondingsvormen. De zelfontworpen vragenlijst is afgenomen onder alle lerarenopleiders van de scheikunde vakgroep.

Vervolgens is onderzocht met welke ontwerpeisen (organisatie, vakinhoud, didactiek, werkvormen en afrondingsvormen) er verder nog rekening moest worden gehouden bij de ontwikkeling van KCH3 (deelvraag III). Zo is er onderzoek gedaan naar resultaten en ervaringen van voorgaande jaren door tentamenresultaten en feedbackformulieren van KCH4 van collegejaar 2021/2022 en 2022/2023 te analyseren, om te bepalen welke onderwerpen studenten in voorgaande jaren moeilijk vonden. Op basis van de vakinhoud zijn leerdoelen per subdomein van de kennisbasis (voeding, koolhydraten, lipiden, eiwitten, metabolisme & cellulaire processen, DNA, RNA & nucleïne zuren en biotechnologie) en subdomein-overstijgende leeruitkomsten geformuleerd. Bovendien is middels literatuuronderzoek inzichtelijk gemaakt welke voorkennis van KCH1 en KCH2 vereist is voor KCH3 en op basis van eerdere ervaring en literatuur is vastgesteld met welke veelvoorkomende fouten rekening moet worden gehouden. Ten slotte is navraag gedaan bij andere lerarenopleidingen hoe zij invulling geven aan biotechnologie, aangezien dit subdomein nieuw is in vergelijking tot KCH4.

Aan de hand van de ontwerpeisen van de scheikunde vakgroep en het praktijkonderzoek naar aanvullende ontwerpeisen, zijn de ontwerpeisen voor het vak geformuleerd per thema (organisatie, vakinhoud, didactiek, werkvormen en afrondingsvormen) en kon gestart worden met het ontwikkelen van KCH3 (deelvraag IV). Om invulling te geven aan de colleges is gekozen voor werkvormen die passen bij de ontwerpeisen en het subdomein binnen de biochemie. Hiervoor is gebruik gemaakt van bestaand lesmateriaal, werkvormen beschreven in vakdidactische tijdschriften en wetenschappelijke artikelen en eigen inspiratie en creativiteit. Het ontwikkelde lesmateriaal is gebruikt om een werkboek voor studenten te maken en de elektronische leeromgeving, Brightspace, in te richten.

Het ontwikkelde vak is in de periode van september tot en met december 2023 gegeven aan vierdejaarsstudenten van de lerarenopleiding scheikunde. Het is van belang dat het vak voldoet aan de gestelde ontwerpeisen, dat het aansluit bij behoeften van studenten en dat de gekozen werkvormen passen bij de verschillende subdomeinen binnen de biochemie. Om dit vast te stellen zijn twee vragenlijsten ontworpen om het vak te evalueren, één voor een lerarenopleider die jarenlang biochemie heeft gegeven (Bijlage 5) en één voor studenten die KCH3 volgen in collegejaar 2023/2024 (Bijlage 6). Door drukte van de lerarenopleider is de vragenlijst in Bijlage 5 niet volledig afgenomen en ingevuld, maar gebruikt als leidraad voor een semigestructureerd interview. Het doel hiervan was om te evalueren of het ontwikkelde vak voldoet aan de gestelde ontwerpeisen en of de gekozen werkvormen passen bij de subdomeinen in de biochemie. Vervolgens hebben studenten die KCH3 volgen in collegejaar 2023/2024, het vak tussentijds geëvalueerd middels de vragenlijst in Bijlage 6. Het doel hiervan was om te evalueren of het vak voldoet aan de gestelde ontwerpeisen en om studenten een mening te laten geven over het vak. In beide vragenlijsten zijn vragen gesteld omtrent organisatie, vakinhoud, didactiek, werkvormen en afrondingsvormen. Hiermee is vervolgens vastgesteld of het ontworpen vak daadwerkelijk voldoet aan de ontwerpeisen en in hoeverre de ontwikkeling van het vak succesvol was (deelvraag V). In Tabel 1 is weergegeven welke instrumenten gebruikt zijn om de verschillende deelvragen te beantwoorden.

| Deelvraag | Literatuuronderzoek | Vragenlijst lerarenopleiders scheikunde-vakgroep | Feedback-formulieren KCH4 | Toets-resultaten KCH4 | Navraag andere lerarenopleidingen | Vragenlijst Studenten KCH3 | Vragenlijst lerarenopleider |
|---|---------------------|--|---------------------------|-----------------------|-----------------------------------|----------------------------|-----------------------------|
| I. Theorie ontwikkelen van onderwijs en het gebruik van didactische methoden | | | | | | | |
| II. Ontwerpeisen scheikunde-vakgroep | | | | | | | |
| III. Aanvullende ontwerpeisen bij het ontwikkelen | | | | | | | |
| IV. Ontwerp van het vak | | | | | | | |
| V. Hoe het vak wordt ontvangen en of het voldoet aan de gestelde ontwerpeisen | | | | | | | |

Tabel 1. Visuele weergave welke instrumenten zijn gebruikt om de verschillende deelvragen te beantwoorden.

3.2 Procedure dataverzameling

3.2.1 Respondenten

Lerarenopleiders van de scheikunde-vakgroep van Hogeschool Windesheim

De scheikunde-vakgroep bestaat uit vijf lerarenopleiders. Van deze lerarenopleiders hebben twee, waarvan ik er zelf één ben, het vak biochemie recentelijk en al vaker gegeven binnen de lerarenopleiding scheikunde. Eén lerarenopleider heeft het vak biochemie jaren geleden gegeven en de andere twee hebben geen ervaring met het geven van biochemie binnen de opleiding.

Studenten

In collegejaar 2021/2022 hebben tien studenten het tentamen KCH4 gemaakt en van die studenten hebben vijf het feedbackformulier ingevuld. In collegejaar 2022/2023 hebben dertien studenten het tentamen KCH4 gemaakt en van hen hebben vijf het feedbackformulier ingevuld. In collegejaar 2023/2024 volgen zes studenten KCH3: twee vierdejaars voltijdstudenten, één vijfdejaars voltijdstudent, één zevendejaars voltijdstudent, één student afstandsleren die fysiek aanwezig is en één student afstandsleren die online aansluit bij de colleges. Van deze studenten heeft één van de vierdejaars voltijdstudenten en de student afstandsleren die fysiek aansluit tijdens de colleges een vwo-vooropleiding. De andere vierdejaars voltijdstudent en de zevendejaars voltijdstudent hebben een mbo-opleiding gedaan als vooropleiding. De vijfdejaars voltijdstudent en de student afstandsleren die online aansluit tijdens de colleges hebben havo gedaan als vooropleiding.

Andere lerarenopleidingen

Aangezien het subdomein biotechnologie nog niet eerder is aangeboden binnen het vak biochemie, is navraag gedaan bij andere lerarenopleidingen. Om te onderzoeken hoe andere lerarenopleidingen hier invulling aan geven is contact opgenomen met één lerarenopleider van de lerarenopleiding scheikunde van de Hogeschool van Amsterdam, één lerarenopleider van de lerarenopleiding scheikunde van Fontys Hogeschool en één lerarenopleider van de lerarenopleiding biologie van Hogeschool Windesheim.

3.2.2 Instrumenten en data-analyse

Deelvraag II. Vragenlijst lerarenopleiders van de scheikundevakgroep van Hogeschool Windesheim

Om de ontwerpeisen van de scheikundevakgroep vast te stellen is de zelfontworpen vragenlijst in Bijlage 4 afgenomen onder alle vijf lerarenopleiders. Gezien de beperkte groep respondenten en de ervaring met het geven van biochemie, zoals beschreven in Hoofdstuk 3.2.1, is ervoor gekozen om zelf de vragenlijst ook in te vullen om daarmee een duidelijk beeld te krijgen van de gehele vakgroep. De vragen zijn gebaseerd op literatuuronderzoek, landelijke afspraken en afspraken binnen de scheikundevakgroep en zijn gericht op de thema's vakinhoud, didactiek, werkvormen en afrondingsvormen. In de vragenlijst zijn eerst middels stellingen een aantal ontwerpeisen geopperd. De lerarenopleiders hebben aangegeven in hoeverre zij de ontwerpeis belangrijk vinden door een vijf-punts beoordelingsschaal in te vullen. In deze beoordelingsschaal staat 1 voor helemaal niet belangrijk, 2 voor niet belangrijk, 3 voor neutraal, 4 voor belangrijk en 5 voor heel belangrijk. Doordat respondenten bij stellingen minder mogelijkheden hebben om zelf ergens op in te gaan (van der Donk & van Lanen, 2022a), zijn ook twee open vragen toegevoegd aan de vragenlijst. Bij deze open vragen zijn de lerarenopleiders gevraagd welke vakinhoudelijke afrondingsvorm zij mij adviseren en welke ontwerpeisen zij wel belangrijk vinden, maar die niet voorkomen in de vragenlijst. Aangezien het aantal respondenten beperkt is, is gekozen voor een vragenlijst op papier. Bij online vragenlijsten voelen mensen zich namelijk minder genoodzaakt om vóór de deadline de enquête in te vullen (Benders, 2020). In de praktijk bleek echter dat het haalbaarder was dat de vragenlijst door een deel van de respondenten op papier werd ingevuld en door een deel van de respondenten digitaal werd ingevuld.

De stellingen in de vragenlijst leidden tot een gestructureerde manier van dataverzameling wat gemakkelijk te analyseren is (van der Donk & van Lanen, 2022a). Voor het analyseren van deze gesloten vragen met 5-punts beoordelingsschaal is de schaal omgezet naar cijfers met een gelijke afstand (van der Donk & van Lanen, 2022b). Voor elke vraag is het gemiddelde, de mediaan en de exacte spreiding berekend en weergegeven (van der Donk & van Lanen, 2022c). Er is gekozen om de exacte spreiding te bepalen in plaats van de standaarddeviatie. Dit aangezien het aantal respondenten beperkt is en met de exacte spreiding een globale indicatie van de spreiding kan worden weergegeven (Muusers, 2023). De data is weergegeven in tekst, tabellen en grafieken. De open vragen in de vragenlijst zijn geanalyseerd door horizontaal vergelijken. Bij horizontaal vergelijken worden alle antwoorden die zijn gegeven naast elkaar gezet en wordt opzoek gegaan naar verschillen en overeenkomsten (van der Donk & van Lanen, 2022d). Hiervan is vervolgens een korte samenvatting gegeven. Alle resultaten zijn steeds per thema weergegeven: organisatie, vakinhoud, didactiek, werkvormen en afrondingsvormen.

Deelvraag III. Onderzoek verdere ontwerpeisen

Om te onderzoeken met welke ontwerpeisen er verder nog rekening moest worden gehouden bij de ontwikkeling van KCH3 zijn tentamenresultaten en feedbackformulieren van KCH4 geanalyseerd en is navraag gedaan bij andere lerarenopleidingen. Verder is middels literatuuronderzoek inzichtelijk gemaakt met welke leerdoelen uit de kennisbasis, voorkennis van KCH1 en KCH2 en veelvoorkomende fouten rekening moest worden gehouden.

Analyse feedbackformulieren KCH4 2021/2022 en 2022/2023

Voor de analyse van de feedbackformulieren is gefocust op de vragen waarin studenten moesten aangeven wat zij van de colleges vonden, of zij nog tips hadden om de colleges te verbeteren en welke hoofdstukken zij moeilijk vonden.

Analyse tentamens KCH4 2021/2022 en 2022/2023

Voor de analyse van de tentamens zijn voor elk tentamen de tentamenvragen ingedeeld per subdomein en per soort vraag. Voor de indeling van de vragen is gebruik gemaakt van de TIMMS-toetstaxonomie, welke gericht is op bèta-onderwijs en de exacte vakken (Leensen, 2022). Deze taxonomie onderscheidt een drietal beheersingsniveaus: weten, redeneren en toepassen. Voor elke tentamenvraag is het maximumaantal punten, het gemiddeld aantal behaalde punten, de p-waarde en de R_{it} -waarde weergegeven. De p-waarde gaat over het deel van de studenten dat de vraag correct beantwoordt en geeft een indicatie over de moeilijkheid van de vraag (van Berkel et al., 2014). De gemiddelde p-waarde is berekend door het gemiddelde behaalde aantal punten voor alle tentamenvragen behorende bij een bepaald subdomein bij elkaar op te tellen en te delen door het opgetelde maximumaantal punten van de tentamenvragen behorende bij dat subdomein. Dit is weergegeven per collegejaar. De waarde is weergegeven tussen 0 en 1 waarbij $< 0,25$ staat voor de vraag is moeilijk, tussen de $0,25$ en $0,9$ staat voor de vraag is in orde en $> 0,9$ staat voor de vraag is makkelijk. De R_{it} -waarde is een indicatie

voor het onderscheidend vermogen van de vraag, dus beantwoordt de groep studenten die de stof beheerst de vraag correcter dan de groep die de stof minder goed beheerst.

Navraag andere lerarenopleidingen

Om te onderzoeken hoe andere lerarenopleidingen invulling geven aan het subdomein biotechnologie is een mail gestuurd naar lerarenopleiders scheikunde van de Hogeschool van Amsterdam en van Fontys Hogeschool en naar een lerarenopleider biologie van Hogeschool Windesheim. De lerarenopleiders scheikunde zijn gevraagd van welk boek zij gebruik maken en hoe diep zij op de biotechnologie-stof ingaan. De lerarenopleider biologie is gevraagd welke practica zij doen bij biotechnologie. In beide gevallen is gebruik gemaakt van open vragen, aangezien de respondenten dan zelf de mogelijkheid hebben om ergens op in te gaan. Hiervan is vervolgens een korte samenvatting gegeven.

Literatuuronderzoek leerdoelen, voorkennis en veelvoorkomende fouten

Om inzichtelijk te maken met welke leerdoelen uit de kennisbasis, voorkennis van KCH1 en KCH2 en veelvoorkomende fouten rekening moet worden gehouden, is literatuuronderzoek gedaan. Hiervoor is de kennisbasis van de tweedegraads lerarenopleiding scheikunde geanalyseerd en is de wetenschappelijke literatuur onderzocht naar misconcepties rondom biochemie.

Deelvraag V. Evaluatie van het vak

Het is van belang dat het vak voldoet aan de gestelde ontwerpeisen en dat de gekozen werkvormen passen bij de verschillende subdomeinen in de biochemie. Om dit te evalueren is een semigestructureerd interview, gebaseerd op de vragenlijst in Bijlage 5, afgenomen bij een lerarenopleider van de scheikundevakgroep die jarenlang biochemie heeft gegeven. Dit interview is digitaal afgenomen nadat het zevende college van het vak was gegeven. De vragen in de vragenlijst zijn gemaakt aan de hand van de ontwerpeisen en het ontwikkelde lesmateriaal. In het interview is gevraagd wat de lerarenopleider van de organisatie, vakinhoud, didactiek, werkvormen en afrondingsvormen vindt. Hiervan is vervolgens een korte samenvatting gegeven.

Het is ook van belang dat het vak aansluit bij de behoeften van studenten. Om dit te evalueren en om te bepalen of het vak voldoet aan de gestelde ontwerpeisen is een tussentijdse vragenlijst afgenomen onder alle studenten die KCH3 volgen in collegejaar 2023/2024 (Bijlage 6). De vragen in de vragenlijst zijn gemaakt op basis van de ontwerpeisen en het ontwikkelde lesmateriaal. De vragenlijst is op papier en digitaal afgenomen bij de start van het zevende college. Er is bewust gekozen voor de start, zodat de invulling van het college geen invloed heeft op de resultaten en om ervoor te zorgen dat de studenten nog voldoende energie hebben om de vragenlijst in te vullen. In de vragenlijst is middels meerkeuzevragen met een vijf-punts beoordelingsschaal gevraagd wat de studenten van de organisatie, vakinhoud, didactiek, werkvormen en afrondingsvormen vinden. Doordat respondenten bij meerkeuzevragen minder mogelijkheden hebben om zelf ergens op in te gaan (van der Donk & van Lanen, 2022a), zijn er ook open vragen toegevoegd aan de vragenlijst. Daarna is middels stellingen met een vijf-punts beoordelingsschaal gevraagd wat zij van de verschillende werkvormen in het werkboek vinden en in hoeverre zij een aantal ontwerpeisen terugzien in het ontwikkelde vak.

De verschillende typen vragen in beide vragenlijsten zijn op dezelfde manier geanalyseerd als beschreven in Hoofdstuk 3.2.2 Deelvraag II. Ook zijn de resultaten op vergelijkbare manier weergegeven, zoals beschreven in datzelfde hoofdstuk.

3.3 Betrouwbaarheid en validiteit

Een onderzoek is betrouwbaar als je ernaar streeft dat het dezelfde onderzoeksresultaten oplevert als het wordt herhaald of door iemand anders wordt uitgevoerd (van der Donk & van Lanen, 2022e). In sociale beroepscontexten, waarin je vooral met mensen te maken hebt, is het nauwelijks mogelijk een onderzoek op identieke wijze te herhalen. Ik heb daarom gezorgd voor zorgvuldigheid in combinatie met een systematische en transparante verslaglegging om de betrouwbaarheid van dit onderzoek te verhogen. Aangezien de onderzoeksgroep klein is, zowel de lerarenopleiders als de studenten, heb ik ervoor gezorgd dat de gebruikte instrumenten door 100% van de respondenten zijn ingevuld om in ieder geval een compleet beeld te schetsen. Dit heb ik onder andere gedaan door zelf de vragenlijst in Bijlage 4 ook in te vullen, wat een compleet beeld geeft van de scheikundevakgroep, en door te kiezen voor het laten invullen van een vragenlijst op papier in plaats van digitaal. Ook heb ik gekozen om de vragenlijst voor de evaluatie van het vak door studenten, in Bijlage 6, af te nemen aan de start van het college, om ervoor te zorgen dat de invulling van het college geen invloed heeft op

de resultaten en dat de studenten nog voldoende energie hebben om de vragenlijst in te vullen. Een andere manier om de betrouwbaarheid van een onderzoek te verhogen is door gebruik te maken van betrouwbare bronnen (van der Donk & van Lanen, 2022f). Voor dit onderzoek heb ik veelal gebruik gemaakt van wetenschappelijke literatuur of van boeken en vaktijdschriften die zijn gebaseerd op wetenschappelijke literatuur. Wetenschappelijke artikelen zijn over het algemeen betrouwbare bronnen, aangezien deze peer-review ondergaan alvorens deze gepubliceerd worden. Bij peer-review krijgt de onderzoeksgroep feedback van gerenommeerde experts in het vakgebied, wat wordt gebruikt om hiaten in het onderzoek te dichtten, onbeantwoorde vragen te beantwoorden en onduidelijke termen toe te lichten. Peer-review kan voorkomen dat onbetrouwbaar en frauduleus onderzoek wordt gepubliceerd.

Validiteit betekent dat je datgene onderzoekt wat je wilt onderzoeken (van der Donk & van Lanen, 2022e). De validiteit van een onderzoek hangt veelal af van de onderzoeksinstrumenten die worden gehanteerd. De gebruikte vragenlijsten in dit onderzoek zijn zelfontworpen en daardoor niet gevalideerd. Er is daarom voor gezorgd dat de wijze waarop de vragen worden geformuleerd ook onderzoeken wat ik wil onderzoeken. Validiteit kan worden verhoogd door gebruik te maken van triangulatie (van der Donk & van Lanen, 2022e). De gedachte achter triangulatie is dat een rijker beeld van de onderzoekspraktijk wordt verkregen als: gebruik wordt gemaakt van data uit verschillende bronnen, data op verschillende manieren wordt verzameld en data wordt verzameld en geanalyseerd door verschillende personen. Door gebruik te maken van literatuur, het afnemen van een vragenlijst onder lerarenopleiders uit de scheikundevakgroep, analyse van feedbackformulieren en tentamenresultaten van studenten die KCH4 hebben gevolgd en navraag bij andere lerarenopleidingen, is een rijker beeld verkregen. Tijdens het ontwikkelen van het vak is daarnaast gebruik gemaakt van wetenschappelijke literatuur en van boeken en vaktijdschriften die zijn gebaseerd op wetenschappelijke literatuur. Na het ontwikkelen en uitvoeren hebben zowel een vakexpert uit de scheikundevakgroep als studenten het vak geëvalueerd. Ook op deze manier is een rijker beeld van de onderzoekspraktijk verkregen. In Tabel 1 is deze triangulatie visueel weergegeven, door aan te geven welke instrumenten zijn gebruikt om de verschillende deelvragen te beantwoorden.

4. Onderzoek naar de ontwerpeisen

4.1 Deelvraag II. Ontwerpeisen scheikundevakgroep: vakinhoud, didactisch, werkvormen en afrondingsvormen

Om de ontwerpeisen van de scheikundevakgroep voor KCH3 vast te kunnen stellen is een zelfontworpen vragenlijst afgenomen onder alle vijf lerarenopleiders (Bijlage 4). De vragenlijst is uiteindelijk zowel op papier als digitaal afgenomen, nadat drie van de vijf lerarenopleiders expliciet vroegen of zij de vragenlijst ook digitaal mochten invullen. De ingevulde vragenlijsten zijn terug te vinden in Bijlage 7.

Vakinhoudelijke ontwerpeisen

| Ontwerpeis | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Gemiddelde | Ontwerpeis | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Gemiddelde |
|--------------------------------------|---|---|---|-----|-----|------------|---|---|---|---|---|---|------------|
| Concentrisch en voorkennis activeren | - | - | - | 1 | 4 | 4,8 | Koppeling tweedegraadsgebied | - | - | - | 4 | 1 | 4,2 |
| Actualiteiten integreren | - | - | - | 1 | 4 | 4,8 | Rol van scheikundedocenten in burgerschapsvorming | - | - | 1 | 2 | 2 | 4,2 |
| Vakdidactiek integreren | - | - | - | 2 | 3 | 4,6 | Doorbraken en trends in moderne chemie | - | - | 1 | 4 | - | 3,8 |
| Domein 3 (Life sciences) kennisbasis | - | - | - | 3,5 | 1,5 | 4,3 | Burgerschapsvorming integreren | - | - | 1 | 4 | - | 3,8 |

Tabel 2. Resultaten uit de vragenlijst behorende bij de stellingen over de vakinhoud van KCH3. In de beoordelingsschaal staat 1 voor helemaal niet belangrijk, 2 voor niet belangrijk, 3 voor neutraal, 4 voor belangrijk en 5 voor heel belangrijk. Weergegeven zijn het aantal lerarenopleiders per punt van de beoordelingsschaal en het gemiddelde per ontwerpeis.

Uit Tabel 2 blijkt dat de scheikundevakgroep het wat betreft vakinhoudelijke ontwerpeisen redelijk met elkaar eens is, te zien aan de kleine spreiding van 1 bij 7/8 stellingen en een grote spreiding van 2 bij 1/8 stellingen. Daarnaast valt het op dat alle lerarenopleiders, alle stellingen over de vakinhoud neutraal tot (heel) belangrijk vinden. Geen van de stellingen is door de lerarenopleiders als (helemaal) niet belangrijk bestempeld. Verdere analyse laat zien dat de scheikundevakgroep het, het meest belangrijk vindt dat het vak aansluit op KCH1 en KCH2 om concentriciteit van de koolstofchemieleerlijn te waarborgen en dat actualiteiten worden geïntegreerd in het vak. Wat betreft het activeren van voorkennis benoemt een van de lerarenopleiders dat dit “de eerste

hoofdwet van didactiek is: niemand komt met een leeg hoofd de klas in". Een andere lerarenopleider geeft aan dat het, bovendien, goed is om verbindingen te zien met binding, zouten, zuren, basen, oplosbaarheid, et cetera. Wat betreft het integreren van actualiteiten benoemt een van de lerarenopleiders dat het koppelen aan actualiteiten bijdraagt aan kennis van de wereld en daarmee sterk bijdraagt aan burgerschap. Ook vinden de lerarenopleiders het (heel) belangrijk dat vakdidactiek geïntegreerd wordt in het vak. Verder vinden zij het belangrijk dat het derde domein (life sciences) van de kennisbasis volledig wordt gedekt en dat er rekening wordt gehouden met hetgeen wat studenten in het tweedegraadsgebied tegenkomen. Hierbij merkt een van de lerarenopleiders op dat er niet een hele sterke koppeling is tussen biochemie en het tweedegraadsgebied. Wat betreft de rol van studenten als toekomstig scheikundedocent en hun rol in burgerschapsvorming is meer verdeeldheid. De lerarenopleider die deze stelling neutraal beoordeelt, geeft aan dat hij het 'moeten' in deze stelling lastig vindt, maar dat hij biochemie en actualiteiten wel een geschikt onderwerp vindt om een bijdrage te leveren aan burgerschap. Gemiddeld gezien vindt de vakgroep de rol van studenten in burgerschapsvorming van leerlingen belangrijk en het is dus van belang dat studenten een visie vormen over deze rol. Ten slotte vinden de lerarenopleiders het neutraal tot belangrijk om stil te staan bij doorbraken en trends in de moderne chemie aan de hand van berichtgeving in de media, om burgerschapsvorming te integreren in de colleges en om een duidelijke koppeling te hebben tussen practica en de contexten in de leefwereld van de student. Al met al zijn de lerarenopleiders het dus redelijk met elkaar eens wat betreft de vakinhoudelijke ontwerpeisen en alle genoemde ontwerpeisen worden neutraal tot (heel) belangrijk gevonden. Dit komt goed overeen met het feit dat ik de genoemde vakinhoudelijke ontwerpeisen zelf (heel) belangrijk vind. Ik heb er daarom voor gekozen om al deze vakinhoudelijke ontwerpeisen op te nemen.

Didactische ontwerpeisen

| Ontwerpeis | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Gemiddelde | Ontwerpeis | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Gemiddelde |
|---|---|---|---|---|---|------------|--|---|---|---|---|---|------------|
| Didactische methoden en werkvormen expliciteren | - | - | 1 | 3 | 1 | 4,0 | Context op afstand | 2 | - | 1 | 2 | - | 2,6 |
| Illustratieve context | - | - | 1 | 3 | 1 | 4,0 | Expliciete mix van leerlijnen (geel, blauw, groen, bont, VNCI) | 2 | - | 1 | 2 | - | 2,6 |
| Context-en-concept benadering | - | - | 2 | 2 | 1 | 3,8 | Gamedidactiek | 2 | 1 | - | 2 | - | 2,4 |
| Onderzoekend leren & nature of science | - | 2 | - | 2 | 1 | 3,4 | Centrale context | 3 | 1 | 1 | - | - | 1,6 |
| Verbindende context | - | 1 | 2 | 2 | - | 3,2 | Expliciet één leerlijn (geel, blauw, groen, bont, VNCI) | 3 | 2 | - | - | - | 1,4 |
| Samenwerkend leren | - | 1 | 2 | 2 | - | 3,2 | | | | | | | |

Tabel 3. Resultaten uit de vragenlijst behorende bij de stellingen over de didactische methode van KCH3. In de beoordelingsschaal staat 1 voor helemaal niet belangrijk, 2 voor niet belangrijk, 3 voor neutraal, 4 voor belangrijk en 5 voor heel belangrijk. Weergegeven zijn het aantal lerarenopleiders per punt van de beoordelingsschaal en het gemiddelde per ontwerpeis.

Uit Tabel 3 blijkt dat er minder overeenstemming is binnen de scheikundevakgroep wat betreft de didactische methode. Dit is te zien aan de grote tot zeer grote spreiding in de gegeven antwoorden. Bij 1/11 stellingen is de spreiding klein en gelijk aan 1, maar bij 6/11 stellingen is de spreiding groot en gelijk aan 2 en bij 4/11 stellingen is de spreiding zeer groot en gelijk aan 3. De stelling over het expliciteren van gekozen didactische methoden en werkvormen wordt neutraal tot (heel) belangrijk gevonden. Het is dus van belang dat met studenten wordt gedeeld waarom gekozen is voor de specifieke didactiek of een bepaalde werkvorm. Eén lerarenopleider benoemt daarnaast dat vakdidactiek ook losstaand en meer expliciet aangeboden moet worden. Ook bij het gebruik van contexten zijn de meningen verdeeld. Gemiddeld gezien vindt de vakgroep het belangrijk om gebruik te maken van illustratieve context en de context-en-concept benadering. Het gebruik van een verbindende context wordt neutraal beschouwd. Het gebruik van context op afstand en een centrale context worden gezien als (helemaal) niet belangrijk. Wat betreft het expliciet terug laten komen van een mix van leerlijnen (geel, blauw, groen, bont en VNCI) zijn de meningen sterk uiteenlopend. Waar twee lerarenopleiders het belangrijk vinden dat deze mix van leerlijnen expliciet terug komt, vinden twee anderen dit helemaal niet belangrijk. Een van deze lerarenopleiders benoemt zelfs dat dit absoluut oninteressant is en dat niemand dit meer gebruikt. Over het specifieke gebruik van één van deze leerlijnen heeft de vakgroep dan wel weer de gedeelde mening dat dit (helemaal) niet belangrijk is. Wat betreft het gebruik van de mix van leerlijnen is afgekoerst op de lerarenopleiders die ervaring hebben met het geven van biochemie, waaronder ikzelf, en is besloten dit niet mee te nemen als ontwerpeis. Verder kan op basis van bovengenoemde stellingen worden geconcludeerd dat de meningen verdeeld zijn wat betreft het gebruik van contexten, maar dat het gebruik van contexten in algemene zin wel als heel belangrijk wordt beschouwd door de gehele vakgroep. Zo is er bij de tweedegraads

lerarenopleiding scheikunde al jarenlang aandacht voor het gebruik van contexten aan de hand van de vakdidactische driehoek (Afbeelding 2a). Voor het ontwikkelen van het vak heb ik daarom gekozen om gebruik te maken van contexten, met name de context voeding. De manier waarop ik context gebruik, is in eerste instantie vrijgelaten om achteraf te bepalen of er toch een didactische lijn in zit. Daarnaast heb ik gekozen om het advies van een van de lerarenopleiders, om naast de context voeding gebruik te maken van enkele contexten met betrekking tot ziektebeelden en de beroepscontext van doktersassistent, mee te nemen in de ontwerpeisen. Ook het gebruik van kleinere contexten die kunnen worden gekoppeld aan actualiteiten, burgerschapsvorming en doorbraken en trends in de moderne chemie zijn opgenomen als ontwerpeis.

Ook wat betreft samenwerkend leren, onderzoekend leren en gamedidactiek zijn de meningen van de lerarenopleiders uiteenlopend. Zo vindt één lerarenopleider het centraal stellen van samenwerkend leren niet belangrijk, twee staan hier neutraal in en de andere twee vinden dit wel belangrijk. Daarnaast vind ik zelf dat het gebruik van samenwerkend leren afhankelijk is van de hoeveelheid studenten die het vak volgt. Aangezien slechts zes studenten het vak volgen is gekozen om samenwerkend leren niet op te nemen als ontwerpeis en niet te integreren in het vak. Wel zal in het ontwerp (Hoofdstuk 5) worden beschreven waar, als meer studenten in een volgend collegejaar het vak volgen, samenwerkend leren alsnog kan worden toegepast. Wat betreft onderzoekend leren is een vergelijkbare verdeling te zien: twee lerarenopleiders vinden dit niet belangrijk, twee vinden dit belangrijk en één vindt dit heel belangrijk. Daarbij merkt één lerarenopleider nog op dat wat hem betreft onderzoekend leren en nature of science niet nauw verbonden zijn. Hij vindt dat het bij nature of science gaat om een “nieuwe ontdekking” en dat er bij onderzoekend leren “kennis wordt geconstrueerd in de breedste zin”. Ook wat betreft gamedidactiek is er verdeeldheid: twee lerarenopleiders vinden dit helemaal niet belangrijk, één vindt dit niet belangrijk en de andere twee vinden dit wel belangrijk. Voor onderzoekend leren en gamedidactiek is, gezien de verdeeldheid binnen de scheikundevakgroep en gezien het feit dat een van de lerarenopleiders aangeeft dat dit persoonlijke keuzes zijn en afwisseling goed is, afgekoerst op mijn eigen voorkeuren. Zelf vind ik afwisseling in didactische methoden in mijn colleges belangrijk en zie ik in dat zowel het gebruik van onderzoekend leren als gamedidactiek waardevol is, afhankelijk van het onderwerp binnen de biochemie.

Ontwerpeisen voor werkvormen

| Ontwerpeis | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Gemiddelde |
|--|---|---|---|---|---|------------|
| Koppeling van practica met context student | - | - | 3 | 1 | 1 | 3,6 |

Tabel 4. Resultaten uit de vragenlijst behorende bij de stelling over de werkvormen van KCH3. In de beoordelingsschaal staat 1 voor helemaal niet belangrijk, 2 voor niet belangrijk, 3 voor neutraal, 4 voor belangrijk en 5 voor heel belangrijk. Weergegeven zijn het aantal lerarenopleiders per punt van de beoordelingsschaal en het gemiddelde van de ontwerpeisen.

Uit Tabel 4 blijkt dat de lerarenopleiders het neutraal tot belangrijk vinden om een duidelijke koppeling te hebben tussen practica en de contexten in de leefwereld van de student. Ik heb ervoor gekozen om deze ontwerpeis op te nemen, omdat ik het belangrijk vind dat de practica grotendeels kunnen worden uitgevoerd in het tweedegraads gebied.

Ontwerpeisen voor afrondingsvormen

| Ontwerpeis | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Gemiddelde | Ontwerpeis | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Gemiddelde |
|--|---|---|---|---|---|------------|--------------------------------------|---|---|---|---|---|------------|
| Eén vakinhoudelijke en één vakdidactische afrondingsvorm | - | - | - | 2 | 3 | 4,6 | Andere afrondingen dan andere vakken | - | - | 1 | 4 | - | 3,8 |
| Vakdidactische afronding: lesmateriaal ontwikkelen | - | - | 1 | 2 | 2 | 4,2 | Uitvoeren van lesmateriaal op stage | 1 | - | 2 | 1 | 1 | 3,2 |

Tabel 5. Resultaten uit de vragenlijst behorende bij de stellingen over de afrondingsvormen van KCH3. In de beoordelingsschaal staat 1 voor helemaal niet belangrijk, 2 voor niet belangrijk, 3 voor neutraal, 4 voor belangrijk en 5 voor heel belangrijk. Weergegeven zijn het aantal lerarenopleiders per punt van de beoordelingsschaal en het gemiddelde per ontwerpeis.

Uit Tabel 5 blijkt dat de scheikundevakgroep het qua afrondingsvormen (heel) belangrijk vindt dat er gekozen wordt voor één vakinhoudelijke en één vakdidactische afrondingsvorm. Daarnaast zijn zij het erover eens dat het belangrijk is dat de gekozen afrondingsvormen anders zijn dan de afrondingsvormen van de andere scheikundevakken in het vierde leerjaar. Wat betreft de vakdidactische afrondingsvorm vinden de lerarenopleiders het (heel) belangrijk dat de studenten lesmateriaal gaan ontwikkelen en arrangeren vanuit hun eigen onderwijsvisie. Er is echter wel verdeeldheid of het ontwikkelde lesmateriaal ook uitgevoerd moet worden tijdens de stage. Zelf vind ik het heel belangrijk dat het lesmateriaal wordt uitgevoerd op stage, aangezien

studenten dan ervaring opdoen met een manier van lesgeven die zij normaal gesproken zelf misschien niet kiezen. Toch heb ik ervoor gekozen om deze ontwerpeis neutraal te beantwoorden, aangezien misschien niet alle studenten stagelopen of het onderwerp dat zij op dat moment geven zich niet leent voor deze opdracht. Ik vind het onredelijk dat zij het vak niet kunnen halen, omdat zij op dat moment geen stagelopen. Ik heb er daarom voor gekozen om dit niet op te nemen als ontwerpeis.

| Ontwerpeis | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Gemiddelde | Ontwerpeis | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Gemiddelde |
|---------------------------------------|---|---|---|---|---|------------|---|---|---|---|---|---|------------|
| Schriftelijk tentamen met open vragen | - | - | - | 4 | - | 4,0 | Betoog | 2 | 3 | - | - | - | 1,6 |
| Criterium gericht interview | - | 1 | 1 | 1 | 2 | 3,8 | Schriftelijk tentamen met meerkeuzevragen | 4 | - | 1 | - | - | 1,4 |
| Spel | 1 | - | 2 | 2 | - | 3,0 | | | | | | | |

Tabel 6. Resultaten uit de vragenlijst behorende bij de stellingen over de vakinhoudelijke afrondingsvorm van KCH3. In de beoordelingsschaal staat 1 voor past het minst goed bij het vak en 5 voor past het beste bij het vak. Weergegeven zijn het aantal lerarenopleiders per punt van de beoordelingsschaal en het gemiddelde per ontwerpeis.

Uit Tabel 6 blijkt dat de lerarenopleiders het helemaal met elkaar eens zijn dat een schriftelijk tentamen met open vragen een goed passende vakinhoudelijke afrondingsvorm is. Een schriftelijk tentamen met meerkeuzevragen of het schrijven van een betoog vinden de meeste lerarenopleiders binnen de scheikundevakgroep een minder passende afrondingsvorm. Wat betreft het CGI en het spel is er veel verdeeldheid. Eén lerarenopleider vindt een CGI de best passende afrondingsvorm en een spel een niet passende afrondingsvorm, twee lerarenopleiders vinden een CGI en een spel beide een goed passende afrondingsvorm, één lerarenopleider vindt een spel een beter passende afrondingsvorm dan een CGI en één lerarenopleider vindt een CGI een beter passende afrondingsvorm dan een spel. Eén van de lerarenopleiders adviseert mij daarnaast om een meerkeuzetoets te doen en direct daaropvolgend een CGI aan de hand van de meerkeuzetoets. Een andere lerarenopleider raadt mij deze combinatie van een meerkeuzetoets en CGI af, aangezien dit organisatorisch een uitdaging is. Voor de vakinhoudelijke afrondingsvorm heb ik, gezien de verdeeldheid binnen de scheikundevakgroep, afgekoerst op mijn eigen voorkeuren. Zelf heb ik twee jaar KCH4 gegeven. Dit vak werd afgerond met een schriftelijk tentamen met open vragen. Dit is een heel geschikte afrondingsvorm, maar tijdens het nakijken vond ik het jammer dat ik niet door kon vragen op gegeven antwoorden. Ik heb daarom voor een CGI als vakinhoudelijke afrondingsvorm gekozen.

4.2 Deelvraag III. Ontwerpeisen op basis van eerdere resultaten en ervaringen bij KCH4: organisatie, vakinhoud, werkvormen en afrondingsvormen

Het is van belang om rekening te houden met resultaten en ervaringen van voorgaande jaren. Hierom zijn de antwoorden die gegeven zijn op de feedbackformulieren van KCH4 van collegejaar 2021/2022 en 2022/2023 geanalyseerd (Bijlage 8). Hieronder is een samenvatting gegeven van de feedback, welke eenvoudig kan worden omgezet in ontwerpeisen.

Organisatie

- Studenten waarderen het dat er ruimte was om vragen te stellen over de onderwerpen van de leerstof, maar ook over andere dingen die hen interesseren.
- Een duidelijke structuur en planning en mooie en duidelijke PowerPoint presentaties is iets wat studenten aanspreekt.
- Het feit dat er goed overleg was tussen de docent en de studenten, vinden de studenten fijn.
- Studenten geven aan dat het aantal colleges, vier colleges van 3 uur en twee colleges van 7 uur voor KCH4, te weinig was voor de hoeveelheid stof. Ze geven aan dat het best veel lesstof is en dat door te weinig lestijd de lessen gehaast zijn. Het is daarom goed dat voor KCH3, zoals beschreven in Hoofdstuk 1, meer dan het dubbele aantal college-uren is ingepland.
- Het overgrote deel van de studenten geeft aan dat het fijner is om de practica te verdelen over meerdere colleges dan om één practicumdag in te roosteren.
- Van de tien studenten die deze feedbackformulieren hebben ingevuld, vinden vier studenten de hoofdstukken over metabolisme moeilijk. Eén student vindt de hoofdstukken over voedingsmiddelen lastig, één student vindt het hoofdstuk over erfelijkheid moeilijk en één student vindt de naamgeving van koolhydraten moeilijk.
- Van de studenten die aanwezig zijn geweest bij het vragenuurtje van KCH4 geeft iedereen aan dat dit nuttig en fijn was en dat ze er veel aan hebben gehad.

Werkvormen

- De werkvorm waarin studenten etiketten van voedingsmiddelen moesten meenemen van producten waar ze zich verbaasden over de (hoeveelheid) voedingsstoffen, vinden studenten leuk. Het contextgerichte en het meenemen van iets uit hun leefomgeving spreekt hen aan. Ze vinden het een leuke opening en introductie.
- De studenten vinden de quizjes om voorkennis te activeren en leerstof te herhalen fijn.
- Een aantal studenten geeft aan dat zij de koppeling tussen de theorie en het practicum soms misten.
- Ook geeft een student aan dat het fijn zou zijn geweest als er meer opdrachten waren om mee te oefenen.

Afrondingsvormen

- Een aantal studenten geeft aan dat zij het nut van de meetrappen van de practica niet inzien en dat deze bespreking ook mondeling had gekund.

Om meer rekening te houden met resultaten en ervaringen van voorgaande jaren zijn tentamenresultaten van KCH4 van collegejaar 2021/2022 en 2022/2023 geanalyseerd (Bijlage 9). Dit om te bepalen welke onderwerpen studenten moeilijk vonden. In Tabel 7 zijn de gemiddelde p-waardes per subdomein weergegeven.

| Subdomein | Gemiddelde p-waarde tentamens 2021/2022 (10 studenten) | Gemiddelde p-waarde tentamens 2022/2023 (13 studenten) | Gemiddelde p-waarde (23 studenten) |
|------------------------------------|--|--|------------------------------------|
| Voeding | 0,87 | 0,86 | 0,86 |
| Koolhydraten | 0,57 | 0,40 | 0,47 |
| Lipiden | 0,52 | 0,55 | 0,54 |
| Eiwitten | 0,62 | 0,69 | 0,66 |
| Enzymen | 0,50 | 0,56 | 0,53 |
| Metabolisme & cellulaire processen | 0,39 | 0,40 | 0,40 |
| DNA, RNA & nucleïne-zuren | 0,49 | 0,68 | 0,60 |

Tabel 7. Gemiddelde p-waardes per subdomein voor de tentamens van KCH4 in collegejaar 2021/2022 & 2022/2023.

Hoe hoger de p-waarde, hoe makkelijker het subdomein werd ervaren en hoe lager de p-waarde, hoe moeilijker het subdomein werd ervaren. Tabel 7 laat zien dat voeding als relatief makkelijk werd ervaren (p-waarde = 0,86). Verder werden de subdomeinen, koolhydraten, lipiden en enzymen ongeveer even moeilijk ervaren (p-waarde = 0,47, 0,54 en 0,53, respectievelijk) en eiwitten werd iets makkelijker ervaren (p-waarde = 0,66). Er is, ten slotte, te zien dat metabolisme & cellulaire processen (p-waarde = 0,40) moeilijker werd ervaren dan DNA, RNA & nucleïne-zuren (p-waarde = 0,60) en dat biotechnologie niet werd behandeld.

Op basis van de resultaten is er gekozen het vak te starten met voeding en dit te combineren met een algemene introductie, het activeren van voorkennis en stilstaan bij vakdidactiek. Voeding sluit namelijk goed aan bij de belevingswereld van studenten. Logischerwijs is er vervolgens voor gekozen om achtereenvolgens koolhydraten, lipiden, eiwitten en enzymen te behandelen. Aangezien koolhydraten, lipiden en enzymen ongeveer even moeilijk werden ervaren, is ervoor gekozen om voor elk subdomein één college in te plannen. Ondanks dat eiwitten makkelijker werd ervaren, is hier toch één college voor ingepland gezien de hoeveelheid nieuwe concepten in dit subdomein. Aangezien metabolisme & cellulaire processen als relatief moeilijk werd ervaren, wat blijkt uit zowel de p-waarde als de feedbackformulieren, is ervoor gekozen om hier twee colleges voor uit te trekken. DNA, RNA & nucleïne-zuren werd minder moeilijk ervaren, maar aangezien dit subdomein veel nieuwe concepten bevat zijn hiervoor twee colleges ingepland. Voor biotechnologie is één college ingepland, zodat precies nog één college overblijft. Uit de feedbackformulieren bleek dat studenten een vragenuurtje nuttig vinden. Er is daarom gekozen om dit laatste college te gebruiken voor herhaling en de mogelijkheid tot vragen stellen. Een voorlopige planning voor de colleges is te vinden in Bijlage 10. Hieronder is een samenvatting gegeven van deze organisatorische en vakinhoudelijke ontwerpen.

Organisatorische ontwerpen

- Voor de subdomeinen voeding, koolhydraten, lipiden, eiwitten, enzymen en biotechnologie moet één college worden ingepland. Voor de subdomeinen metabolisme & cellulaire processen en DNA, RNA & nucleïne-zuren moeten twee colleges worden ingepland.

Vakinhoudelijke ontwerpen

- Volgorde van de subdomeinen moet zijn: 1) voeding, 2) koolhydraten, 3) lipiden, 4) eiwitten, 5) enzymen, 6) metabolisme & cellulaire processen, 7) DNA, RNA & nucleïne-zuren en 8) biotechnologie.

4.3 Deelvraag III. Verdere ontwerpeisen: organisatie, vakinhoud, didactiek en afrondingsvormen

Organisatorische ontwerpeisen

Voor de ontwikkeling van het vak is rekening gehouden met de organisatorische punten zoals beschreven in Tabel 8.

| Informatie organisatie KCH3 | |
|--|--|
| Aantal studenten | 6 |
| Periode | september tot en met december 2023 |
| Duur van de colleges | 6 uur (10:30 – 16:30 uur of 11:30 – 17:30 uur) |
| Collegedag | vrijdagen |
| Aantal colleges | 11 |
| Lokaal | A0.90 (het scheikundelokaal met lab) |
| Datum vakinhoudelijke afrondingsvorm (CGI) | vrijdag 8 december van 10:30 – 14:30 uur |
| Boek | General Organic & Biochemistry van Hein, Pattison & Arena (2013) |

Tabel 8. Belangrijke organisatorische punten KCH3.

Vakinhoudelijke ontwerpeisen

In de kennisbasis van de tweedegraads lerarenopleiding scheikunde staat beschreven welke concepten studenten moeten kennen en begrijpen en wat ze moeten kunnen (10 voor de leraar, 2017). Eén van de vakinhoudelijke ontwerpeisen is dat het derde domein (life sciences) van de kennisbasis volledig moet worden gedekt binnen het vak. Dit domein bestaat uit zeven subdomeinen: 1) koolhydraten, 2) lipiden, 3) eiwitten, 4) DNA, RNA & nucleïnezuren, 5) biotechnologie, 6) voeding en 7) metabolisme & cellulaire processen. Zoals eerder beschreven wordt gebruik gemaakt van het boek *Introduction to General Organic & Biochemistry* van Hein, Pattison & Arena (2013) om studenten de concepten behorende bij de subdomeinen aan te leren. In Tabel 9 is weergegeven welk hoofdstuk uit het boek vergelijkbaar is met welk subdomein.

| Subdomein uit het Derde Domein (life sciences) van de Kennisbasis Tweedegraads Lerarenopleiding Scheikunde | Hoofdstuk uit het Boek "Introduction to General Organic & Biochemistry" |
|--|---|
| 3.1 Koolhydraten | 27. Carbohydrates |
| 3.2 Lipiden | 28. Lipids |
| 3.3 Eiwitten | 29. Amino Acids, Polypeptides and Proteins 30. Enzymes |
| 3.4 DNA, RNA en nucleïnezuren | 31. Nucleic Acids and Heredity |
| 3.5 Biotechnologie | - |
| 3.6 Voeding | 32. Nutrition |
| 3.7 Metabolisme en cellulaire processen | 33. Bioenergetics 34. Carbohydrate Metabolism 35. Metabolism of Lipids and Proteins |

Tabel 9. Overzicht koppeling subdomeinen van het derde domein van de kennisbasis met de hoofdstukken uit het boek *Introduction to General Organic & Biochemistry* van Hein, Pattison & Arena (2013).

Het is van belang dat voor elk van de subdomeinen leerdoelen worden geformuleerd. De leerdoelen zoals geformuleerd in de kennisbasis moeten studenten minimaal beheersen. De leerdoelen zijn per subdomein geformuleerd in Bijlage 11. Naast leerdoelen is ervoor gekozen om subdomein-overstijgende leeruitkomsten te formuleren, zoals op de volgende bladzijde weergegeven. De leeruitkomsten die niet cursief zijn weergegeven zijn gebaseerd op de leerdoelen in Bijlage 11 en de leeruitkomsten die cursief zijn weergegeven zijn toegevoegd op basis van wat de scheikundevakgroep en ik belangrijk vinden.

Aan het einde van het vak KCH3 kan de student ...

- De verschillende klassen van voedingsstoffen benoemen.
- *Etiketten op voedingsmiddelen lezen en begrijpen.*
- De belangrijkste eigenschappen en functies van koolhydraten, lipiden en eiwitten benoemen.
- Koolhydraten, lipiden en eiwitten karakteriseren.
- De structuur-eigenschap relaties van koolhydraten, lipiden en eiwitten verklaren.
- *Van onbekende stoffen herkennen of deze gemaakt worden op basis van koolhydraten, lipiden of eiwitten.*
- Eenvoudige reactievergelijkingen met koolhydraten, lipiden en eiwitten opstellen: polymerisatie/condensatie, hydrolyse, verzeppen, hydrogenatie en zwavelbrugvorming.
- Het metabolisme van koolhydraten, vetten en eiwitten uitleggen met de daarin voorkomende sleutelverbindingen.
- De werking van enzymen beschrijven en koppelen aan de structuur van eiwitten.
- *Toepassingen en voor- en nadelen van het gebruik van enzymen in de industrie beschrijven.*
- De bouw, structuur, eigenschappen en functie van nucleïnezuren (DNA en RNA) beschrijven.
- Met behulp van de genetische code uitleggen hoe DNA-replicatie, transcriptie, translatie en eiwitsynthese plaatsvindt in een cel.
- De structuur van DNA en RNA tekenen op basis van de basevolgorde en de aminozuurvolgorde uit een stuk DNA/RNA afleiden en omgekeerd.
- Uitleggen hoe een peptide en een stuk DNA/RNA worden geanalyseerd en gesynthetiseerd.
- Uitleggen hoe genetische modificatie, klonen, muteren en DNA-fingerprinting uitgevoerd kan worden.
- *Een aantal normen en waarden die worden toegekend aan actuele ontwikkelingen in het vakgebied benoemen, zoals E-nummers, genetische modificatie en kloneren.*
- *Een aantal veelgebruikte biochemische laboratoriumtechnieken en aantoningsreacties beschrijven en uitvoeren.*
- *Beschrijvende literatuur op het gebied van biochemie begrijpen en vinden.*
- *Actualiteiten en burgerschapsvorming gebruiken en toepassen in zijn of haar lessen in het tweedegraads scheikunde lesgebied.*
- *Zijn of haar visie als toekomstig scheikundedocent en zijn of haar rol in burgerschapsvorming van leerlingen in het tweedegraads scheikunde lesgebied formuleren.*

Het vak KCH3 is de opvolger van KCH1 en KCH2. De koolstofchemieleerlijn is concentrisch, wat betekent dat bepaalde begrippen en leerinhouden gedurende de vakken enkele keren aan de orde komen. Bepaalde voorkennis uit KCH1 en KCH2 is relevant voor KCH3. Daarnaast is ook voorkennis uit andere vakken relevant voor KCH3. Voorkennis is de al aanwezige kennis en ervaring van studenten (van Ast, de Loor & Spijkerboer, 2021f). Om nieuwe leerstof te verankeren is het aansluiten bij wat studenten al weten en het activeren van voorkennis essentieel (Surma et al., 2022b). Nieuwe informatie wordt dan eerder gezien als betekenisvol en relevant (van Ast, de Loor & Spijkerboer, 2021f) en studenten krijgen op deze manier kapstokken waar nieuwe kennis aan kan worden opgehangen (Marzano & Miedema, 2018). Leren bestaat voor een groot deel uit nieuwe informatie op een goede manier inpassen in de voorkennis (van Ast, de Loor & Spijkerboer, 2021g). Hoe meer verbanden een student kan leggen, hoe groter de kans dat hij of zij de informatie onthoudt (Geerts & van Kralingen, 2021c). Nieuwe leerstof die niet wordt gekoppeld aan kennis in het langetermijngeheugen zal geen 'greep' vinden en snel worden vergeten (Surma et al., 2022c). Met andere woorden, als de verbinding tussen de voorkennis van studenten en de nieuwe kennis niet wordt gelegd, is er geen begrip (Marzano & Miedema, 2018). Het is daarom van belang om inzichtelijk te maken welke voorkennis studenten moeten hebben, zodat dit gebruikt kan worden om actieve werkvormen te ontwikkelen om relevante voorkennis te activeren (Surma et al., 2022c). Deze voorkennis voor KCH3 staat beschreven op de volgende bladzijde.

De student kan ...

- Herkennen of een verbinding organisch of anorganisch is.
- De functionele groepen alcohol, ether, amine, carbonzuur, amide, aldehyde, keton en ester herkennen in structuurformules en de structuurformule tekenen als de naam van de functionele groep gegeven is.
- De betekenis uitleggen van de numerieke voorvoegsels mono, di, tri, et cetera deca.
- Het verschil uitleggen tussen een reactievergelijking, syntheseroute en reactiemechanisme en begrijpen wat er met elk van deze concepten bedoeld wordt.
- Uitleggen dat een monomeer een bouwsteen is van een polymeer en de repeterende eenheid van een polymeer weergeven als het monomeer gegeven is en vice versa.
- Uitleggen wat waterstofbruggen zijn, herkennen waar in een verbinding waterstofbruggen kunnen worden gevormd en de begrippen polair/hydrofiel en apolair/hydrofoob hanteren.
- Uitleggen dat enantiomeren bestaan bij moleculen met een asymmetrisch (chiraal) koolstofatoom en vaststellen of een enantiomeer R of S is.
- Ringvorming van de open/ketenvorm naar de cyclische vorm en mutarotatie uitleggen.
- De begrippen nucleofiel en elektrofiel gebruiken en begrijpen hoe de elektronenflow in reactiemechanismen wordt getekend.
- Uitleggen dat een kation een positief geladen deeltje is en een anion een negatief geladen deeltje.
- Het verschil tussen verzadigde en onverzadigde verbindingen herkennen en beschrijven.
- Benoemen of een verbinding een cis of trans configuratie heeft.
- Uitleggen wat een emulsie is.
- Definitie geven en reactievergelijkingen opstellen van hydrolyse, hydrogeneren en condensatie.
- Uitleggen dat een zuur een H⁺-ion kan afstaan en een base een H⁺-ion kan opnemen.
- Uitleggen dat de pH gelijk is aan het tegengestelde van het logaritme (met grondtal 10) van de concentratie H₃O⁺-ionen en een maat is voor de zuurgraad van waterige oplossingen.
- Het verschil uitleggen tussen een amfolyt en een amfoteer.
- Beschrijven wat een katalysator is.
- Uitleggen dat een oxidator/gereduceerde verbinding elektronen kan opnemen en dat een oxidatie een reactie is waarbij een reductor elektronen afstaat aan een oxidator.
- Uitleggen dat een reductor/geoxideerde verbinding elektronen kan afstaan en dat een reductie een reactie is waarbij een oxidator elektronen opneemt van een reductor.
- De kloppende reactievergelijking van de fotosynthese opstellen.

Didactische ontwerpisen

Daarnaast is het bij het ontwerp en de ontwikkeling van KCH3 belangrijk om te verdiepen in misconcepties die bestaan bij de verschillende subdomeinen binnen de biochemie. Misconcepties zijn foutieve ideeën van studenten die niet overeenkomen met de wetenschap (Taber, 2002). Ze spelen een grote rol bij het leren van scheikunde (Horton, 2007). Studenten construeren bewust en onbewust concepten als verklaringen voor gedrag, eigenschappen of theorieën in hun belevingswereld. Als nieuwe informatie in het college niet strookt met hun eigen alternatieve concepties, biedt dit weerstand. Alternatieve concepties ontstaan door geen of onvoldedige voorkennis, bestaande alternatieve concepties (buitenwereld), verkeerd begrip door onvoldoende taalbegrip, onderschatting van de relevantie, onduidelijke verbanden, gecompliceerder dan het in eerste instantie leek of doordat het niet goed uitgelegd is (de Graaf, 2022). In de wetenschappelijke literatuur zijn verschillende misconcepties behorende bij de subdomeinen te vinden. Zo beschrijven Milenković et al. (2016) misconcepties over koolhydraten. Deze misconcepties zijn echter gebaseerd op leerstof die verder gaat dan datgene wat studenten van de lerarenopleiding scheikunde moeten kennen en kunnen. De misconceptie dat koolhydraten aan de algemene molecuulformule C_n(H₂O)_n voldoen (Derman, 2023), is een misconceptie die ik altijd bespreek in de colleges. Studenten krijgen dan de opdracht om koolhydraten op te zoeken die niet aan deze algemene molecuulformule voldoen. Samen met de studenten wordt dan geconcludeerd dat veel koolhydraten niet aan deze molecuulformule voldoen, zoals desoxymonosachariden, di- en polysachariden. Door deze werkvorm heb ik deze misconceptie nog nooit vast kunnen stellen bij studenten. Daarnaast worden er ook misconcepties over metabolisme beschreven (Morton, Doran & Maclaren, 2008; Storey, 1991). Ook hier geldt dat deze verder gaan dan de leerstof. Bovendien wordt in de literatuur ook de misconceptie "aminozuren zijn de producten van translatie" beschreven (Fisher, 1985). Dit is een misconceptie die ik, in de jaren dat ik het vak biochemie geef, nog niet eerder ben tegengekomen. Andere misconcepties over eiwitten, DNA, RNA, nucleïnezuren en biotechnologie die worden beschreven in de literatuur (Demirci & Oktay, 2021; Villafaña et al., 2011; Wisch et al., 2018), zijn of misconcepties die ik nog niet eerder ben tegengekomen of misconcepties die verder gaan dan de leerstof. Wel heb ik, op basis van eerdere ervaringen, een aantal veelvoorkomende fouten en

aandachtspunten bij de didactiek waarmee rekening is gehouden bij het ontwikkelen van het vak. Biochemie is talig is en bevat veel nieuwe concepten. Studenten vinden het lastig om deze concepten allemaal uit hun hoofd te leren. Als een beschrijving van een concept wordt gegeven vinden ze het lastig om de naam van dit concept te reproduceren, terwijl het uitleggen van een concept hen beter afgaat. Door deze grote hoeveelheid concepten, worden concepten ook door elkaar gehaald (bijv. replicatie, transcriptie en translatie). Verder vinden studenten het lezen van een structuurformule die is weergegeven met de skeletformule lastig. Ook het tekenen van structuurformules gaat nog wel eens verkeerd. Zo wordt de peptidebinding vaak verkeerd getekend (bijv. een extra zuurstofatoom in de peptidebinding of het vergeten te tekenen van een waterstofatoom aan het stikstofatoom). Bij het tekenen van structuurformules van aminozuren worden de zijketens niet altijd correct overgenomen uit BiNaS en wordt het waterstofatoom aan het centrale koolstofatoom lang niet altijd getekend. Ook worden er fouten gemaakt in het tekenen van een 'fragment' van een peptide of het tekenen van een 'volledig' peptide. Verder is het opvallend dat als het concept steroïden wordt geïntroduceerd als soort lipide, studenten verward zijn. Studenten associëren steroïden met sporten en spiergroei. Aangezien sporters vaak extra eiwitten nemen denken studenten dat steroïden aminozuren of eiwitten zijn.

Ontwerpeisen voor werkvormen

In Tabel 9 is weergegeven welk hoofdstuk uit het boek vergelijkbaar is met welk subdomein van het derde domein (life sciences) van de kennisbasis. Hieruit blijkt dat biotechnologie niet wordt beschreven in het gebruikte boek. Er is daarom navraag gedaan bij de tweedegraads lerarenopleiding scheikunde van de Hogeschool van Amsterdam en Fontys Hogeschool en voor practica is navraag gedaan bij de tweedegraads lerarenopleiding biologie van Hogeschool Windesheim, om te onderzoeken hoe zij dit subdomein aanpakken. Bij de Hogeschool van Amsterdam wordt gebruik gemaakt van het boek Essential Organic Chemistry van Paula Yurkanis Bruice en bij Fontys Hogeschool van Organic Chemistry van Paula Yurkanis Bruice. Beide genoemde boeken, evenals het boek waar op Windesheim gebruik van wordt gemaakt, beschrijven biotechnologie onvoldoende. In Amsterdam wordt daarom gebruik gemaakt van de havo NLT-module 'Door de ZOETE appel heen bijten'. Deze module is kwalitatief goed en op onderzoekende wijze komen enzymen en hun werking, erfelijkheid, de structuur van DNA, DNA-replicatie, DNA-transcriptie, translatie, recombinant-DNA-techniek en PCR aan bod. Aangezien de doelgroep voor deze NLT-module havo bovenbouw is, moet rekening worden gehouden met het beoogde hbo-niveau. Bij Fontys hebben de lerarenopleiders zelf lesmateriaal ontwikkeld. Zij houden het bij een korte uitleg van het principe van een paar basale biotechnologische technieken en maken daarbij gebruik van artikelen van NEMO kennislink en Nederlandstalige filmpjes op YouTube. Ook wordt gebruik gemaakt van Engelstalige filmpjes op YouTube van Bozeman Science. Bij de tweedegraads lerarenopleiding biologie van Hogeschool Windesheim wordt gebruik gemaakt van een aantal kits van Bio-Rad: de Crime Scene Investigator PCR Basics Kit, de pGLO Bacterial Transformation Kit en de CRISPR Gene Editing Kit. Voor al deze kits geldt dat er meerdere lessen voor uit moeten worden getrokken. Dit kan meestal niet op dezelfde dag, aangezien er vaak een stap bij zit waar meerdere uren, een nacht of dag gewacht moet worden. Het is mogelijk om gebruik te maken van het materiaal wat biologie heeft (elektroforese apparaat, PCR, gietsysteem gels), maar de kits moeten wel zelf aangeschaft worden.

Op basis hiervan heb ik besloten om voor biotechnologie zelf materiaal te ontwikkelen en dat er geen practica worden gedaan, aangezien die te veel tijd kosten.

5. Deelvraag IV: Ontwerp

5.1 Ontwerpeisen

De ontwerpeisen die gebaseerd zijn op de scheikundevakgroep en de aanvullende ontwerpeisen zijn te vinden in Tabel 10.

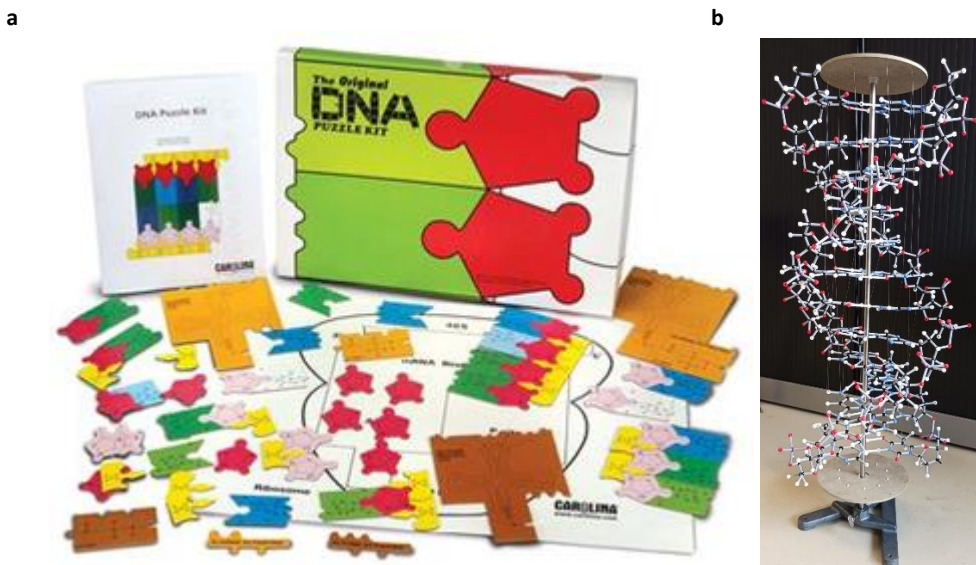
| Organisatorische ontwerpeisen | |
|---|--|
| 1. Voor het vak moet gebruik worden gemaakt van het boek <i>Introduction to General Organic & Biochemistry</i> van Hein, Pattison & Arena (2013). | 6. Voor het vak moet gebruik worden gemaakt van 11 colleges van 6 uur op de vrijdagen (van 10:30 – 16:30 uur of van 11:30 – 17:30 uur) in de periode van 8 september t/m 1 december 2023. |
| 2. Tijdens de colleges moet ruimte zijn voor overleg tussen de studenten en de docent. | 7. De vakinhoudelijke afrondingsvorm moet worden afgenomen op vrijdag 8 december van 10:30 – 14:30 uur. |
| 3. De colleges moeten plaatsvinden in A0.90, het scheikundelokaal waarin practica kunnen worden uitgevoerd. | 8. Er moet gebruik worden gemaakt van een duidelijke structuur en planning. |
| 4. Er moet een vragenuurtje worden ingepland aan het eind van het vak. | 9. Practica moeten verspreid worden over de colleges in plaats van het inroosteren van een practicumdag. |
| 5. Tijdens de colleges moet ruimte en tijd worden gereserveerd voor het stellen van vragen over de lesstof en over onderwerpen die gekoppeld zijn aan de lesstof en waar studenten zich voor interesseren. | 10. Voor elk van de subdomeinen voeding, koolhydraten, lipiden, eiwitten, enzymen en biotechnologie moet één college worden ingepland. Voor elk van de subdomeinen metabolisme & cellulaire processen en DNA, RNA & nucleïnezuuren moeten twee colleges worden ingepland. |
| Vakinhoudelijke ontwerpeisen | |
| 11. Het vak moet aansluiten op de vakken “KCH1: Koolstofchemie; <i>How they make it</i> ” en “KCH2: Koolstofchemie; <i>Maken en opruimen, the next level</i> ” om ervoor te zorgen dat de koolstofchemie leerlijn concentrisch is. Dit kan worden gewaarborgd door o.a. voorkennis uit beide vakken te activeren. | 16. Er moet gebruik worden gemaakt van de context voeding en daarnaast van enkele contexten met betrekking tot ziektebeelden en de beroepscontext van doktersassistent. Ook moeten kleinere contexten die kunnen worden gekoppeld aan actualiteiten, doorbraken en trends in de moderne chemie en burgerschapsvorming worden gebruikt. |
| 12. Domein 3 (life sciences) van de kennisbasis scheikunde van de tweedegraadslerarenopleiding moet volledig worden gedekt binnen het vak. | 17. In het vak moet stil worden gestaan bij doorbraken en trends in de moderne chemie, aan de hand van berichtgeving in de media (domein 9.1 kennisbasis scheikunde). |
| 13. De volgorde van de subdomeinen moet zijn: 1) voeding, 2) koolhydraten, 3) lipiden, 4) eiwitten, 5) enzymen, 6) metabolisme & cellulaire processen, 7) DNA, RNA & nucleïnezuuren en 8) biotechnologie. | 18. In het vak moet stil worden gestaan bij de rol van studenten als toekomstig scheikundedocent en hun rol in burgerschapsvorming. |
| 14. In het vak moet rekening worden gehouden met wat studenten in het tweedegraadsgebied tegen kunnen komen. | 19. Actualiteiten moeten worden geïntegreerd in het vak. |
| 15. Vakdidactiek moet worden geïntegreerd in het vak. | 20. Burgerschapsvorming moet worden geïntegreerd in het vak. |
| Didactische ontwerpeisen | |
| 21. In het vak moet afwisselend gebruik worden gemaakt van onderzoekend leren en gamedidactiek afhankelijk van het onderwerp van de biochemie en de gekozen werkvorm. | 24. In het vak moet niet gebruik worden gemaakt van samenwerkend leren, maar in het ontwerp moet wel worden beschreven waar, als meer studenten in een ander collegejaar het vak volgen, samenwerkend leren alsnog kan worden toegepast. |
| 22. De gekozen didactische methoden en de gekozen werkvormen moeten worden geëxpliciteerd in het vak. | 25. Er moet rekening worden gehouden met veelvoorkomende fouten in de biochemie en bijbehorende aandachtspunten in de didactiek. |
| 23. In het vak moet gebruik worden gemaakt van contextueel leren. | |
| Ontwerpeisen voor werkvormen | |
| 26. De werkvorm waarin studenten etiketten van voedingsmiddelen meenemen van producten waar ze zich verbazen over de (hoeveelheid) voedingsstoffen moet worden geïmplementeerd. | 29. In het vak moeten practica worden gedaan met een duidelijke koppeling naar contexten in de leefwereld van de student (domein 12.5 kennisbasis scheikunde). |
| 27. Er moet gebruik worden gemaakt van mooie en duidelijke PowerPoint presentaties. | 30. Er moeten voldoende oefenopdrachten beschikbaar zijn voor het vak. |
| 28. Practica moeten worden gekoppeld aan de theorie. | 31. De quizjes aan het begin van het college om voorkennis te activeren en leerstof te herhalen moeten worden geïntegreerd in KCH3. |
| Ontwerpeisen voor afrondingsvormen | |
| 32. De vakinhoudelijke afrondingsvorm is een criterium gericht interview (met name gericht op redeneer- en toepasvragen volgens de TIMMS-toetstaxonomie). | 35. Zowel de vakinhoudelijke- als de vakdidactische afrondingsvorm moeten anders zijn dan de afrondingsvormen van de scheikundige vakken die studenten volgen in het vierde leerjaar. |
| 33. De afronding bestaat uit één vakinhoudelijke en één vakdidactische afrondingsvorm. | 36. Van de practica hoeft geen meetrapport te worden ingeleverd. Practica moeten klassikaal worden nabesproken direct na uitvoering van het practicum. |
| 34. De vakdidactische afrondingsvorm moet bestaan uit het ontwikkelen en arrangeren van lesmateriaal vanuit een eigen onderwijsvisie (domein 13.7 van de kennisbasis scheikunde). Uitvoering van het lesmateriaal op de stage moet bonuspunten opleveren in de rubric van deze vakdidactische afrondingsvorm. | |

Tabel 10. Ontwerpeisen voor KCH3. Niet cursief weergegeven ontwerpeisen zijn gebaseerd op literatuur en de scheikundevakgroep. Cursief weergegeven ontwerpeisen zijn gebaseerd op basis eerdere ervaringen en aanvullende eisen.

5.2 Beschrijving ontwerp

Om ervoor te zorgen dat de verschillende didactische methoden en de concepten uit domein 3 (life sciences) worden verwerkt, is voor het ontwerp gebruik gemaakt van Tabel 11. In de tabel staan de verschillende colleges, subdomeinen en titels van de werkvormen weergegeven. Voor elke werkvorm is benoemd met welke didactische methode de concepten worden aangeleerd.

In het vak is voor contextueel- en onderzoekend leren gekozen als concepten eenvoudig uitgezocht kunnen worden door studenten. Dit zijn concepten in subdomeinen die studenten, volgens de analyse van de feedbackformulieren en tentamens zoals beschreven in Hoofdstuk 4.2, relatief eenvoudig oppakken. In het vak is gekozen voor verschillende contexten per subdomein (Bijlage 12). De gekozen contexten zijn zo veel mogelijk actualiteiten en dragen bij aan burgerschapsvorming. Een groot deel van de contexten zijn gebaseerd op actuele wetenschap om studenten hier kennis mee te laten maken, iets wat bij andere vakken minder aan de orde komt. Verder is ervoor gekozen om actualiteiten en burgerschapsvorming te integreren in de vakdidactische opdracht. Daarnaast is voor MDI gekozen als in voorgaande jaren bleek dat studenten moeite hadden met de concepten. Ook is gamedidactiek verwerkt in het vak door elk college te starten met een quizje om voorkennis te activeren en leerstof te herhalen. Bovendien is gamedidactiek geïntegreerd door voor de herhalingsles een taalspel en een educational escaperoom te ontwikkelen. Ondanks dat samenwerkend leren geen ontwerp is, is er wel aangegeven als er voor bepaalde werkvormen mogelijkheden tot samenwerkend leren zijn. Dit is aangegeven door achter de naam van de werkvorm in Tabel 11 een sterretje (*) weer te geven. Bij al deze werkvormen kan gebruik worden gemaakt van 'expertgroepjes' waarin groepjes studenten zich verdiepen in een bepaald concept of in argumenten van voor- of tegenstanders. Bij de werkvormen "E-nummers: voor of tegen?" en "Genetische modificatie: voor of tegen?" kan daarnaast ook gebruik worden gemaakt van een debat waarin 'voor- en tegenstanders' stellingen voorgelegd krijgen die zij moeten beargumenteren. Ten slotte zijn er in Tabel 11 ook werkvormen weergegeven met een driehoekje (^Δ), waarvoor gebruik moeten worden gemaakt van de DNA puzzel kit van Carolina (Afbeelding 4a)(Carolina, n.d.) en een 3D DNA-model (Afbeelding 4b).



Afbeelding 4. a) DNA puzzel kit van Carolina (Carolina, n.d.), b) 3D DNA-model.

Zoals te zien in Tabel 11 is in het vak gebruik gemaakt van verschillende werkvormen welke via afwisselende didactiek worden aangeboden. Voor deze verzameling van werkvormen is een werkboek (inclusief antwoordmodel) ontwikkeld. De eerste paar pagina's van dit werkboek zijn weergegeven in Bijlage 13. Naast dit werkboek zijn ook nog andere lesmaterialen ontwikkeld zoals PowerPoint presentaties, voorkennistest, quizjes, taalspel, Escape the Classroom en een vakdidactische opdracht. Met behulp van deze verschillende lesmaterialen is ook de Brightspace van het vak ingericht. De ideeën achter de voorkennistest, quizjes, taalspel, Escape the Classroom en vakdidactische opdracht worden toegelicht op blz. 30, 31 en 32.

| College Datum Subdomein | Model Directe Instructie | Contextueel- en onderzoekend leren | Gamedidactiek |
|---|--|---|--|
| College 1 8 september Voeding | <p>Vakdidactische opdracht Uitleg vakdidactische opdracht en uitgebreid stilstaan bij vakdidactiek: de rol van burgerschapsvorming en het gebruik van actualiteiten in het scheikundeonderwijs.</p> <p>Voorkennistest Activeren van voorkennis en herhalen van concepten uit KCH1 en KCH2.</p> <p>Opdrachten voeding bij instructie Hoofdbestanddelen van voedsel (koolhydraten, vetten, eiwitten, vitaminen, mineralen, water), micro- en macronutriënten, biochemisch oplosmiddel, (an)organische verbindingen, (on)verzadigde vetzuren, aminozuren, vitaminetekort, hydrofoob, hydrofiel.</p> | <p>Etiketten op voedingsmiddelen Onderzoeken welke (hoeveelheden van) voedingsstoffen en energie zich bevinden in meegebrachte (etiketten van) voedingsmiddelen, voedingsstoffen (koolhydraten, vetten, eiwitten, vitaminen, mineralen, water), micro- en macronutriënten, schijf van vijf, ADH, RI.</p> <p>Wat zijn E-nummers? Functies van additieven en E-nummers en ondervinden dat 'E-nummers' zich ook bevinden in natuurlijke voedingsmiddelen zoals groente en fruit.</p> <p>E-nummers: voor of tegen?* Argumenten van voor- en tegenstanders van E-nummers.</p> <p>Voedingsmiddelenpracticum* Aantoningsreacties van zetmeel, mono- en disachariden, vitamine C, eiwitten, vetten en natriumchloride m.b.v. indicatoren in voedingsmiddelen.</p> | <p>Quiz voedingsmiddelen, voedingsstoffen en energie Koolhydraten, vetten, eiwitten, vitaminen, mineralen, energie / calorieën, vezels, suiker.</p> |
| College 2 15 september Koolhydraten | <p>Opdrachten koolhydraten bij instructie Enantiomeren, α- en β-hydroxylgroepen, D- en L-naamgeving, R- en S-naamgeving, open en ketenvorm, links en rechtsdraaiend, + en - configuratie, mutarotatie, ringvorming, Fischerprojecties, glycosidebinding, 1,4-linking en 1,6-linking, deoxysachariden.</p> | <p>Karakteriseren van koolhydraten Mono-, di- en polysachariden, ketose, aldose, triose, tetrose, pentose, hexose, pyranose, furanose, α- en β-hydroxylgroepen, open en ketenvorm, Fischerprojecties.</p> <p>Structuur-eigenschap relaties van polysachariden Structuur-eigenschap relaties (oplosbaarheid, verteerbaarheid), functies van koolhydraten voor organismen (energieopslag, bouwstof).</p> | <p>Quiz Om voorkennis te activeren en leerstof te herhalen.</p> |
| College 3 22 september Lipiden | <p>Opdrachten lipiden bij instructie Functie van lipiden voor organismen (energieopslag, component celmembranen), micellen, liposomen, fosfolipide dubbellaag, vorming van membranen, actief en passief transport, fluid mosaïc model, (essentiële) vetzuren, (meervoudig) (on)verzadigde vetzuren, cis/trans vetzuren, structuur van vetten en oliën.</p> | <p>Karakteriseren van lipiden Triglyceride, was, steroïde, fosfolipide, glycolipide, sfingolipide en andersoortig lipide.</p> <p>Practicum olie, water en zeep Structuur-eigenschap relaties van lipiden verklaren, micellen, verzeppen van een triglyceride, zeepwerking, eenvoudige reactievergelijking van verzeppen opstellen.</p> <p>Practicum vet, olie en vetzuren Onderzoeken wat voor soort vetzuren zich bevinden in vetten en oliën, eenvoudige reactievergelijkingen van hydrolyse, condensatie en hydrogenatie van lipiden opstellen, (on)verzadigde vetzuren, gezondheidsaspecten van lipiden, structuur-eigenschap relaties van lipiden.</p> | <p>Quiz Om voorkennis te activeren en leerstof te herhalen.</p> |
| College 4 29 september Eiwitten | <p>Structuur van aminozuren Essentiële aminozuren, structuur-eigenschap relaties van aminozuren, R- en S-configuratie, D- en L-configuratie, zwitterion, protolyse, lading van een aminozuur bij een gegeven pH, iso-elektrisch punt (IEP), gelelektroforese.</p> <p>Aminozuren, peptiden en eiwitten Structuur van peptiden tekenen op basis van aminozuurvolgorde, structuur-eigenschap relaties van aminozuren, peptidebinding, eenvoudige reactievergelijkingen met (poly)peptiden opstellen: polymerisatie / condensatie, hydrolyse, zwavelbrugvorming.</p> <p>Practicum gelelektroforese Gelelektroforese van eiwitten in vlees (kip, rund, varken), structuur-eigenschap relaties van aminozuren, zwitterion, protolyse, lading van een aminozuur bij een gegeven pH, iso-elektrisch punt (IEP, pl).</p> | <p>Karakteriseren van eiwitten Bouw van aminozuren en eiwitten, structuur van korte polypeptiden tekenen op basis van aminozuurvolgorde, polymerisatie/condensatie van aminozuren, peptide binding, primaire t/m quaternaire structuur, intramoleculaire krachten die ten grondslag liggen aan eiwitstructuren.</p> <p>Practicum verlies van eiwitstructuur Onderzoeken welke invloeden van buitenaf eiwitten denatureren, primaire t/m quaternaire structuur, intramoleculaire krachten die ten grondslag liggen aan de eiwitstructuren, relatie tussen structuur en stabiliteit, relatie tussen structuur en functie, denaturatie, hydrolyse.</p> | <p>Quiz Om voorkennis te activeren en leerstof te herhalen.</p> |

| | | |
|--|--|---|
| <p>College 5 6 oktober Enzymen</p> | <p>Alleen gebruik van contextueel- en onderzoekend leren, niet van MDI Inzicht in de chemie van biologische processen Enzymwerking, substraat, actief centrum, enzym-substraatcomplex, overgangstoestand, activeringsenergie, energieberg, slot-sleutel model, induced fit, structuur van eiwitten aan enzymwerking koppelen, temperatuur- en pH-effect, co-enzymen en cofactoren, inhibitie (alleen kwantitatief). Toepassing van enzymen in de industrie Producten/processen waarin enzymen worden gebruikt, voor- en nadelen van enzymen in de industrie. Practicum eiwitoplossers in wasmiddelen Onderzoeken welke wasmiddelen in staat zijn eiwitvlekken te verwijderen, protease, hydrolyse van eiwitten, werking van enzymen. Presentatie keuzeonderwerp koolhydraten, lipiden, eiwitten en enzymen Studenten bereiden een presentatie van max. 5 min. voor over een biochemisch onderwerp naar keuze.</p> | <p>Quiz Om voorkennis te activeren en leerstof te herhalen.</p> |
| <p>College 6 en 7 13 en 20 oktober Metabolisme en Cellulaire processen</p> | <p>Alleen gebruik van MDI, niet van contextueel- en onderzoekend leren Bio-energetica Koolstofoxidatie, anabolisme/katabolisme, assimilatie/dissimilatie, ATP, redox co-enzymen, fotosynthese. Metabolisme van koolhydraten Aerobe afbraak van glucose m.b.v. BiNaS beschrijven, glycolyse, citroenzuurcyclus, oxidatieve fosforylering, melkzuurproductie en vergisting, ATP, NADH, FADH₂, (acetyl) co-enzym A. Metabolisme van vetten Afbraak van vetten globaal beschrijven, bèta-oxidatie, citroenzuurcyclus, oxidatieve fosforylering, ATP, NADH, FADH₂, (acetyl) co-enzym A. Metabolisme van eiwitten Stikstoffixatie, stikstofkringloop, uitscheiden van stikstof.</p> | <p>Quiz Om voorkennis te activeren en leerstof te herhalen.</p> |
| <p>College 8 en 9 3 en 7 november DNA, RNA en nucleïnezuren</p> | <p>Opgavten DNA, RNA en nucleïnezuren Structuur van DNA/RNA, typen RNA, transcriptie, translatie, basen, nucleotiden, matrijs- en coderende streng, codon, genetische code, structuur van DNA en RNA tekenen op basis van de basenvolgorde, aminozuurvolgorde uit een stuk DNA/RNA afleiden en omgekeerd, mutaties, genetische modificaties, voorspellen welk effect een mutatie heeft op de aminozuurvolgorde. Practicum DNA uit kiwi en aardbei Isoleren van DNA uit kiwi en aardbei, functie van DNA, nucleotide, nucleoside, basen. Practicum Isoleren van jouw eigen DNA! Isoleren van DNA van studenten, erfelijkheid, genen, chromosomen, genoom.</p> <p>DNA puzzel – Bouw en functie van DNA en RNA^Δ Structuur en functie van DNA/RNA, nucleotiden, nucleosiden, basen, genetische code. DNA puzzel – Replicatie^Δ DNA-replicatie beschrijven en de relatie leggen tussen de beginstoffen en reactieproducten, genetische code. DNA puzzel – Transcriptie^Δ Typen RNA, genetische code, DNA-transcriptie beschrijven, bij transcriptie de relatie leggen tussen de beginstoffen en de reactieproducten, matrijs- en coderende streng, structuur van DNA en RNA tekenen op basis van de basenvolgorde. DNA puzzel – Translatie^Δ Translatie beschrijven en de relatie leggen tussen beginstoffen en reactieproducten, codon, uit een stuk DNA/RNA de aminozuurvolgorde afleiden en omgekeerd.</p> | <p>Quiz Om voorkennis te activeren en leerstof te herhalen.</p> |
| <p>College 10 24 november Biotechnologie</p> | <p>Analyse van peptiden* Aminozuursequentiebepaling, uitleggen hoe een peptide geanalyseerd wordt. Synthese van peptiden Solid-phase peptide synthesis, uitleggen hoe een peptide gesynthetiseerd wordt. Sequencing, isoleren, knippen, kopiëren, scheiden en analyseren van DNA & genetische modificatie DNA-sequencing, uitleggen hoe een stuk DNA/RNA geanalyseerd wordt, PCR, CRISPR-Cas9, gelelektroforese, genetische modificatie, plasmiden, restrictie-enzymen, recombinant DNA-technologie, muteren, uitleggen hoe genetische modificatie, klonen, muteren uitgevoerd kunnen worden.</p> <p>Genetische modificatie: voor of tegen?* Argumenten van voor- en tegenstanders van genetische modificatie en ethische dilemma's rondom genetische modificatie.</p> | <p>Quiz Om voorkennis te activeren en leerstof te herhalen.</p> |
| <p>College 11 1 december Herhalingsles</p> | <p>Alleen gebruik van gamedidactiek Middels een taalspel en een Escape the Classroom wordt de leerstof van biochemie herhaald. Daarnaast is er de mogelijkheid tot het stellen van vragen door studenten over de leerstof.</p> | |

Tabel 11. Verdeling van de subdomeinen over de verschillende colleges van KCH3, inclusief de verschillende werkvormen per college gesorteerd per didactische methode waarmee de verschillende concepten worden aangeleerd. Werkvormen aangegeven met een sterretje (*) bieden mogelijkheden tot samenwerkend leren en voor werkvormen aangegeven met een driehoekje (Δ) is het gebruik van de DNA puzzel kit van Carolina noodzakelijk (Carolina, n.d.).

Voorkennistest (college 1)

De voorkennistest is ontwikkeld om voorkennis uit KCH1 en KCH2 te activeren en leerstof te herhalen (Tabel 11 – college 1). De test is gebaseerd op een three-tier test, welke initieel ontwikkeld is om misconcepties vast te stellen (Kirbulut & Geban, 2014). In een three-tier test is het eerste deel van de vraag inhoudelijk met 2, 3 of 4 keuzemogelijkheden (Peterson, Treagust & Garnett, 1986). Het tweede deel van de vraag omvat de redenering van het gegeven antwoord in het eerste deel van de vraag. In dit deel zijn ook 2, 3 of 4 keuzemogelijkheden, waarin naast de juiste redenering ook potentiële misconcepties zijn verwerkt. Op deze manier kan inzicht worden verkregen in de redenering van studenten achter hun antwoorden en het minimaliseert het aantal ‘vals-positieve’ antwoorden (correct antwoord + verkeerde redenering) en ‘vals-negatieve’ antwoorden (incorrect antwoord + goede redenering) (Kirbulut & Geban, 2014). Het derde deel van de vraag geeft inzicht in hoe zeker studenten zijn van hun gegeven antwoorden bij het eerste en tweede deel van de vraag, om zo onderscheid te kunnen maken tussen misconcepties en gebrek aan kennis (Caleon & Subramaniam, 2010; Kirbulut & Geban, 2014; Peşman & Eryilmaz, 2010). Aangezien een three-tier test initieel ontwikkeld is om misconcepties te achterhalen en in dit geval het voornaamste doel is het activeren van voorkennis en het herhalen van concepten, is een aanpassing gedaan aan de three-tier test. Voor de voorkennistest is gekozen voor een inhoudelijke meerkeuzevraag, gevolgd door een open redeneringsvraag, afgesloten met een meerkeuzevraag over de mate van zekerheid over de gegeven antwoorden. In Tabel 12 is de koppeling tussen de veronderstelde voorkennis van KCH3, zoals beschreven in Hoofdstuk 4.3, en de vragen in de voorkennistest beschreven. De voorkennistest is weergegeven in Bijlage 14.

| Voorkennis | Vraagnummer | Voorkennis | Vraagnummer |
|--|-------------|---|-------------|
| Organisch en anorganisch | 1 | Verzadigd en onverzadigd | 11 |
| Functionele groepen | 2 | Cis- of trans-configuratie | 11 |
| Numerieke voorvoegsels | 3 | Emulsie | 12 |
| Reactievergelijking, synthesroute, reactiemechanisme | 4 | Hydrolyse, hydrogeneren, condensatie | 13 |
| Monomeer, repeterende eenheid, polymeer | 5 | Zuur en base | 14 |
| Waterstofbruggen, polair/hydrofiel, apolair/hydrofoob | 6 | pH | 14 |
| Asymmetrisch (chiraal) C-atoom en R- of S-configuratie | 7 | Amfolyt en amfoteer | 14 |
| Mutarotatie | 8 | Katalysator | 15 |
| Nucleofiel en elektrofiel | 9, 10 | Oxidator/gereduceerde verbinding, oxidatie | 16 |
| Elektronenflow in reactiemechanismes | 9 | Reductor/geoxideerde verbinding en reductie | 16 |
| Anion en kation | 10 | Fotosynthese | 17 |

Tabel 12. Koppeling veronderstelde voorkennis KCH3 en vragen in de voorkennistest.

Quizjes om voorkennis te activeren en leerstof te herhalen (start van elk college)

Zoals beschreven in Hoofdstuk 4.3 is het activeren van voorkennis van uiterst belang. Naast het activeren van voorkennis is ook het herhalen van leerstof belangrijk om informatie zo vast te leggen in het langetermijngeheugen dat het later oproepbaar is (van Ast, de Loor & Spijkerboer, 2021h). Om nieuwe leerstof voor lange termijn te onthouden is het verstandig om de momenten waarop geoefend wordt met de leerstof te spreiden in de tijd (Surma et al., 2022d). Het onthouden van leerstof werkt namelijk beter als de oefeningen worden verspreid over meerdere kortere oefensessies dan wanneer de leermomenten in één lange oefensessie worden geconcentreerd. Door tussentijds te oefenen kan het vergeetproces onderbroken worden en wordt de vergeetcurve minder stijf, wat betekent dat er op de lange termijn meer van de leerstof wordt onthouden. Om voorkennis te activeren en leerstof te herhalen is gekozen om elk college te starten met een quizje (Tabel 11, laatste kolom). De quizjes zijn weergegeven in Bijlage 15. De quizjes bestaan uit tien meerkeuze- of open vragen in PowerPoint. De studenten krijgen, afhankelijk van de vraag, 10 tot 30 seconden denktijd. Om de individuele aanspreekbaarheid te verhogen is gekozen om gebruik te maken van wisbordjes of van gekleurde kaartjes (met A, B, C, D). Na de denktijd moeten de studenten op mijn teken hun wisbordje of kaartje (met A, B, C, D) omhooghouden. Op deze manier zijn alle studenten betrokken en voelen zij zich gedwongen na te denken en actief deel te nemen (van Ast, de Loor & Spijkerboer, 2021i). Daarnaast kan ik in één oogopslag zien welke studenten de leerstof al redelijk goed beheersen en wie nog meer oefening of uitleg nodig heeft. Het leren wordt zichtbaar en ik kan feedback, feedup en feedforward geven op het leerproces (Black & Wiliam, 2009; van Ast, de Loor & Spijkerboer, 2021j). Afhankelijk van de gegeven antwoorden, worden of studenten geactiveerd als bron van instructie voor elkaar of ik licht zelf het goede antwoord kort toe.

Taalspel (college 11)

Het taalspel is initieel ontwikkeld door Visser & Ornée (2018) en heeft als doel de samenhang tussen vaktermen (puntwoorden) te zien in een groter geheel door middel van interactie en het actief gebruik van vaktaal. Ter voorbereiding op het taalspel heb ik van 34 vakbegrippen uit de biochemie kaartjes gemaakt met daarop 3 tot 7

puntwoorden en bijbehorende aanwijzingen, evenals kleine kaartjes met deze vakbegrippen (Bijlage 16). Er is gekozen om tijdens de herhalingsles in het elfde college (Tabel 11, onderste rij), de studenten in te delen in heterogene groepjes op basis van hun prestaties bij scheikunde en hun spreekvaardigheden en vermogen tot discussiëren (Visser & Ornée, 2018). Elk groepje krijgt een schoteltje met ongeveer 20 snoepjes. Daarnaast wordt er per groepje een spelleider aangewezen, dit zal de student zijn die volgens het groepje het beste is in biochemie. De spelleider geeft een klein kaartje met een vakbegrip aan zijn of haar groep. De leden van de groep geven vervolgens een beschrijving van het begrip aan de spelleider. Als de leden van de groep denken dat het begrip volledig beschreven is, noemt de spelleider de puntwoorden die bij de beschrijving op het spelleidersoverzicht gegeven zijn. Als dat er minder zijn dan op het kaartje heeft de groep drie mogelijkheden:

- Verder overleggen om de ontbrekende puntwoorden nog te vinden.
- Een aanwijzing vragen aan de spelleider, ten koste van één snoepje.
- Passen en verder gaan met een volgend kaartje.

Als de groepsleden alle puntwoorden die bij het vakbegrip horen hebben genoemd, krijgen de studenten het kaartje en wordt verdergegaan met het volgende vakbegrip. Als de tijd om is wordt bepaald welke groep de meeste kaartjes heeft verdiend. Als meerdere groepen hetzelfde aantal kaartjes hebben wordt gekeken naar het meeste aantal snoepjes. De groep met de meeste kaartjes en snoepjes is de winnaar.

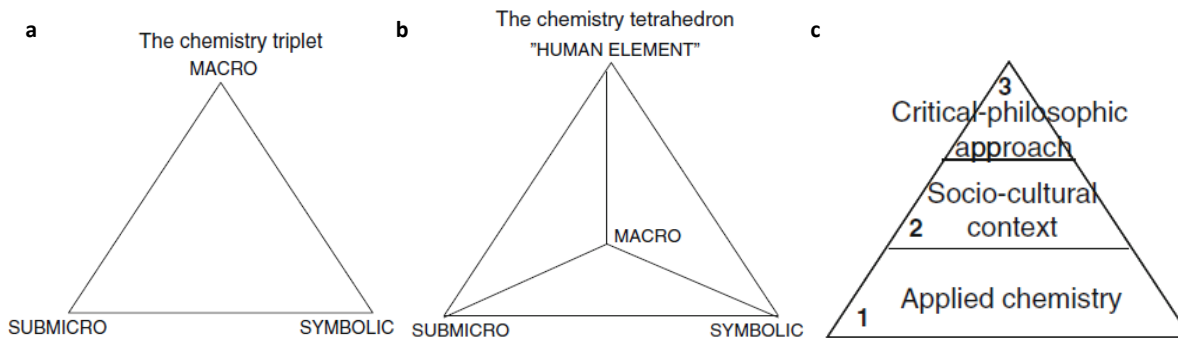
Escape the Classroom (college 11)

De escaperoom is gebaseerd op een educational escaperoom over havo 5 stof van een scheikundeleraar van het Carmel College. Voor KCH3 heb ik het format gebruikt, maar vragen gemaakt over biochemie. De Escape the Classroom bestaat uit vijf spellen (Bijlage 17). Er is gekozen om tijdens de herhalingsles in het elfde college (Tabel 11, onderste rij), de studenten in te delen in groepjes van 2 of 3 studenten. Uit elk spel van de escaperoom komt een code waarmee ze een kistje met een cijferslot (met drie of vier cijfers) of een richtingslot kunnen openmaken. In elk kistje zit in ieder geval een wit memoblaadje met daarop een cijfer geschreven met inkt die zichtbaar wordt als erop wordt geschreven met UV-licht. In één kistje zit daarnaast ook nog een codeblaadje en in één kistje zit daarnaast ook nog een pen met UV-lampje. Als de studenten alle puzzels hebben opgelost en de codes van alle kistjes hebben gekraakt kunnen zij met behulp van het codeblaadjes en de blaadjes met onzichtbare cijfers een nieuwe code ontrafelen. Deze code kan worden gebruikt om het laatste kistje met een 5-cijferig slot te openen. Het groepje dat als eerste de code van het 5-cijferslot weet te kraken is de winnaar en krijgt een beloning.

Vakdidactische opdracht

Zoals beschreven in Tabel 10 bestaat de vakdidactische afrondingsvorm uit het ontwikkelen en arrangeren van lesmateriaal vanuit een eigen onderwijsvisie. Hierin staan context, actualiteiten en burgerschapsvorming centraal. In 2021 heeft de Eerste Kamer namelijk ingestemd met de nieuwe wet voor burgerschapsonderwijs op basis- en middelbare scholen (Rijksoverheid, 2021). Dat betekent dat sinds 2021 burgerschapsonderwijs wettelijk verplicht is. In artikel 2.2 van de Wet Voorgezet Onderwijs 2020 is geregeld dat het onderwijs en de scholen actief burgerschap en sociale cohesie moeten bevorderen (Wettenbank Overheid.nl, 2023). Belangrijk hierin is dat scholen dienen als oefenplaats waar geoefend kan worden met vaardigheden die later nodig zijn om deel te kunnen nemen aan de samenleving (Rijksoverheid, 2021). Burgerschapsonderwijs wordt gezien als bijdrage aan de ontwikkeling van de vaardigheden van jongeren die hen in staat stellen sociale taken in het dagelijks leven uit te voeren (Ten Dam et al., 2011). Er zijn verschillende sociale taken die men tegen kan komen in het dagelijks leven: democratische rechtstaat (geïnformeerd mee kunnen beslissen), maatschappelijk handelen (rekening houden met anderen), omgaan met conflicten en omgaan met verschillen. In de meest ideale situatie wordt bij elk schoolvak burgerschapsvorming geïntegreerd. Voor de havo/vwo bovenbouw vallen deze burgerschapsvormende sociale taken binnen domein A van de scheikunde syllabus (College voor Toetsen en Examens, 2023a, 2023b). Voor vmbo-t/havo/vwo onderbouw is dit verweven in bijna alle scheikunde kerndoelen (SLO - Leerplan in Beeld, 2023). Scheikunde heeft veel mogelijkheden om burgerschapsvorming te integreren. Er zijn veel maatschappelijke uitdagingen waar scheikunde aan ten grondslag ligt. Voorbeelden zijn voedingsadditieven, plastic soep, antiaanbaklagen, drugs, chemische wapens, (corona)vaccinatie, PFAS, atoombomben, stikstofproblematiek, moleculaire gastronomie, lachgas ballonnen, genetische modificatie, bestrijdingsmiddelen, vuurwerk, fossiele brandstoffen, et cetera. Burgerschapsvorming kan worden geïntegreerd door naast het macroniveau (materialen en eigenschappen), submicroniveau (atomen en moleculen) en symboolniveau (symbolen en (reactie)vergelijkingen)(Afbeelding 5a, Johnstone's Chemistry Triplet) ook een menselijk element toe te voegen (Afbeelding 5b, Mahaffy's Chemistry Tetrahedron) (Sjöström, 2013). Er zijn verschillende manieren om burgerschapsvorming te integreren (Afbeelding 5c) (Sjöström, 2013):

- Toepassingen van scheikunde in het dagelijks leven: gebruik van toepassingen en voorbeelden van scheikunde in het dagelijks leven.
- Cultuur van scheikunde (sociaal-culturele context): grensvlak en de interactie tussen scheikunde en de maatschappij waarbij historische, sociologische, culturele en politieke perspectieven een rol spelen.
- Kritisch bewustzijn en reflectie (kritisch-filosofische benadering): kennis over de risico's en voordelen van scheikunde en het vermogen om hier kritisch over na te denken. Het omvat de ethische aspecten van scheikunde, risico's en onzekerheden en het beoordelen, afwegen en waarderen van voordelen en risico's.



Afbeelding 5. a) De chemistry triplet van Johnstone bestaande uit macro, submicro en symbool, b) De chemistry tetrahedron van Mahaffy bestaande uit de chemistry triplet van Johnstone met overkoepelend een menselijk element, c) Onderverdeling van het menselijke element van de chemistry tetrahedron van Mahaffy (Sjöström, 2013).

Voor de vakdidactische opdracht is gekozen om studenten lesmateriaal (leerlingenmateriaal en een docentenhandleiding) te laten ontwerpen waarin burgerschapsvorming en actualiteiten centraal staan (Bijlage 18). De opdracht wordt uitgelegd tijdens het eerste college (Tabel 11, tweede rij). In de opdracht moeten zij gebruik maken van minimaal 2 van de 3 manieren om burgerschapsvorming te integreren. Het ontwikkelde lesmateriaal moet bestaan uit maximaal 3 lessen, waarbij gekozen kan worden voor de context voeding of nucleïnezuuren/biotechnologie. Daarnaast moeten de gemaakte keuzes door de student worden verantwoord en onderbouwd met literatuur, waaronder de keuze voor de actualiteit en de mate waarin dit aansluit bij kerndoelen/exameneisen. Ook de gekozen didactiek moet worden onderbouwd met literatuur en in verband worden gebracht met de visie van de student op onderwijs. Daarnaast is het van belang dat de student zijn of haar visie op zijn of haar rol als onderwijsprofessional met betrekking tot burgerschapsonderwijs beschrijft. Het is niet verplicht om de les(sen) uit te voeren, maar studenten kunnen wel bonuspunten verdienen op de reflectie van de les als deze wel is uitgevoerd. Uiteraard kunnen ze deze dan ook gebruiken voor hun stagedossier.

6. Deelvraag V: Resultaten

6.1 Uitvoering

KCH3 is gegeven aan de tweedegraadslerarenopleiding scheikunde van Hogeschool Windesheim in de periode van september tot en met december 2023. Het vak is gegeven aan zes studenten, zoals beschreven in Hoofdstuk 3.2.1 en 4.3. Een gemêleerd gezelschap wat betreft leerjaren en vooropleiding. Op het moment van schrijven van dit verslag zijn tien van de elf colleges gegeven. Voor de uitvoering van het vak is gebruik gemaakt van het ontwikkelde lesmateriaal zoals beschreven in Hoofdstuk 5.2. Een uitgebreide beschrijving van de uitvoering van de colleges is weergegeven in Bijlage 19. Deze bijlage laat zien dat er gedurende de colleges aantekeningen zijn gemaakt betreffende organisatie, vakinhoud, didactiek en werkvormen. Dit laat zien dat ik als docent gedurende de colleges bezig ben met het evalueren van het vak. Zo heb ik wijzigingen gedaan aan de planning, fouten in het werkboek aangepast en opgeschreven als een bepaalde opdracht of practicum niet volgens plan ging. Deze verbeterpunten heb ik direct doorgevoerd of noteer ik voor een volgend collegejaar zodat het vak dan kan worden doorontwikkeld. In dit hoofdstuk zijn de belangrijkste resultaten van de uitvoering beschreven.

Organisatie

De verdeling van de subdomeinen over de colleges bleek anders te lopen dan gepland. De planning die is uitgevoerd ziet er als volgt uit: college 1 introductie en voeding, college 2 voeding en koolhydraten, college 3 lipiden en eiwitten, college 4 eiwitten, college 5 eiwitten en enzymen en college 6 en 7 metabolisme & cellulaire processen, college 8 DNA, RNA & nucleïnezuuren, college 9 DNA, RNA & nucleïnezuuren en biotechnologie, college 10 biotechnologie en college 11 herhalingsles. Ook het CGI kon niet meer plaatsvinden op 8 december.

Vakinhoud

Tijdens het eerste college maakten de studenten de voorkennistest. In de resultaten van de a-vragen is te zien dat er verschil zit tussen studenten (Bijlage 20). Daarnaast had niet iedereen de b- en c-vragen gemaakt. Om meer informatie uit de voorkennistest te halen is het belangrijk om studenten, een volgend collegejaar, te stimuleren om ook de b- en c-vragen in te vullen. Door studenten, respectievelijk, een redentatie te laten geven voor het antwoord bij de a-vraag en aan te laten geven hoe zeker zij zijn van hun gegeven antwoord, kan worden vastgesteld of er misconcepten bestaan bij individuele studenten in plaats van dat alleen een globaal overzicht wordt verkregen welke concepten studenten niet goed beheersen. Verder kon met de quizjes om voorkennis te activeren en leerstof te herhalen feedback, feedup en feedforward worden gegeven op het leerproces van individuele studenten. Bovendien waren de studenten geïnteresseerd in de gekozen contexten.

Didactiek

Door weinig afwisseling in didactische methoden (alleen MDI) tijdens de colleges over metabolisme & cellulaire processen, waren deze colleges zowel voor mij als de studenten wat eentonig. Desondanks denk ik dat dit wel de beste didactische keuze is om deze onderwerpen te behandelen. Verder was bij de subdomeinen metabolisme & cellulaire processen en DNA, RNA & nucleïnezuren een groot verschil te merken in het niveau van studenten. Het is voor een volgend collegejaar van belang om bij deze onderwerpen aanvullend lesmateriaal te ontwikkelen, om zo de mogelijkheid te hebben om te kunnen differentiëren. Daarnaast waren de werkvormen en subdomeinen waarin gebruik werd gemaakt van contextueel- en onderzoekend leren geschikt voor de gebruikte didactiek: studenten konden deze concepten goed zelf uitzoeken en bestuderen. Ook de werkvormen en subdomeinen waarin gebruik werd gemaakt van MDI waren geschikt voor de gebruikte didactiek: studenten vonden deze concepten inderdaad lastiger.

Werkvormen

De gekozen practica en werkvormen waren succesvol. Wel zijn er practica en werkvormen die aandacht behoeven. Het practicum "Olie, water en zeep" verliep niet zoals gepland. Tijdens het practicum, waarin studenten een triglyceride gingen verzepen, werd vergeten om hard te roeren waardoor geen van hen zeep had gemaakt. Het roeren stond niet expliciet beschreven in het voorschrift en het is verstandig om dit aan te passen. Verder werd het practicum "Eiwitoplossers in wasmiddelen", waarin studenten onderzochten welke wasmiddelen in staat zijn eiwitvlekken te verwijderen, goed uitgevoerd. Doordat de studenten echter met whiteboardstift in plaats van watervaste stift nummers op de reageerbuisen hadden geschreven, was later onduidelijk welk wasmiddel in welke reageerbuis zat. De resultaten van het practicum waren wel duidelijk. Ook het practicum "DNA uit kiwi en aardbei", waarin studenten DNA isoleerden uit kiwi en aardbei, werd goed uitgevoerd. In het voorschrift kan voor een volgend collegejaar wel de optie "het toevoegen van ananassap" worden weggehaald uit het voorschrift, aangezien dit niet de beoogde resultaten liet zien. Verder vonden de studenten de werkvorm "Inzicht in de chemie van biologische processen" lastig. Na het geven van tips heb ik gedurende het college besloten om eerst instructie te geven over enzymwerking. Doordat de opdracht verder gaat dan de kennisbasis is het belangrijk om deze opdracht nog eens te herzien en eventueel aan te bieden als verdieping om te differentiëren tussen studenten. Daarnaast waren de studenten enthousiast over de DNA puzzel kit en vonden ze de quizjes aan het begin van de colleges prettig. Ook de werkvormen "E-nummers: voor of tegen?" en "Genetische modificatie: voor of tegen?" waren geslaagd. Bij beide werkvormen werd een goed gesprek gevoerd, waarin zij kritisch nadachten over argumenten en over hoe het ene argument het andere kon weerleggen.

Afrondingsvormen

Aangezien op het moment van schrijven van dit verslag de afrondingsvormen nog niet zijn ingeleverd of afgenomen, kunnen de afrondingsvormen op basis van de uitvoering nog niet worden geëvalueerd.

6.2 Evaluatie lerarenopleider

Zoals beschreven in Hoofdstuk 3 is het van belang dat het vak voldoet aan de gestelde ontwerpeisen en dat de gekozen werkvormen passen bij de verschillende subdomeinen in de biochemie. Om dit te evalueren is een tussentijdse vragenlijst ontworpen (Bijlage 5). Doordat de lerarenopleider die jarenlang biochemie heeft gegeven te druk was, heb ik de vragenlijst niet af kunnen nemen. Wel heeft hij het werkboek, de PowerPoint presentaties en de Brightspace van KCH3 doorgenomen. Ik ben vervolgens met hem in gesprek gegaan, gebruik makende van de vragenlijst in Bijlage 5 als interviewleidraad. Een samenvatting van dit gesprek is in dit hoofdstuk weergegeven.

Organisatie

Als de lerarenopleider het vak zou geven, zou hij een soortgelijke verdeling van de subdomeinen over de verschillende colleges maken. De subdomeinen voeding, koolhydraten, lipiden en eiwitten moeten volgens hem minder aan bod komen dan metabolisme & cellulaire processen en DNA, RNA & nucleïnezuren, wat nu ook het geval is. Hij benadrukte om deze verdeling te proberen en eventueel aan te passen tijdens het doorontwikkelen.

Vakinhoud

De lerarenopleider vindt de leerdoelen duidelijk en goed geformuleerd. Volgens hem voldoet de formulering aan hetgeen we de studenten op Windesheim ook aanleren. Bovendien geeft hij aan dat het gehele domein 3 (life sciences) wordt gedekt in het vak. Verder vindt hij de voorkennistest goed. Hij vindt het mooi dat ik gebruik heb gemaakt van een three-tier test en ziet dat voorkennis uit KCH1 en KCH2 wordt geactiveerd. Als tip benoemt hij dat het interessant zou zijn om de test te digitaliseren en automatiseren om hier meer informatie uit te halen. Wel benadrukt hij dat het jammer is dat het om kleine studentaantallen gaat. Daarnaast vindt hij de gebruikte contexten en actualiteiten indrukwekkend. Hij vindt het knap dat er wetenschappelijke contexten zijn gebruikt om studenten op deze manier kennis te laten maken met actuele wetenschap. Dit komt bij andere vakken minder aan de orde. Wat betreft de practica geeft hij aan dat het goed is dat de practica verspreid zijn over de verschillende colleges en daardoor aansluiten bij het bijbehorende subdomein. "Hoe meer de practica worden geïntegreerd, hoe meer deze de functie krijgen die ze zouden moeten hebben", aldus de lerarenopleider. Daarnaast geeft hij aan dat de ingebrachte variatie, door afwisseling in onderzoekspractica en begripspractica, de practica rijker maken.

Didactiek

De lerarenopleider vindt dat gamedidactiek goed naar voren komt in het vak. Hij geeft aan dat er één andere lerarenopleider is binnen de scheikundevakgroep die gebruik maakt van gamedidactiek en dat het goed is dat het in KCH3 ook naar voren komt.

Werkvormen

De lerarenopleider vindt het ontworpen werkboek fantastisch en compleet en ziet dat er veel werk in is gestopt. Daarnaast vindt hij dat het werkboek goed aansluit bij de visie van de vakgroep waarop biochemie zou moeten worden aangeleerd aan onze studenten, namelijk de focus op conceptueel leren en begrip. Hij geeft daarbij aan dat de boeken die beschikbaar zijn voor biochemie als doelgroep biochemici hebben en daardoor veel meer ingaan op reproductie en trainen om de verworven kennis toe te passen in de praktijk. Verder geeft hij aan dat in het werkboek een verscheidenheid aan opdrachten zit van de verschillende kennisniveaus van de taxonomie van Bloom. Deze verscheidenheid vindt hij goed: "Hoe meer variatie, hoe beter", aldus de lerarenopleider. Wel vindt hij de structuur van een werkboek beter passen bij een eerste- of tweedejaarsvak dan bij een vierdejaarsvak. Ook vindt hij het goed dat gebruik wordt gemaakt van quizjes om voorkennis te activeren en leerstof te herhalen. De lerarenopleider doet dit zelf ook. Ten slotte vindt hij de ontworpen PowerPoint presentaties goed, met goede theorie en goede plaatjes.

Afrondingsvormen

Wat betreft de keuze voor het niet schrijven van een meetrapport van de practica heeft de lerarenopleider geen uitgesproken mening. Hij geeft aan dat dit afhankelijk is van het (leer)doel dat gekoppeld is aan het practicum. Wel geeft hij aan dat het voor onderzoekspractica logisch is als de uitkomsten van de practica centraal op het bord worden gepresenteerd en dit te gebruiken als uitgangspunt voor hetgeen wat daarna wordt ontdekt of uitgelegd. Hij geeft aan dat rapportage daarvoor niet nodig is en dat het practicum dan dient als werkvorm om nieuwe leerstof te integreren. Wat betreft de vakdidactische opdracht vindt hij de vragen om studenten na te laten denken over hun rol als onderwijsprofessional in burgerschapsvorming van leerlingen sterk. Hij geeft aan dat burgerschap een tamelijk abstract begrip is, maar door de concrete vragen kunnen studenten hier wat mee. "Als scheikunde docent kijk je naar de wereld door een chemische bril, maar je hoopt natuurlijk dat leerlingen met een kleine chemische bril naar de wereld gaan kijken.", aldus de lerarenopleider. De lerarenopleider geeft ten slotte aan dat het maken van een lessenserie een veelgebruikte vakdidactische afrondingsvorm is binnen de opleiding. Het geeft aan dat het daarom mooi zou zijn om studenten hierin een keuze te geven. Bijvoorbeeld het schrijven van een column over burgerschap in scheikundelessen, een klein praktijkonderzoekje naar burgerschapsvorming in scheikundelessen of het maken van een lessenserie.

De lerarenopleider concludeert dat het ontworpen vak van hoog niveau is.

6.3 Evaluatie studenten

Zoals beschreven in Hoofdstuk 3 is het van belang dat het vak voldoet aan de gestelde ontwerpisen en aansluit bij de behoeften van studenten. Om dit te evalueren is een tussentijdse zelfontworpen vragenlijst afgenomen onder alle zes studenten die KCH3 volgen in collegejaar 2023/2024 (Bijlage 6). De vragenlijst is uiteindelijk zowel op papier als digitaal afgenomen, nadat één student expliciet vroeg of zij de vragenlijst ook digitaal mocht invullen. De ingevulde vragenlijsten zijn terug te vinden in Bijlage 21.

Organisatie

Uit Tabel 1 en Grafiek 1 in Bijlage 21 blijkt dat vier studenten de hoeveelheid colleges en college-uren precies genoeg vinden en dat twee studenten dit te veel vinden. Hierbij geeft een van deze twee studenten aan dat hij of zij het aantal prima vindt, maar dat het aantal aaneengesloten uren wat veel is. Een andere student, die aangeeft dat de hoeveelheid colleges en college-uren precies genoeg is, geeft aan dat het lange dagen zijn. Deze student benoemt dat het mooier zou zijn als KCH3 met kortere lessen gedurende een heel semester zou worden gegeven.

Het gebruik van het werkboek vinden de studenten (heel) fijn. Eén student benoemt dat het werkboek overzichtelijk en leerzaam is en dat het opdrachten van verschillende niveaus bevat. Ook vindt deze student de opbouw van het niveau in het werkboek prettig: van reproductie naar meer toepassing en inzicht. Ook hebben de studenten nog tips om het werkboek te verbeteren. Ze geven aan dat het goed is om het werkboek nog eens te controleren op typefouten en om hier en daar de vraagstelling na te kijken. Ook wordt aangegeven dat het fijn zou zijn als er pagina's voor notities in het werkboek zitten, zodat de studenten niet met een schrift én werkboek hoeven te werken. Daarnaast wordt benoemd dat het fijn zou zijn als de practica worden ingedeeld bij het subdomein, in plaats van dat deze achter in het werkboek worden geplaatst. Ook benoemt een student dat het fijn zou zijn als het antwoordmodel van het werkboek op Brightspace zou worden geplaatst. Ten slotte benoemt een student dat er minder dezelfde opdrachten en practica bij de lesstof zouden moeten worden geplaatst. Dit is echter een tip waarmee ik niets ga doen, aangezien de studenten de hoeveelheid beschikbare opdrachten en oefenmateriaal per subdomein op dit moment voldoende tot goed vinden.

De studenten vinden het (heel) fijn dat de practica zijn gekoppeld aan de bijbehorende subdomeinen en daardoor verspreid zijn over de colleges, in plaats van dat alle practica op één of twee practicumdagen worden gedaan. De planning en structuur waarvan gebruik is gemaakt tijdens de colleges vinden de studenten heel fijn, helder, duidelijk, goed (te volgen), overzichtelijk en compleet. Verder benoemen zij dat als tijdens het college gebruik wordt gemaakt van een planning op het whiteboard, dat deze dan ook moet worden bijgehouden en er moet worden afgestreept wat er gedaan is. Op deze manier krijgen de studenten zicht op waar we zijn en wat er nog komt. Ook geeft een van de studenten aan dat het fijn is dat er ruimte is om de planning bij te stellen als daar behoefte aan is. Bovendien geeft een andere student aan dat het fijn is dat de planning aan het begin van het vak al grotendeels klaarligt. Deze student geeft nog wel als tip mee dat het fijn zou zijn als er niet alleen een overzicht van de te behandelen hoofdstukken is, maar ook welke exacte paragrafen behandeld worden. Op deze manier kunnen studenten namelijk voorafgaand aan het college de lesstof doornemen. Wat betreft de verdeling van de subdomeinen over de colleges is er verdeeldheid. Eén student vindt dat de verdeling goed is, één student vindt dat de eerste drie colleges ook in twee colleges hadden gekund en één student geeft aan dat elk college volgepland is. Ook vindt een van de studenten het prettig dat er voor de ingewikkeldere subdomeinen meer tijd wordt uitgetrokken dan voor eenvoudigere lesstof. Deze student heeft zo tijd om de stof te herhalen. Een andere student geeft aan dat de opbouw van de colleges logisch is: van voedingsstoffen tot metabolisme.

Wat betreft de verwachtingen voor het vak geven vier studenten aan dat hun verwachtingen overeenkomen, één student geeft aan dat zijn of haar verwachting niet overeenkomt en één student geeft aan dat KCH3 boven zijn of haar verwachting is. Het is onduidelijk waarom KCH3 niet overeenkomt met de verwachtingen van deze ene student. De student die aangeeft dat KCH3 boven zijn of haar verwachting is geeft aan dat hij of zij tegen het onderwerp opzag, maar dat de docent en de invulling van het vak het een stuk interessanter maken en dat er wordt gezorgd dat het aansluit bij het dagelijks leven. De benaderbaarheid van de docent, de mate waarin overleg mogelijk is tussen studenten en de docent en de mate waarin de docent acteert op input van studenten, vinden studenten (heel) goed.

De studenten vinden de hoeveelheid beschikbare tijd om vragen te stellen over de verschillende subdomeinen die worden behandeld tijdens de colleges en de totale beschikbare tijd voor vragen over het vak ruim voldoende

tot goed. Een student, die aangeeft dat hier ruim voldoende tijd voor is, geeft aan dat deze ruimte voor discussie ervoor zorgt dat misconcepties voorkomen kunnen worden. Een andere student ervaart het als prettig dat er dankzij de kleine groep ruimte is voor vragen. De hoeveelheid beschikbare tijd om vragen te stellen die gekoppeld zijn aan de vakinhoud, maar ook aansluiten bij interesses van studenten vinden twee studenten goed, drie ruim voldoende en één voldoende. Eén van de studenten die aangeeft dat hier ruim voldoende tijd voor is geeft ook aan dat hij of zij het gevoel heeft dat er daardoor soms afgedwaald wordt of dat er te diep op wordt ingegaan. Een andere student, die aangeeft dat hier goed tijd voor is, ervaart het als minder goed dat de onderwerpen soms ver afwijken van de lesstof door inbreng van studenten.

De motivatie van studenten voor KCH3 is wisselend. Drie studenten geven hun motivatie een 8, één student een 4, één student een 6,5 en één student een 9. De student die zijn of haar motivatie onvoldoende beoordeelt, geeft aan dat dit komt doordat het vierde jaar druk is. Deze student is in de les echter wel gemotiveerd doordat hij of zij het interessant vindt. De student die zijn of haar motivatie voldoende beoordeelt, geeft aan dat het niet zijn of haar favoriete onderwerp is. De studenten die hun motivatie een 8 of 9 geven benoemen dat ze “het onwijs fascinerend vinden hoe zoveel processen samen kunnen werken”, “het fijn vinden dat het meeste werk tijdens het college kan worden gedaan” en “nieuwsgieriger zijn geworden naar biochemie door het vak”.

Al met al kan worden gesteld dat de studenten tevreden zijn over KCH3. Bij de tussentijdse evaluatie geven vier studenten het vak een 8, één student een 7,5 en één student een 9. Een aantal onderbouwingen hierbij zijn: “inhoudelijk en didactisch in orde, maar het tempo had iets hoger gemogen”, “niet mijn favoriete onderwerp, maar op deze manier wel interessant gemaakt”, “het valt binnen mijn interesse en is gevarieerd en goed vormgegeven”, “goed te volgen en duidelijk nagedacht over didactische keuzes”, “het zit goed in elkaar, is op niveau, prima te volgen en bereidt goed voor op de landelijke kennistoets”.

Vakinhoud

Uit Tabel 2 en Grafiek 2 in Bijlage 21 blijkt dat het duidelijk is wat de leerdoelen zijn. Wat betreft de moeilijkheidsgraad is er verdeeldheid. Een van de studenten vindt de leerstof best lastig, één student vindt de moeilijkheidsgraad op niveau en prima te volgen voor een derde- of vierdejaarsstudent, één student vindt dat er veel herhaling in het vak zit en één student geeft aan meer verdieping te willen. Ook geven studenten aan dat het ene subdomein moeilijker is dan het andere, maar dat de moeilijkheidsgraad langzaam opbouwt. In ieder geval één student heeft het subdomein metabolisme als ingewikkeld ervaren. Verder geeft één student aan de hoeveelheid lesstof fors en wat veel te vinden. Wat betreft contexten blijkt dat de studenten zowel de hoeveelheid contexten als de gekozen contexten ruim voldoende tot goed vinden. Een van de studenten vindt de gekozen contexten passend bij het hbo, interessant, maar lastig om in lessen te gebruiken op het voorgezet onderwijs. Een ander stelt juist dat de koppeling tussen de lesstof en actualiteiten het vak interessant maakt en ook inspireert voor de eigen lessen. Deze zelfde student geeft aan dat hij of zij ziet dat geprobeerd wordt het vak zo actueel mogelijk te houden en dat de contexten het vak tot leven brengen. Daarnaast vinden de studenten dat de gekozen contexten voldoende tot ruim voldoende bijdragen aan hun burgerschapsvorming.

Resultaten uit de vragenlijst behorende bij de stellingen over de vakinhoudelijke ontwerpeisen zijn weergegeven in Tabel 13. Hieruit blijkt dat de studenten vinden dat de vakinhoudelijke ontwerpeisen duidelijk naar voren komen. De stellingen zijn door alle studenten ingevuld, behalve de stellingen over de ontwerpeisen omtrent voorkennis. Deze zijn door vier van de zes studenten beantwoord, aangezien twee studenten deze vakken (nog) niet hebben gevolgd. Deze vier studenten vinden dat het duidelijk naar voren komt dat voorkennis wordt geactiveerd uit KCH1 en KCH2 en dat KCH3 aansluit op KCH1 en KCH2 om ervoor te zorgen dat de koolstofchemie-leerlijn concentrisch is. Een van de studenten benoemt dat de voorkennistest duidelijk de voorkennis uit KCH1 en KCH2 activeert. Verder vinden de studenten dat de ontwerpeisen over contexten, actualiteiten en burgerschapsvorming (ontwerpeis 16, 17, 19 en 20) duidelijk naar voren komen. Ook geven zij aan dat het duidelijk naar voren komt dat domein 3 (life sciences) van de kennisbasis wordt gedekt en dat vakdidactiek is geïntegreerd. Alleen ontwerpeisen 14 en 18 worden neutraal beoordeeld. Over ontwerpeis 18 zijn de meningen verdeeld. De helft van de studenten vindt dat zij ruim voldoende worden gestimuleerd, twee studenten vinden dat zij voldoende worden gestimuleerd en één student vindt dat hij of zij matig wordt gestimuleerd om na te denken over hun visie als toekomstig scheikundedocent en de rol van burgerschapsvorming van leerlingen. Het feit dat ontwerpeis 14 neutraal wordt beoordeeld komt waarschijnlijk doordat biochemie nauwelijks aan bod komt in het tweedegraadsscheikunde lesgebied, waardoor het moeilijk is om rekening te houden met wat ze daar tegenkomen.

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Gemiddelde | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Gemiddelde |
|--|---|---|-----|-----|---|------------|---|---|---|---|---|---|------------|
| 11b. Voorkennis wordt geactiveerd uit KCH1 en KCH2 | - | - | - | 3 | 1 | 4,3 | 11a. Vak sluit aan op KCH1 en KCH2 voor concentrische koolstofchemieleerlijn | - | - | 1 | 3 | - | 3,8 |
| 19. Actualiteiten zijn geïntegreerd in het vak | - | - | 0,5 | 3,5 | 2 | 4,3 | 20. Burgerschapsvorming is geïntegreerd in het vak | - | - | 2 | 4 | - | 3,7 |
| 16. Context voeding en kleinere contexten | - | - | 1 | 2 | 3 | 4,3 | 17. Stilgestaan bij doorbraken en trends in de moderne chemie | - | 1 | - | 5 | - | 3,7 |
| 12. Domein 3 (life sciences) wordt gedekt in het vak | - | - | - | 5 | 1 | 4,2 | 18. Rol van studenten als toekomstig scheikundedocent en hun rol in burgerschapsvorming | - | 1 | 2 | 3 | - | 3,3 |
| 15. Vakdidactiek is geïntegreerd in het vak | - | - | 1 | 3 | 2 | 4,2 | 14. Rekening gehouden met het tweedegraadsgebied | - | 1 | 4 | 1 | - | 3,0 |

Tabel 13. Resultaten uit de vragenlijst behorende bij de stellingen over de vakinhoudelijke ontwerpeisen. In de beoordelingsschaal staat 1 voor komt helemaal niet duidelijk naar voren, 2 voor komt niet duidelijk naar voren, 3 voor neutraal, 4 voor komt duidelijk naar voren en 5 voor komt heel duidelijk naar voren. Alleen voor ontwerpeis 18 was de beoordelingsschaal anders, namelijk: 1 staat voor onvoldoende, 2 staat voor matig, 3 staat voor voldoende, 4 staat voor ruim voldoende en 5 staat voor goed. Weergegeven zijn het aantal studenten per punt van de beoordelingsschaal en het gemiddelde van de studenten per ontwerpeis.

Didactiek

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Gemiddelde | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Gemiddelde |
|---|---|---|---|-----|-----|------------|------------------------|---|---|---|---|---|------------|
| 21. Afwisseling van werkvormen en didactische methoden | - | - | - | 3 | 3 | 4,5 | 21. Onderzoekend leren | - | - | 3 | 3 | - | 3,5 |
| 23. Contextueel leren | - | - | 1 | 2,5 | 2,5 | 4,3 | 22. Gamedidactiek | - | - | 3 | 3 | - | 3,5 |
| 22. Uitgelegd waarom is gekozen voor bepaalde didactiek en werkvormen | - | - | 1 | 4 | 1 | 4,0 | | | | | | | |

Tabel 14. Resultaten uit de vragenlijst behorende bij de stellingen over de didactische ontwerpeisen. In de beoordelingsschaal staat 1 voor komt helemaal niet duidelijk naar voren, 2 voor komt niet duidelijk naar voren, 3 voor neutraal, 4 voor komt duidelijk naar voren en 5 voor komt heel duidelijk naar voren. Weergegeven zijn het aantal studenten per punt van de beoordelingsschaal en het gemiddelde van de studenten per ontwerpeis.

Resultaten uit de vragenlijst behorende bij de stellingen over de didactische ontwerpeisen zijn weergegeven in Tabel 14. Hieruit blijkt dat de studenten vinden dat het (heel) duidelijk naar voren komt dat er afwisseling is van werkvormen en didactische methoden. Zo benoemt een van de studenten dat de colleges gevarieerd zijn, een ander benoemt dat de afwisseling goed is aan de colleges, nog een andere student benoemt dat er voldoende afwisseling is tussen contextuele en conceptuele subdomeinen en nog een ander geeft aan dat er zichtbaar gezocht is naar afwisseling tijdens de colleges en dat dit fijn werkt. Verder vinden de studenten dat het duidelijk naar voren komt dat er gebruik wordt gemaakt van contextueel leren en dat er wordt uitgelegd waarom is gekozen voor bepaalde didactische methoden en werkvormen. Wat betreft onderzoekend leren en gamedidactiek geven de studenten aan dat dit neutraal tot duidelijk naar voren komt. Hierbij merkt de student die de stelling over gamedidactiek neutraal beantwoordde op dat dit misschien nog komt. Deze student heeft hier gelijk in. Aangezien de vragenlijst tussentijds is afgenomen, hebben de studenten de herhalingsles met een taalspel en Escape the Classroom nog niet gedaan. Ik kan mij voorstellen dat de quizjes om voorkennis te activeren en leerstof te herhalen er niet voldoende voor zorgen dat gamedidactiek goed naar voren komt. Wel zijn de studenten voldoende tot goed geïnspireerd en/of gemotiveerd om gamedidactiek te gebruiken in hun eigen lessen.

Uit Tabel 4 en Grafiek 4 in Bijlage 21 blijkt verder dat de meningen verdeeld zijn over de keuze voor contextueel- en onderzoekend leren voor subdomeinen die de afgelopen jaren als relatief makkelijk werden ervaren. Twee studenten vinden dit heel fijn, twee vinden dit fijn, maar ook één student is neutraal en één vindt dit niet fijn. Vijf van de zes studenten vinden deze keuze echter wel (heel) leerzaam. Alleen de student die dit als niet fijn ervaart, is neutraal over hoe leerzaam hij of zij dit vindt. Daarnaast is het goed om te zien dat de helft van de studenten ruim voldoende tot goed geïnspireerd en/of gemotiveerd zijn om zelf contextueel- en onderzoekend leren te gebruiken in hun eigen lessen. Twee studenten zijn hiervoor voldoende geïnspireerd en/of gemotiveerd en één student is matig geïnspireerd en/of gemotiveerd. De keuze voor MDI voor subdomeinen die de afgelopen jaren als relatief moeilijk werden ervaren vinden de studenten neutraal tot fijn en het grootste deel van hen ervaart het als leerzaam. Vergelijking van MDI met contextueel- en onderzoekend leren laat zien dat de studenten contextueel- en onderzoekend leren leerzamer vinden dan MDI.

Werkvormen

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Gemiddelde | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Gemiddelde |
|--|---|---|---|---|---|------------|---|---|---|---|---|---|------------|
| Werkvormen | | | | | | | | | | | | | |
| ○ Karakteriseren van lipiden | - | - | - | 2 | 4 | 4,7 | ○ E-nummers: voor of tegen? | - | - | 1 | 3 | 2 | 4,2 |
| ○ Karakteriseren van koolhydraten | - | - | - | 3 | 3 | 4,5 | ○ Toepassing van enzymen in de industrie | - | - | 1 | 3 | 2 | 4,2 |
| □ Voorkennistest | - | - | - | 3 | 3 | 4,5 | ○ Structuur-eigenschap relaties van polysacchariden | - | - | - | 6 | - | 4,0 |
| ○ Presentatie keuzeonderwerp | - | - | 1 | 1 | 4 | 4,5 | □ Opdrachten koolhydraten bij instructie | - | - | - | 5 | - | 4,0 |
| ○ Karakteriseren van eiwitten | - | - | - | 4 | 2 | 4,3 | ○ Wat zijn E-nummers? | - | - | 1 | 4 | 1 | 4,0 |
| ○ Etiketten op voedingsmiddelen | - | - | 1 | 2 | 3 | 4,3 | □ Amino-zuren, peptiden en eiwitten | - | - | 2 | 3 | 1 | 3,8 |
| □ Metabolisme van koolhydraten | - | - | - | 5 | 1 | 4,2 | Quiz voedingsmiddelen, voedingsstoffen en energie | - | - | 1 | 5 | - | 3,8 |
| □ Bio-energetica | - | - | - | 5 | 1 | 4,2 | ○ Inzicht in de chemie van biologische processen | - | 1 | 1 | 2 | 2 | 3,8 |
| Practica | | | | | | | | | | | | | |
| ○ Practicum verlies van eiwitstructuur | - | - | 1 | 2 | 2 | 4,2 | ○ Practicum vet, olie en vetzuren | - | - | 4 | 1 | 1 | 3,5 |
| □ Practicum gelelektroforese | - | - | 2 | 2 | 2 | 4,0 | ○ Practicum olie, water en zeep | - | 2 | 1 | 1 | 2 | 3,5 |
| ○ Voedingsmiddelenpracticum | - | - | 3 | 2 | 1 | 3,7 | ○ Practicum eiwitoplossers in wasmiddelen | 1 | - | 3 | 1 | 1 | 3,2 |

Tabel 15. Resultaten uit de vragenlijst behorende bij de stellingen over werkvormen en practica. In de beoordelingsschaal staat 1 voor helemaal niet waardevol & leerzaam, 2 voor niet waardevol & leerzaam, 3 voor neutraal, 4 voor waardevol & leerzaam en 5 voor heel waardevol & leerzaam. Weergegeven zijn het aantal studenten per punt van de beoordelingsschaal en het gemiddelde van de studenten per ontwerp. De werkvormen en practica gemarkeerd met een rondje (○) worden aangeboden middels contextueel- en onderzoekend leren en die gemarkeerd zijn met een vierkantje (□) worden aangeboden middels MDI.

Resultaten uit de vragenlijst behorende bij de stellingen over werkvormen en practica zijn weergegeven in Tabel 15. Wat betreft de verschillende werkvormen vinden de studenten deze (bijna) allemaal (heel) waardevol & leerzaam, met scores tussen de 3,2 en 4,7. Kijkend naar de opdrachten waar gebruik is gemaakt van contextueel- en onderzoekend leren (aangegeven met een rondje (○) in Tabel 15) valt het op dat de studenten deze opdrachten (heel) waardevol en leerzaam vinden. De opdrachten waarin zij lipiden, koolhydraten en eiwitten moesten karakteriseren vinden zij het meest waardevol leerzaam. Ook de presentatie over een keuzeonderwerp en de opdracht waarin zij etiketten op voedingsmiddelen moesten analyseren vinden zij (heel) waardevol en leerzaam. De opdrachten waarin de studenten toepassingen van enzymen in de industrie moesten opzoeken, de structuur-eigenschap relaties van polysacchariden moesten onderzoeken, moesten uitzoeken wat E-nummers zijn en middels de opdracht inzicht in de chemie van biologische processen enzymwerking moesten onderzoeken, worden als waardevol en leerzaam ervaren. Kijkend naar de verschillende opdrachten waar gebruik is gemaakt van MDI (aangegeven met een vierkantje (□) in Tabel 15) valt het op dat de studenten deze opdrachten waardevol en leerzaam vinden. Vergelijking met de opdrachten waarin gebruik wordt gemaakt van contextueel- en onderzoekend leren laat zien dat de studenten deze opdrachten wat leerzamer vinden dan de opdrachten waar gebruik wordt gemaakt van MDI. Twee van de studenten geven ook aan dat de colleges waarin met name gebruik werd gemaakt van MDI veel concentratie vragen. Zij vinden dit minder goed aan het vak. Een van deze studenten geeft overigens wel aan dat het duidelijk is waarom gekozen is voor MDI en het lijkt hem of haar ook de beste didactische keuze. Deze student heeft namelijk het subdomein metabolisme als ingewikkeld ervaren, maar geeft aan dat hij of zij door de opdrachten en filmpjes de leerstof beter begrepen heeft. Wat betreft de practica vinden zij, een paar uitzonderingen daargelaten, geen van de practica (helemaal) niet waardevol en leerzaam. Ze vinden de practica gekoppeld aan het subdomein eiwitten, verlies van eiwitstructuur en gelelektroforese, het meest waardevol en leerzaam. Het voedingsmiddelenpracticum en het practicum vet, olie en vetzuren vinden zij neutraal tot waardevol en leerzaam. Over het practicum olie, water en zeep is meer verdeeldheid. Twee van de studenten vinden dit practicum niet waardevol en leerzaam, één student is neutraal, één student vindt dit waardevol en leerzaam en twee vinden dit heel waardevol en leerzaam. Hierbij geeft een van hen aan dat dit practicum niet echt leerzaam was, omdat ze dit al vaker hebben gedaan. Over het practicum eiwitoplossers in wasmiddelen is de meeste verdeeldheid. Eén student geeft aan dit practicum helemaal niet waardevol en leerzaam te vinden, drie studenten zijn neutraal, één student vindt het waardevol en leerzaam en één vindt het heel waardevol en leerzaam. De student die aangeeft dit practicum helemaal niet waardevol en leerzaam te vinden geeft wel aan dat het practicum leerzaam is als er gebruik wordt gemaakt van watervaste stift om te

schrijven op het glaswerk. Zoals beschreven in Hoofdstuk 6.1 en Bijlage 19 hadden de studenten gebruik gemaakt van een whiteboardstift om te schrijven op het glaswerk, waardoor niet meer duidelijk was welk wasmiddel ze hadden toegevoegd aan welke reageerbuis. Verder vinden de studenten dat de koppeling tussen practica en contexten in hun eigen leefwereld (ontwerpeis 29) (heel) duidelijk naar voren komt. Een van de studenten benoemt dat het fijn en inspirerend werkt dat de practica dicht bij hun eigen beleevingswereld liggen. Ook blijkt uit Tabel 7 en Grafiek 7 in Bijlage 21 dat studenten de koppeling tussen theorie en de practica duidelijk vinden en dat zij de hoeveelheid practica precies genoeg vinden. Ook blijkt dat de studenten de hoeveelheid beschikbare opdrachten en oefenmateriaal per subdomein op dit moment voldoende tot goed vinden.

In het vak is naast het werkboek gebruik gemaakt van PowerPoint presentaties. Vier studenten vinden deze PowerPoint presentaties duidelijk, twee vinden ze overzichtelijk en één vindt ze helder. Ook één student benoemt dat de PowerPoint presentaties meerwaarde hebben voor begrip van de stof. Daar waar de ene student benoemt dat de PowerPoint presentaties wel telkens dezelfde achtergrond hebben, vindt een andere student dat ze mooi vormgegeven zijn. Daarnaast benoemt een student nog dat de PowerPoint presentaties geschikt zijn om zelfstandig door te nemen wanneer je (deels) afwezig bent tijdens het college. Ook geeft diezelfde student aan dat het feit dat de antwoorden van opdrachten toegevoegd zijn aan de PowerPoint presentaties hierbij helpen. Verder blijkt uit Tabel 7 en Grafiek 7 in Bijlage 21 dat de studenten de quizjes om voorkennis te activeren en leerstof te herhalen (heel) fijn, waardevol en leerzaam vinden. Twee studenten geven aan dat de quizjes fijn werken, omdat eerdere lesstof herhaald wordt en voorkennis van vorige colleges wordt opgehaald. Eén van die twee studenten geeft aan dat het goed is om vast te houden aan de quizjes met daarbij de vraag of de quizjes ook op Brightspace kunnen worden geplaatst.

Afrondingsvormen

Uit Tabel 8 en Grafiek 8 uit Bijlage 21 blijkt dat de meningen verdeeld zijn over de keuze van een CGI als vakinhoudelijke afrondingsvorm (2x heel fijn, 1x fijn, 3x neutraal). Van de studenten die hier neutraal in staan benoemt één student nog nooit een CGI gehad te hebben. Een ander geeft aan in een gesprek geneigd te zijn direct te willen antwoorden, terwijl hij of zij schriftelijk beter nadenkt alvorens antwoord te geven. Deze student geeft aan daardoor wat twijfelachtig over te komen. Verder blijkt dat de meningen verdeeld zijn over de keuze voor het ontwikkelen van lesmateriaal waarin actualiteiten en burgerschapsvorming centraal staan als vakdidactische afrondingsvorm (4x fijn, 1x neutraal, 1x niet fijn). Hierbij merkt de student die dit niet fijn vindt op niet per se de afrondingsvorm niet fijn te vinden, maar de hoge studielast en het werk dat achter deze opdracht vandaan komt. De studenten zijn wel eensgezind over het feit dat deze vakdidactische afrondingsvorm leerzaam is. Daarbij geeft een van de studenten aan dat het fijn zou zijn als de opdracht iets beter begeleidt zou worden, door bijvoorbeeld een brainstormsessie, schrijven van een inleiding en peer-feedback. Ook vinden de studenten het een (hele) goede keuze dat ze geen meetrapport hoeven te schrijven van de practica, maar dat deze direct na afloop gezamenlijk worden besproken. Een van de studenten geeft hierbij aan dat dit bijdraagt aan de begripsvorming en studielast. Een andere student benoemt “deden meer vakken dit maar”. Ten slotte geven alle studenten aan dat de ontwerpeisen omtrent afrondingsvormen, ontwerpeisen 32 t/m 35 in Tabel 10, (heel) duidelijk naar voren komen in het vak (Tabel 16).

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Gemiddelde | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Gemiddelde |
|---|---|---|---|-----|-----|------------|---|---|---|---|---|---|------------|
| 32. Vakinhoudelijke afrondingsvorm is een CGI | - | - | - | 1 | 4 | 4,8 | 34b. Uitvoering van lesmateriaal levert bonuspunten op | | | 2 | | 4 | 4,3 |
| 33. Eén vakinhoudelijke en één vakdidactische afrondingsvorm | - | - | - | 1,5 | 4,5 | 4,8 | 35. Vakinhoudelijke en vakdidactische afrondingsvorm anders dan andere scheikunde vierdejaarsvakken | | | | | | 4 |
| 34a. Vakdidactische afronding is lesmateriaal ontwikkelen vanuit eigen onderwijsvisie | - | - | - | 4 | 2 | 4,3 | | | | 2 | 2 | 2 | |

Tabel 16. Resultaten uit de vragenlijst behorende bij de stellingen over de ontwerpeisen van de afrondingsvormen. In de beoordelingsschaal staat 1 voor komt helemaal niet duidelijk naar voren, 2 voor komt niet duidelijk naar voren, 3 voor neutraal, 4 voor komt duidelijk naar voren en 5 voor komt heel duidelijk naar voren. Weergegeven zijn het aantal studenten per punt van de beoordelingsschaal en het gemiddelde van de studenten per ontwerpeis.

7. Conclusie en discussie

7.1 Deelvraag V: Toetsing ontwerpeisen

Zoals beschreven in Hoofdstuk 3 is het van belang dat het vak voldoet aan de gestelde ontwerpeisen. Om dit te bepalen is, zoals beschreven in Hoofdstuk 6, het vak tussentijds geëvalueerd door studenten die KCH3 volgen in collegejaar 2023/2024 en is een gesprek gevoerd met een lerarenopleider die jarenlang biochemie heeft gegeven. Daarnaast heb ik zelf bepaalde ontwerpeisen getoetst. Toetsing van de ontwerpeisen is weergegeven in Tabel 17. Deze tabel heeft dezelfde nummering van ontwerpeisen als Tabel 10. Aan de hand van kleurcodering is weergegeven welke ontwerpeisen zijn behaald (groen), welke gedeeltelijk zijn behaald (geel) en welke niet zijn behaald (rood). Onder de tabel is toegelicht waarom een ontwerp is wel of niet behaald is.

| Organisatorische ontwerpeisen | |
|--|---|
| 1. Gebruik van het boek <i>Introduction to General Organic & Biochemistry</i> van Hein, Pattison & Arena (2013). | 6. 11 colleges van 6 uur op vrijdagen in de periode van 8 september t/m 1 december 2023. |
| 2. Ruimte voor overleg tussen studenten en de docent tijdens colleges. | 7. Afnames vakinhoudelijke afrondingsvorm op vrijdag 8 december. |
| 3. A0.90 (scheikundelokaal met lab) als locatie voor de colleges. | 8. Gebruik van een duidelijke structuur en planning. |
| 4. Vragenuurtje ingepland aan het eind van het vak. | 9. Practica verspreid over de colleges. |
| 5. Ruimte en tijd gereserveerd voor het stellen van vragen over de lesstof en over onderwerpen die gekoppeld zijn aan de lesstof en waar studenten zich voor interesseren tijdens de colleges. | 10. Voor elk van de subdomeinen voeding, koolhydraten, lipiden, eiwitten, enzymen en biotechnologie is één college ingepland. Voor elk van de subdomeinen metabolisme & cellulaire processen en DNA, RNA & nucleïnezuuren zijn twee colleges ingepland. |
| Vakinhoudelijke ontwerpeisen | |
| 11. Het vak sluit aan op KCH1 en KCH2 om ervoor te zorgen dat de koolstofchemieleerlijn concentrisch is (gewaarborgd door o.a. voorkennis uit beide vakken te activeren). | 16. Gebruik van de context voeding en daarnaast enkele kleinere contexten die kunnen worden gekoppeld aan actualiteiten, doorbraken en trends in de moderne chemie en burgerschapsvorming. |
| 12. Domein 3 (life sciences) van de kennisbasis scheikunde van de tweedegraadslerarenopleiding is volledig gedekt binnen het vak. | 17. In het vak is stilgestaan bij doorbraken en trends in de moderne chemie, aan de hand van berichtgeving in de media. |
| 13. De volgorde van de subdomeinen is: 1) voeding, 2) koolhydraten, 3) lipiden, 4) eiwitten, 5) enzymen, 6) metabolisme & cellulaire processen, 7) DNA, RNA & nucleïnezuuren en 8) biotechnologie. | 18. In het vak is stilgestaan bij de rol van studenten als toekomstig scheikundedocent en hun rol in burgerschapsvorming. |
| 14. In het vak is rekening gehouden met wat studenten in het tweedegraadsgebied tegen kunnen komen. | 19. Actualiteiten zijn geïntegreerd in het vak. |
| 15. Vakdidactiek is geïntegreerd in het vak. | 20. Burgerschapsvorming is geïntegreerd in het vak. |
| Didactische ontwerpeisen | |
| 21. Afwisselend gebruik van onderzoekend leren en gamedidactiek afhankelijk van het onderwerp van de biochemie en de werkvorm. | 24. Geen gebruik van samenwerkend leren, maar in het ontwerp is wel beschreven waar samenwerkend leren alsnog kan worden toegepast. |
| 22. Gekozen didactische methoden en werkvormen zijn geëxpliciteerd in het vak. | 25. Rekening gehouden met veelvoorkomende fouten in de biochemie en bijbehorende aandachtspunten in de didactiek. |
| 23. Gebruik van contextueel leren. | |
| Ontwerpeisen voor werkvormen | |
| 26. Werkvorm waarin studenten etiketten van voedingsmiddelen meenemen van producten waar ze zich verbazen over de (hoeveelheid) voedingsstoffen is geïmplementeerd. | 29. Practica met een duidelijke koppeling naar contexten in de leefwereld van de student |
| 27. Gebruik gemaakt van mooie en duidelijke PowerPoints. | 30. Voldoende oefenopdrachten beschikbaar voor het vak. |
| 28. Practica zijn gekoppeld aan de theorie. | 31. Quizjes aan het begin van het college om voorkennis te activeren en leerstof te herhalen zijn geïntegreerd. |
| Ontwerpeisen voor afrondingsvormen | |
| 32. Vakinhoudelijke afrondingsvorm is een criterium gericht interview. | 35. Zowel de vakinhoudelijke- als de vakdidactische afrondingsvorm zijn anders dan de afrondingsvormen van de scheikundige vakken die studenten volgen in het vierde leerjaar. |
| 33. Afronding bestaat uit één vakinhoudelijke en één vakdidactische afrondingsvorm. | 36. Van de practica zijn geen meetrappen ingeleverd. Practica zijn klassikaal nabesproken direct na uitvoering van het practicum. |
| 34. Vakdidactische afrondingsvorm bestaat uit het ontwikkelen en arrangeren van lesmateriaal vanuit een eigen onderwijsvisie. Uitvoering van het ontwikkelde lesmateriaal levert bonuspunten op in de rubric van deze vakdidactische afrondingsvorm. | |

Tabel 17. Aan de hand van kleurcodering is weergegeven welke ontwerpeisen zijn behaald (groen), welke gedeeltelijk zijn behaald (geel) en welke niet zijn behaald (rood). Er is gebruik gemaakt van dezelfde nummering van de ontwerpeisen als in Tabel 10.

Toetsing van organisatorische ontwerpen

- **Ontwerpeis 1:** In het vak is gebruik gemaakt van het boek Introduction to General Organic & Biochemistry van Hein, Pattison & Arena (2013).
- **Ontwerpeis 2:** Studenten geven aan dat de benaderbaarheid van de docent, de mate waarin overleg mogelijk is tussen studenten en de docent en de mate waarin de docent wat doet met input van de studenten (heel) goed is.
- **Ontwerpeis 3:** Locatie van de colleges is A0.90, het scheikundelokaal met lab.
- **Ontwerpeis 4:** Op de planning is te zien dat er een vragenuurtje en een herhalingsles is ingepland. Bij het schrijven van het verslag hebben deze echter nog niet plaatsgevonden. Aangezien het vragenuurtje wel is ingepland, is deze ontwerpeis wel behaald.
- **Ontwerpeis 5:** Studenten geven aan dat de tijd om vragen te stellen over de lesstof, over interesses gekoppeld aan de vakinhoud en de totale beschikbare tijd voor vragen ruim voldoende tot goed is.
- **Ontwerpeis 6:** Zoals te zien in de planning zijn er 11 colleges van 6 uur ingepland in de periode van september t/m december 2023. Ditzelfde aantal is aangehouden bij het uitvoeren van het vak. Studenten geven aan dat het aantal colleges en college-uren precies genoeg tot te veel is en dat het aantal aaneengesloten uren wat veel is. Het is daarom verstandig om deze keuze binnen de vakgroep nog eens te herzien.
- **Ontwerpeis 7:** Door een verandering in het rooster zal de vakinhoudelijke afrondingsvorm plaatsvinden op een andere datum.
- **Ontwerpeis 8:** Studenten geven aan dat de planning en structuur waarvan gebruik is gemaakt tijdens de colleges heel fijn, helder, duidelijk, goed (te volgen), overzichtelijk en compleet is.
- **Ontwerpeis 9:** Zoals te zien in de planning, zijn de practica verspreid over de colleges. Deze planning is ook aangehouden bij het uitvoeren van het vak. Studenten geven verder aan dat het (heel) fijn is dat de practica zijn gekoppeld aan de bijbehorende subdomeinen en daardoor verspreid zijn over de verschillende colleges en dat de hoeveelheid practica precies genoeg is.
- **Ontwerpeis 10:** In de planning is te zien dat voor de subdomeinen voeding, koolhydraten, lipiden, eiwitten, enzymen en biotechnologie één college is ingepland en dat voor de subdomeinen metabolisme & cellulaire processen en DNA, RNA & nucleïnezuren twee colleges zijn ingepland. Naar aanleiding van de uitvoering zal deze planning volgend collegejaar moeten worden bijgesteld. De lerarenopleider geeft verder aan dat hij een soortgelijke verdeling zou hebben gemaakt, maar dat het goed is om een jaar te proberen en eventueel aan te passen bij het doorontwikkelen.

Toetsing vakinhoudelijke ontwerpen

- **Ontwerpeis 11:** Studenten geven aan dat voorkennis uit KCH1 en KCH2 duidelijk is geactiveerd, met name door de voorkennistest, en dat KCH3 duidelijk aansluit op KCH1 en KCH2, wat ervoor zorgt dat de koolstofchemieleerlijn concentrisch is. Verder geven zij aan dat de quizjes om voorkennis te activeren en leerstof te herhalen (heel) fijn, waardevol en leerzaam zijn. Ook de lerarenopleider vindt de voorkennistest en het gebruik van quizjes om voorkennis te activeren en leerstof te herhalen, goed.
- **Ontwerpeis 12:** Zowel studenten als de lerarenopleider geven aan dat het duidelijk naar voren komt dat domein 3 (life sciences) volledig is gedekt binnen het vak.
- **Ontwerpeis 13:** In de planning is te zien dat de volgorde van de subdomeinen 1) voeding, 2) koolhydraten, 3) lipiden, 4) eiwitten, 5) enzymen, 6) metabolisme & cellulaire processen, 7) DNA, RNA & nucleïnezuren en 8) biotechnologie is. Diezelfde volgorde is ook aangehouden bij het uitvoeren van het vak.
- **Ontwerpeis 14:** Studenten zijn neutraal over het feit of er in het vak rekening is gehouden met wat zij in het tweedegraadsgebied tegenkomen. Daarbij benoemt de lerarenopleider dat er niet een hele sterke koppeling is tussen biochemie en het tweedegraadsgebied.
- **Ontwerpeis 15:** Studenten geven aan dat het duidelijk naar voren komt dat vakdidactiek is geïntegreerd.
- **Ontwerpeis 16:** Studenten vinden dat het duidelijk naar voren komt dat er gebruik is gemaakt van de context voeding en daarnaast van enkele kleinere contexten. Zij vinden de hoeveelheid gebruikte contexten en de gekozen contexten ruim voldoende tot goed. Verder vinden zij de gekozen contexten interessant en passend voor het hbo, maar lastig om toe te passen in het voortgezet onderwijs. De lerarenopleider vindt de gebruikte contexten en actualiteiten indrukwekkend. Hij vindt het knap dat wetenschappelijke contexten gebruikt zijn om studenten kennis te laten maken met actuele wetenschap, wat bij andere vakken minder aan de orde komt.
- **Ontwerpeis 17:** Studenten vinden dat het duidelijk naar voren komt dat stil is gestaan bij doorbraken en trends in de moderne chemie.
- **Ontwerpeis 18:** Studenten zijn neutraal over het feit of stil is gestaan bij hun rol van toekomstig scheikundedocent en de rol van burgerschapsvorming van leerlingen.

- **Ontwerpeis 19:** Studenten vinden dat het duidelijk naar voren komt dat actualiteiten zijn geïntegreerd in het vak. Volgens hen maakt de koppeling tussen lesstof en actualiteiten het vak interessant en brengt dit het vak tot leven. Ook inspireert het hen voor hun eigen lessen. De lerarenopleider vindt de gebruikte wetenschappelijke contexten en actualiteiten indrukwekkend.
- **Ontwerpeis 20:** Studenten vinden dat het duidelijk naar voren komt dat burgerschapsvorming is geïntegreerd en zij vinden dat de gekozen contexten voldoende tot ruim voldoende bijdragen aan hun eigen burgerschapsvorming. Doordat begeleiding bij de vakdidactische afrondingsvorm hier echter nog verder aan bij zou dragen, is deze ontwerpeis gedeeltelijk behaald.

Toetsing van didactische ontwerpeisen

- **Ontwerpeis 21:** Studenten geven aan dat het (heel) duidelijk naar voren komt dat er afwisseling is in werkvormen en didactische methoden, maar vinden ook dat onderzoekend leren en gamedidactiek neutraal tot duidelijk naar voren komen. De lerarenopleider, daarentegen, vindt dat gamedidactiek goed naar voren komt. Door deze verdeeldheid is deze ontwerpeis gedeeltelijk behaald.
- **Ontwerpeis 22:** Studenten geven aan dat de gekozen didactische methoden en werkvormen duidelijk zijn geëxpliciteerd.
- **Ontwerpeis 23:** Studenten geven aan dat contextueel leren duidelijk naar voren komt.
- **Ontwerpeis 24:** In het vak is niet gebruik gemaakt van samenwerkend leren, maar in het ontwerp is wel aangegeven waar samenwerkend leren eventueel kan worden toegepast.
- **Ontwerpeis 25:** In het vak is rekening gehouden met veelvoorkomende fouten in de biochemie en bijbehorende aandachtspunten in de didactiek, gedurende de colleges.

Toetsing van ontwerpeisen voor werkvormen

- **Ontwerpeis 26:** Studenten geven aan dat ze de werkvorm waarin ze etiketten van voedingsmiddelen moesten analyseren, waardevol en leerzaam vonden. Ook in het werkboek is te zien dat deze werkvorm is geïmplementeerd in het vak.
- **Ontwerpeis 27:** Studenten geven aan dat de PowerPoint presentaties duidelijk, overzichtelijk en helder zijn en daarnaast meerwaarde hebben voor begrip van de stof en zelfstandig door te nemen zijn. Ook de lerarenopleider vindt de PowerPoint presentaties goed, met goede theorie en goede plaatjes.
- **Ontwerpeis 28:** Studenten geven aan dat de koppeling tussen de theorie en practica duidelijk is.
- **Ontwerpeis 29:** Studenten geven aan dat er een (heel) duidelijke koppeling is tussen de practica en contexten in hun leefwereld.
- **Ontwerpeis 30:** Studenten geven aan dat de hoeveelheid beschikbare opdrachten en oefenmateriaal per subdomein voldoende tot goed is.
- **Ontwerpeis 31:** Studenten geven aan dat ze de quizjes om voorkennis te activeren en leerstof te herhalen (heel) fijn, waardevol en leerzaam vinden. Ze geven aan dat dit met name komt, omdat lesstof herhaald wordt en voorkennis van vorige colleges wordt opgehaald. Ook de lerarenopleider geeft aan dat het goed is dat gebruik wordt gemaakt van quizjes om voorkennis te activeren en leerstof te herhalen.

Toetsing van ontwerpeisen voor afrondingsvormen

- **Ontwerpeis 32:** De vakinhoudelijke afrondingsvorm is een CGI. Tijdens het schrijven van het verslag heeft dit echter nog niet plaatsgevonden. Studenten geven aan dat het (heel) duidelijk naar voren komt dat het CGI de vakinhoudelijke afrondingsvorm is. De helft van de studenten vindt dit (heel) fijn en de andere helft staat hier neutraal in. Dit maakt dat deze ontwerpeis behaald is.
- **Ontwerpeis 33:** De afronding bestaat uit één vakinhoudelijke en één vakdidactische afrondingsvorm. Studenten geven aan dat dit (heel) duidelijk naar voren komt.
- **Ontwerpeis 34:** De vakdidactische afronding bestaat uit het ontwikkelen van lesmateriaal vanuit een eigen onderwijsvisie, waarin burgerschapsvorming en actualiteiten centraal staan. Het uitvoeren van het materiaal levert bonuspunten op in de rubric van de afrondingsvorm. Studenten geven aan dat deze ontwerpeis duidelijk naar voren komt. Deze opdracht wordt door vier studenten als fijn ervaren, door één student als neutraal ervaren, door één student als niet fijn ervaren en alle studenten vinden deze opdracht leerzaam.
- **Ontwerpeis 35:** De andere afrondingsvormen in het vierde jaar zijn gericht op rekendidactiek, iets wat bij KCH3 niet aan de orde kwam. Ook studenten vinden dat deze ontwerpeis duidelijk naar voren komt.
- **Ontwerpeis 36:** De studenten hebben geen meetrapport hoeven inleveren van de practica en de practica zijn direct klassikaal nabesproken na uitvoering van het practicum. Studenten vinden dit een (hele) goede keuze die bijdraagt aan begripsvorming en ten goede komt van de studielast.

7.2 Ontwerpdoel en deelvragen

Het doel van dit onderzoek was om “KCH3: Biochemie; *Wat je eet ben jezelf*” voor de vierdejaarsstudenten van de tweedegraads lerarenopleiding scheikunde te ontwerpen, waarin gebruik is gemaakt van afwisselende didactische methoden en werkvormen. Het vak is ontworpen en op het moment van schrijven van dit verslag gedeeltelijk uitgevoerd. De studenten zijn positief over de colleges die zij hebben gevolgd, het ontwikkelde werkboek en de werkvormen en didactische methoden waarvan gebruik is gemaakt. Er kan gesteld worden dat het ontwerpdoel van dit onderzoek is behaald. Beperkingen van het ontwerp en het onderzoek worden beschreven in Hoofdstuk 7.3, aanbevelingen voor verbeteringen van het ontwikkelde vak worden gegeven in Hoofdstuk 7.4 en suggesties voor verder onderzoek worden gedaan in Hoofdstuk 7.5. In de rest van dit deelhoofdstuk worden de deelvragen beknopt beantwoord.

Deelvraag I. Welke theorie is bekend over het ontwikkelen van onderwijs en het gebruik van verschillende didactische methoden?

Deze deelvraag is beantwoord in Hoofdstuk 2. Het ontwikkelen van onderwijs is nodig om onderwijs te verbeteren en vernieuwen en om aan te sluiten bij veranderingen in de maatschappij. In dit proces is het van belang om behoeften en mogelijkheden in kaart te brengen, ontwerpeisen op te stellen en in een iteratief proces te ontwikkelen, implementeren en evalueren (van den Akker et al., 2009). Dit ontwerpproces start traditioneel bij de leerstof, maar in het geval van KCH3 start het bij een verdieping in verschillende didactische methoden om het onderwijs aan te laten sluiten bij nieuwe inzichten in leren:

- Contextueel leren: concepten worden aangeleerd door een wisselwerking tussen contexten en concepten (Bruning & Michels, 2013), waarbij gebruik kan worden gemaakt van leefwereldcontexten, maatschappelijke contexten, beroepscontexten en wetenschappelijke contexten (Bruning & Michels, 2013; Kortland, Mooldijk & Poorthuis, 2017; Somers & van der Velden, 2023). Indien het onderwijs vertrekt vanuit deze context wordt ook wel gesproken van de context-en-concept benadering (Driessen & Meinema, 2003).
- Onderzoekend leren: het onderwijs wordt zo ingericht dat studenten onderzoeken op een manier die zoveel mogelijk overeenkomt met natuurwetenschappelijk onderzoek om zo de wereld om hen heen beter te begrijpen (Baselier et al., 2018; Ferreira et al., 2022; Wetenschapsknooppunt Erasmus Universiteit Rotterdam, 2020).
- Gamedidactiek: het gebruik van spellen in het onderwijs om spelenderwijs leerstof te verwerken (Alomari, Al-Samarraie & Yousef, 2019; Martí-Parreño, Méndez-Ibáñez & Alonso-Arroyo, 2016).
- Samenwerkend leren: onderwijsstrategie waarbij een samenwerkingssituatie zo gestructureerd wordt dat effectief leren voor iedere student mogelijk wordt gemaakt (van Ast, de Loor & Spijkerboer, 2021d).

Contextueel leren, onderzoekend leren en gamedidactiek hebben als gezamenlijk doel om studenten te interesseren, motiveren en enthousiasmeren voor scheikunde (Alomari, Al-Samarraie & Yousef, 2019; Driessen & Meinema, 2003; Ferreira et al., 2022; King, 2012; Rodríguez-Arteche & Martínez-Aznar, 2016; van den Berg, 2021). Contextueel en onderzoekend leren doen dit door scheikundeonderwijs betekenisvoller te maken door aan te sluiten bij de belevingswereld van studenten (Bruning & Michels, 2013; Ferreira et al., 2022). Ook afwisseling in didactische methoden, lesmateriaal en werkvormen zorgt ervoor dat de motivatie van studenten verhoogd wordt, wat de effectiviteit van lesgeven en leren vergroot (Bolte, Streller & Hofstein, 2013). Voor de lerarenopleiding scheikunde heeft het implementeren van contextueel leren, onderzoekend leren, gamedidactiek en samenwerkend leren daarnaast als doel om de docenten van de toekomst kennis te laten maken met deze stijlen van scheikundeonderwijs en hen te inspireren om deze aanpak te gebruiken in hun eigen lessen. Op deze manier kunnen ook leerlingen in het tweedegraads scheikundegebied worden geïnteresseerd en gemotiveerd voor scheikunde.

Deelvraag II. Wat zijn de ontwerpeisen volgens de scheikundevakgroep voor het vak “KCH3: Biochemie; *Wat je eet ben jezelf*”?

Deze deelvraag is beantwoord in Hoofdstuk 4.1. Om zicht te krijgen op de ontwerpeisen van de scheikundevakgroep voor KCH3 is een vragenlijst afgenomen onder alle vijf lerarenopleiders van de tweedegraads lerarenopleiding scheikunde op Hogeschool Windesheim. De vragen zijn gebaseerd op literatuuronderzoek, landelijke afspraken en afspraken binnen de scheikundevakgroep. Analyse van de ingevulde vragenlijsten resulteerde in ontwerpeisen die zijn ingedeeld in de thema's vakinhoud, didactiek, werkvormen en afrondingsvormen. De ontwerpeisen vanuit de scheikundevakgroep zijn niet cursief weergegeven in Tabel 10.

Deelvraag III. Met welke ontwerpeisen (organisatie, vakinhoud, didactiek, werkvormen en afrondingsvormen) moet verder rekening worden gehouden bij het ontwikkelen van het vak “KCH3: Biochemie; Wat je eet ben jezelf”?

Deze deelvraag is beantwoord in Hoofdstuk 4.2 en Hoofdstuk 4.3. Naast de ontwerpeisen vanuit de scheikundevakgroep is rekening gehouden met andere aandachtspunten bij het ontwikkelen van KCH3. Om deze deelvraag te beantwoorden zijn tentamenresultaten en ingevulde feedbackformulieren van KCH4 geanalyseerd en is navraag gedaan bij andere lerarenopleidingen hoe zij invulling geven aan biotechnologie. Verder is middels literatuuronderzoek inzichtelijk gemaakt met welke leerdoelen uit de kennisbasis, voorkennis van KCH1 en KCH2 en veelvoorkomende fouten rekening moet worden gehouden. De verdere ontwerpeisen zijn cursief weergegeven in Tabel 10.

Deelvraag IV. Hoe ziet het vierdejaarsvak “KCH3: Biochemie; Wat je eet ben jezelf”, dat voldoet aan de ontwerpeisen, eruit?

Deze deelvraag is beantwoord in Hoofdstuk 5. Om te bepalen of het vak voldoet aan de ontwerpeisen, was het allereerst zaak om literatuuronderzoek (Hoofdstuk 2) en praktijkonderzoek te doen naar ontwerpeisen van de scheikundevakgroep (Hoofdstuk 4.1) en verder ontwerpeisen (Hoofdstuk 4.2 en Hoofdstuk 4.3). Deze ontwerpeisen zijn uitgebreid beschreven in Hoofdstuk 5.1. In KCH3 is gebruik gemaakt van de afwisselende didactische methoden contextueel- en onderzoekend leren, model directe instructie en gamedidactiek om de verschillende concepten uit domein 3 (life sciences) aan te leren. Er is gekozen voor contextueel- en onderzoekend leren als de concepten voorgaande jaren relatief eenvoudig werden opgepakt en voor model directe instructie als in voorgaande jaren bleek dat studenten moeite hadden met de concepten. Gamedidactiek is geïntegreerd in het vak door elk college te starten met een quizje van tien vragen om voorkennis te activeren en leerstof te herhalen en door tijdens de herhalingsles een taalspel en een Escape the Classroom te spelen. Daarnaast is gebruik gemaakt van wetenschappelijke contexten die zoveel mogelijk actueel zijn en bijdragen aan burgerschapsvorming. Het lesmateriaal dat is ontwikkeld bestaat uit een werkboek dat alle opdrachten en practica bevat, PowerPoint presentaties, voorkennistest, quizjes, taalspel, Escape the Classroom en een vakdidactische opdracht. De ontwikkelde lesmaterialen zijn grotendeels terug te vinden in Bijlage 13 tot en met Bijlage 18 en met deze verschillende lesmaterialen is ook de Brightspace ingericht.

Deelvraag V. Hoe wordt het vierdejaarsvak “KCH3: Biochemie; Wat je eet ben jezelf” ontvangen en voldoet het vak aan de gestelde ontwerpeisen?

Deze deelvraag is beantwoord in Hoofdstuk 6 en Hoofdstuk 7.1. Om te bepalen hoe het vak werd ontvangen, of de gekozen werkvormen passen bij de verschillende subdomeinen in de biochemie, of het vak aansluit bij de behoeften van studenten en of het voldoet aan de gestelde ontwerpeisen is een gesprek gevoerd met een lerarenopleider van de scheikundevakgroep en is een vragenlijst afgenomen onder studenten die KCH3 volgen in collegejaar 2023/2024.

Uit het gesprek met de lerarenopleider bleek dat hij het ontworpen vak van hoog niveau vindt. Hij vindt de verdeling van de subdomeinen over de colleges goed, de leerdoelen goed en duidelijk geformuleerd en ook de voorkennistest, waarin voorkennis uit KCH1 en KCH2 wordt geactiveerd, vindt hij goed. Daarnaast vindt hij dat gamedidactiek goed naar voren komt, vindt hij de gebruikte wetenschappelijke contexten en actualiteiten indrukwekkend en vindt hij de gebruikte PowerPoint presentaties goed. Verder vindt hij dat de variatie in soorten practica en de koppeling van practica aan de verschillende subdomeinen ervoor zorgt dat de practica rijker zijn. Bovendien vindt de lerarenopleider het ontworpen werkboek fantastisch en compleet, met een verscheidenheid aan opdrachten van verschillende kennisniveaus en met focus op conceptueel begrip. Ten slotte vindt hij de manier waarop burgerschapsvorming in de scheikundeles concreet wordt gemaakt sterk in de vakdidactische opdracht. Tips die hij geeft voor het doorontwikkelen van KCH3 zijn gericht op de verdeling van de subdomeinen over de colleges, digitaliseren van de voorkennistest en keuze uit verschillende vakdidactische afrondingsvormen (column, onderzoek, lessenserie) waarin burgerschapsvorming in de scheikundeles centraal staat.

Uit de ingevulde tussentijdse vragenlijst van de studenten blijkt dat de studenten tevreden zijn over KCH3. Zij geven het vak gemiddeld een 8,1 en zijn tevreden over de planning, organisatie, colleges, afrondingsvormen en het beschikbare lesmateriaal (PowerPoint presentaties en werkboek). Het gebruik van een werkboek vinden de studenten (heel) fijn. Alle opdrachten en practica die de studenten op het moment van de tussentijdse evaluatie hebben uitgevoerd worden als (heel) waardevol en leerzaam ervaren met gemiddelde scores tussen de 3,2 en 4,7 op een schaal van 1 t/m 5. Studenten vinden de opdrachten waardevoller en leerzamer dan de practica en van de opdrachten vinden zij deze die worden aangeboden via contextueel- en onderzoekend leren waardevoller

dan deze die middels MDI worden gegeven. Ook geven de studenten bruikbare tips om het werkboek en de colleges nog te verbeteren, welke eenvoudig kunnen worden doorgevoerd voor een volgend collegejaar dat dit vak zal worden gegeven. Verder vinden de studenten dat het overgrote deel van de ontwerpeisen (heel) duidelijk naar voren komt. Alle ontwerpeisen scoren gemiddeld tussen de 3,0 en 4,8 op een schaal van 1 t/m 5. Alleen de ontwerpeis waarin de koppeling met het tweedegraadsgebied wordt beschreven zien de studenten niet (heel) duidelijk naar voren komen. Dit komt waarschijnlijk doordat biochemie niet wordt gegeven in het tweedegraadsscheikunde lesgebied, waardoor het moeilijk is om rekening te houden met wat ze daar tegenkomen. Ten slotte geven de studenten aan de afwisseling en variatie in didactiek, werkvormen en colleges fijn te vinden.

Aan de hand van de evaluatie van de lerarenopleider, de studenten en van mijzelf kan worden vastgesteld of het ontwikkelde vak voldoet aan de gestelde ontwerpeisen. Hieruit blijkt dat het overgrote deel van de ontwerpeisen, 29/36, is behaald, 6/36 ontwerpeisen zijn gedeeltelijk behaald en 1/36 ontwerpeisen is niet behaald.

7.3 Beperkingen ontwerp en onderzoek

Er zijn ook een aantal beperkingen aan dit ontwerp en onderzoek:

- **Totstandkoming van het ontwerp:** een groot deel van het vak is zelfstandig ontwikkeld door de ontwikkelaar, waarbij niet gebruik is gemaakt van een team met verschillende kennis en expertises. Door gebruik te maken van een ontwerpteam bestaande uit verschillende professionals kan een kwalitatief beter vak worden ontwikkeld dan wanneer het wordt ontworpen door één persoon.
- **Grootte van de onderzoeksgroep:** de grootte van de onderzoeksgroep is klein. Dit geldt zowel voor de respondenten om ontwerpeisen vast te stellen als respondenten die hebben geëvalueerd. De gehele scheikundevakgroep bestaat uit vijf lerarenopleiders, welke zijn ondervraagd voor het vaststellen van de ontwerpeisen van de scheikundevakgroep. Voor de tussentijdse evaluatie van het vak is een vragenlijst ingevuld door alle zes studenten die het vak hebben gevolgd en is een gesprek gevoerd met één scheikunde lerarenopleider. Voor onderzoek is het beter om een grotere onderzoeksgroep te onderzoeken.
- **Tussentijdse evaluatie:** het ontwikkelde vak is alleen tussentijds geëvalueerd door studenten en een scheikunde lerarenopleider. Doordat dit ontwerpverslag werd ingeleverd voordat het laatste college van het vak werd gegeven zijn vijf van de elf colleges niet geëvalueerd. Er is daardoor geen informatie verkregen over de gebruikte werkvormen in de laatste colleges, over de vakdidactische afrondingsvorm en over het CGI.
- **Beperkt gebruik van interviews:** alleen voor een van de evaluaties is onverhoopt gebruik gemaakt van een interview, maar voor de andere evaluatie en het vaststellen van de ontwerpeisen is gebruik gemaakt van vragenlijsten. In een vragenlijst zijn de resultaten beperkt tot de vragen die vooraf zijn bedacht. In een interview is er de mogelijkheid om door te vragen op de gegeven antwoorden en is er ook de mogelijkheid om onduidelijkheden in de vraagstelling weg te nemen, wat beide in een vragenlijst niet kan.
- **Leerrendement is niet meegenomen in het onderzoek:** middels evaluatie kon wel worden vastgesteld of het ontwikkelde vak aansluit bij de behoeften van studenten, voldoet aan de gestelde ontwerpeisen en of de gekozen werkvormen passen bij de verschillende subdomeinen in de biochemie, maar er is niet bepaald wat het leerrendement is. Onduidelijk is of de studenten de beoogde concepten hebben geleerd, of er misconcepten zijn en of er duurzaam is geleerd in het vak. Ook is niet vergeleken of het leerrendement van KCH3 hoger ligt, lager ligt of gelijk is aan het leerrendement van KCH4. Op deze manier zou kunnen worden vastgesteld of de keuze voor de didactische methode invloed heeft op de resultaten. Hier zal dan wel de kanttekening bij moeten worden geplaatst dat er voorgaande jaren andere studenten het vak volgden en dat er toen minder college-uren beschikbaar waren.
- **Zelfontworpen vragenlijsten:** in het onderzoek is gebruik gemaakt van zelfontworpen vragenlijsten, welke niet gevalideerd zijn. Dit gaat ten koste van de validiteit van het onderzoek.

7.4 Aanbevelingen voor verbeteringen van het ontwikkelde vak

Ook zijn er een aantal aanbevelingen voor verbeteringen van het ontwikkelde vak:

- **Organisatie van het vak:** studenten geven aan dat de hoeveelheid colleges en het aantal college-uren precies genoeg is, maar dat het aantal aaneengesloten uren wat veel is. Er kan in de scheikundevakgroep nog eens worden overwogen om het vak gedurende twee in plaats van anderhalve periode(s) te geven, om zo kortere colleges aan te kunnen bieden. De vraag is wel of dit rooster-technisch haalbaar is.
- **Planning:** het is verstandig om de planning aan te passen op basis van de ervaringen tijdens de uitvoering. Dat betekent dat college 1 zal bestaan uit introductie en voeding, college 2 uit voeding en koolhydraten, college 3 uit lipiden en eiwitten, college 4 uit eiwitten, college 5 uit eiwitten en enzymen en college 6 en 7 uit metabolisme & cellulaire processen, college 8 uit DNA, RNA & nucleïnezuren, college 9 uit DNA, RNA & nucleïnezuren en biotechnologie, college 10 uit biotechnologie en college 11 uit de herhalingsles.
- **Voorkennistest:** Om meer informatie uit de voorkennistest te halen is het belangrijk om studenten te stimuleren om ook de b- en c-vragen in te vullen, waarin zij een redenatie voor het gegeven antwoord bij de a-vraag moeten geven en moeten aangeven hoe zeker zij zijn van hun gegeven antwoord, respectievelijk. Op deze manier kan worden vastgesteld of er misconcepten bestaan bij individuele studenten in plaats van dat alleen een globaal overzicht wordt verkregen van welke concepten de studenten nog niet goed beheersen.
- **Verbeteringen voor het werkboek:** het is verstandig om het werkboek te controleren op typefouten en om hier en daar de vraagstelling na te kijken. Daarnaast is het goed om pagina's voor notities toe te voegen, zodat studenten niet met een schrift én een werkboek hoeven te werken. Ook is het handig om de practica in te delen per onderwerp, in plaats van dat deze allemaal aan het einde van het werkboek worden geplaatst. Verder zou het mooi zijn als er aan het werkboek een overzicht met exacte paragrafen uit het boek wordt toegevoegd. Op deze manier wordt het overzichtelijker welke lesstof uit het boek hoort bij de opdrachten uit het werkboek. Ook kunnen symbolen worden toegevoegd aan het werkboek zodat studenten in één oogopslag kunnen zien welke didactische methode wordt gebruikt, wat de explicite illustratie illustreert.
- **Verbeteringen voor werkvormen:** voor het practicum "Olie, water en zeep" is het verstandig om het voorschrift aan te passen om te voorkomen dat het practicum mislukt. Ook kan worden overwogen om dit practicum uit het vak te halen, aangezien één van de studenten aangeeft dat ze dit al vaker hebben gedaan. Verder is het voor het practicum "DNA uit kiwi en aardbei" zinvol om de optie "toevoegen van ananassap" uit het voorschrift te halen, aangezien dit niet de beoogde resultaten liet zien. Ten slotte gaat de opdracht "Inzicht in de chemie van biologische processen" verder dan de kennisbasis. Het is daarom verstandig om deze opdracht te gebruiken om te differentiëren tussen studenten. Studenten die KCH3 redelijk goed afaagt kunnen deze opdracht middels onderzoekend leren doen om zo enzymwerking uit te zoeken. Studenten die de stof lastiger vinden kunnen een aangepaste opdracht middels MDI maken om zo enzymwerking te leren.
- **Toevoegen van opdrachten om te kunnen differentiëren tussen studenten:** het is verstandig om gedifferentieerd lesmateriaal te ontwikkelen. Op die manier kan uitdaging worden geboden aan studenten die de leerstof eenvoudig oppakken en is er ondersteuning beschikbaar voor studenten die dat nodig hebben.
- **Vakdidactische afrondingsvorm:** het is verstandig om de vakdidactische afrondingsvorm meer te begeleiden gedurende de colleges. Zo kan een brainstormsessie worden ingepland tijdens de colleges, kan tijd in worden gepland om studenten gezamenlijk een inleiding te laten schrijven en kan samen met de studenten een datum worden geprikt waarop zij peer-feedback geven op elkaars werk. Dit heeft als voordeel dat vakdidactiek meer wordt geïntegreerd in het vak, dat studenten de opdracht waardevoller vinden en dat de opdracht minder tijd kost dan dat zij denken. Daarnaast is het goed om de studenten keuzevrijheid te geven wat betreft de vakdidactische opdracht. Naast het ontwikkelen van lesmateriaal, mogen studenten ook kiezen om een column te schrijven over burgerschap in scheikundelessen of om een praktijkonderzoekje te doen naar burgerschapsvorming in scheikundelessen.
- **Integreren van samenwerkend leren als voldoende studenten het vak volgen:** voor het vak is niet gebruik gemaakt van samenwerkend leren, aangezien het aantal studenten te laag is om effectief samenwerkend leren te integreren. Toch is het waardevol om samenwerkend leren te gebruiken mits voldoende studenten het vak volgen. Opdrachten die hiervoor geschikt zijn, zijn: E-nummers voor of tegen, voedingsmiddelenpracticum, analyse van peptiden en genetische modificatie voor of tegen.

7.5 Suggesties voor verder onderzoek

Ten slotte zijn er suggesties voor verder onderzoek:

- **Onderzoek naar biochemie in het tweedegraadsgebied:** op havo/vwo niveau wordt er in de onderbouw van scheikunde geen aandacht besteed aan biochemie. Om de koppeling tussen biochemie en het tweedegraadsgebied te versterken is het verstandig om te onderzoeken wat er op het mbo en vmbo wordt behandeld aan biochemie.
- **Onderzoek naar het leerrendement:** het zou interessant zijn om te bepalen of de studenten de beoogde concepten na het volgen van het vak hebben geleerd, of zij ook nog misconcepten hebben en hoe duurzaam er geleerd is. Dit kan worden onderzocht door de resultaten van het CGI te analyseren. Aan de hand van de behaalde resultaten kan worden bepaald welke concepten de studenten goed onder de knie hebben, welke concepten zij lastig vinden en ook welke eventuele misconcepten zij hebben. Dit kan vervolgens worden gebruikt voor de doorontwikkeling van het vak door in het volgende collegejaar meer aandacht te besteden aan concepten die de studenten als moeilijk ervaren.
- **Vergelijking resultaten KCH3 en KCH4:** ook zou het interessant zijn om de resultaten van KCH3 en KCH4 te vergelijken. In beide vakken werd domein 3 (life sciences) behandeld, alleen de didactische keuzes zijn anders. Voor KCH4 werd met name gebruik gemaakt van MDI en nauwelijks van andere didactische methoden. Voor KCH3 is gekozen voor een afwisseling van verschillende didactische methoden: contextueel- en onderzoekend leren, MDI en gamedidactiek. Door de resultaten van de vakinhoudelijke afrondingsvormen te vergelijken kan gedeeltelijk worden bepaald of de didactische methode invloed heeft op de behaalde resultaten. Hier moeten dan wel kanttekeningen bij worden geplaatst. Voorgaande jaren volgden namelijk andere studenten het vak en waren er minder college-uren beschikbaar.
- **Evaluatie van het vak nadat alle colleges zijn gegeven en de afrondingsvormen zijn geweest:** op het moment van schrijven van dit verslag is er alleen een tussentijdse evaluatie geweest. Het is waardevol om aan het einde van het vak, het vak nogmaals te evalueren met de lerarenopleider en de studenten. In het geval van de lerarenopleider kan dit door hem de vragenlijst in Bijlage 5 te laten invullen en voor studenten kan dit door hen een vergelijkbare vragenlijst als in Bijlage 6 te laten invullen. Op deze manier wordt meer informatie verkregen over de tot nu toe niet-geëvalueerde werkvormen en kunnen ook de afrondingsvormen worden geëvalueerd.
- **Evaluatie van KCH3 door studenten die KCH4 hebben gevolgd:** het is goed zijn om het vak ook te laten evalueren door hogerejaarsstudenten die het vak KCH4 hebben gevolgd in het oude curriculum. Door het ontwikkelde lesmateriaal met hen te delen kunnen zij bepalen in hoeverre zij het vak verbeterd vinden ten opzichte van KCH4.

8. Literatuurlijst

10 voor de leraar. (2017). *Tweedegraadsleraaropleiding Kennisbasis Scheikunde*.

Aguirre, M. E., Ramírez, C. L., & Di Iorio, Y. (2023). Stable and Reusable Fe₃O₄/ZIF-8 Composite for Encapsulation of FDH Enzyme under Mild Conditions Applicable to CO₂ Reduction. *Chemistry - A European Journal*, 29(47). <https://doi.org/10.1002/chem.202301113>

Akker, J. van den (2003). Curriculum perspectives: An introduction. In J. van den Akker, W. Kuiper & U. Hameyer (Eds.), *Curriculum landscapes and trends* (pp. 1-10). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

Alomari, I., Al-Samarraie, H., & Yousef, R. (2019). The role of gamification techniques in promoting student learning: A review and synthesis. *Journal of Information Technology Education: Research*, 18, 395–417. <https://doi.org/10.28945/4417>

Apotheker, J. (2008). *De bonte leerlijn nieuwe scheikunde*.

Apotheker, J., Bulte, A., de Kleijn, E., van Koten, G., Meinema, H., & Seller, F. (2010). *Scheikunde in de dynamiek van de toekomst: over de ontwikkeling van scheikunde in de school van de 21e eeuw*. www.slo.nl

Aronson, E., Blaney, N., Stephan, C., Sikes, J., & Snapp, M. (1978). *The jigsaw classroom*.

Austin, H. P., Allen, M. D., Donohoe, B. S., Rorrer, N. A., Kearns, F. L., Silveira, R. L., Pollard, B. C., Dominick, G., Duman, R., Omari, K. El, Mykhaylyk, V., Wagner, A., Michener, W. E., Amore, A., Skaf, M. S., Crowley, M. F., Thorne, A. W., Johnson, C. W., Lee Woodcock, H., ... Beckham, G. T. (2018). Characterization and engineering of a plastic-degrading aromatic polyestherase. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 115(19), E4350–E4357. <https://doi.org/10.1073/pnas.1718804115>

Baselier, C., Gijsbers, R., de Groot, S., Vinck, J., Doppenberg, J., & Vos, M. (2018, March). Ontwerpprincipes voor “onderzoekend leren” toegelicht. *NVOX*, 22–23.

Benders, L. (2020). *Het gebruik van online/offline enquêtes in je scriptie | Uitleg & tips*. <https://www.scribbr.nl/onderzoeksmethoden/enquete-in-je-scriptie/>

Bennett, J., & Lubben, F. (2006). Context-based chemistry: The Salters approach. *International Journal of Science Education*, 28(9), 999–1015. <https://doi.org/10.1080/09500690600702496>

Bindel, T. H. (2012). Exploring chemical equilibrium with poker chips: A general chemistry laboratory exercise. *Journal of Chemical Education*, 89(6), 759–762. <https://doi.org/10.1021/ed200406t>

Bio-Rad. (n.d.). *Genes in a Bottle Kit*. Retrieved September 11, 2023, from <https://www.bio-rad.com/en-nl/product/genes-bottle-kit?ID=557f48ba-a7db-4c70-a042-a7e7f50ef5ec>

Biotechnologie: Wat kunnen we maken? (2017). *Gaan we sleutelen aan onze kinderen?* NEMO Kennislink. <https://www.youtube.com/watch?v=1aOKI4MG2UE>

Biotechnologie: Wat kunnen we maken? (2018). *Met welk doel mag je sleutelen aan het DNA van dieren?* NEMO Kennislink. <https://www.youtube.com/watch?v=Shc7h2xHwyA>

Black, P., & Wiliam, D. (2009). Developing the theory of formative assessment. *Educational Assessment, Evaluation and Accountability*, 21(1), 5–31. <https://doi.org/10.1007/s11092-008-9068-5>

Boerekamps, R., & Sanders, W. (2021, June). Puzzels, veel leuker dan gewone les! Visuele puzzels op microniveau bij zuur-base. *NVOX*, 14–15.

Bolte, C., Streller, S., & Hofstein, A. (2013). How to motivate students and raise their interest in chemistry education. In I. Eilks & A. Hofstein (Eds.), *Teaching Chemistry - A Studybook* (pp. 67–95). Sense Publishers.

- Brugarolas, P. (2019). *Using radioactive drugs to see inside your body*. TED-Ed.
<https://www.youtube.com/watch?v=KXzONBPcPIk>
- Bruning, L., & Michels, B. (2013). *Concept-contextvenster: Zicht op de wisselwerking tussen concepten en contexten in het bèta-onderwijs*.
- Bu, P., Chen, K. Y., Xiang, K., Johnson, C., Crown, S. B., Rakhilin, N., Ai, Y., Wang, L., Xi, R., Astapova, I., Han, Y., Li, J., Barth, B. B., Lu, M., Gao, Z., Mines, R., Zhang, L., Herman, M., Hsu, D., ... Shen, X. (2018). Aldolase B-Mediated Fructose Metabolism Drives Metabolic Reprogramming of Colon Cancer Liver Metastasis. *Cell Metabolism*, 27(6), 1249-1262.e4. <https://doi.org/10.1016/j.cmet.2018.04.003>
- Buckley, J. (2016). *Investigating invertase*. Royal Society of Chemistry & University of Sheffield.
<https://edu.rsc.org/resources/investigating-invertase-edible-experiments/2368.article>
- Bulte, A., Westbroek, H., de Jong, O., & Pilot, A. (2006). A research approach to designing chemistry education using authentic practices as contexts. *International Journal of Science Education*, 28(9), 1063–1086.
<https://doi.org/10.1080/09500690600702520>
- Bybee, R. W., & Landes, N. M. (1990). Science for Life & Living An Elementary School Science Program from Biological Sciences Curriculum Study. In *THE AMERICAN BIOLOGY TEACHER* (Vol. 52, Issue 2).
- Caleon, I., & Subramaniam, R. (2010). Development and application of a three-tier diagnostic test to assess secondary students' understanding of waves. *International Journal of Science Education*, 32(7), 939–961.
<https://doi.org/10.1080/09500690902890130>
- Canrinus-Moezelaar, R. (2022). Bacteriën voor duurzame petrochemie. *C2W*.
<https://www.sciencelink.net/industrie-and-start-ups/bacterien-voor-duurzame-petrochemie/20681.article>
- Capps, K. (2008). *Chemistry Taboo: An Active Learning Game for the General Chemistry Classroom*.
<http://www.hasbro.com/default>
- Carolina. (n.d.). *Original DNA Puzzle Kit*. Retrieved May 25, 2023, from <https://www.carolina.com/genetic-dna-models/original-dna-puzzle-kit/171050D.pr>
- College voor Toetsen en Examens. (2023a). *Scheikunde HAVO Syllabus Centraal Examen 2024*.
https://www.examenblad.nl/system/files/2022/syllabi/Syllabus_scheikunde_havo_2024_januari_2022_v2.pdf
- College voor Toetsen en Examens. (2023b). *Scheikunde VWO Syllabus Centraal Examen 2024*.
https://www.examenblad.nl/system/files/2022/syllabi/syllabus_scheikunde_versie_2_vwo_2024.pdf
- Consumentenbond. (n.d.). *Zijn E-nummers schadelijk voor de gezondheid?* Retrieved August 9, 2023, from <https://www.consumentenbond.nl/gezond-eten/e-nummers-schadelijk-gezondheid>
- Consumentenbond. (2013). *Wat zijn E-nummers?* . <https://www.youtube.com/watch?v=dQq5A26AfQk>
- Consumentenbond. (2021). *Verborgen E-nummers op het etiket*. <https://www.consumentenbond.nl/gezond-eten/e-nummers-op-het-etiket>
- Conway, C. J., & Leonard, M. (2014). Insulin-glucagon interactions: Using a game to understand hormonal control. *Journal of Chemical Education*, 91(4), 536–540. <https://doi.org/10.1021/ed300771t>
- Conway, C., & Leonard, M. (2015). Playing an electron transport system game to improve health students' learning. *Journal of Chemical Education*, 92(5), 871–873. <https://doi.org/10.1021/ed500473z>
- Costa, M. J. (2007). CARBOHYDECK: A Card Game To Teach the Stereochemistry of Carbohydrates. *Journal of Chemical Education*, 84(6), 977–978. www.JCE.DivCHED.org

- Creative Biolabs. (2022). *Liposomal Delivery Systems in Cancer Therapy*.
<https://www.youtube.com/watch?v=Jfj5qYwcqAY>
- Davis-McGibony, C. M. (2010). Protein-sequencing jigsaw. *Journal of Chemical Education*, 87(4), 409–411.
<https://doi.org/10.1021/ed8001144>
- de Graaf, L. (2022). *PowerPoint Inleiding Vakdidactiek Scheikunde College 2 Concepten*.
- de Lange, F., & de Gruijter, J. (2010). Contexten in de bonte leerlijn voor scheikunde vwo. *NVOX*, 440–442.
- De Volkskrant. (2017). *E-nummers zijn helemaal top*. <https://www.youtube.com/watch?v=4NC6htMFCKs>
- Demirci, T., & Oktay, M. (2021). The Effectiveness of Concept Teaching Using Concept Maps on Academic Achievement and Elimination of Misconceptions: Protein Synthesis Case. *Science Education International*, 32(4), 390–399. <https://doi.org/10.33828/sei.v32.i4.15>
- Derman, M. (2023). DETERMINATION OF MISCONCEPTIONS ABOUT CARBOHYDRATES MALAYSIAN ONLINE JOURNAL OF EDUCATIONAL SCIENCES. In *MALAYSIAN ONLINE JOURNAL OF EDUCATIONAL SCIENCES* (Vol. 11, Issue 4). <http://mojes.um.edu.my/EISSN:2289-3024>
<http://mojes.um.edu.my/EISSN:2289-3024>
- Dijkgraaf, A. (2016). Alternatieve lignocellulose-afbraak. *C2W*.
<https://www.sciencelink.net/verdieping/alternatieve-lignocellulose-afbraak/8342.article>
- Dijkgraaf, A. (2018). Uitzaaing eet wat de pot schaft. *C2W*. <https://www.sciencelink.net/verdieping/uitzaaiing-eet-wat-de-pot-schaft/10168.article>
- Dijkgraaf, A. (2022). *Gist maakt chemo*.
- Doppenberg, J., Vos, M., Baselier, C., Gijsbers, R., de Groot, S., & Vinck, J. (2018, February). Naar meer onderzoekend leren in de bètalessen. *NVOX*, 70–71.
- Driessen, H. P. W., & Meinema, H. A. (2003). *Chemie tussen context en concept*. <http://catalogus.slo.nl>
- Education in Chemistry. (2018). *Understanding the chemistry of biological processes*.
<https://edu.rsc.org/download?ac=139380>
- Feijen, C. (2023, February). Zout eens op met je feedback! *NVOX*, 6–7.
- Ferreira, D. M., Sentanin, F. C., Parra, K. N., Negro Bonini, V. M., De Castro, M., & Kasseboehmer, A. C. (2022). Implementation of Inquiry-Based Science in the Classroom and Its Repercussion on the Motivation to Learn Chemistry. *Journal of Chemical Education*, 99(2), 578–591.
<https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.1c00287>
- Feyen, C. (2021, June). Beat the chemistry! Een educatieve game om reactievergelijkingen te oefenen. *NVOX*, 10–11.
- Fisher, K. M. (1985). A MISCONCEPTION IN BIOLOGY: AMINO ACIDS AND TRANSLATION. In *JOURNAL OF RESEARCH IN SCIENCE TEACHING* (Vol. 22, Issue 1).
- Geerts, W., & van Kralingen, R. (2021a). *Handboek voor Leraren* (3e druk, pp. 115–116). Uitgeverij Coutinho.
- Geerts, W., & van Kralingen, R. (2021b). *Handboek voor Leraren* (3e druk, pp. 116–120). Uitgeverij Coutinho.
- Geerts, W., & van Kralingen, R. (2021c). *Handboek voor Leraren* (3e druk, p. 64). Uitgeverij Coutinho.
- Gevorgyan, A., Hopmann, K. H., & Bayer, A. (2021). Lipids as versatile solvents for chemical synthesis. *Green Chemistry*, 23(18), 7219–7227. <https://doi.org/10.1039/d1gc02311j>
- Gevorgyan, A., Hopmann, K. H., & Bayer, A. (2022). Improved Buchwald-Hartwig Amination by the Use of Lipids and Lipid Impurities. *Organometallics*, 41(14), 1777–1785.
<https://doi.org/10.1021/acs.organomet.1c00517>

- Grinias, J. P. (2017). Making a Game out of It: Using Web-Based Competitive Quizzes for Quantitative Analysis Content Review. *Journal of Chemical Education*, 94(9), 1363–1366. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.7b00311>
- Gulikers, J., & Baartman, L. (2017). *Doelgericht professionaliseren: formatieve toetspraktijken met effect! Wat DOET de docent in de klas?*
- Hanson, R. M. (2002). WebWare for Classroom, Computer Room, Student's Room - The Chemical Name Game. *Journal of Chemical Education*, 79(11), 1380. <https://pubs.acs.org/sharingguidelines>
- Hein, M., Pattison, S. & Arena, S. (2013). *Introduction to General Organic & Biochemistry*. Wiley.
- Henle, A. M. (2019). *How CRISPR lets you edit DNA*. Ted-Ed. https://www.youtube.com/watch?v=6tw_JVz_Iec
- Hofstein, A., Kesner, M., & Ben-Zvi, R. (2000). Student Perceptions of Industrial Chemistry Classroom Learning Environments. *Learning Environments Research*, 2, 291–306.
- Horton, C. (2007). Student Alternative Conceptions in Chemistry. *California Journal of Science Education*, 7(2), 1–82.
- Jans, A. (2013). *E-nummers*.
- Jiménez-Barbero, J., Linclau, B., Ardá, A., Reichardt, N. C., Sollogoub, M., Unione, L., & Vincent, S. P. (2020). Fluorinated carbohydrates as chemical probes for molecular recognition studies. Current status and perspectives. In *Chemical Society Reviews* (Vol. 49, Issue 12, pp. 3863–3888). Royal Society of Chemistry. <https://doi.org/10.1039/c9cs00099b>
- Kaal, I. (2019). *Bacterie lust plastic rauw: Enzym MHETase breekt PET af*.
- Kamsma, M. (2023). Zoetstoffen zijn misschien niet zo onschuldig als lang werd gedacht. *NRC*.
- King, D. (2012). New perspectives on context-based chemistry education: using a dialectical sociocultural approach to view teaching and learning. In *Studies in Science Education* (Vol. 48, Issue 1, pp. 51–87). <https://doi.org/10.1080/03057267.2012.655037>
- Kirbulut, Z. D., & Geban, O. (2014). Using three-tier diagnostic test to assess students' misconceptions of states of matter. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 10(5), 509–521. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2014.1128a>
- Klep, J., Letschert, J., & Thijs, A. (2004). *Wat gaan we leren?* .
- Kortland, K., Mooldijk, A., & Poorthuis, H. (2017). *Handboek natuurkundedidactiek* (eerste druk, pp. 46–53). Epsilon Uitgaven.
- KRO NCRV Keuringsdienst van waarde. (2020). *“Natuurlijke stoffen” op etiket zijn E-nummers in vermomming!* <https://www.youtube.com/watch?v=l6mhOcd63aE>
- KRO-NCRV Keuringsdienst van waarde. (n.d.-a). *Wat zit er eigenlijk in caloriearme frisdranken en limonades?* Retrieved August 9, 2023, from <https://kro-ncrv.nl/caloriearme-frisdranken-en-limonades>
- KRO-NCRV Keuringsdienst van waarde. (n.d.-b). *Zijn E-nummers slecht voor je?* Retrieved August 9, 2023, from <https://kro-ncrv.nl/programmas/keuringsdienst-van-waarde/zijn-e-nummers-slecht-voor-je>
- Lambriex-Schmitz, P., & Bakker, M. (2023). *“We moeten echt stoppen met alles in een curriculum proppen.”* https://www.scienceguide.nl/2023/06/we-moeten-echt-stoppen-met-alles-in-een-curriculum-proppen/?utm_source=ScienceGuide&utm_campaign=8852a58636-EMAIL_CAMPAIGN_2023_06_14_07_52&utm_medium=email&utm_term=0_8852a58636-%5BBLIST_EMAIL_ID%5D

- Lederman, N. G. (1992). Students' and Teachers' Conceptions of the Nature of Science: A Review of the Research. In *JOURNAL OF RESEARCH IN SCIENCE* (Vol. 29, Issue 4).
- Leensen, M. (2022, April). De taxonomie van TIMSS. *NVOX*, 12–13.
- Lemley, P. V. (1989). A Game Show Approach to Teaching Peptide Sequencing. *Journal of Chemical Education*, 66(12), 1011. <https://pubs.acs.org/sharingguidelines>
- Li, J., Scarano, A., Gonzalez, N. M., D'Orso, F., Yue, Y., Nemeth, K., Saalbach, G., Hill, L., de Oliveira Martins, C., Moran, R., Santino, A., & Martin, C. (2022). Biofortified tomatoes provide a new route to vitamin D sufficiency. *Nature Plants*, 8(6), 611–616. <https://doi.org/10.1038/s41477-022-01154-6>
- Linzel, D. (2021). *Olie voor bakken, braden ... én synthese*.
- Linzel, D. (2023a). *Gekooid enzym reduceert CO₂*.
- Linzel, D. (2023b). Nucleosiden gaan (anti-)viraal. *C2W*. <https://www.sciencelink.net/nieuws/nucleosiden-gaan-anti-viraal/21347.article>
- Linzel, D. (2023c). Virusjasjes vouwen. *C2W*. <https://www.sciencelink.net/nieuws/virusjasjes-vouwen/21435.article>
- Liu, S. Y., & Lederman, N. G. (2007). Exploring prospective teachers' worldviews and conceptions of nature of science. *International Journal of Science Education*, 29(10), 1281–1307. <https://doi.org/10.1080/09500690601140019>
- Lurvink, N. (2023, June). Escaperooms in de klas. *NVOX*, 6–7.
- Malheiros, B. (2023). *Klittenband gemaakt van DNA*. KNCV. <https://www.youtube.com/watch?v=ne3h4oQEaGY&t=10s>
- Martina, M. G., Giammarino, F., Vicenti, I., Groaz, E., Rozenski, J., Incerti, M., Sannio, F., Docquier, J. D., Zazzi, M., & Radi, M. (2023). Nucleoside Derivatives of 2,6-Diaminopurine Antivirals: Base-Modified Nucleosides with Broad-Spectrum Antimicrobial Properties. *ChemMedChem*, e202300200.
- Martí-Parreño, J., Méndez-Ibáñez, E., & Alonso-Arroyo, A. (2016). The use of gamification in education: a bibliometric and text mining analysis. *Journal of Computer Assisted Learning*, 32(6), 663–676. <https://doi.org/10.1111/jcal.12161>
- Marx, P. (2022). Hoe maak je een mRNA-vaccin? *C2W*. <https://www.sciencelink.net/verdieping/hoe-maak-je-een-mrna-vaccin/20478.article>
- Marzano, R., & Miedema, W. (2018). *Leren in Vijf Dimensies: Moderne didactiek voor het voortgezet onderwijs* (7e druk, pp. 78–87). Uitgeverij Koninklijke Van Gorcum.
- Miguel-Gómez, J. E., Salazar, D., & Reina, M. (2023). Intermolecular Forces Dominoes! A Game for Aiding Students in Their Review of Intermolecular Forces. *Journal of Chemical Education*, 100(5), 1895–1904. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.3c00024>
- Milenković, D.D., Hrin, T.N., Segedinac, M.D. and Horvat, S. (2016). Development of a Three-Tier Test as a Valid Diagnostic Tool for Identification of Misconceptions Related to Carbohydrates, *Journal of Chemical Education*, 93, 1514-1520.
- Morton, J. P., Doran, D. A., & Maclaren, D. P. M. (2008). How We Teach Common student misconceptions in exercise physiology and biochemistry. *Adv Physiol Educ*, 32, 142–146. <https://doi.org/10.1152/advan.00095.2007>.-The
- Moskowitz, J. M., Malvin, J. H., & Schaeffer, G. A. (1985). Evaluation of Jigsaw, a Cooperative Learning Technique. In *CONTEMPORARY EDUCATIONAL PSYCHOLOGY* (Vol. 10).

- Muusers, P. (2023). *Exacte spreiding of standaarddeviatie?* <https://www.360gradenfeedback.nl/post/exacte-spreiding-of-standaarddeviatie>
- Nature. (2017). *CRISPR: Gene editing and beyond*. <https://www.youtube.com/watch?v=4YKFW2KZA5o>
- NPO Kennis. (n.d.). *Kun je beter eten kopen zonder E-nummers?* Retrieved August 9, 2023, from https://npokennis.nl/longread/7528/kun-je-beter-eten-kopen-zonder-e-nummers?at_medium=sl&at_campaign=ntr_npo_kennis_longreads&at_platform=google
- Nsairat, H., Khater, D., Sayed, U., Odeh, F., Al Bawab, A., & Alshaer, W. (2022). Liposomes: structure, composition, types, and clinical applications. In *Heliyon* (Vol. 8, Issue 5). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e09394>
- Ottevanger, W., Folmer, E., Bruning, L., & Kuiper, W. (2011). *Curriculumevaluatie bètaonderwijs tweede fase*.
- Palm, G. J., Reisky, L., Böttcher, D., Müller, H., Michels, E. A. P., Walczak, M. C., Berndt, L., Weiss, M. S., Bornscheuer, U. T., & Weber, G. (2019). Structure of the plastic-degrading Ideonella sakaiensis MHEase bound to a substrate. *Nature Communications*, 10(1). <https://doi.org/10.1038/s41467-019-09326-3>
- Parchmann, I., Gräsel, C., Baer, A., Nentwig, P., Demuth, R., & Ralle, B. (2006). "Chemie im Kontext": A symbiotic implementation of a context-based teaching and learning approach. *International Journal of Science Education*, 28(9), 1041–1062. <https://doi.org/10.1080/09500690600702512>
- Peşman, H., & Eryilmaz, A. (2010). Development of a three-tier test to assess misconceptions about simple electric circuits. *Journal of Educational Research*, 103(3), 208–222. <https://doi.org/10.1080/00220670903383002>
- Peterson, R., Treagust, D., & Garnett, P. (1986). IDENTIFICATION OF SECONDARY STUDENTS' MISCONCEPTIONS OF COVALENT BONDING AND STRUCTURE CONCEPTS USING A DIAGNOSTIC INSTRUMENT. In *40 Research In Science Education* (Vol. 16).
- Pilot, A., & Bulte, A. (2006). The use of "contexts" as a challenge for the chemistry curriculum: Its successes and the need for further development and understanding. *International Journal of Science Education*, 28(9), 1087–1112. <https://doi.org/10.1080/09500690600730737>
- Rector, R. (2018). *Voor of tegen gentech-gewassen? Dit moet je weten*. Biotechnologie: Wat Kunnen We Maken? <https://www.biotechnologie.nl/voor-of-tegen-gentech-gewassen-dit-moet-je-weten/>
- Rijksoverheid. (n.d.). *Kansen en risico's van biotechnologie*. Retrieved October 26, 2023, from <https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/biotechnologie/kansen-en-risicos-biotechnologie>
- Rijksoverheid. (2021). *Eerste kamer stemt in met nieuwe wet voor burgerschapsvorming*. <https://www.rijksoverheid.nl/actueel/nieuws/2021/06/22/eerste-kamer-stemt-in-met-nieuwe-wet-voor-burgerschapsonderwijs>
- Rijksoverheid. (2023). *Vernieuwen curriculum primair onderwijs en voortgezet onderwijs*. <https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/toekomst-onderwijs/toekomstgericht-curriculum>
- Rijksuniversiteit Groningen. (2021). *Een andere blik op suikers*. <https://www.rug.nl/news/2021/09/a-different-perspective-on-sugar>
- Rijns, Y. (1999). *Variatie werkvormen stimuleert studenten*. <https://www.delta.tudelft.nl/article/variatie-werkvormen-stimuleert-studenten>
- Rodríguez-Arteche, I., & Martínez-Aznar, M. M. (2016). Introducing Inquiry-Based Methodologies during Initial Secondary Education Teacher Training Using an Open-Ended Problem about Chemical Change. *Journal of Chemical Education*, 93(9), 1528–1535. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.5b01037>

- Roehrig, G. H., & Luft, J. A. (2004). Inquiry Teaching in High School Chemistry Classrooms The Role of Knowledge and Beliefs. *Journal of Chemical Education*, 81(10), 1510–1516.
- Roštejnská, M., & Klímová, H. (2011). Biochemistry games: AZ-quiz and jeopardy! In *Journal of Chemical Education* (Vol. 88, Issue 4, pp. 432–433). <https://doi.org/10.1021/ed100231r>
- Rougoor, T., Benes, M., & van Huffelen, M. (2020). Onderzoekend en ontwerpnd leren op afstand. *NVON*, 4–5.
- Royal Society of Chemistry. (n.d.-a). *DNA*. Retrieved September 11, 2023, from <https://edu.rsc.org/outreach/extracting-dna-experiment-11-14-years/4015960.article>
- Royal Society of Chemistry. (n.d.-b). *Fats, oils and fatty acids*. Retrieved August 11, 2023, from <https://edu.rsc.org/download?ac=508450>
- Royal Society of Chemistry. (n.d.-c). *Synthesis and Properties of Soap*. Retrieved August 11, 2023, from <https://www.rsc.org/suppdata/c7/rp/c7rp00133a/c7rp00133a2.pdf>
- Russell, J. V. (1999). Using Games To Teach Chemistry An Annotated Bibliography. *Journal of Chemical Education*, 76(4), 481–484. <https://pubs.acs.org/sharingguidelines>
- Sanders, W., & de Putter, L. (2018, April). Een escaperoom gebaseerd op stereoisomerie. *NVOX*, 210–211.
- Seitz, I., Saarinen, S., Kumpula, E. P., McNeale, D., Anaya-Plaza, E., Lampinen, V., Hytönen, V. P., Sainsbury, F., Cornelissen, J. J. L. M., Linko, V., Huiskonen, J. T., & Kostianen, M. A. (2023). DNA-origami-directed virus capsid polymorphism. *Nature Nanotechnology*. <https://doi.org/10.1038/s41565-023-01443-x>
- Sjöström, J. (2013). Towards Bildung-Oriented Chemistry Education. *Science & Education*, 22(7), 1873–1890.
- SLO. (2021). *Het curriculaire spinnenweb: het leerplan*. <https://www.slo.nl/thema/vakspecifieke-thema/kunst-cultuur/leerplankader-kunstzinnige-orientatie/handreiking-schoolleiders/curriculaire-spinnenweb/>
- SLO - Leerplan in Beeld. (2023). *Kerdoelen Scheikunde*. <https://leerplaninbeeld.slo.nl/regulier-onderwijs/?subject=>
- Snoch, W., Wnuk, D., Witko, T., Staroń, J., Bojarski, A. J., Jarek, E., Plou, F. J., & Guzik, M. (2021). In search of effective anticancer agents—novel sugar esters based on polyhydroxyalkanoate monomers. *International Journal of Molecular Sciences*, 22(13). <https://doi.org/10.3390/ijms22137238>
- Somers, T., & van der Velden, K. (2023). *Leren, denken en werken als Natuur- en Scheikundedocent* (eerste druk, pp. 442–454). Kans Nijmegen.
- Stad, T., & Dekkers, P. (2018, November). Spelelementen in de herhalingsles. *NVOX*, 470–471.
- Stinken-Rösner, L. (2022). Ontdek de elementen - De ontwikkeling van het periodiek systeem volgens Mendelejew. *NVOX*, 34–35.
- Storey, R. D. (1991). Textbook Errors & Misconceptions in Biology: Cell Metabolism. In *Source: The American Biology Teacher* (Vol. 53, Issue 6). http://www.jstor.orgURL:http://www.jstor.org/stable/4449321http://www.jstor.org/stable/4449321?seq=1&cid=pdf-reference#references_tab_contents
- Surma, T., Vanhoyweghen, K., Sluijsmans, D., Camp, G., Muijs, D., & Kirschner, P. A. (2022a). *Wijze lessen: Twaalf bouwstenen voor effectieve didactiek* (4e druk, pp. 152–159). Ten Brink Uitgevers.
- Surma, T., Vanhoyweghen, K., Sluijsmans, D., Camp, G., Muijs, D., & Kirschner, P. A. (2022b). *Wijze lessen: Twaalf bouwstenen voor effectieve didactiek* (4e druk, p. 39). Ten Brink Uitgevers.
- Surma, T., Vanhoyweghen, K., Sluijsmans, D., Camp, G., Muijs, D., & Kirschner, P. A. (2022c). *Wijze lessen: Twaalf bouwstenen voor effectieve didactiek* (4e druk, pp. 36–45). Ten Brink Uitgevers.

- Surma, T., Vanhoyweghen, K., Sluijsmans, D., Camp, G., Muijs, D., & Kirschner, P. A. (2022d). *Wijze lessen: Twaalf bouwstenen voor effectieve didactiek* (4e druk, pp. 141–146). Ten Brink Uitgevers.
- Sutman, F. X., & Bruce, M. H. (1992). Chemistry in the Community - ChemCom: A Five-Year Evaluation. *Journal of Chemical Education*, 69(7), 564–567.
- Taber, K. S. (2002). *Chemical Misconceptions - Prevention, Diagnosis and Cure: Theoretical Background* (Royal Society of Chemistry, Ed.; Vol. 1, p. 5).
- Tafoya, E., Sunal, D. W., & Knecht, P. (1980). Assessing Inquiry Potential: A Tool For Curriculum Decision Makers. *School Science and Mathematics*, 80(1), 43–48. <https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.1980.tb09559.x>
- Tai, Y. S., Xiong, M., Jambunathan, P., Wang, J., Wang, J., Stapleton, C., & Zhang, K. (2016). Engineering nonphosphorylative metabolism to generate lignocellulose-derived products. *Nature Chemical Biology*, 12(4), 247–253. <https://doi.org/10.1038/nchembio.2020>
- Ten Dam, G., Geijssel, F., Reumerman, R., & Ledoux, G. (2011). Measuring young people's citizenship competences. *European Journal of Education*, 46(3), 354–372.
- The Economist. (2022). *Gene editing: should you be worried?* <https://www.youtube.com/watch?v=F7DpdOHRDR4>
- The Nobel Committee for Chemistry. (2020a). *Genetic scissors: a tool for rewriting the code of life*.
- The Nobel Committee for Chemistry. (2020b). *Scientific Background on the Nobel Prize in Chemistry 2020 - A Tool for Genome Editing*.
- The Nobel Committee for Chemistry. (2022a). *Scientific Background on the Nobel Prize in Chemistry 2022 - Click Chemistry and Bioorthogonal Chemistry*.
- The Nobel Committee for Chemistry. (2022b). *Their functional chemistry works wonders*.
- The Royal Society. (2016). *What is gene editing and how does it work?* <https://www.youtube.com/watch?v=XPDb8tqgfjY>
- Thole, E. (2022). Versterkte tomaat als vitaminebom. C2W. <https://www.sciencelink.net/verdieping/versterkte-tomaat-als-vitaminebom/20570.article#:~:text=Britse%20onderzoekers%20hebben%20via%20een,als%20alternatief%20voor%20dierlijke%20producten>.
- Thole, E. (2023). *Cyclisch peptide hecht aan probleembacterie*.
- van Amerom, M. (2017). *Hey, blijf van dat gen af! De voors en tegens van gen-editing op embryo's*. NEMO Kennislink. <https://www.nemokennislink.nl/publicaties/hey-blijf-van-dat-gen-af/>
- van Ast, M., de Loor, O., & Spijkerboer, L. (2021a). *Effectief leren: De docent als regisseur* (5e druk, pp. 71–88). Noordhoff Uitgevers.
- van Ast, M., de Loor, O., & Spijkerboer, L. (2021b). *Effectief leren: De docent als regisseur* (5e druk, pp. 207–208). Noordhoff Uitgevers.
- van Ast, M., de Loor, O., & Spijkerboer, L. (2021c). *Effectief leren: De docent als regisseur* (5e druk, pp. 148–153). Noordhoff Uitgevers.
- van Ast, M., de Loor, O., & Spijkerboer, L. (2021d). *Effectief leren: De docent als regisseur* (5e druk, pp. 209–220). Noordhoff Uitgevers.
- van Ast, M., de Loor, O., & Spijkerboer, L. (2021e). *Effectief leren: De docent als regisseur* (5e druk, pp. 220–235). Noordhoff Uitgevers.

- van Ast, M., de Loor, O., & Spijkerboer, L. (2021f). *Effectief leren: De docent als regisseur* (5e druk, pp. 22–26). Noordhoff Uitgevers.
- van Ast, M., de Loor, O., & Spijkerboer, L. (2021g). *Effectief leren: De docent als regisseur* (5e druk, pp. 24–25). Noordhoff Uitgevers bv.
- van Ast, M., de Loor, O., & Spijkerboer, L. (2021h). *Effectief leren: De docent als regisseur* (5e druk, pp. 186–187). Noordhoff Uitgevers.
- van Ast, M., de Loor, O., & Spijkerboer, L. (2021i). *Effectief leren: De docent als regisseur* (5e druk, p. 144). Noordhoff Uitgevers.
- van Ast, M., de Loor, O., & Spijkerboer, L. (2021j). *Effectief leren: De docent als regisseur* (5e druk, pp. 29–32). Noordhoff Uitgevers.
- van Berkel, H., Bax, A., & Joosten-ten Brinke, D. (2014). *Toetsen in het hoger onderwijs* (3e druk). Bohn Stafleu van Loghum.
- van Berkel, T., & de Gruijter, J. (2010). Contexten in de blauwe leerlijn voor havo en vwo. *NVOX*, 162–164.
- van den Akker, J., de Boer, W., Folmer, E., Kuiper, W., Letschert, J., Nieveen, N., & Thijs, A. (2009). *Leerplan in ontwikkeling*. SLO, nationaal expertisecentrum leerplanontwikkeling.
- van den Berg, E. (2021). Leren onderzoeken versus onderzoekend leren. *NVON*, 14–16.
- van der Donk, C., & van Lanen, B. (2022a). *Praktijkonderzoek in de school* (4de druk, pp. 208–210). Uitgeverij Coutinho.
- van der Donk, C., & van Lanen, B. (2022b). *Praktijkonderzoek in de school* (4de druk, pp. 259–260). Uitgeverij Coutinho.
- van der Donk, C., & van Lanen, B. (2022c). *Praktijkonderzoek in de school* (4de druk, pp. 250–253). Uitgeverij Coutinho.
- van der Donk, C., & van Lanen, B. (2022d). *Praktijkonderzoek in de school* (4de druk, pp. 260–269). Uitgeverij Coutinho.
- van der Donk, C., & van Lanen, B. (2022e). *Praktijkonderzoek in de school* (4de druk, pp. 47–58). Uitgeverij Coutinho.
- van der Donk, C., & van Lanen, B. (2022f). *Praktijkonderzoek in de school* (4e druk, pp. 355–356). Uitgeverij Coutinho.
- van der Meel, R. (2023). *Geneesmiddelen op maat maak je zelf*. KNCV. <https://www.youtube.com/watch?v=hUQTxd-voQ8>
- van Eijk, V., Kraaijvanger, I., Leijssen, A., & van der Velden, K. (2023). Kwartetten met vaktaal - Een kwartetspel voor vaktaalbevordering in de scheikundeles. *NVOX*, 34–35. www.vakdidactieknaask.nl/
- van Lier, R. C. W., de Bruijn, A. D., & Roelfes, G. (2021). A Water-Soluble Iridium Photocatalyst for Chemical Modification of Dehydroalanines in Peptides and Proteins. *Chemistry - A European Journal*, 27(4), 1430–1437. <https://doi.org/10.1002/chem.202002599>
- van Rossum, J., & de Gruijter, J. (2010). Contexten in de groene leerlijn voor havo scheikunde. *NVOX*, 104–106.
- van 't Hoog, A. (2023). *Dossier: anammox*. https://www.sciencelink.net/dossiers-and-collecties/dossier-anammox/21598.article#Afvalzuivering_in_eeen_vissenkop
- Venneker, M. (2017, June). Pop-up escaperoom in de klas. *NVOX*, 333. <http://escapetheclassroom.nl/>

- Vergne, M. J., Simmons, J. D., & Bowen, R. S. (2019). Escape the Lab: An Interactive Escape-Room Game as a Laboratory Experiment. *Journal of Chemical Education*, 96(5), 985–991. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.8b01023>
- Villafañe, S. M., Loertscher, J., Minderhout, V., & Lewis, J. E. (2011). Uncovering students' incorrect ideas about foundational concepts for biochemistry. *Chemistry Education Research and Practice*, 12(2), 210–218. <https://doi.org/10.1039/c1rp90026a>
- Visser, T. (2020, March). Motivatie & inspiratiepil voor je examen. *NVOX*, 118–119. www.youtube.com/watch?v=yQCmc8YTf64
- Visser, T., & Ornée, G. (2018). Een goed geformuleerd, juist antwoord bij scheikunde en biologie. Deel 2: Uitleggen (interactie over vakkennis). *NVOX*, 294–295.
- VNO NCW. (2019). *E-nummers gevaarlijk? Of je dan nog wel een tomaat kan eten ...* <https://www.vno-ncw.nl/forum/e-nummers-gevaarlijk-je-dan-nog-wel-een-tomaat-kan-eten>
- Vos, M., & Daniëls, S. (2020, June). Een spel als overgangsassessment bij scheikunde. *NVOX*, 314–315. <https://www.vno-ncw.nl/forum/e-nummers-gevaarlijk-je-dan-nog-wel-een-tomaat-kan-eten>
- Wetenschapsknooppunt Erasmus Universiteit Rotterdam. (2020). *Onderzoekend Leren - Toelichting van de onderzoekscyclus en de onderzoeksvaardigheden voor het voortgezet onderwijs*.
- Wettenbank Overheid.nl. (2023). *Wet voortgezet onderwijs 2020*. <https://wetten.overheid.nl/BWBR0044212/2023-08-01#Hoofdstuk2>
- Windesheim. (2023a). *Opleidingen Windesheim Zwolle*. <https://www.windesheim.nl/opleidingen?fid=25>
- Windesheim. (2023b). *Over Windesheim Zwolle*. <https://www.windesheim.nl/over-windesheim/zwolle>
- Wisch, J. K., Farrell, E., Siegel, M., & Freyermuth, S. (2018). Misconceptions and persistence: resources for targeting student alternative conceptions in biotechnology. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, 46(6), 602–611. <https://doi.org/10.1002/bmb.21176>
- Zhang, J., Hansen, L. G., Gudich, O., Viehrig, K., Lassen, L. M. M., Schrübbers, L., Adhikari, K. B., Rubaszka, P., Carrasquer-Alvarez, E., Chen, L., D'Ambrosio, V., Lehka, B., Haidar, A. K., Nallapareddy, S., Giannakou, K., Laloux, M., Arsovska, D., Jørgensen, M. A. K., Chan, L. J. G., ... Keasling, J. D. (2022). A microbial supply chain for production of the anti-cancer drug vinblastine. *Nature*, 609(7926), 341–347. <https://doi.org/10.1038/s41586-022-05157-3>

Bijlagen

Bijlage 1. Nieuw curriculum lerarenopleiding scheikunde

Curriculum Lerarenopleiding Scheikunde Cohort 2022-2023



| Jaar | Leerlijn | Semester 1 AVO | Semester 2 AVO |
|------|------------|---|--|
| 1 | BLG | Module 1 (30 ec) Oriëntatie op beroep Werkplekieren (5ec) Brede professionele basis (5 ec) | Module 2 (30 ec) Past het beroep bij mij? Werkplekieren (5 ec) Brede professionele basis (5 ec) Principes onderwijs en lesgeven 2 (5 ec) |
| | VAK | Scheikunde en natuurkunde in concepten/ Principes onderwijs en lesgeven 1 (15 ec) Warmte en Mechanica (5 ec) | Wiskunde voor natuur- en scheikunde (5 ec) Elektronen in beweging (5 ec) Practicum natuur- en scheikunde (5 ec) |
| 2 | BLG | Module 3 (30 ec) Leerlijnen en toetsen Werkplekieren (5 ec) Brede professionele basis (5 ec) Generieke kennisbasis (5 ec) | Module 4 (30 ec) Onderwijs ontwikkelen en verbeteren Werkplekieren (5 ec) Brede professionele basis (5 ec) Generieke kennisbasis (5 ec) |
| | VAK | Licht en geluid (5 ec) FYS1: fysische chemie; <i>deeltjes en binding</i> 5 ec Scheidingsmethoden (5 ec) | FYS2: <i>structuur, eigenschappen, voorkomen</i> (5 ec) ACS1: analytische chemie; <i>wat is het en hoeveel</i> (5 ec) KCH1: koolstofchemie; <i>How they make it</i> (5 ec) |
| 3 | | Vrije Profileringsprofiel: Minor (30 ec) | Module 5 (30 ec) Persoonlijke en sociale ontwikkelingsprocessen faciliteren |
| | BLG VAK | | Werkplekieren (10EC) CHIO1: <i>industriële chemie, milieu, media</i> (5 ec) FYS3: <i>thermo: processen, motoren en evenwichten</i> (5 ec) KCH2: <i>maken en opruimen; the next level</i> (5 ec) ACS2: <i>spectroscopie; moleculen spreken</i> (5 ec) |
| 4 | BLG | Module 6 (30 ec) Profileringsprofiel Werkplekieren (20 ec); Onderzoek (10 ec) Verdiepen Generieke Kennisbasis (10 ec); Verdiepen Brede professionele basis (5 ec) | Module 7 (30 ec) Afstuderen |
| | VAK | KCH3: <i>biochemie; wat je eet ben jezelf</i> 5 ec ACS3: <i>reactiekinetiek; hoe snel, hoe ver...</i> (5 ec) CHIO2: <i>mediawijjsheid, wetenschapsfilosofie, vakdidactiek; ben ik docent scheikunde?</i> (5 ec) | |

Bijlage 2. Domein 3 (life sciences) kennisbasis tweedegraads lerarenopleiding scheikunde



| 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, hydrogenen, 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 relatie leggen tussen structuur en stabiliteit; de structuur van een triglyceride/steroid/fosfolipide/vet/olie herkennen; de gezondheidsaspecten van lipiden verklaren: (meervoudig) onverzadigde vetzuren en transvetzuren; de functie van lipiden voor organismen benoemen: energieopslag en component celmembraan. |
| Subdomein 3.3: Eiwitten | |
| (essentiële) aminozuren, zwitter-ion, IEP, primaire 1 ^o 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 proteolyse; 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. |

Bijlage 3. Algemene jaarplanning collegejaar 2023/2024 (Semester 1)

| lesweek | datum | wat | Toelichting |
|---------------|--------------------|---|------------------------------|
| 1.1 | 8 september | 8:30 – 11:30 uur CIPO 11:30 – 17:30 uur KCH3 | |
| 1.2 | 15 september | 8:30 – 11:30 uur CIPO 11:30 – 17:30 uur KCH3 | |
| 1.3 | 22 september | 8:30 – 11:30 uur CIPO 11:30 – 17:30 uur KCH3 | |
| 1.4 | 29 september | 8:30 – 11:30 uur CIPO 11:30 – 17:30 uur KCH3 | |
| 1.5 | 6 oktober | 8:30 – 11:30 uur CIPO 11:30 – 17:30 uur KCH3 | |
| 1.6 | 13 oktober | 8:30 – 11:30 uur CIPO 11:30 – 17:30 uur KCH3 | |
| 1.7 | 20 oktober | 8:30 – 11:30 uur CIPO 11:30 – 17:30 uur KCH3 | |
| Herfst | 27 oktober | | vakantie |
| 1 T | 3 november | 8:30 – 14:30 uur KCH3 | tentamenweek |
| VLG | 10 november | 8:30 – 10:30 uur CIPO | VLG week |
| 2.1 | 17 november | 8:30 – 10:30 uur CIPO 10:30 – 16:30 uur KCH3 | |
| 2.2 | 24 november | 8:30 – 10:30 uur CIPO 10:30 – 16:30 uur KCH3 | |
| 2.3 | 1 december | 8:30 – 10:30 uur CIPO 10:30 – 16:30 uur KCH3 | |
| 2.4 | 8 december | 8:30 – 10:30 uur CIPO 10:30 – 14:30 uur KCH3 14:30 – 17:30 uur ACS3 | Afronding KCH3 Intro ACS3 |
| 2.5 | 15 december | 8:30 – 10:30 uur CIPO 10:30 – 16:30 uur ACS3 | |
| 2.6 | 22 december | 8:30 – 10:30 uur CIPO 10:30 – 16:30 uur ACS3 | |
| Kerst | 29 december | | vakantie |
| Kerst | 5 januari | | vakantie |
| 2.7 | 12 januari | 8:30 – 10:30 uur CIPO 10:30 – 16:30 uur ACS3 | |
| 2 T | 19 januari | | tentamenweek |
| BLG | 26 januari | | BLG week |

Bijlage 4. Vragenlijst voor scheikundevakgroep: ontwerpeisen KCH3

Dag collega,

Voor de master Educatie en Communicatie in de Bètawetenschappen – Specialisatie Scheikunde (Eerstegraadsbevoegdheid Scheikunde) volg ik op dit moment het vak Onderzoek van Onderwijs, waarvoor ik een ontwerponderzoek moet doen. Voor Onderzoek van Onderwijs ga ik het vak “KCH3: Biochemie; *Wat je eet ben jezelf*” ontwikkelen. Voor deze ontwikkeling heb ik een aantal mogelijke ontwerpeisen opgezet. Ik ben benieuwd welke van deze ontwerpeisen jij belangrijk vindt en ook ben ik benieuwd of ik bepaalde ontwerpeisen vergeten ben. Het zou fijn zijn als je onderstaande vragenlijst voor mij zou willen invullen.

Alvast bedankt!

Groetjes,
Roos

Vragenlijst Ontwerpeisen “KCH3: Biochemie; *Wat je eet ben jezelf*”

Bij onderstaande stellingen staan een aantal mogelijke ontwerpeisen voor het vak “KCH3: Biochemie; *Wat je eet ben jezelf*” geformuleerd, onderverdeeld in vakinhoud, didactische methode, werkvormen en afrondingsvormen. Door het invullen van de 5-punts beoordelingsschaal krijg ik een idee hoe belangrijk je deze ontwerpeis vindt. Dit kan door het omcirkelen van één antwoord per ontwerpeis.

| | Helemaal niet belangrijk | Niet belangrijk | Neutraal | Belangrijk | Heel belangrijk |
|---|--------------------------------|--------------------|----------|------------|--------------------|
| Vakinhoud | | | | | |
| Vakdidactiek moet worden geïntegreerd in het vak. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Het vak moet aansluiten op de vakken “KCH1: Koolstofchemie; <i>How they make it</i> ” en “KCH2: Koolstofchemie; <i>Maken en opruimen, the next level</i> ” om ervoor te zorgen dat de koolstofchemieeelerlijn concentrisch is. Dit kan worden gewaarborgd door o.a. voorkennis uit beide vakken te activeren. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Domein 3 (life sciences) van de kennisbasis scheikunde van de tweedegraadslerarenopleiding moet volledig worden gedekt binnen het vak. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| In het vak moet rekening worden gehouden met wat studenten in het voortgezet onderwijs tegenkomen. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| In het vak moet stil worden gestaan bij doorbraken en trends in de moderne chemie, aan de hand van berichtgeving in de media (domein 9.1 van de kennisbasis scheikunde van de tweedegraads lerarenopleiding). | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| In het vak moet stil worden gestaan bij actualiteiten die kunnen worden gekoppeld aan de vakinhoud. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| In het vak moet burgerschapsvorming worden geïntegreerd in de colleges. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| In het vak moet stil worden gestaan bij de rol van de studenten als toekomstig scheikundedocent en hun rol in burgerschapsvorming van leerlingen. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

| | Helemaal niet belangrijk | Niet belangrijk | Neutraal | Belangrijk | Heel belangrijk |
|---|--------------------------------|--------------------|----------|------------|--------------------|
| Didactische methode | | | | | |
| De gekozen didactische methoden en de gekozen werkvormen moeten worden geëxpliciteerd in het vak. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Het vak moet worden opgezet volgens de context-en-concept-benadering. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| In het vak moet gebruik worden gemaakt van verschillende contexten. Het gebruik van deze contexten is een middel om concepten te illustreren (illustratieve context). | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| In het vak is de context voeding de verbindende context voor de gekozen concepten. Concepten die minder goed binnen deze context passen, kunnen wel aan bod komen doordat ze conceptueel gelinkt zijn aan de andere concepten (verbindende context). | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| In het vak bepaalt de context voeding zowel de leerinhoud als de inrichting van het vak (centrale context). | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| In het vak bepaalt de context voeding de leerinhoud, maar het lesmateriaal wordt vormgegeven langs de conceptuele vakstructuur. Er kunnen ook verschillende kleinere contexten aan bod komen (context op afstand). | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Een mix van de verschillende leerlijnen (geel, blauw, groen, bont en VNCI) van de context-en-concept-benadering moeten expliciet terugkomen in de opzet van het vak. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Voor de opzet van het vak moet gekozen worden voor één van de verschillende leerlijnen (geel, blauw, groen, bont of VNCI) van de context-en-concept-benadering en deze moet expliciet naar voren komen. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| In het vak moet samenwerkend leren centraal staan, waarbij aandacht wordt besteed aan de vijf sleutelbegrippen van samenwerkend leren (positieve wederzijdse afhankelijkheid, individuele aanspreekbaarheid, directe interactie, sociale vaardigheden, groepsproces). | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| In het vak moet onderzoekend leren centraal staan, wat nauw verbonden is met de nature of science. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| In het vak moet gebruik worden gemaakt van gamedidactiek. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Werkvormen | | | | | |
| In het vak worden practica gedaan met een duidelijke koppeling naar contexten in de leefwereld van de student (domein 12.5 van de kennisbasis scheikunde van de tweedegraads lerarenopleiding). | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

| | Helemaal niet belangrijk | Niet belangrijk | Neutraal | Belangrijk | Heel belangrijk |
|---|--------------------------------|--------------------|----------|------------|--------------------|
| Afrondingsvormen | | | | | |
| De afronding van het vak bestaat uit één vakinhoudelijke en één vakdidactische afronding. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Zowel de vakinhoudelijke- als de vakdidactische afrondingsvorm moet anders zijn dan de afrondingsvormen van de scheikundige vakken die de studenten volgen in het vierde leerjaar. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| De vakdidactische afrondingsvorm zal bestaan uit het ontwikkelen en arrangeren van lesmateriaal vanuit een eigen onderwijsvisie (domein 13.7 van de kennisbasis scheikunde van de tweedegraads lerarenopleiding). | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| De vakdidactische afrondingsvorm zal moeten worden gekoppeld aan de stage door het ontwikkelde lesmateriaal ook uit te voeren tijdens de stage. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

Open vraag vakinhoudelijke afrondingsvorm

Geef aan welke van de volgende vakinhoudelijke afrondingsvormen volgens jou het beste past bij de afronding voor het vak KCH3: Biochemie; *Wat je eet ben jezelf*. Doe dit door elke genoemde afrondingsvorm een cijfer van 1 t/m 5 te geven, waarbij 5 het beste past en 1 het minst goed past, volgens jou. Omcirkel het cijfer van jouw keuze.

| Vakinhoudelijke afrondingsvorm | Cijfer | | | | |
|--|--------|---|---|---|---|
| Schriftelijk tentamen met open vragen (met name gericht op redeneer- en toepasvragen volgens de TIMMS-toetstaxonomie). | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Schriftelijk tentamen met meerkeuzevragen (met name gericht op weetvragen volgens de TIMMS-toetstaxonomie). | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Criterium gericht interview (met name gericht op redeneer- en toepasvragen volgens de TIMMS-toetstaxonomie). | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Schrijven van een betoog. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Het individueel spelen van een spel in de vorm van een 'Escape the Classroom' (met daarin zowel weet-, redeneer- en toepasvragen volgens de TIMMS-toetstaxonomie). | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

Indien geen van bovenstaande afrondingsvormen volgens jou geschikt lijkt voor het vak KCH3: Biochemie; *Wat je eet ben jezelf* of als jij zelf een meer geschikte afrondingsvorm weet; welke afrondingsvorm zou jij mij adviseren om te gebruiken?

.....

.....

Open vraag ontwerpeisen

Welke ontwerpeis(en) voor de ontwikkeling van het vak "KCH3: Biochemie; *Wat je eet ben jezelf*" is/zijn bij de voorgaande vragen nog niet benoemd, maar vind jij wel belangrijk.

.....

.....

.....

.....

Bijlage 5. Vragenlijst evaluatie KCH3 lerarenopleider scheikunde

Beste,

Zoals je weet ben ik bezig met het afronden van mijn master Educatie en Communicatie in de Bètawetenschappen – Specialisatie Scheikunde (Eerstegraadsbevoegdheid Scheikunde). Voor het vak Onderzoek van Onderwijs ben ik bezig met een ontwerponderzoek. Voor dit ontwerponderzoek heb ik het vak “KCH3: Biochemie; *Wat je eet ben jezelf*” ontwikkeld op basis van ontwerpeisen en geef ik dit vak ook.

Daarnaast is het van belang dat ik het vak KCH3 ook ga evalueren. Aangezien jij het vak KCH4, de voorloper van KCH3, de afgelopen jaren hebt gegeven heb jij goed zicht op de inhoud van het vak. In deze tussentijdse evaluatie van het vak “KCH3: Biochemie; *Wat je eet ben jezelf*” ben ik benieuwd naar jouw mening over het ontwikkelde werkboek, in hoeverre je de gekozen didactische methoden en werkvormen vindt passen bij het subdomein binnen de biochemie en of je vindt dat de ontwerpeisen duidelijk naar voren komen in het vak. Ook tips voor het doorontwikkelen zijn van harte welkom. Het zou fijn zijn als je onderstaande vragenlijst voor mij zou willen invullen om het vak tussentijds te kunnen evalueren.

Alvast bedankt!

Groetjes,
Roos

Vragenlijst Tussentijdse Evaluatie “KCH3: Biochemie; *Wat je eet ben jezelf*”

Om het vak “KCH3: Biochemie; *Wat je eet ben jezelf*” te evalueren volgen een aantal meerkeuzevragen, open vragen en stellingen. Invullen van de meerkeuzevragen kan door per meerkeuzevraag één kruisje te zetten in het vakje voor het antwoord van jouw keuze.

Organisatie

De planning voor het vak is benoemd tijdens het eerste college, staat beschreven op Brightspace en worden benoemd in het werkboek.

1. Wat vind je van de hoeveelheid colleges en de hoeveelheid college-uren voor het vak KCH3?
 Helemaal niet genoeg
 Niet genoeg
 Precies genoeg
 Te veel
 Veel te veel
2. Wat vind je van de verdeling van de subdomeinen/hoofdstukken over de colleges? Komen bepaalde subdomeinen/hoofdstukken te veel aan bod of is er voor sommige te weinig aandacht?
.....
.....

Vakinhoud

3. Stelling: Het is duidelijk wat de leerdoelen zijn voor het vak KCH3.
 Helemaal niet mee eens
 Niet mee eens
 Neutraal
 Mee eens
 Helemaal mee eens

4. Wat vind je van de gekozen leerdoelen voor het vak?

.....
.....
.....

Tijdens de colleges wordt gebruik gemaakt van verschillende contexten en actualiteiten die ook kunnen bijdragen aan burgerschapsvorming. Een selectie van contexten en actualiteiten zijn voeding, E-nummers, diabetes, liposomen als medicijnendrager, oliën als groener oplosmiddel, antimicrobiële peptiden als potentiële antibiotica, bio-orthogonale chemie (Nobelprijs voor scheikunde 2022), bakken van een ei en het maken van eiwitschuim, enzymen voor het maken van After-Eight, enzymen voor het maken van medicijnen, enzymen voor het afbreken van plastic, ethische dilemma's omtrent genetische modificatie, CRISPR-Cas9 (Nobelprijs voor scheikunde 2020) en de coronapandemie. Deze contexten kun je terugvinden in de PowerPoints (Brightspace – docentmateriaal – PowerPoints), maar ook op Brightspace (onder elk subdomein onder het kopje actualiteit).

5. Wat vind je van de hoeveelheid gebruikte contexten?

- Onvoldoende
- Matig
- Voldoende
- Ruim voldoende
- Goed

6. Wat vind je van de gekozen contexten?

- Helemaal niet goed uitgekozen
- Niet goed gekozen
- Neutraal
- Goed uitgekozen
- Heel goed uitgekozen

7. In hoeverre vind je dat de gekozen contexten en actualiteiten een bijdrage leveren aan burgerschapsvorming van studenten?

- Onvoldoende
- Matig
- Voldoende
- Ruim voldoende
- Goed

8. Heb je verder nog opmerkingen over de gebruikte contexten en actualiteiten?

.....
.....
.....
.....
.....
.....

9. Tijdens het eerste college wordt een voorkennistest gemaakt, welke beschreven staat in het werkboek, om voorkennis uit KCH1 en KCH2 te activeren. Wat vind je van deze voorkennistest?

- Helemaal geen goede opdracht
- Geen goede opdracht
- Neutraal
- Goede opdracht
- Hele goede opdracht

Didactiek

10. In de colleges wordt gebruik gemaakt van quizjes en in de herhalingsles (de les voor de vakinhoudelijke afronding van KCH3 welke ook zal worden gebruikt als vragenuurtje) zal gebruik worden gemaakt van een taalspel en van een Escape the Classroom om de leerstof te herhalen. In hoeverre vind je gamedidactiek dan goed naar voren komen in het vak?
- Helemaal niet goed
 - Niet goed
 - Voldoende
 - Goed
 - Heel goed

Bij de subdomeinen voeding, koolhydraten, lipiden, eiwitten, enzymen en DNA, RNA en nucleïnezuren wordt hoofdzakelijk gebruik gemaakt van contextueel- en onderzoekend leren. Bij deze subdomeinen wordt niet gestart met directe instructie, maar gaan de studenten zelf onderzoeken hoe het in elkaar zit (vanuit de context, m.b.v. het boek, a.d.h.v een practicum) alvorens dat uitleg wordt gegeven en de opdracht klassikaal wordt besproken en toegelicht. Deze didactiek wordt voornamelijk gekozen voor onderwerpen die in de afgelopen jaren als relatief makkelijk werden ervaren.

11. Wat vind je van deze gekozen didactische methode contextueel- en onderzoekend leren voor onderwerpen die studenten in de afgelopen jaren als makkelijk ervaren?
- Helemaal geen goede keuze
 - Geen goede keuze
 - Neutraal
 - Goede keuze
 - Hele goede keuze
12. Wat vind je van de leeropbrengst van de gekozen didactische methode contextueel- en onderzoekend leren voor onderwerpen die studenten in de afgelopen jaren als makkelijk ervaren?
- Helemaal niet leerzaam
 - Niet leerzaam
 - Neutraal
 - Leerzaam
 - Heel leerzaam

13. Heb je verder nog opmerkingen over contextueel- en onderzoekend?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Werkvormen

Voor het vak KCH3 heb ik een werkboek gemaakt met daarin opdrachten en practica. Dit werkboek heb ik toegevoegd als bijlage aan de mail waarin deze vragenlijst stond.

14. Wat is je algemene indruk van het werkboek?
- Onvoldoende
 - Matig
 - Voldoende
 - Ruim voldoende
 - Goed

15. Wat vind je van de hoeveelheid opdrachten en oefenmateriaal dat beschikbaar is per subdomein voor KCH3?

- Onvoldoende
- Matig
- Voldoende
- Ruim voldoende
- Goed

16. Heb je verder nog opmerkingen over het werkboek en/of tips om het werkboek van het vak KCH3 te verbeteren?

.....
.....
.....

Voor het vak KCH3 heb ik verder PowerPoint presentaties waarvan ik gebruik maak tijdens de colleges. Deze PowerPoints zijn te vinden op Brightspace onder docentenmateriaal.

17. Wat is je algemene indruk van deze PowerPoints?

- Onvoldoende
- Matig
- Voldoende
- Ruim voldoende
- Goed

18. Heb je verder nog opmerkingen over de PowerPoints?

.....
.....
.....

19. Tijdens de start van elk college wordt gebruik gemaakt van quizjes om voorkennis te activeren en leerstof te herhalen. Wat vind je van deze keuze voor quizjes om voorkennis te activeren en leerstof te herhalen?

- Helemaal geen goede keuze
- Geen goede keuze
- Neutraal
- Goede keuze
- Hele goede keuze

In het vak wordt gebruik gemaakt van practica als werkvorm.

20. Voorgaande jaren waarin het vak biochemie werd gegeven vonden de practica plaats op één of twee practicumdagen waarin alle practica werden uitgevoerd. Voor de practica is er bij de ontwikkeling en de uitvoering van het vak KCH3 voor gekozen om deze te koppelen aan het bijbehorende subdomein en daarmee te verspreiden over de verschillende colleges. Wat vind je van de gemaakte keuze?

- Helemaal geen goede keuze
- Geen goede keuze
- Neutraal
- Goede keuze
- Een hele goede keuze

21. Stelling: De koppeling tussen theorie en de practica zijn duidelijk in het vak KCH3.

- Helemaal niet mee eens
- Niet mee eens
- Neutraal
- Mee eens
- Helemaal mee eens

22. Wat vind je van de hoeveelheid practica in het vak KCH3?

- Helemaal niet genoeg
- Niet genoeg
- Precies genoeg
- Te veel
- Veel te veel

Zowel in het werkboek als op de Brightspace van KCH3 staan de voorschriften voor de practica inclusief de bijbehorende opdrachten beschreven. Hieronder staan de practica waarvan gebruik is gemaakt in het vak. Door het invullen van de 5-punts beoordelingsschaal krijg ik een idee wat je van de verschillende practica vindt. Dit kan door het omcirkelen van één antwoord per opdracht of werkvorm. In deze beoordelingsschaal staat 1 voor “helemaal geen goed practicum”, 2 voor “geen goed practicum”, 3 voor neutraal, 4 voor “goed practicum” en 5 voor “heel goed practicum”.

| | Helemaal geen goed practicum | Geen goed practicum | Neutraal | Goed practicum | Heel goed practicum |
|--|------------------------------------|---------------------------|----------|-------------------|------------------------|
| 1. Subdomein Voeding: Voedingsmiddelenpracticum | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 2. Subdomein lipiden: Practicum olie, water en zeep | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 3. Subdomein lipiden: Practicum vet, olie en vetzuren | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 4. Subdomein eiwitten: Practicum gelelektroforese | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 5. Subdomein eiwitten: Practicum verlies van eiwitstructuur | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 6. Subdomein enzymen: Practicum eiwitoplossers in wasmiddelen | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 7. Subdomein DNA, RNA & nucleïne-zuren: Practicum DNA uit kiwi en aardbei | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 8. Subdomein DNA, RNA & nucleïne-zuren: Isoleren van jouw eigen DNA! | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

23. Heb je verder nog opmerkingen die je wilt toevoegen over de practica in KCH3?

.....

In het werkboek van “KCH3: Biochemie; *Wat je eet ben jezelf*” staan de opdrachten beschreven waarbij gebruik wordt gemaakt van contextueel- en onderzoekend leren. Hieronder staan de opdrachten waarvan gebruik is gemaakt van contextueel- en onderzoekend leren. Door het invullen van de 5-punts beoordelingsschaal krijg ik een idee wat je van de opdracht vindt. Dit kan door het omcirkelen van één antwoord per opdracht of werkvorm. In deze beoordelingsschaal staat 1 voor “helemaal geen goede opdracht”, 2 voor “geen goede opdracht”, 3 voor neutraal, 4 voor “goede opdracht” en 5 voor “hele goede opdracht”.

| | Helemaal geen goede opdracht | Geen goede opdracht | Neutraal | Goede opdracht | Hele goede opdracht |
|---|------------------------------|---------------------|----------|----------------|---------------------|
| 1. Subdomein voeding: Etiketten op voedingsmiddelen | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 2. Subdomein voeding: Wat zijn E-nummers? | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 3. Subdomein voeding: E-nummers: voor of tegen? | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 4. Subdomein koolhydraten: Karakteriseren van koolhydraten | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 5. Subdomein koolhydraten: Structuureigenschap relaties van polysachariden | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 6. Subdomein lipiden: Karakteriseren van lipiden | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 7. Subdomein eiwitten: Karakteriseren van eiwitten | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 8. Subdomein enzymen: Inzicht in de chemie van biologische processen | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 9. Subdomein enzymen: Toepassing van enzymen in de industrie | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 10. Subdomein voeding, koolhydraten, lipiden en enzymen: Presentatie keuzeonderwerp | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 11. Subdomein DNA, RNA & nucleïnezuren: DNA puzzel – Bouw en functie van DNA en RNA | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 12. Subdomein DNA, RNA & nucleïnezuren: DNA puzzel – Replicatie | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 13. Subdomein DNA, RNA & nucleïnezuren: DNA puzzel – Transcriptie | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 14. Subdomein DNA, RNA & nucleïnezuren: DNA puzzel – Translatie | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 15. Subdomein Biotechnologie: Genetische modificatie: voor of tegen? | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

Met name bij de subdomeinen eiwitten, bio-energetica, metabolisme van koolhydraten/lipiden/eiwitten en biotechnologie wordt meer gebruik gemaakt van model directe instructie. Bij deze subdomeinen wordt gestart met directe instructie, worden vragen gemaakt behorende bij het subdomein en deze vragen worden vervolgens klassikaal besproken en toegelicht. Deze didactiek wordt voornamelijk gekozen voor onderwerpen die studenten in de afgelopen jaren als moeilijk ervaren.

24. Wat vind je van deze gekozen didactische methode model directe instructie voor onderwerpen die studenten in de afgelopen jaren als moeilijk ervaren?

- Helemaal geen goede keuze
- Geen goede keuze
- Neutraal
- Goede keuze
- Hele goede keuze

25. Wat vind je van de leeropbrengst van de gekozen didactische methode model directe instructie voor onderwerpen die studenten in de afgelopen jaren als moeilijk ervaren?

- Helemaal niet leerzaam
- Niet leerzaam
- Neutraal
- Leerzaam
- Heel leerzaam

In het werkboek van KCH3 staan de opdrachten beschreven waarbij gebruik wordt gemaakt van MDI. Hieronder staan de opdrachten waarvan gebruik is gemaakt van MDI. Door het invullen van de 5-punts beoordelingsschaal krijg ik een idee wat je van de opdracht vindt. Dit kan door het omcirkelen van één antwoord per opdracht of werkvorm. In deze beoordelingsschaal staat 1 voor "helemaal geen goede opdracht", 2 voor "geen goede opdracht", 3 voor neutraal, 4 voor "goede opdracht" en 5 voor "hele goede opdracht".

| | Helemaal geen goede opdracht | Geen goede opdracht | Neutraal | Goede opdracht | Hele goede opdracht |
|--|------------------------------|---------------------|----------|----------------|---------------------|
| 1. Subdomein koolhydraten: Opdrachten koolhydraten bij instructie | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 2. Subdomein eiwitten: Structuur van aminozuren | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 3. Subdomein eiwitten: Aminozuren, peptiden en eiwitten | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 4. Subdomein metabolisme en cellulaire processen: Bio-energetica | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 5. Subdomein metabolisme en cellulaire processen: Metabolisme van koolhydraten | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 6. Subdomein metabolisme en cellulaire processen: Metabolisme van vetten | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 7. Subdomein metabolisme en cellulaire processen: Metabolisme van eiwitten | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 8. Subdomein DNA, RNA & nucleïnezuren: Opdrachten DNA, RNA en nucleïnezuren. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 9. Subdomein biotechnologie: Analyse van peptiden | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 10. Subdomein biotechnologie: Synthese van peptiden | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 11. Subdomein biotechnologie: Sequencing, isoleren, knippen, kopiëren, scheiden en analyseren van DNA & genetische modificatie | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

26. Heb je verder nog opmerkingen over model directe instructie en de bijbehorende opdrachten en werkvormen?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Afrondingsvormen

27. Voorgaande jaren waarin het vak biochemie werd gegeven moesten studenten een gezamenlijk meetrapport schrijven van de practica. Voor KCH3 is er gekozen om geen meetrapport te schrijven, maar om de practica na afloop direct gezamenlijk te bespreken. Wat vind je van de gemaakte keuze?
- Helemaal geen goede keuze
 - Geen goede keuze
 - Neutraal
 - Goede keuze
 - Een hele goede keuze
28. Wat vind je ervan dat voor de vakinhoudelijke afrondingsvorm gekozen is voor een criterium gericht interview?
- Helemaal geen goede keuze
 - Geen goede keuze
 - Neutraal
 - Goede keuze
 - Hele goede keuze

In de vakdidactische opdracht gaan studenten lesmateriaal (leerlingenmateriaal en een docentenhandleiding) ontwerpen waarin burgerschapsvorming en actualiteiten centraal staan. De opdracht inclusief de beoordelingsrubric staan op Brightspace. Het ontwikkelde lesmateriaal bestaat uit maximaal 3 lessen, waarbij er gekozen kan worden voor de context voeding of de context nucleïnezuren (DNA en RNA) / biotechnologie. Daarnaast is het de bedoeling dat de gemaakte keuzes door de student worden verantwoord en onderbouwd met literatuur. Ook de gekozen didactiek moet worden onderbouwd met literatuur en in verband worden gebracht met de visie van de student op onderwijs. Daarnaast is het van belang dat de student hun visie op hun rol als onderwijsprofessional met betrekking tot burgerschapsonderwijs beschrijven. Het is niet verplicht om de les(sen) uit te voeren op de stageplek van de student, maar studenten kunnen wel bonuspunten verdienen op de reflectie van de les als deze wel is uitgevoerd. Uiteraard kunnen ze deze les dan ook gebruiken voor het einddossier van hun stage.

29. Wat vind je ervan dat voor de vakdidactische afrondingsvorm is gekozen voor het ontwikkelen van lesmateriaal (inclusief docentenhandleiding en verantwoording) waarin actualiteiten en burgerschapsvorming centraal staan?
- Helemaal geen goede keuze
 - Geen goede keuze
 - Neutraal
 - Goede keuze
 - Hele goede keuze
30. Wat vind je ervan dat voor de vakdidactische afrondingsvorm is gekozen voor het ontwikkelen van lesmateriaal (inclusief docentenhandleiding en verantwoording) waarin actualiteiten en burgerschapsvorming centraal staan?
- Helemaal niet leerzaam
 - Niet leerzaam
 - Neutraal
 - Leerzaam
 - Heel leerzaam

Stellingen ontwerpen

Bij onderstaande stellingen staan een aantal ontwerpen voor het vak “KCH3: Biochemie; *Wat je eet ben jezelf*” geformuleerd. Door het invullen van de 5-punts beoordelingsschaal krijg ik een idee in hoeverre je deze ontwerp is terugziet in het ontwikkelde vak en in het ontworpen werkboek. Dit kan door het omcirkelen van één antwoord per ontwerp is. In deze beoordelingsschaal staat 1 voor “komt helemaal niet duidelijk naar voren”, 2 voor “komt niet duidelijk naar voren”, 3 voor “neutraal”, 4 voor “komt duidelijk naar voren” en 5 voor “komt heel duidelijk naar voren”.

| | Komt helemaal niet duidelijk naar voren | Komt niet duidelijk naar voren | Neutraal | Komt duidelijk naar voren | Komt heel duidelijk naar voren |
|--|--|--|----------|------------------------------------|---|
| Organisatorische ontwerpen | | | | | |
| Voor het vak wordt gebruik gemaakt van het boek Introduction to General Organic & Biochemistry van Hein, Pattison & Arena. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Er is een vragenuurtje ingepland aan het eind van het vak. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Voor het vak zijn 11 colleges van 6 uur beschikbaar op de vrijdagen (van 10:30 – 16:30 uur of van 11:30 – 17:30 uur) in de periode van 8 september t/m 1 december 2023 in A0.90. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Er wordt gebruik gemaakt van een duidelijke structuur en planning. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Practica zijn verspreid over de colleges in plaats van het inroosteren van een practicumdag. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Voor elk van de subdomeinen voeding, koolhydraten, lipiden, eiwitten, enzymen en biotechnologie is één college ingepland. Voor elk van de subdomeinen metabolisme & cellulaire processen en DNA, RNA & nucleïnezuren zijn twee colleges ingepland. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Vakinhoudelijke ontwerpen | | | | | |
| Het vak sluit aan op de vakken KCH1 en KCH2 om ervoor te zorgen dat de koolstofchemieleerlijn concentrisch is. Dit is gewaarborgd door o.a. voorkennis uit beide vakken te activeren. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Domein 3 (life sciences) van de kennisbasis scheikunde van de tweedegraadslerarenopleiding is volledig gedekt binnen het vak. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| De volgorde van de subdomeinen is: 1) voeding, 2) koolhydraten, 3) lipiden, 4) eiwitten, 5) enzymen, 6) metabolisme & cellulaire processen, 7) DNA, RNA & nucleïnezuren, 8) biotechnologie. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| In het vak wordt rekening gehouden met wat studenten in het tweedegraadsgebied tegen kunnen komen. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Vakdidactiek is geïntegreerd in het vak. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| In het vak wordt gebruik gemaakt van de context voeding en daarnaast van enkele contexten met betrekking tot ziektebeelden en de beroepscontext van doktersassistent gebruikt. Ook worden kleinere contexten die kunnen worden gekoppeld aan actualiteiten, doorbraken en trends in de moderne chemie en burgerschapsvorming gebruikt. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| In het vak wordt stilgestaan bij doorbraken en trends in de moderne chemie, aan de hand van berichtgeving in de media. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| In het vak wordt stilgestaan bij de rol van studenten als toekomstig scheikundedocent en hun rol in burgerschapsvorming. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Actualiteiten zijn geïntegreerd in het vak. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Burgerschapsvorming is geïntegreerd in het vak. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

| Didactische ontwerpisen | | | | | |
|--|---|---|---|---|---|
| In het vak wordt afwisselend gebruik gemaakt van onderzoekend leren en gamedidactiek, afhankelijk van het onderwerp en de gekozen werkvorm. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| De gekozen didactische methoden en de gekozen werkvormen zijn geëxpliciteerd. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| In het vak wordt gebruik gemaakt van contextueel leren. | | | | | |
| In het vak wordt niet gebruik gemaakt van samenwerkend leren, maar in het ontwerp is wel beschreven waar, als er meer studenten in een ander collegejaar het vak volgen, samenwerkend leren alsnog kan worden toegepast. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Er is rekening gehouden met veelvoorkomende fouten in de biochemie en bijbehorende aandachtspunten in de didactiek. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Ontwerpisen voor werkvormen | | | | | |
| De werkvorm waarin studenten etiketten van voedingsmiddelen meenemen van producten waar ze zich verbazen over de (hoeveelheid) voedingsstoffen zit in het vak. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Er wordt gebruik gemaakt van mooie en duidelijke PowerPoint presentaties. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Practica zijn gekoppeld aan de theorie. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| In het vak worden practica gedaan met een duidelijke koppeling naar contexten in de leefwereld van de student. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Er zijn voldoende oefenopdrachten beschikbaar voor het vak. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| De quizjes aan het begin van het college om voorkennis te activeren en leerstof te herhalen zijn geïntegreerd in KCH3. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Ontwerpisen voor afrondingsvormen | | | | | |
| De vakinhoudelijke afrondingsvorm is een CGI (met name gericht op redeneer- en toepasvragen volgens de TIMMS-toetstaxonomie). | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| De afronding bestaat uit één vakinhoudelijke en één vakdidactische afronding. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| De vakdidactische afrondingsvorm bestaat uit het ontwikkelen en arrangeren van lesmateriaal vanuit een eigen onderwijsvisie. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Uitvoering van het ontwikkelde lesmateriaal op de stage levert bonuspunten op in de rubric van deze vakdidactische afrondingsvorm. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Zowel de vakinhoudelijke- als de vakdidactische afrondingsvorm zijn anders dan de afrondingsvormen van de scheikundige vakken die studenten volgen in het vierde leerjaar. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Van de practica hoeft geen meetrapport te worden ingeleverd. Practica worden klassikaal nabesproken direct na uitvoering van het practicum. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

Bijlage 6. Vragenlijst tussentijdse evaluatie KCH3 studenten

Beste student,

Zoals je weet ben ik bezig met het afronden van mijn master Educatie en Communicatie in de Bètawetenschappen – Specialisatie Scheikunde (Eerstegraadsbevoegdheid Scheikunde). Voor het vak Onderzoek van Onderwijs ben ik bezig met een ontwerponderzoek. Voor dit ontwerponderzoek heb ik het vak “KCH3: Biochemie; *Wat je eet ben jezelf*”, wat je op dit moment volgt, ontwikkeld op basis van ontwerpeisen, heb ik de eerste zeven colleges van dit vak al gegeven en zal ik de komende vier colleges van dit vak ook nog geven.

Daarnaast is het van belang dat ik het vak KCH3 ook ga evalueren en daar kan ik jouw hulp als ervaringsdeskundige goed bij gebruiken! In deze tussentijdse evaluatie van het vak “KCH3: Biochemie; *Wat je eet ben jezelf*” ben ik benieuwd naar hoe je het vak tot dusverre hebt ervaren en ben ik benieuwd naar jouw mening over werkvormen en opdrachten die zijn gebruikt in het vak. Ook tips voor het doorontwikkelen zijn van harte welkom. Het zou fijn zijn als je onderstaande vragenlijst voor mij zou willen invullen om het vak tussentijds te kunnen evalueren.

Alvast bedankt!

Groetjes,
Roos

Vragenlijst Tussentijdse Evaluatie “KCH3: Biochemie; *Wat je eet ben jezelf*”

Meerkeuzevragen over het vak

Om het vak “KCH3: Biochemie; *Wat je eet ben jezelf*” te evalueren volgen een aantal meerkeuzevragen. Door het invullen van de meerkeuzevragen krijg ik een idee wat je van de organisatie, werkvormen, didactiek, afrondingsvormen en de ruimte voor vragen en input vindt. Dit kan door per meerkeuzevraag één kruisje te zetten in het vakje voor het antwoord van jouw keuze.

Organisatie van het vak

1. Wat vind je van de hoeveelheid colleges en de hoeveelheid college-uren voor het vak KCH3?
 - Helemaal niet genoeg
 - Niet genoeg
 - Precies genoeg
 - Te veel
 - Veel te veel

2. Stelling: Het is duidelijk wat de leerdoelen zijn voor het vak KCH3.
 - Helemaal niet mee eens
 - Niet mee eens
 - Neutraal
 - Mee eens
 - Helemaal mee eens

3. Komt het vak KCH3 en de colleges overeen met je verwachtingen?
 - Komt helemaal niet overeen met wat ik verwachtte
 - Komt niet overeen met wat ik verwachtte
 - Komt overeen met wat ik verwachtte
 - Is boven mijn verwachtingen
 - Is ver boven mijn verwachtingen

4. Voor het vak KCH3 wordt gebruik gemaakt van een werkboek. Wat vind je hiervan?
- Helemaal niet fijn
 - Niet fijn
 - Neutraal
 - Fijn
 - Heel fijn
5. Wat vind je van de hoeveelheid opdrachten en oefenmateriaal dat beschikbaar is per subdomein voor KCH3?
- Onvoldoende
 - Matig
 - Voldoende
 - Ruim voldoende
 - Goed

Practica

6. Voorgaande jaren waarin het vak biochemie werd gegeven vonden de practica plaats op één of twee practicumdagen waarin alle practica werden uitgevoerd. Voor de practica is er bij de ontwikkeling en de uitvoering van het vak KCH3 voor gekozen om deze te koppelen aan het bijbehorende subdomein en daarmee te verspreiden over de verschillende colleges. Wat vind je van de gemaakte keuze?
- Ik vind het helemaal niet fijn dat de practica zijn verspreid over de verschillende colleges. Ik had veel liever één of twee practicumdagen gehad.
 - Ik vind het niet fijn dat de practica zijn verspreid over de verschillende colleges. Ik had liever één of twee practicumdagen gehad.
 - Het maakt mij niet uit of de practica zijn verspreid over de verschillende colleges of dat deze plaatsvinden op één of twee practicumdagen.
 - Ik vind het fijn dat de practica aansluiten bij de subdomeinen en daarom verspreid zijn over de verschillende colleges.
 - Ik vind het heel fijn dat de practica aansluiten bij de subdomeinen en daarom verspreid zijn over de verschillende colleges.
7. Voorgaande jaren waarin het vak biochemie werd gegeven moesten studenten een gezamenlijk meetrapport schrijven van de practica. Voor KCH3 is er gekozen om geen meetrapport te schrijven, maar om de practica na afloop direct gezamenlijk te bespreken. Wat vind je van de gemaakte keuze?
- Helemaal geen goede keuze
 - Geen goede keuze
 - Neutraal
 - Goede keuze
 - Een hele goede keuze
8. Stelling: De koppeling tussen theorie en de practica zijn duidelijk in het vak KCH3.
- Helemaal niet mee eens
 - Niet mee eens
 - Neutraal
 - Mee eens
 - Helemaal mee eens

9. Wat vind je van de hoeveelheid practica in het vak KCH3?

- Helemaal niet genoeg
- Niet genoeg
- Precies genoeg
- Te veel
- Veel te veel

Gamedidactiek

10. Tijdens de colleges wordt gebruik gemaakt van quizjes om voorkennis te activeren en om leerstof te herhalen. Wat vind je van deze quizjes?

- Helemaal niet fijn, helemaal niet waardevol en helemaal niet leerzaam
- Niet fijn, niet waardevol en niet leerzaam
- Neutraal
- Fijn, waardevol en leerzaam
- Heel fijn, waardevol en leerzaam

11. Naast het gebruik van quizjes tijdens de colleges zal in de herhalingsles (de les voor de vakinhoudelijke afronding van KCH3) gebruik worden gemaakt van een taalspel en van een Escape the Classroom om de leerstof te herhalen. In hoeverre vind je gamedidactiek dan goed naar voren komen in het vak?

- Helemaal niet goed
- Niet goed
- Voldoende
- Goed
- Heel goed

12. Word je door ervaring op te doen met gamedidactiek ook geïnspireerd en/of gemotiveerd om zelf deze didactiek te gebruiken in jouw lessen?

- Onvoldoende
- Matig
- Voldoende
- Ruim voldoende
- Goed

Gebruik van contexten, actualiteiten en burgerschapsvorming

Tijdens de colleges wordt gebruik gemaakt van verschillende contexten en actualiteiten die ook kunnen bijdragen aan burgerschapsvorming. Een selectie van contexten en actualiteiten zijn voeding, E-nummers, diabetes, liposomen als medicijnendrager, oliën als groener oplosmiddel, antimicrobiële peptiden als potentiële antibiotica, bio-orthogonale chemie (Nobelprijs voor scheikunde 2022), bakken van een ei en het maken van eiwitschuim, enzymen voor het maken van After-Eight, enzymen voor het maken van medicijnen, enzymen voor het afbreken van plastic, ethische dilemma's omtrent genetische modificatie, CRISPR-Cas9 (Nobelprijs voor scheikunde 2020) en de coronapandemie.

13. Wat vind je van de hoeveelheid gebruikte contexten?

- Onvoldoende
- Matig
- Voldoende
- Ruim voldoende
- Goed

14. Wat vind je van de gekozen contexten?

- Onvoldoende
- Matig
- Voldoende
- Ruim voldoende
- Goed

15. In hoeverre vind je dat de gekozen contexten en actualiteiten een bijdrage leveren aan jouw burgerschapsvorming?

- Onvoldoende
- Matig
- Voldoende
- Ruim voldoende
- Goed

16. In hoeverre word je tijdens het vak KCH3 gestimuleerd om na te denken over jouw visie als toekomstig scheikundedocent en de rol van burgerschapsvorming van leerlingen?

- Onvoldoende
- Matig
- Voldoende
- Ruim voldoende
- Goed

Onderzoekend leren & model directe instructie

Bij de subdomeinen voeding, koolhydraten, lipiden, eiwitten, enzymen en DNA, RNA en nucleïnezuren wordt hoofdzakelijk gebruik gemaakt van contextueel- en onderzoekend leren. Bij deze subdomeinen wordt niet gestart met directe instructie, maar ging/ga je eerst zelf onderzoeken hoe het in elkaar zit alvorens dat de opdracht klassikaal wordt besproken en toegelicht. Deze didactiek wordt voornamelijk gekozen voor onderwerpen die in de afgelopen jaren als relatief makkelijk werden ervaren.

17. Wat vind je van deze gekozen didactische methode van contextueel- en onderzoekend leren voor deze subdomeinen?

- Helemaal niet fijn
- Niet fijn
- Neutraal
- Fijn
- Heel fijn

18. Wat vind je van deze gekozen didactische methode van contextueel- en onderzoekend leren voor deze subdomeinen?

- Helemaal niet leerzaam
- Niet leerzaam
- Neutraal
- Leerzaam
- Heel leerzaam

19. Word je door ervaring op te doen met contextueel- en onderzoekend leren ook geïnspireerd en/of gemotiveerd om zelf deze didactiek te gebruiken in jouw lessen?

- Onvoldoende
- Matig
- Voldoende
- Ruim voldoende
- Goed

Bij onderdelen van de subdomeinen koolhydraten, eiwitten en DNA, RNA en nucleïnezuren en bij de subdomeinen bio-energetica, metabolisme van koolhydraten/lipiden/eiwitten en biotechnologie wordt meer gebruik gemaakt van model directe instructie. Bij deze (onderdelen van) subdomeinen wordt gestart met direct instructie, worden vragen gemaakt behorende bij het subdomein en deze vragen worden vervolgens klassikaal besproken en toegelicht. Deze didactiek wordt voornamelijk gekozen voor onderwerpen die studenten in de afgelopen jaren als moeilijk ervaren.

20. Wat vind je van deze gekozen didactische methode van model directe instructie?

- Helemaal niet fijn
- Niet fijn
- Neutraal
- Fijn
- Heel fijn

21. Wat vind je van deze gekozen didactische methode van model directe instructie?

- Helemaal niet leerzaam
- Niet leerzaam
- Neutraal
- Leerzaam
- Heel leerzaam

Afrondingsvormen

22. Wat vind je ervan dat voor de vakinhoudelijke afrondingsvorm gekozen is voor een criterium gericht interview?

- Helemaal niet fijn
- Niet fijn
- Neutraal
- Fijn
- Heel fijn

23. Wat vind je ervan dat voor de vakdidactische afrondingsvorm is gekozen voor het ontwikkelen van lesmateriaal (inclusief docentenhandleiding en verantwoording) waarin actualiteiten en burgerschapsvorming centraal staan?

- Helemaal niet fijn
- Niet fijn
- Neutraal
- Fijn
- Heel fijn

24. Wat vind je ervan dat voor de vakdidactische afrondingsvorm is gekozen voor het ontwikkelen van lesmateriaal (inclusief docentenhandleiding en verantwoording) waarin actualiteiten en burgerschapsvorming centraal staan?

- Helemaal niet leerzaam
- Niet leerzaam
- Neutraal
- Leerzaam
- Heel leerzaam

Ruimte voor vragen en input

25. Wat vind je van de hoeveelheid tijd die er is om vragen te stellen over de verschillende onderwerpen die worden behandeld in het vak tijdens de colleges?
- Onvoldoende
 - Matig
 - Voldoende
 - Ruim voldoende
 - Goed
26. Wat vind je van de hoeveelheid tijd die er is om vragen te stellen die wel gekoppeld zijn aan de vakinhoud, maar ook vooral aansluiten bij jouw eigen interesses tijdens de colleges?
- Onvoldoende
 - Matig
 - Voldoende
 - Ruim voldoende
 - Goed
27. Naast de ruimte voor vragen tijdens het college zal er ook een vragenuurtje worden georganiseerd en is er tijdens de herhalingsles ruimte voor vragen over de leerstof. Wat vind je van de hoeveelheid tijd die beschikbaar is voor vragen over het vak?
- Onvoldoende
 - Matig
 - Voldoende
 - Ruim voldoende
 - Goed
28. Wat vind je van de benaderbaarheid van de docent, de mate waarin overleg mogelijk is tussen de studenten en de docent en de mate waarin de docent wat doet met input van de studenten?
- Heel slecht
 - Slecht
 - Niet goed, niet slecht
 - Goed
 - Heel goed

Open vragen over het vak

1. Heb je nog tips om het werkboek van het vak KCH3 te verbeteren?
-
-
2. Wat vind je van de PowerPoint presentaties waarvan gebruik wordt gemaakt tijdens de colleges van KCH3?
-
-
3. Wat vind je van de structuur en de planning waarvan gebruik wordt gemaakt tijdens de colleges van KCH3?
-
-

4. Wat vind je van de moeilijkheidsgraad van de verschillende subdomeinen/hoofdstukken? Is er een bepaald subdomein/hoofdstuk dat je moeilijker vindt dan andere?

.....
.....

5. Wat vind je van de verdeling van de subdomeinen/hoofdstukken over de beschikbare colleges van KCH3? Komen bepaalde subdomeinen/hoofdstukken te veel aan bod of is er voor bepaalde subdomeinen/hoofdstukken te weinig aandacht? Indien je de verdeling van de subdomeinen/hoofdstukken over de beschikbare colleges van KCH3 niet goed vindt, zou je dan kunnen toelichten hoe dit verbeterd kan worden?

.....
.....

6. Wat vind je goed aan de colleges en de invulling van het vak KCH3?

.....
.....

7. Wat vind je minder goed aan de colleges en de invulling van het vak KCH3?

.....
.....

8. Als je het vak KCH3 een cijfer zou moeten geven van 1 t/m 10, welk cijfer zou je dan geven en waarom?

.....
.....

9. Als je jouw motivatie voor het vak KCH3 een cijfer zou moeten geven van 1 t/m 10, welk cijfer zou je dan geven en waarom?

.....
.....

10. Heb je nog tips om de colleges en de invulling van het vak KCH3 te verbeteren? Ook eventuele verdere opmerkingen kun je hier kwijt.

.....
.....
.....
.....
.....
.....

Stellingen opdrachten, practica en werkvormen

Voor het vak "KCH3: Biochemie; *Wat je eet ben jezelf*" is gebruik gemaakt van een werkboek met daarin verschillende opdrachten, practica en werkvormen. Hieronder staan de opdrachten uit het werkboek en practica waarvan gebruik is gemaakt in het vak "KCH3: Biochemie; *Wat je eet ben jezelf*". Door het invullen van de 5-punts beoordelingsschaal krijg ik een idee hoe waardevol en leerzaam je deze opdracht of werkvorm vond. Dit kan door het omcirkelen van één antwoord per opdracht of werkvorm. In deze beoordelingsschaal staat 1 voor "helemaal niet waardevol en leerzaam", 2 voor "niet waardevol en leerzaam", 3 voor neutraal, 4 voor "waardevol en leerzaam" en 5 voor "heel waardevol en leerzaam".

| | Helemaal niet waardevol & leerzaam | Niet waardevol & leerzaam | Neutraal | Waardevol en leerzaam | Heel waardevol en leerzaam |
|---|--|------------------------------------|----------|-----------------------------|-------------------------------------|
| Opdrachten | | | | | |
| 1. Voorkennistest | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 2. Subdomein voeding: Etiketten op voedingsmiddelen | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 3. Subdomein voeding: Wat zijn E-nummers? | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 4. Subdomein voeding: E-nummers: voor of tegen? | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 5. Subdomein voeding: Quiz voedingsmiddelen, voedingsstoffen en energie | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 6. Subdomein koolhydraten: Karakteriseren van koolhydraten | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 7. Subdomein koolhydraten: Opdrachten koolhydraten bij instructie | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 8. Subdomein koolhydraten: Structuureigenschap relaties van polysacchariden | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 9. Subdomein lipiden: Karakteriseren van lipiden | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 10. Subdomein eiwitten: Karakteriseren van eiwitten | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 11. Subdomein eiwitten: Amino-zuren, peptiden en eiwitten | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 12. Subdomein enzymen: Inzicht in de chemie van biologische processen | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 13. Subdomein enzymen: Toepassing van enzymen in de industrie | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 14. Subdomein voeding, koolhydraten, lipiden en enzymen: Presentatie keuzeonderwerp | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 15. Subdomein metabolisme en cellulaire processen: Bio-energetica | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 16. Subdomein metabolisme en cellulaire processen: Metabolisme van koolhydraten | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 17. Subdomein metabolisme en cellulaire processen: Metabolisme van vetten | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

| | | | | | |
|---|------------------------------------|---------------------------|----------|-----------------------|----------------------------|
| 18. Subdomein metabolisme en cellulaire processen: Metabolisme van eiwitten | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | Helemaal niet waardevol & leerzaam | Niet waardevol & leerzaam | Neutraal | Waardevol en leerzaam | Heel waardevol en leerzaam |
| Practica | | | | | |
| 1. Subdomein Voeding: Voedingsmiddelenpracticum | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 2. Subdomein lipiden: Practicum olie, water en zeep | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 3. Subdomein lipiden: Practicum vet, olie en vetzuren | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 4. Subdomein eiwitten: Practicum gelelektroforese | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 5. Subdomein eiwitten: Practicum verlies van eiwitstructuur | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 6. Subdomein enzymen: Practicum eiwitoplossers in wasmiddelen | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

Stellingen ontwerpeisen

Bij onderstaande stellingen staan een aantal ontwerpeisen voor het vak “KCH3: Biochemie; *Wat je eet ben jezelf*” geformuleerd. Door het invullen van de 5-punts beoordelingsschaal krijg ik een idee in hoeverre je deze ontwerpeis terugziet in het ontwikkelde vak, in het ontworpen werkboek en in de gegeven colleges. Dit kan door het omcirkelen van één antwoord per ontwerpeis. In deze beoordelingsschaal staat 1 voor “komt helemaal niet duidelijk naar voren”, 2 voor “komt niet duidelijk naar voren”, 3 voor neutraal, 4 voor “komt duidelijk naar voren” en 5 voor “komt heel duidelijk naar voren”.

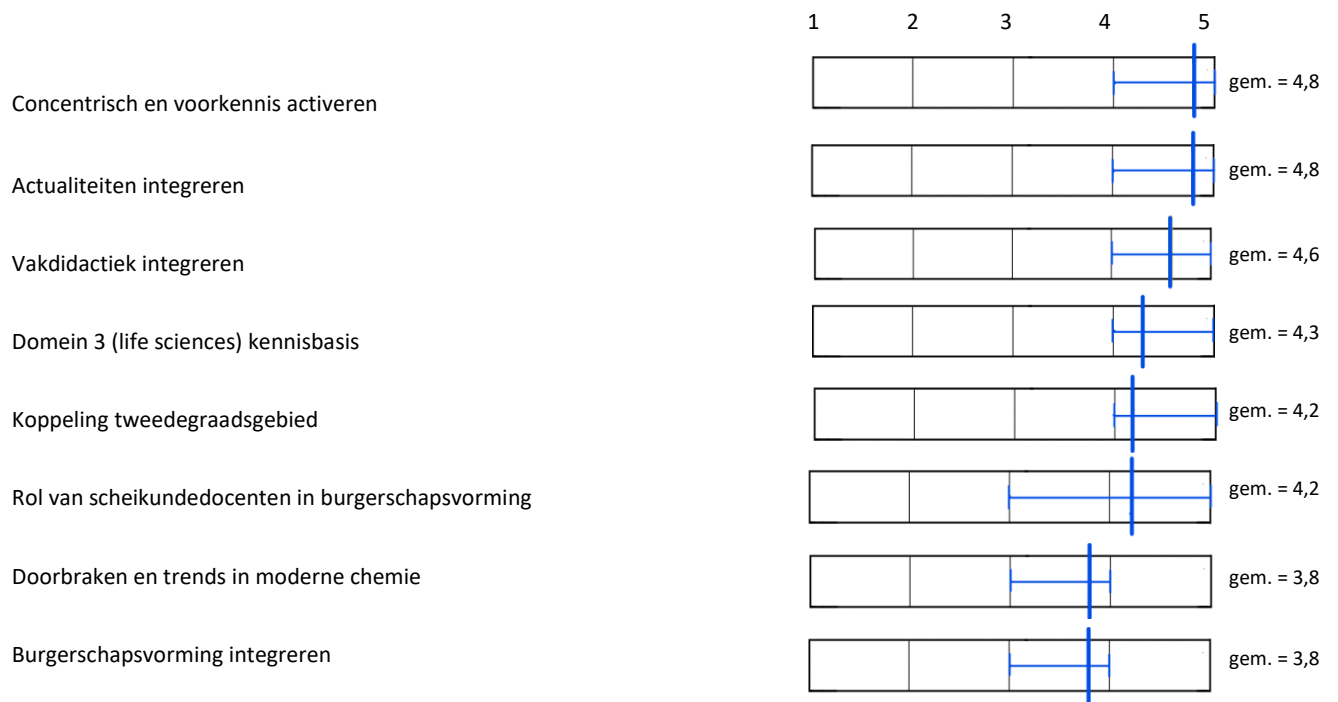
| | Komt helemaal niet duidelijk naar voren | Komt niet duidelijk naar voren | Neutraal | Komt duidelijk naar voren | Komt heel duidelijk naar voren |
|--|---|--------------------------------|----------|---------------------------|--------------------------------|
| 1. Het vak sluit aan op de vakken “KCH1: Koolstofchemie; <i>How they make it</i> ” en “KCH2: Koolstofchemie; <i>Maken en opruimen, the next level</i> ” om ervoor te zorgen dat de koolstofchemieleerlijn concentrisch is. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 2. Voorkennis wordt geactiveerd uit de vakken “KCH1: Koolstofchemie; <i>How they make it</i> ” en “KCH2: Koolstofchemie; <i>Maken en opruimen, the next level</i> ”. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 3. Actualiteiten zijn geïntegreerd in het vak. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 4. Vakdidactiek is geïntegreerd in het vak. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 5. Domein 3 (life sciences) van de kennisbasis scheikunde van de tweedegraadslerarenopleiding wordt gedekt in het vak. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

| | | | | | |
|--|---|---|---|---|---|
| 6. Er wordt rekening gehouden met wat ik zelf in het tweedegraadsgebied tegen kan komen. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 7. Er wordt uitgelegd waarom is gekozen voor bepaalde didactische methoden en werkvormen in het vak. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 8. Er wordt stilgestaan bij doorbraken en trends in de moderne chemie aan de hand van berichtgeving in de media. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 9. Burgerschapsvorming is geïntegreerd in het vak. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 10. Practica die worden gedaan hebben een duidelijke koppeling naar contexten in mijn leefwereld. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 11. In het vak wordt gebruik gemaakt van de contexten, met name de context voeding. Naast deze context wordt gebruik gemaakt van kleinere contexten die kunnen worden gekoppeld aan beroepscontext, actualiteiten, burgerschapsvorming en doorbraken en trends in de moderne chemie. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 12. In het vak wordt gebruik gemaakt van contextueel leren. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 13. In het vak wordt gebruik gemaakt van onderzoekend leren. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 14. In het vak wordt gebruik gemaakt van gamedidactiek. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 15. In het vak wordt gebruik gemaakt van afwisseling van werkvormen en didactische methoden. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 16. De afronding van het vak bestaat uit één vakinhoudelijke en één vakdidactische afronding. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 17. Zowel de vakinhoudelijke- als de vakdidactische afrondingsvorm zijn anders dan de afrondingsvormen van de scheikunde vakken in het vierde jaar. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 18. De vakdidactische afrondingsvorm bestaat uit het ontwikkelen en arrangeren van lesmateriaal vanuit een eigen onderwijsvisie. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 19. Uitvoeren van het ontwikkelde lesmateriaal op de stage levert bonuspunten op in de rubric van de vakdidactische afrondingsvorm. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 20. De vakinhoudelijke afrondingsvorm zal een criterium gericht interview (CGI) zijn. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

Bijlage 7. Inge vulde vragenlijsten om ontwerpeisen KCH3 vast te stellen

| | Leraren- opleider 1 | Leraren- opleider 2 | Leraren- opleider 3 | Leraren- opleider 4 | Leraren- opleider 5 | Gemiddelde | Mediaan | Exacte spreiding |
|--|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|------------|---------|---------------------|
| Vakinhoud | | | | | | | | |
| Vakdidactiek moet worden geïntegreerd in het vak. | 4 | 5 | 4 | 5 | 5 | 4,6 | 5 | 1 |
| Het vak moet aansluiten op de vakken "KCH1: Koolstofchemie; <i>How they make it</i> " en "KCH2: Koolstofchemie; <i>Maken en opruimen, the next level</i> " om ervoor te zorgen dat de koolstofchemieleerlijn concentrisch is. Dit kan worden gewaarborgd door o.a. voorkennis uit beide vakken te activeren. | 5 | 5 | 5 | 4 | 5 | 4,8 | 5 | 1 |
| Domein 3 (life sciences) van de kennisbasis scheikunde van de tweedegraadslerarenopleiding moet volledig worden gedekt binnen het vak. | 4 | 4 | 4,5 | 4 | 5 | 4,3 | 4 | 1 |
| In het vak moet rekening worden gehouden met wat studenten in het voortgezet onderwijs tegenkomen. | 5 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4,2 | 4 | 1 |
| In het vak moet stil worden gestaan bij doorbraken en trends in de moderne chemie, aan de hand van berichtgeving in de media (domein 9.1 van de kennisbasis scheikunde van de tweedegraads lerarenopleiding). | 4 | 4 | 4 | 3 | 4 | 3,8 | 4 | 1 |
| In het vak moet stil worden gestaan bij actualiteiten die kunnen worden gekoppeld aan de vakinhoud. | 5 | 5 | 5 | 4 | 5 | 4,8 | 5 | 1 |
| In het vak moet burgerschapsvorming worden geïntegreerd in de colleges. | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3,8 | 4 | 1 |
| In het vak moet stil worden gestaan bij de rol van de studenten als toekomstig scheikundedocent en hun rol in burgerschapsvorming van leerlingen. | 3 | 5 | 4 | 5 | 4 | 4,2 | 4 | 2 |

Tabel 1. Resultaten uit de vragenlijst behorende bij de stellingen over de vakinhoud van KCH3.

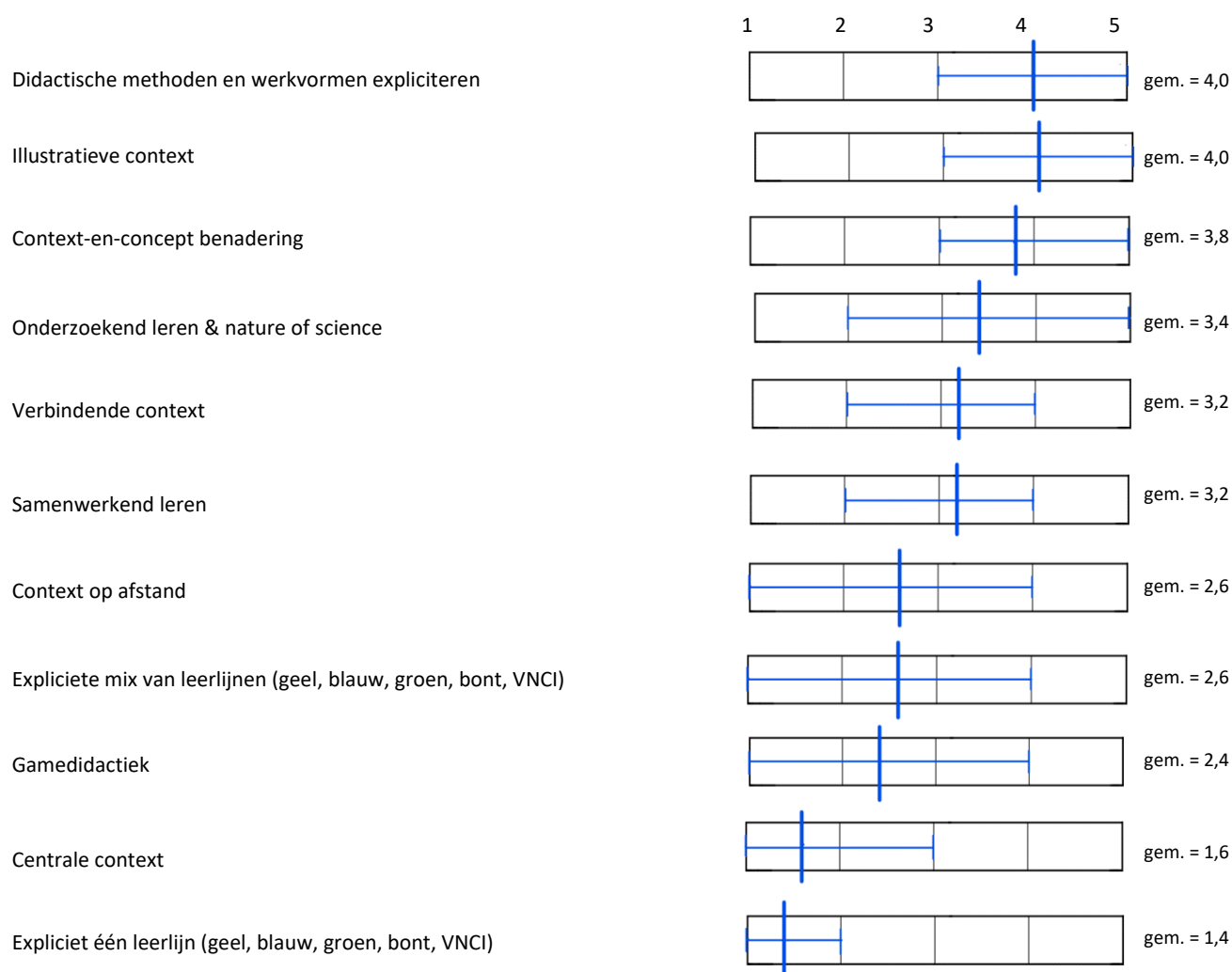


Grafiek 1. Resultaten uit de vragenlijst behorende bij de stellingen over de vakinhoud van KCH3.

| | Leraren- opleider 1 | Leraren- opleider 2 | Leraren- opleider 3 | Leraren- opleider 4 | Leraren- opleider 5 | Gemiddelde | Mediaan | Exacte spreiding |
|--|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|------------|---------|---------------------|
| Didactische methode | | | | | | | | |
| De gekozen didactische methoden en de gekozen werkvormen moeten worden geëxpliciteerd in het vak. | 3 | 4 | 5 | 4 | 4 | 4 | 4 | 2 |
| Het vak moet worden opgezet volgens de context-en-concept-benadering. | 4 | 4 | 5 | 3 | 3 | 3,8 | 4 | 2 |
| In het vak moet gebruik worden gemaakt van verschillende contexten. Het gebruik van deze contexten is een middel om concepten te illustreren (illustratieve context). | 3 | 4 | 5 | 4 | 4 | 4 | 4 | 2 |
| In het vak is de context voeding de verbindende context voor de gekozen concepten. Concepten die minder goed binnen deze context passen, kunnen wel aan bod komen doordat ze conceptueel gelinkt zijn aan de andere concepten (verbindende context). | 2 | 4 | 3 | 4 | 3 | 3,2 | 3 | 2 |
| In het vak bepaalt de context voeding zowel de leerinhoud als de inrichting van het vak (centrale context). | 1 | 1 | 1 | 3 | 2 | 1,6 | 1 | 2 |
| In het vak bepaalt de context voeding de leerinhoud, maar het lesmateriaal wordt vormgegeven langs de conceptuele vakstructuur. Er kunnen ook verschillende kleinere contexten aan bod komen (context op afstand). | 1 | 1 | 4 | 4 | 3 | 2,6 | 3 | 3 |
| Een mix van de verschillende leerlijnen (geel, blauw, groen, bont en VNCl) van de context-en-concept-benadering moeten expliciet terugkomen in de opzet van het vak. | 1 | 1 | 4 | 4 | 3 | 2,6 | 3 | 3 |
| Voor de opzet van het vak moet gekozen worden voor één van de verschillende leerlijnen (geel, blauw, groen, bont of VNCl) van de context-en-concept-benadering en deze moet expliciet naar voren komen. | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1,4 | 1 | 1 |
| In het vak moet samenwerkend leren centraal staan, waarbij aandacht wordt besteed aan de vijf sleutelbegrippen van | 2 | 3 | 4 | 4 | 3 | 3,2 | 3 | 2 |

| | | | | | | | | |
|--|---|---|---|---|---|-----|---|---|
| samenwerkend leren (positieve wederzijdse afhankelijkheid, individuele aanspreekbaarheid, directe interactie, sociale vaardigheden, groepsproces). | | | | | | | | |
| In het vak moet onderzoekend leren centraal staan, wat nauw verbonden is met de nature of science. | 2 | 4 | 5 | 4 | 2 | 3,4 | 4 | 3 |
| In het vak moet gebruik worden gemaakt van gamedidactiek. | 2 | 4 | 1 | 4 | 1 | 2,4 | 2 | 3 |

Tabel 2. Resultaten uit de vragenlijst behorende bij de stellingen over de didactische methode van KCH3.



Grafiek 2. Resultaten uit de vragenlijst behorende bij de stellingen over de didactische methode van KCH3.

| | Leraren- opleider 1 | Leraren- opleider 2 | Leraren- opleider 3 | Leraren- opleider 4 | Leraren- opleider 5 | Gemiddelde | Mediaan | Exacte spreiding |
|---|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|------------|---------|---------------------|
| Werkvormen | | | | | | | | |
| In het vak worden practica gedaan met een duidelijke koppeling naar contexten in de leefwereld van de student (domein 12.5 van de kennisbasis scheikunde van de tweedegraads lerarenopleiding). | 5 | 3 | 3 | 4 | 3 | 3,6 | 3 | 2 |

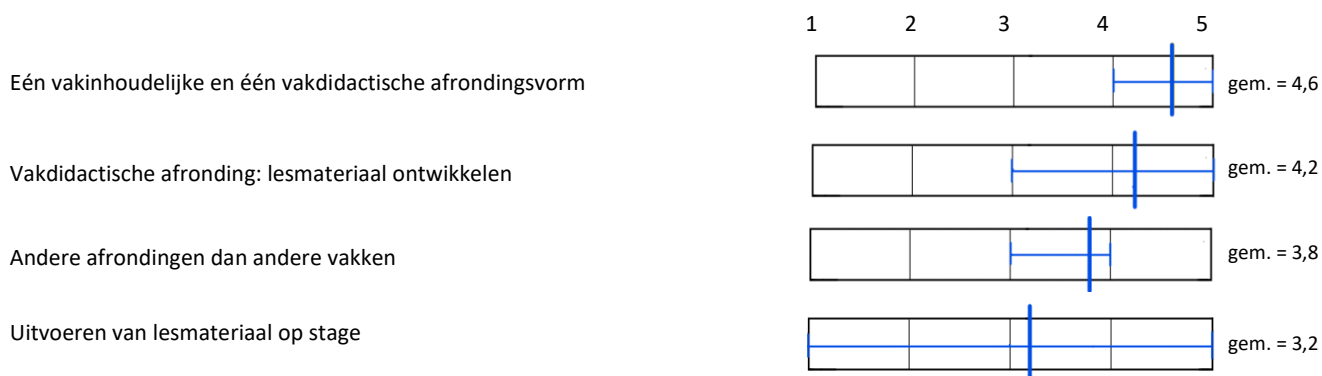
Tabel 3. Resultaten uit de vragenlijst behorende bij de stellingen over de werkvormen van KCH3: Biochemie.



Grafiek 3. Resultaten uit de vragenlijst behorende bij de stellingen over de vakinhoud van KCH3.

| | Leraren- opleider 1 | Leraren- opleider 2 | Leraren- opleider 3 | Leraren- opleider 4 | Leraren- opleider 5 | Gemiddelde | Mediaan | Exacte spreiding |
|---|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|------------|---------|---------------------|
| Afrondingsvormen | | | | | | | | |
| De afronding van het vak bestaat uit één vakinhoudelijke en één vakdidactische afronding. | 4 | 5 | 5 | 5 | 4 | 4,6 | 5 | 1 |
| Zowel de vakinhoudelijke- als de vakdidactische afrondingsvorm moet anders zijn dan de afrondingsvormen van de scheikundige vakken die de studenten volgen in het vierde leerjaar. | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3,8 | 4 | 1 |
| De vakdidactische afrondingsvorm zal bestaan uit het ontwikkelen en arrangeren van lesmateriaal vanuit een eigen onderwijsvisie (domein 13.7 van de kennisbasis scheikunde van de tweedegraads lerarenopleiding). | 3 | 4 | 5 | 4 | 5 | 4,2 | 4 | 2 |
| De vakdidactische afrondingsvorm zal moeten worden gekoppeld aan de stage door het ontwikkelde lesmateriaal ook uit te voeren tijdens de stage. | 3 | 3 | 1 | 5 | 4 | 3,2 | 3 | 4 |

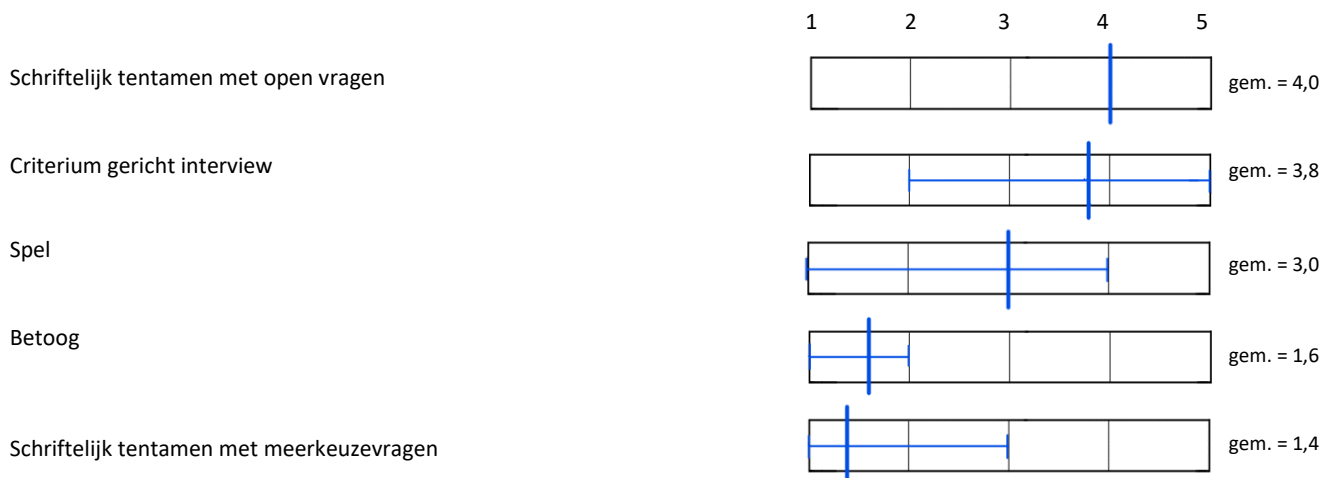
Tabel 4. Resultaten uit de vragenlijst behorende bij de stellingen over de afrondingsvormen van KCH3: Biochemie.



Grafiek 4. Resultaten uit de vragenlijst behorende bij de stellingen over de afrondingsvormen van KCH3.

| | Leraren- opleider 1 | Leraren- opleider 2 | Leraren- opleider 3 | Leraren- opleider 4 | Leraren- opleider 5 | Gemiddelde | Mediaan | Exacte spreiding |
|--|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|------------|---------|---------------------|
| Vakinhoudelijke afrondingsvorm | | | | | | | | |
| Schriftelijk tentamen met open vragen (met name gericht op redeneer- en toepasvragen volgens de TIMMS-toetstaxonomie). | 4 | 4 | - | 4 | 4 | 4 | 4 | 0 |
| Schriftelijk tentamen met meerkeuzevragen (met name gericht op weetvragen volgens de TIMMS-toetstaxonomie). | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1,4 | 1 | 2 |
| Criterium gericht interview (met name gericht op redeneer- en toepasvragen volgens de TIMMS-toetstaxonomie). | 3 | 5 | 5 | 4 | 2 | 3,8 | 4 | 3 |
| Schrijven van een betoog. | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1,6 | 2 | 1 |
| Het individueel spelen van een spel in de vorm van een 'Escape the Classroom' (met daarin zowel weet-, redeneer- en toepasvragen volgens de TIMMS-toetstaxonomie). | 3 | 4 | 1 | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 |

Tabel 5. Resultaten uit de vragenlijst behorende bij de stellingen over de vakinhoudelijke afrondingsvorm van KCH3: Biochemie.



Grafiek 5. Resultaten uit de vragenlijst behorende bij de stellingen over de vakinhoudelijke afrondingsvorm van KCH3.

Open vraag advies afrondingsvorm

- Lerarenopleider 1: ... het is niet zozeer dat ik ze niet vind passen, ze zijn allemaal prima. Ik denk dat jij moet kiezen. Overwegingen zijn welke andere vormen in dezelfde periode lopen. Betoog lijkt me lastig op de inhoud over de volle breedte. Een spel spelen als afronding heb ik geen ervaring mee.
- Lerarenopleider 3: Ik zou een MC-toets doen en direct volgend CGI a.d.h.v. MC-toets.

Open vraag ontwerpeisen

- Lerarenopleider 1: Nee, alles op ontwerpniveau zit erin. De rest, werkvormen e.d., zit op lesniveau.
- Lerarenopleider 3: Qua vak minimaal kennisbasis; opbouw/afbraak suikers/vetten/eiwitten, DNA/RNA & enkele contexten m.b.t. ziektebeelden en beroepscontext doktersassistent.
- Lerarenopleider 5: Er moet worden onderzocht wat we missen aan vakdidactiek in het curriculum en dat moet worden toegevoegd. Voor de vragenlijst geldt dat hoe duidelijker de hiaten zijn met de rest van het curriculum, hoe meer mogen in moeten veranderd.

Opmerkingen van lerarenopleiders bij de stellingen

Vakinhoud – stelling 1:

- Lerarenopleider 1: Volgens afspraak, niet omdat het anders geen goed vak wordt.

Vakinhoud – stelling 2:

- Lerarenopleider 5: Vakdidactiek moet ook losstaand en meer expliciet worden aangeboden.

Vakinhoud – stelling 3:

- Lerarenopleider 1: 1^e hoofdwet van didactiek 😊
- Lerarenopleider 3: Heeft het woord concentrisch onderstreept in de vragenlijst.
- Lerarenopleider 5: Ook goed om lijntjes te hebben naar o.a. binding, zouten/zuren/basen en oplosbaarheid.

Vakinhoud – stelling 4:

- Lerarenopleider 1: Soms ben ik wat ondeugend. Zou natuurlijk wel moeten.
- Lerarenopleider 5: Kennisbasis moet echt gedekt worden.

Vakinhoud – stelling 5:

- Lerarenopleider 1: Maar dat is niet zoveel in het 2^e graads gebied.
- Lerarenopleider 5: Hele stevige koppeling naar het tweedegraadsgebied is belangrijk.

Vakinhoud – stelling 6:

- Lerarenopleider 1: Ja, even stil staan bij ...

Didactische methode – stelling 1:

- Lerarenopleider 1: Tja, ook hier, we hebben die keuze gemaakt en het vak leent zich er uitermate goed voor. Maar geen didactische noodzaak voor biochemie.
- Lerarenopleider 3: Welke?

Didactische methode – stelling 2:

- Lerarenopleider 1: Voeding staat centraal. Hoe niet nog meer toch?
- Lerarenopleider 3: Heeft het woord illustreren onderstreept in de vragenlijst en hier een vraagteken bijgezet. Ook heeft hij & natuurwet. Erbij geschreven.

Didactische methode – stelling 3:

- Lerarenopleider 1: Hier snap ik niet zo goed wat ik moet vinden.

Didactische methode – stelling 4:

- Lerarenopleider 1: Dat kies jij.
- Lerarenopleider 3: Wel de leerinhoud, maar niet de inrichting van het vak.

Didactische methode – stelling 5:

- Lerarenopleider 1: Persoonlijke keuze. Leuk om eens mee te experimenteren in de komende jaren.

Didactische methode – stelling 6:

- Lerarenopleider 1: Absoluut oninteressant. Niemand gebruikt die meer.

Didactische methode – stelling 7:

- Lerarenopleider 1: Nee hoor. Neem de vrijheid, probeer, laat groeien. Misschien aardig om te kijken of je uiteindelijk op een van die lijnen uitkomt.

Didactische methode – stelling 8:

- Lerarenopleider 1: Nee hoor, jouw persoonlijke keuze. Ik zou afwisselen.

Didactische methode – stelling 9:

- Lerarenopleider 1: 'Moeten' maakt het lastig. Ook hier, maak keuzes om dat, als het uitkomt, een keer te belichten.
- Lerarenopleider 5: Ik ben het er niet mee eens dat onderzoekend leren nauw verbonden is met NOS. Bij NOS ontdek je iets nieuws en bij onderzoekend leren construeer je kennis in de breedste zin.

Didactische methode – stelling 10:

- Lerarenopleider 1: Idem

Afrondingsvormen – stelling 1:

- Lerarenopleider 1: ... omdat we dat hebben afgesproken.

Afrondingsvormen – stelling 2:

- Lerarenopleider 1: Idem. Maar er mag best een tweede tentamen zijn. Liefst niet twee dossiers.

Afrondingsvormen – stelling 3:

- Lerarenopleider 1: Lijkt me goede keuze.

Afrondingsvormen – stelling 4:

- Lerarenopleider 1: Kan. Zou je moeten bespreken.

Bijlage 8. Gegeven antwoorden feedbackformulieren KCH4 2021/2022 en 2022/2023

1. Wat vond je van het eerste college, waarin jullie etiketten van voedingsmiddelen gingen bestuderen?

Gegeven antwoorden collegejaar 2021/2022:

- Student 1: Mooi context gericht en maakte onze directe leefomgeving belangrijk.
- Student 2: Echt top!
- Student 3: Goed. Mooi dat we dingen mee moesten nemen uit onze eigen context.
- Student 4: Niet echt spannend, veel was al bekend. Eigenlijk bij veel KCH4 colleges veel herhaling van biologie stof van VO.
- Student 5: Echt top.

Gegeven antwoorden collegejaar 2022/2023:

- Student 6: Niet geweest.
- Student 7: Leuke opening, leuk dat we zelf iets moesten doen.
- Student 8: Leuke introductie.
- Student 9: Daar was ik niet aanwezig.
- Student 10: Leuk, maar had iets dieper mogen gaan.

2. Wat vond je goed gaan tijdens de colleges?

Gegeven antwoorden collegejaar 2021/2022:

- Student 1: De manier van lesgeven. De meeste leraren vinden didactisch gezien frontaal lesgeven (het gene wat jij deed) maar minder. Ik vond het geweldig aangezien ik nu direct wist wat ik moest leren/weten/kunnen.
- Student 2: Alles wel rondom de gegeven colleges.
- Student 3: De quiz/voorkennis vragen waren fijn. Ook fijn dat we veel ruimte kregen voor vragen over het onderwerp, maar ook over andere dingen wat ons interesseerde.
- Student 4: Duidelijke structuur en planning. Mooie presentaties waar duidelijk veel aandacht aan besteed is!
- Student 5: Stof kwam helder over, goeie uitleg, toplessen.

Gegeven antwoorden collegejaar 2022/2023:

- Student 6: Veel tijd voor vragen, goede sfeer in de klas. Goed overleg tussen docent en leerlingen.
- Student 7: Duidelijke PowerPoint en ook duidelijk wat nou echt de belangrijke dingen waren.
- Student 8: Ruimte voor vragen.
- Student 9: Colleges waren wel relaxed, maar ben vaak niet geweest.
- Student 10: Je werd goed uitgedaagd om na te denken.

3. Wat vond je minder goed gaan tijdens de colleges?

Gegeven antwoorden collegejaar 2021/2022:

- Student 1: N.v.t.
- Student 2: Een practicum die bij de practicumles erbij zat. Verwerken en inleveren maakte dat wat lastiger, maar niet onmogelijk.
- Student 3: -
- Student 4: Het ging prima.
- Student 5: Soms wat lang tussen de pauzes door.

Gegeven antwoorden collegejaar 2022/2023:

- Student 6: Houding van sommige studenten.
- Student 7: Soms waren anderen teveel met andere dingen bezig wat dan veel tijd in beslag nam die nuttiger besteed had kunnen worden.
- Student 8: Best veel stof.
- Student 9: -
- Student 10: Soms iets te gehaast door te weinig lessen voor de lesstof.

4. Heb je nog tips om de colleges te verbeteren?

Gegeven antwoorden collegejaar 2021/2022:

- Student 1: Nee.
- Student 2: -
- Student 3: -
- Student 4: Nee.
- Student 5: Misschien is het handiger om de practica te verdelen, i.p.v. een practicumdag.

Gegeven antwoorden collegejaar 2022/2023:

- Student 6: Wellicht iets duidelijker in je verwachtingen in gedrag uitspreken.
- Student 7: Misschien iets meer proberen de focus/concentratie van de studenten weer terug te pakken als dat nodig is.
- Student 8: -
- Student 9: Niet echt.
- Student 10: Meer opdrachten.

5. Wat vond je van het practicum? Vond je het een toegevoegde waarde hebben? Vond je het fijn dat het practicum verspreid was over twee dagen of had je liever een hele dag practicum gedaan?

Gegeven antwoorden collegejaar 2021/2022:

- Student 1: Van het gene wat we deden was het van toepassing bij onze leerstof. Prima
- Student 2: Liever 2 dagen. Maar 1 dag is haalbaar al waren wij wel erg gaar op het einde van de dag.
- Student 3: Een hele dag was fijn. Ik vond het alleen niet per se een toegevoegde waarde hebben. Misschien voor de volgende keer meer de koppeling maken tijdens de theorie met het practicum, wat we daar gezien en gedaan hebben terug laten komen met de theorie
- Student 4: Een dag was prima, het meetrapport is alleen geen afrondingseis volgens Educator en of het nou echt nut heeft gehad vraag ik me persoonlijk af.
- Student 5: Ik denk dat ik liever de practica verdeeld over de lessen had gehad. Dan sloten ze qua tijd beter aan op de onderwerpen.

Gegeven antwoorden collegejaar 2022/2023:

- Student 6: Nuttige, waardevolle en interessante practica.
- Student 7: Ik vond het fijn dat het maar twee practica waren. Een hele dag practicum had ik persoonlijk te vermoeiend gevonden. De practica waren leuk om te doen en hadden ook echt zichtbare resultaten. Het was fijn dat het meetrapport niet zo uitgebreid hoefde, want dat kan bij mij erg afleiden van de uitvoering.
- Student 8: Twee dagen, anders was het wel hele veel geweest.
- Student 9: Ik vond de practica wat flauw. KCH4 was verder een redelijk diepgaand vak, maar de practica deden me echt denken aan de eerste klas. Verspreid over 2 dagen was prima. Verslagen waren wat mij betreft wat overbodig omdat de practica zo simpel waren, had ook mondeling gekund.
- Student 10: Practicum hielp redelijk om een duidelijker beeld te krijgen bij de redelijk abstracte lesstof. Het was heel fijn dat we niet een hele dag lang practicum hadden.

6. Welke hoofdstukken vond je moeilijk? Zijn er hoofdstukken waar we meer tijd aan hadden moeten besteden? Of hoofdstukken waar we minder tijd aan hadden moeten besteden?

Gegeven antwoorden collegejaar 2021/2022:

- Student 1: De moeilijkheidsgraad zat het voor mij niet meer in de kwaliteit maar in de kwantiteit. Het was niet zozeer te moeilijk, alleen wat veel informatie (wat ook wel van ons gevraagd mag worden hoor).
- Student 2: Metabolisme (maar dit kwam door de online lessen die weer kwamen, ging net iets te snel daardoor) fysiek was het beter te volgen!

- Student 3: Metabolisme (pech dat we die online hadden). Vond wel mooi dat je daarna met de fysieke les, toen het weer mocht, de tijd nam om die nogmaals uit te leggen.
- Student 4: De herhaling van het VO had sneller gekund voor mij.
- Student 5: Nee ging eigenlijk wel goed.

Gegeven antwoorden collegejaar 2022/2023:

- Student 6: De hoofdstukken over voedingsmiddelen.
- Student 7: Ik vond zelf de hoofdstukken over metabolisme erg lastig. De anderen waren erg veel voorkennis voor mij vanuit het vwo. Ik vond de verdeling van de tijd over de hoofdstukken wel goed.
- Student 8: Erfelijkheid.
- Student 9: Naamgeving van de koolhydraten was lastig. Kwam niet sterk terug in de toets dus dat was geen probleem.
- Student 10: Metabolisme was het moeilijkst voor mij.

7. Wat vond je van het vragenuurtje voor het tentamen? Heb je er iets aan gehad?

Gegeven antwoorden collegejaar 2021/2022:

- Student 1: Nuttig initiatief. Had er zekers wat aan.
- Student 2: Heel veel aangehad!
- Student 3: Ja dat was fijn. We kregen goed de ruimte om vragen te stellen.
- Student 4: Niet bij aanwezig geweest.
- Student 5: Ja echt top, veel aan gehad ook.

Gegeven antwoorden collegejaar 2022/2023:

- Student 6: Nuttig en erg fijn.
- Student 7: Dat was erg fijn omdat het met zoveel stof heel fijn was dat je nog even rustig terug kon komen op iets. Ik heb er daarom zeker nog wat aan gehad om toch nog mijn kennis wat aan te scherpen.
- Student 8: Goed!
- Student 9: Niet geweest.
- Student 10: Was niet aanwezig

8. Heb je verder nog opmerkingen?

Gegeven antwoorden collegejaar 2021/2022:

- Student 1: Nee.
- Student 2: Bedankt voor de colleges!
- Student 3: -
- Student 4: Nee.
- Student 5: -

Gegeven antwoorden collegejaar 2022/2023:

- Student 6: Ik vind het jammer dat ik niet meer vakken van je volg.
- Student 7: Ik vond het vak erg fijn om te volgen. Dat kwam vooral omdat het gewoon heel duidelijk was wat je moest kennen en kunnen om het tentamen te halen. De PowerPoints hebben daar ook zeker bij geholpen. Het is zoveel dat je het nooit allemaal meteen kan onthouden dus dan is fijn dat je de belangrijkste dingen rustig kan lezen.
- Student 8: Lekker zo doorgaan!
- Student 9: Nee.
- Student 10: Nee.

Bijlage 9. Analyse tentamens KCH4 2021/2022 en 2022/2023

2021/2022 – periode 2

Het tentamen in het collegejaar 2021/2022 dat is afgenomen in de tweede periode is gemaakt door 9 studenten. De Cronbachs Alpha waarde voor dit tentamen is 0,92.

| Subdomein | Vraag tentamen | Type vraag (TIMMS) | Maximum aantal punten | Gemiddeld behaald aantal punten | p-waarde | Rit-waarde |
|------------------------------------|----------------|------------------------------|-----------------------|---------------------------------|-------------|------------|
| Voeding | 2e | Weten | 3 | 2,56 | 0,85 | 0,74 |
| | | | 3 | 2,56 | 0,85 | |
| Koolhydraten | 1a (2) | Redeneren | 1 | 0,87 | 0,87 | 0,55 |
| | 1b | Redeneren | 5 | 3,08 | 0,62 | 0,19 |
| | 1c | Weten | 2 | 0,89 | 0,44 | 0,59 |
| | | | 8 | 4,84 | 0,61 | |
| Lipiden | 1a (3) | Redeneren | 1 | 0,87 | 0,87 | 0,31 |
| | 1d | Toepassen | 3 | 0,94 | 0,31 | 0,65 |
| | 1e | Redeneren | 3 | 2,00 | 0,67 | 0,81 |
| | | | 7 | 3,81 | 0,54 | |
| Eiwitten | 1a (1) | Redeneren | 1 | 0,76 | 0,76 | 0,83 |
| | 2a | Weten | 2 | 0,89 | 0,44 | 0,56 |
| | 2b | Weten & Redeneren | 3 | 0,83 | 0,28 | 0,48 |
| | 2c | Weten | 2 | 1,56 | 0,78 | 0,55 |
| | 2f | Toepassen | 4 | 3,22 | 0,81 | 0,47 |
| | 2g | Weten | 2 | 1,44 | 0,72 | 0,86 |
| | | | 14 | 8,70 | 0,62 | |
| Enzymen | 2d | Weten, Redeneren & Toepassen | 6 | 2,94 | 0,49 | 0,71 |
| | | | 6 | 2,94 | 0,49 | |
| Metabolisme & cellulaire processen | 4a | Redeneren | 4 | 2,33 | 0,58 | 0,80 |
| | 4b | Weten & Redeneren | 3 | 1,78 | 0,59 | 0,94 |
| | 4c | Redeneren | 3 | 0,56 | 0,19 | 0,44 |
| | 4d | Redeneren | 2 | 0,83 | 0,42 | 0,79 |
| | 4e | Redeneren | 2 | 1,00 | 0,50 | 0,75 |
| | 4f | Weten & Redeneren | 3 | 0,33 | 0,11 | 0,26 |
| | | | 17 | 6,83 | 0,40 | |
| DNA, RNA & nucleïnezuren | 3a | Weten | 4 | 2,50 | 0,63 | 0,81 |
| | 3b | Weten | 1 | 0,00 | 0,00 | - |
| | 3c | Redeneren | 4 | 1,19 | 0,30 | 0,60 |
| | 3d | Toepassen | 3 | 1,22 | 0,41 | 0,59 |
| | 3e | Toepassen | 5 | 3,78 | 0,76 | 0,84 |
| | | | 17 | 8,69 | 0,51 | |

2021/2022 – periode 3 & 4

Het tentamen in het collegejaar 2021/2022 dat is afgenomen in de derde en vierde periode is gemaakt door 1 student. De Cronbachs Alpha waarde voor dit tentamen is niet te bepalen, doordat het tentamen door te weinig studenten is gemaakt.

| Subdomein | Vraag tentamen | Type vraag (TIMMS) | Maximum aantal punten | Gemiddeld behaald aantal punten | p-waarde |
|------------------------------------|----------------|--------------------|-----------------------|---------------------------------|----------|
| Voeding | 2a | Weten | 1 | 1 | 1 |
| | 2b | Weten | 2 | 2 | 1 |
| | | | 3 | 3 | 1 |
| Koolhydraten | 1a (2) | Redeneren | 1 | 1 | 1 |
| | 1b | Weten | 1 | 0 | 0 |
| | 1c | Weten & Redeneren | 6 | 1 | 0,17 |
| | | | 8 | 2 | 0,25 |
| Lipiden | 1a (3) | Redeneren | 1 | 1 | 1 |
| | 1d | Toepassen | 3 | 1 | 0,33 |
| | 1e | Weten | 2 | 0 | 0 |
| | 1f | Redeneren | 1 | 0 | 0 |
| | | | 7 | 2 | 0,29 |
| Eiwitten | 1a (1) | Redeneren | 1 | 1 | 1 |
| | 2c | Redeneren | 5 | 3 | 0,6 |
| | 2d | Toepassen | 4 | 4 | 1 |
| | 2e | Toepassen | 3 | 0 | 0 |
| | | | 13 | 8 | 0,62 |
| Enzymen | 2f | Redeneren | 5 | 3 | 0,6 |
| | 2g | Weten | 2 | 1 | 0,5 |
| | | | 7 | 4 | 0,57 |
| Metabolisme & cellulaire processen | 4a | Redeneren | 3 | 0,5 | 0,17 |
| | 4b | Redeneren | 2 | 0,5 | 0,25 |
| | 4c | Redeneren | 2 | 1 | 0,5 |
| | 4d | Redeneren | 1 | 0 | 0 |
| | 4e | Redeneren | 2 | 0 | 0 |
| | 4f | Weten & Redeneren | 3 | 0 | 0 |
| | 4g | Weten | 1 | 0 | 0 |
| | 4h | Weten | 3 | 3 | 1 |
| | | | 17 | 5 | 0,29 |
| DNA, RNA & nucleïnezuren | 3a | Weten | 2 | 0 | 0 |
| | 3b | Toepassen | 3 | 0 | 0 |
| | 3c | Weten | 1 | 0 | 0 |
| | 3d | Redeneren | 4 | 0 | 0 |
| | 3e | Toepassen | 5 | 4 | 0,8 |
| | 3f | Toepassen | 2 | 1 | 0,5 |
| | | | 17 | 5 | 0,29 |

2022/2023 – periode 1 & 3

Het tentamen in het collegejaar 2022/2023 dat is afgenomen in de eerste en derde periode is gemaakt door 11 studenten. De Cronbachs Alpha waarde voor dit tentamen is 0,89.

| Subdomein | Vraag tentamen | Type vraag (TIMMS) | Maximum aantal punten | Gemiddeld behaald aantal punten | p-waarde | Rit-waarde |
|------------------------------------|----------------|------------------------------|-----------------------|---------------------------------|--------------|-------------|
| Voeding | 2a | Weten | 2 | 1,95 | 0,98 | 0,39 |
| | 4b | Weten | 3 | 2,82 | 0,94 | 0,12 |
| | 4c | Toepassen | 7 | 5,00 | 0,71 | 0,77 |
| | 4d | Toepassen | 3 | 3,00 | 1,00 | - |
| | | | | 15 | 12,77 | 0,85 |
| Koolhydraten | 1a (1) | Redeneren | 1 | 0,78 | 0,78 | 0,77 |
| | 1b | Weten & Redeneren | 6 | 1,95 | 0,33 | 0,84 |
| | 1c | Redeneren | 2 | 0,68 | 0,34 | 0,53 |
| | | | | 9 | 3,41 | 0,38 |
| Lipiden | 1a (2) | Redeneren | 1 | 0,81 | 0,81 | 0,78 |
| | 1d | Weten & Toepassen | 2 | 1,27 | 0,64 | 0,25 |
| | 1e | Weten | 2 | 1,27 | 0,64 | 0,30 |
| | 1f | Redeneren | 2 | 0,82 | 0,41 | 0,48 |
| | | | | 7 | 4,17 | 0,60 |
| Eiwitten | 1a (3) | Redeneren | 1 | 0,94 | 0,94 | 0,65 |
| | 1g | Redeneren | 4 | 2,91 | 0,73 | 0,69 |
| | 1h | Weten & Redeneren | 2 | 0,41 | 0,20 | 0,37 |
| | 4a | Toepassen | 4 | 3,36 | 0,84 | 0,56 |
| | | | | 11 | 7,62 | 0,69 |
| Enzymen | 2b | Weten, Redeneren & Toepassen | 3 | 1,82 | 0,61 | 0,79 |
| | 2c | Weten | 2 | 1,00 | 0,50 | 0,17 |
| | | | | 5 | 2,82 | 0,56 |
| Metabolisme & cellulaire processen | 2d | Redeneren | 3 | 1,82 | 0,61 | 0,85 |
| | 2e | Weten & Redeneren | 3 | 1,82 | 0,61 | 0,60 |
| | 2f | Redeneren | 3 | 0,91 | 0,30 | 0,67 |
| | 2g | Weten | 3 | 1,18 | 0,39 | 0,80 |
| | 2h | Redeneren | 3 | 1,64 | 0,55 | 0,46 |
| | 2i | Redeneren | 2 | 0,73 | 0,36 | 0,48 |
| | 2j | Weten & Redeneren | 3 | 0,14 | 0,05 | -0,06 |
| | | | | 20 | 8,24 | 0,41 |
| DNA, RNA & nucleïnezuren | 3a | Weten | 4 | 2,91 | 0,73 | 0,64 |
| | 3b | Weten | 1 | 0,00 | 0,00 | - |
| | 3c | Redeneren | 7 | 4,27 | 0,61 | 0,75 |
| | 3d | Redeneren | 1 | 0,50 | 0,50 | 0,21 |
| | 3e | Toepassen | 3 | 2,55 | 0,85 | 0,52 |
| | 3f | Toepassen | 4 | 3,18 | 0,80 | 0,49 |
| | 3g | Toepassen | 3 | 2,55 | 0,85 | 0,28 |
| | | | | 23 | 15,96 | 0,69 |

2022/2023 – periode 2

Het tentamen in het collegejaar 2022/2023 dat is afgenomen in de tweede periode is gemaakt door 2 studenten. De Cronbachs Alpha waarde voor dit tentamen is niet te bepalen, doordat het tentamen door te weinig studenten is gemaakt.

| Subdomein | Vraag tentamen | Type vraag (TIMMS) | Maximum aantal punten | Gemiddeld behaald aantal punten | p-waarde | Rit-waarde |
|------------------------------------|----------------|------------------------------|-----------------------|---------------------------------|-------------|------------|
| Voeding | 2a | Weten | 3 | 3,00 | 1,00 | - |
| | 2b | Weten | 3 | 2,50 | 0,83 | -1,00 |
| | | | 6 | 5,50 | 0,92 | |
| Koolhydraten | 1a (1) | Redeneren | 1 | 0,70 | 0,70 | 1,00 |
| | 1b | Redeneren | 4 | 3,25 | 0,81 | -1,00 |
| | 1c | Weten | 1 | 0,25 | 0,25 | -1,00 |
| | 1d | Redeneren | 2 | 0,00 | 0,00 | - |
| | | | 8 | 4,20 | 0,53 | |
| Lipiden | 1a (2) | Redeneren | 1 | 0,55 | 0,55 | 1,00 |
| | 1e | Weten & Toepassen | 2 | 0,00 | 0,00 | - |
| | 1f | Redeneren | 2 | 1,50 | 0,75 | 1,00 |
| | 1g | Weten | 2 | 0,50 | 0,25 | -1,00 |
| | 1h | Redeneren | 3 | 0,00 | 0,00 | - |
| | | | 10 | 2,55 | 0,26 | |
| Eiwitten | 1a (3) | Redeneren | 1 | 1,00 | 1,00 | - |
| | 1i | Weten | 2 | 1,00 | 0,50 | - |
| | 1j | Weten & Redeneren | 2 | 0,50 | 0,25 | -1,00 |
| | 4b | Toepassen | 4 | 4,00 | 1,00 | - |
| | | | 9 | 6,5 | 0,72 | |
| Enzymen | 2c | Weten, Redeneren & Toepassen | 6 | 2,50 | 0,42 | -1,00 |
| | 2d | Weten | 2 | 2,00 | 1,00 | - |
| | | | 8 | 4,5 | 0,56 | |
| Metabolisme & cellulaire processen | 2e | Redeneren | 3 | 0,00 | 0,00 | - |
| | 2f | Redeneren | 3 | 1,50 | 0,50 | -1,00 |
| | 2g | Weten | 2 | 0,00 | 0,00 | - |
| | 2h | Redeneren | 1 | 0,25 | 0,25 | 1,00 |
| | 2i | Redeneren | 2 | 0,50 | 0,25 | - |
| | 2j | Weten & Redeneren | 3 | 2,00 | 0,67 | - |
| | 2k | Weten | 2 | 1,00 | 0,50 | 1,00 |
| | | | 16 | 5,25 | 0,33 | |
| DNA, RNA & nucleïnezuren | 3a | Weten | 3 | 0,00 | 0,00 | - |
| | 3b | Weten & Redeneren | 2 | 1,50 | 0,75 | 1,00 |
| | 3c | Redeneren | 1 | 0,50 | 0,50 | 1,00 |
| | 3d | Toepassen | 3 | 2,50 | 0,83 | 1,00 |
| | 3e | Weten | 1 | 1,00 | 1,00 | - |
| | 3f | Redeneren | 6 | 2,00 | 0,33 | 1,00 |
| | 3g | Toepassen | 4 | 4,00 | 1,00 | - |
| | 4a | Toepassen | 3 | 2,25 | 0,75 | 1,00 |
| | 4c | Toepassen | 7 | 4,00 | 0,57 | 1,00 |
| | 4d | Toepassen | 3 | 3,00 | 1,00 | - |
| | | 33 | 20,75 | 0,63 | | |

Bijlage 10. Verdeling subdomeinen/hoofdstukken over de colleges

De colleges van KCH3 zijn op vrijdag van 11:30 – 17:30 uur of van 10:30 tot 16:30 uur. De voorlopige planning is als volgt:

| Week | Data | College | Subdomein & Hoofdstuk |
|------|---------------|-------------------------|--|
| 36 | 04/09 – 10/09 | vrijdag 8 september | Introductie KCH3, Voorkennis & Voeding |
| 37 | 11/09 – 17/09 | vrijdag 15 september | Koolhydraten |
| 38 | 18/09 – 24/09 | vrijdag 22 september | Lipiden |
| 39 | 25/09 – 01/10 | vrijdag 29 september | Eiwitten |
| 40 | 02/10 – 08/10 | vrijdag 6 oktober | Enzymen |
| 41 | 09/10 – 15/10 | vrijdag 13 oktober | Bio-Energetica & Metabolisme van Koolhydraten |
| 42 | 16/10 – 22/10 | vrijdag 20 oktober | Metabolisme van Koolhydraten, Lipiden & Eiwitten |
| 43 | 23/10 – 29/10 | herfstvakantie | |
| 44 | 30/10 – 05/11 | vrijdag 3 november | DNA, RNA en nucleïnezuren |
| 45 | 06/11 – 12/11 | open dag | |
| 46 | 13/11 – 19/11 | vrijdag 17 november | DNA, RNA en nucleïnezuren |
| 47 | 20/11 – 26/11 | vrijdag 24 november | Biotechnologie |
| 48 | 27/11 – 03/12 | vrijdag 1 december | Herhaling en Vragenuurtje |
| 49 | 04/12 – 10/12 | vrijdag 8 december | Vakinhoudelijke afronding |

Bijlage 11. Leerdoelen van het vak KCH3

Koolhydraten

Aan het einde van het vak “KCH3: Biochemie; *Wat je eet ben jezelf*” kan de student ...

- Van een onbekende stof herkennen of deze gemaakt wordt op basis van koolhydraten.
- Koolhydraten karakteriseren als monosacharide/disacharide/polysacharide, ketose/aldose, hexose/pentose en deoxy.
- D- en L-naamgeving hanteren.
- α - en β -hydroxylgroepen benoemen.
- Fisherprojecties tekenen en uitleggen.
- 1,4- en 1,6-glycoside bindingen benoemen.
- Uitleggen wat een links- en rechtsdraaiende / plus- en min-configuratie is.
- Eenvoudige reactievergelijkingen met koolhydraten opstellen: condensatiereactie en hydrolyse.
- Ringvorming van de open/ketenvorm naar de cyclisch vorm en mutarotatie uitleggen.
- De structuur-eigenschap relaties (zoals oplosbaarheid en verteerbaarheid) van sachariden verklaren.
- De functie van koolhydraten (energieopslag en bouwstof) voor organismen benoemen en uitleggen waarom koolhydraten zo geschikt zijn voor deze functies.

Lipiden

Aan het einde van het vak “KCH3: Biochemie; *Wat je eet ben jezelf*” kan de student ...

- Van een onbekende stof herkennen of deze gemaakt wordt op basis van lipiden.
- Eenvoudige reactievergelijkingen met lipiden opstellen: hydrolyse, verzeppen, hydrogenatie en condensatie.
- De structuur-eigenschap relaties van lipiden verklaren: vet of een olie, mengbaarheid lipiden en water, vorming micel, liposoom en lipide dubbellaag.
- Het verschil uitleggen tussen verzadigde, onverzadigde en meervoudig onverzadigde vetzuren.
- Uitleggen wat essentiële vetzuren, omega-vetzuren en transvetzuren zijn.
- De werking van zeep uitleggen.
- De structuur van een triglyceride/steroïde/fosfolipide/vet/olie herkennen.
- De gezondheidsaspecten van lipiden verklaren: (meervoudig) onverzadigde vetzuren en transvetzuren.
- De functie van lipiden (energieopslag en component celmembraan) voor organismen benoemen en uitleggen waarom lipiden zo geschikt zijn voor deze functies.
- Het verschil uitleggen tussen gefaciliteerde diffusie (passief transport) en actief transport uitleggen.

Eiwitten

Aan het einde van het vak “KCH3: Biochemie; *Wat je eet ben jezelf*” kan de student ...

- Van een onbekende stof herkennen of deze gemaakt wordt op basis van eiwitten.
- De bouw van aminozuren en eiwitten beschrijven.
- Uitleggen wat essentiële aminozuren zijn en het verschil uitleggen tussen dierlijke eiwitten en plantaardige eiwitten.
- Uitleggen wat het structuur-functie verband is en een aantal functies van eiwitten benoemen.
- De relatie leggen tussen structuur en stabiliteit: uitleggen wat de verschillende eiwitstructuren zijn (primaïr, secundair, tertiair, quaternair), verklaren welke intramoleculaire krachten ten grondslag liggen aan de diverse eiwitstructuren en uitleggen hoe een eiwit zijn structuur kan verliezen (hydrolyse of denaturatie).
- De structuur van korte polypeptiden tekenen op basis van een gegeven aminozuurvolgorde (naam, 1-lettercode of 3-lettercode) met behulp van BiNaS.

- Eenvoudige reactievergelijkingen met peptiden / polypeptiden opstellen: polymerisatie/condensatie, hydrolyse/proteolyse en zwavelbrugvorming.
- De structuur van eiwitten aan enzymwerking koppelen.
- Uitleggen wat een enzym, een co-enzym en een cofactor is.
- De werking van een enzym beschrijven, waarbij de student de begrippen energieberg, enzym-substraatcomplex, actief centrum, selectiviteit, induced-fit vs. slot-sleutel principe, temperatuur en pH kan gebruiken.
- Enzym-regulatie beschrijven: inhibitie.
- De structuur-eigenschap relaties van aminozuren verklaren.
- De lading van een aminozuur bij een gegeven pH verklaren, waarbij de student de begrippen zwitterion, iso-elektrischpunt (IEP), amfoteer en amfolyt kan gebruiken.
- Basale principes gelelektroforese uitleggen en toepassen.

DNA, RNA en nucleïnezuren

Aan het einde van het vak "KCH3: Biochemie; *Wat je eet ben jezelf*" kan de student ...

- Uitleggen wat erfelijkheid, genen, chromosomen en het genoom is.
- Uitleggen uit welke bouwstenen DNA en RNA zijn opgebouwd: nucleotiden opgebouwd uit suiker, heterocyclische base en fosfaatgroep.
- Uitleggen wat de structuur en functie van DNA en RNA is.
- DNA-replicatie beschrijven en uitleggen dat dit semi-conservatief is.
- Functies van de verschillende typen RNA (mRNA, tRNA, rRNA) beschrijven.
- DNA-transcriptie beschrijven: matrijsstreng en coderende streng
- De structuur van DNA en RNA tekenen op basis van de basevolgorde.
- Bij replicatie, transcriptie en translatie de relatie leggen tussen de beginstoffen en de reactieproducten.
- De translatie en eiwitsynthese beschrijven: mRNA, start-codon, initiatie, codon, aminozuur, tRNA, elongatie, stop-codon, terminatie.
- De aminozuurvolgorde uit een stuk DNA/RNA afleiden en omgekeerd.
- Oorzaken benoemen van mutaties in DNA, voorspellen welk effect een mutatie op de aminozuurvolgorde zal hebben en gevolgen benoemen van mutaties in erfelijk materiaal.
- Uitleggen wat genetische manipulatie/modificatie is, uitleggen waar dit voor gebruikt kan worden en argumenten benoemen van voor- en tegenstanders.

Biotechnologie

Aan het einde van het vak "KCH3: Biochemie; *Wat je eet ben jezelf*" kan de student ...

- Uitleggen hoe een peptide geanalyseerd wordt: aminozuursequentiebepaling.
- Uitleggen hoe een peptide gesynthetiseerd wordt: solid phase peptide synthesis.
- Uitleggen hoe een stuk DNA/RNA geanalyseerd wordt: DNA sequencing en gelelektroforese.
- Uitleggen hoe een stuk DNA/RNA gesynthetiseerd wordt.
- Uitleggen hoe genetische modificatie, klonen en muteren uitgevoerd kunnen worden: plasmiden, restrictie-enzymen, recombinant-DNA-technologie.
- Uitleggen hoe forensisch onderzoek door middel van DNA-fingerprinting uitgevoerd wordt: polymerase chain reaction (PCR), short tandem repeat (STR) analysis.

Voeding

Aan het einde van het vak "KCH3: Biochemie; *Wat je eet ben jezelf*" kan de student ...

- Indicatoren benoemen om zetmeel, glucose, vitamine C, eiwitten, vetten en NaCl aan te tonen in voedingsmiddelen.
- Benoemen welke klassen van voedingsstoffen er zijn (koolhydraten, vetten, eiwitten, vitaminen, mineralen, biochemisch oplosmiddel), uitleggen waarom mensen voedingsstoffen nodig hebben en voedingsstoffen karakteriseren als macronutriënt, micronutriënt of biochemisch oplosmiddel.
- Etiketten op voedingsmiddelen lezen en begrijpen.

- Een aantal voorbeelden noemen van voedingsadditieven/E-nummers en argumenten benoemen van voor- en tegenstanders.
- 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: ADI

Metabolisme en cellulaire processen

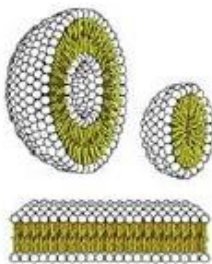
Aan het einde van het vak “KCH3: Biochemie; *Wat je eet ben jezelf*” kan de student ...

- Uitleggen wat metabolisme, anabolisme/assimilatie en katabolisme/dissimilatie is.
- Uitleggen wat de functie van ATP, NADH, NAD⁺, FAD, FADH₂ en co-enzym A is in metabolisme.
- Het metabole pad van de afbraak van glucose met behulp van BiNaS beschrijven.
- Het doel van de glycolyse, citroenzuurcyclus en oxidatieve fosforylering benoemen.
- Het metabolisme bij anaerobe omstandigheden beschrijven: melkzuurproductie en vergisting.
- Aan de hand van structuurformules uitleggen welke verbinding meer energie kan genereren.
- Twee belangrijke organellen benoemen waarin energie wordt gegenereerd/gebruikt: mitochondrium (genereert energie in dierlijke cellen) en chloroplast (gebruikt energie in plantaardige cellen).
- Uitleggen wat er gebeurt bij een tekort aan koolhydraten: ketose.
- Globaal beschrijven wat er tijdens de fotosynthese gebeurt.
- De metabole paden van de afbraak van eiwitten en vetten (bèta-oxidatie, citroenzuurcyclus en oxidatieve fosforylering) globaal beschrijven.

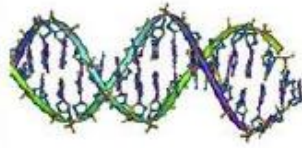
Bijlage 12. Gekozen contexten per subdomein binnen de biochemie

| Subdomein | Gekozen context(en) |
|-------------------------------------|---|
| Voeding | Voedingsstoffen in voedingsmiddelen E-nummers in voedingsmiddelen |
| Koolhydraten | Suikervetzuresters als anti-kankermedicijn 2-Deoxy-2-fluor-D-glucose als PET-tracer voor de diagnostisering van kanker Suikers in moedermelk |
| Lipiden | Plantaardige oliën als groen oplosmiddel Liposomen als medicijndrager |
| Eiwitten | Voeding Antimicrobiële peptiden als potentiële nieuwe antibiotica Bio-orthogonale chemie Nobelprijs voor de Scheikunde 2022 |
| Enzymen | Hoe wordt de vloeibare vulling in After Eight chocolade gecreëerd Toepassing van enzymen in de industrie Enzymen die het anti-kankermedicijn vinblastine produceren Afbraak van plastic met behulp van enzymen uit bacteriën CO ₂ -reductie met behulp van enzymen |
| Metabolisme en cellulaire processen | Uitzaaiingen kunnen hun metabolisme aanpassen Karpers produceren naast ammonium als restant van hun eiwitstofwisseling ook stikstofgas <i>E. coli</i> voorzien van een alternatieve metabole route die lignocellulose omzet in 1,4-butaandiol voor de productie van lycravezels |
| DNA, RNA en nucleïnezuren | Antivirale en antimicrobiële nucleosides DNA origami Coronapandemie en mRNA vaccins Klittenband gemaakt van DNA |
| Biotechnologie | Versterkte tomaat als vitaminebom Bacteriën voor duurzame petrochemie Coronapandemie: mRNA vaccins, PCR en CRISPR-Cas9 Nobelprijs voor de Scheikunde 2020 Designer baby's en ethische dilemma's omtrent genetische modificatie |

Koolstofchemie 3: *Wat je eet ben jezelf*



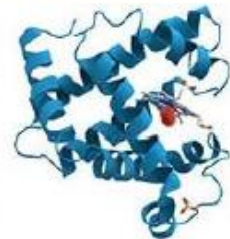
LIPIDS



NUCLEIC ACIDS



CARBOHYDRATES



PROTEINS

KCH3 - Werkboek

Opleiding: Tweedegraads

Lerarenopleiding Scheikunde

Collegejaar: 2023/2024

Auteur: Roos van Lier

Inhoudsopgave

| | |
|---|----|
| Planning..... | 4 |
| Leerdoelen..... | 6 |
| Voorkennistest..... | 7 |
| Voeding..... | 15 |
| Etiketten op voedingsmiddelen..... | 15 |
| Wat zijn E-nummers? | 17 |
| E-nummers: voor of tegen?..... | 18 |
| Quiz voedingsmiddelen, voedingsstoffen en energie | 19 |
| Karakteriseren van koolhydraten..... | 22 |
| Opdrachten koolhydraten bij instructie..... | 26 |
| Structuur-eigenschap relaties van polysachariden | 29 |
| Lipiden | 30 |
| Karakteriseren van lipiden..... | 30 |
| Eiwitten..... | 34 |
| Karakteriseren van eiwitten..... | 34 |
| Structuur van aminozuren..... | 36 |
| Aminozuren, peptiden en eiwitten..... | 40 |
| Enzymen | 45 |
| Inzicht in de chemie van biologische processen | 45 |
| Toepassing van enzymen in de industrie..... | 48 |
| Koolhydraten, lipiden, eiwitten en enzymen..... | 50 |
| Presentatie keuzeonderwerp | 50 |
| Metabolisme en cellulaire processen..... | 51 |
| Bio-energetica | 51 |
| Metabolisme van koolhydraten..... | 54 |
| Metabolisme van vetten..... | 57 |
| Metabolisme van eiwitten..... | 60 |
| DNA, RNA en nucleïnezuren..... | 61 |
| DNA puzzel - Bouw en functie van DNA en RNA | 61 |
| DNA puzzel - Replicatie..... | 63 |
| DNA puzzel - Transcriptie..... | 64 |
| DNA puzzel - Translatie..... | 66 |
| Opdrachten DNA, RNA en nucleïnezuren..... | 69 |
| Biotechnologie..... | 71 |
| Analyse van peptiden | 71 |

| | |
|--|-----|
| Synthese van peptiden | 75 |
| Sequencing, isoleren, knippen, kopiëren, scheiden en analyseren van DNA & genetische modificatie | 76 |
| Genetische modificatie: voor of tegen? | 81 |
| Practica | 83 |
| Voedingsmiddelenpracticum | 83 |
| Practicum olie, water en zeep | 86 |
| Practicum vet, olie en vetzuren | 88 |
| Practicum gelelektroforese | 91 |
| Practicum verlies van eiwitstructuur | 98 |
| Practicum eiwitoplossers in wasmiddelen | 100 |
| DNA uit kiwi en aardbei | 103 |
| Isoleren van jouw eigen DNA! | 106 |
| Bijlage 1: Aminosuren | 111 |
| Bijlage 2: pKa en pI aminozuren | 112 |
| Bijlage 3: Codontabel | 114 |
| Bijlage 4: Chemicaliën en enzymen om polypeptiden op een specifieke plaats te splitsen | 115 |
| Bijlage 5: Knipblad | 116 |

Planning

De colleges van KCH3 zijn op vrijdag van 11:30 uur – 17:30 uur of van 10:30 uur – 16:30 uur. De voorlopige planning is als volgt:

| Week | Data | College | Thema & Hoofdstuk | Vorbereiding | Practicum |
|------|---------------|-------------------------|---|---|--|
| 36 | 04/09 – 10/09 | vrijdag 8 september | Introductie KCH3, Voorkennis & Voeding | <ul style="list-style-type: none"> - Neem 2 (etiketten van) voedingsmiddelen mee waarover je je verbaast. - Bereid het voedingsmiddelen-practicum voor. - Neem 2 voedingsmiddelen mee voor het practicum. | Voedings- middelen |
| 37 | 11/09 – 17/09 | vrijdag 15 september | Koolhydraten | <ul style="list-style-type: none"> - Lees §32.10 (11^{de} editie) of §32.13 – 32.15 (10^{de} editie) uit het boek. - Maak vraag 1 t/m 6 van de opdracht "Karakteriseren van Koolhydraten" op blz. 19 – 20 van het werkboek. Let op! Dus niet de opdracht op blz. 21 en 22! | |
| 38 | 18/09 – 24/09 | vrijdag 22 september | Lipiden | <ul style="list-style-type: none"> - Maak vraag 1 t/m 3 van de opdracht "Karakteriseren van Lipiden" op blz. 27 en 28 van het werkboek. Let op! Dus niet de opdracht op blz. 29 en 30! - Bereid het practicum vet, olie en vetzuren voor door de voorbereidende vragen op blz. 60 te maken. | Olie, water en zeep & Vet, olie en vetzuren |
| 39 | 25/09 – 01/10 | vrijdag 29 september | Eiwitten | <ul style="list-style-type: none"> - Bedenk onderwerp presentatie - Lees §29.1 en 29.2 (11^{de} editie) of §29.1 – 29.5 (10^{de} editie) uit het boek. - Bereid het practicum verlies van eiwitstructuur voor door de voorbereidende vragen op blz. 70 te maken. - Zoek een actualiteit op die je tijdens je les kan gebruiken. - Vlees voor het practicum meenemen (kip, rund, varken). | Verlies van eiwitstructuur & Gel Elektroforese |
| 40 | 02/10 – 08/10 | vrijdag 6 oktober | Enzymen | <ul style="list-style-type: none"> - Bereid een korte presentatie (max. 5 minuten) voor over een onderwerp naar keuze. - Bereid het practicum eiwitoplossers in wasmiddelen voor door de voorbereidende vragen op blz. 72 te maken. - Maak de opdracht structuur van aminozuren af - Maak uit het werkboek de opdracht aminozuren, peptiden en eiwitten | Eiwitoplossers in wasmiddelen |
| 41 | 09/10 – 15/10 | vrijdag 13 oktober | Bio-Energetica & Metabolisme van Koolhydraten | <ul style="list-style-type: none"> - Lees hoofdstuk 33 over bio-energetica. | |
| 42 | 16/10 – 22/10 | vrijdag 20 oktober | Metabolisme van Lipiden & Eiwitten | <ul style="list-style-type: none"> - Bekijk de twee video's over glycolyse, citroenzuurcyclus en oxidatieve fosforylering (zie link in de PowerPoint slide 18) - Lees §34.4 – 34.7 (11^{de} editie) of §34.6 – 34.8 (10^{de} editie) uit het boek. | |

| | | | | | |
|----|---------------|---|---|--|--|
| 43 | 23/10 – 29/10 | herfstvakantie | | | |
| 44 | 30/10 – 05/11 | vrijdag 3 november | DNA, RNA en nucleïnezuren | <ul style="list-style-type: none"> - Lees §31.1 – 31.4 (11^{de} editie) of §31.1 – 31.5 (10^{de} editie) uit het boek. - Werk verder aan de vakdidactische opdracht. | |
| 45 | 06/11 – 12/11 | open dag deadline inleveren 1^e versie vakdidactische opdracht burgerschapsvorming & actualiteiten: zondag 12 november om 23:59 uur | | | |
| 46 | 13/11 – 19/11 | vrijdag 17 november | DNA, RNA en nucleïnezuren | <ul style="list-style-type: none"> - Bereid de practica DNA uit kiwi en aardbei en isoleren van jouw eigen DNA voor door de voorbereidende vragen op blz. 26, 29 en 30 te maken. | DNA uit kiwi/aardbei & isoleren van jouw eigen DNA |
| 47 | 20/11 – 26/11 | vrijdag 24 november | Biotechnologie | <ul style="list-style-type: none"> - Maak uit het werkboek de opdracht analyse van peptiden. | |
| 48 | 27/11 – 03/12 | vrijdag 1 december | Bufferweek (Vragen, Taalspel en Escape the Classroom) | <ul style="list-style-type: none"> - Lever uiterlijk dinsdag 28 november om 23:59 uur per mail jouw vragen in voor het vragenuurtje. | |
| | | deadline inleveren 2^{de} versie vakdidactische opdracht burgerschapsvorming & actualiteiten: zondag 3 december om 23:59 uur | | | |
| 49 | 04/12 – 10/12 | vrijdag 8 december | Afronding | Criterion Gericht Interview | |

Leerdoelen

Aan het einde van het vak "KCH3: Biochemie; Wat je eet ben jezelf" kan de student ...

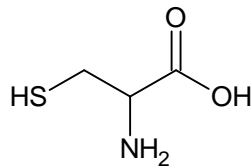
- De verschillende klassen van voedingsstoffen benoemen.
- Etiketten op voedingsmiddelen lezen en begrijpen.
- De belangrijkste eigenschappen en functies van koolhydraten, lipiden en eiwitten benoemen.
- Koolhydraten, lipiden en eiwitten karakteriseren.
- De structuur-eigenschap relaties van koolhydraten, lipiden en eiwitten verklaren.
- Van onbekende stoffen herkennen of deze gemaakt worden op basis van koolhydraten, lipiden of eiwitten.
- Eenvoudige reactievergelijkingen met koolhydraten, lipiden en eiwitten opstellen: polymerisatie/condensatie, hydrolyse, verzepen, hydrogenatie en zwavelbrugvorming.
- Het metabolisme van koolhydraten, vetten en eiwitten uitleggen met de daarin voorkomende sleutelverbindingen.
- De werking van enzymen beschrijven en koppelen aan de structuur van eiwitten.
- Toepassingen en voor- en nadelen van het gebruik van enzymen in de industrie beschrijven.
- De bouw, structuur, eigenschappen en functie van nucleïnezuren (DNA en RNA) beschrijven.
- Met behulp van de genetische code uitleggen hoe DNA-replicatie, transcriptie, translatie en eiwitsynthese plaatsvindt in een cel.
- De structuur van DNA en RNA tekenen op basis van de basevolgorde en de aminozuurvolgorde uit een stuk DNA/RNA afleiden en omgekeerd.
- Uitleggen hoe een peptide en een stuk DNA/RNA worden geanalyseerd en gesynthetiseerd.
- Uitleggen hoe genetische modificatie, klonen, muteren en DNA-fingerprinting uitgevoerd kan worden.
- Een aantal normen en waarden die worden toegekend aan actuele ontwikkelingen in het vakgebied benoemen, zoals E-nummers, genetische modificatie en kloneren.
- Een aantal veelgebruikte biochemische laboratoriumtechnieken en aantonningsreacties beschrijven en uitvoeren.
- Beschrijvende literatuur in het gebied van biochemie begrijpen en vinden.
- Actualiteiten en burgerschapsvorming gebruiken en toepassen in zijn of haar lessen in het tweedegraads scheikunde lesgebied.
- Zijn of haar visie als toekomstig scheikundedocent en zijn of haar rol in burgerschapsvorming van leerlingen in het tweedegraads scheikunde lesgebied formuleren.

Het complete werkboek en antwoordmodel kunnen worden aangevraagd door een mail te sturen naar Roos van Lier (r.c.w.van.lier@windesheim.nl of roosvanlier@home.nl).

Bijlage 14. Voorkennistest

Studentenversie

1. a. Geef voor elk van onderstaande verbindingen aan of deze organisch of anorganisch is.



HCl

verbinding 1

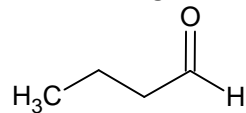
verbinding 2

- a) Verbinding 1 is organisch en verbinding 2 is anorganisch.
b) Verbinding 1 is anorganisch en verbinding 2 is organisch.
c) Beide verbindingen zijn organisch.
d) Beide verbindingen zijn anorganisch.
- b. Leg uit waarom je voor dit antwoord hebt gekozen bij vraag 1a.

.....
.....
.....

- c. Hoe zeker ben je van de antwoorden die je hebt gegeven bij vraag 1a en 1b?
- a) Helemaal niet zeker
b) Niet zeker
c) Zeker
d) Heel zeker

2. a. Welke functionele groep bevat deze verbinding?



- a) Alcohol
b) Aldehyde
c) Amide
d) Amine
e) Carbonzuur
f) Ester
g) Ether
h) Keton
- b. Leg uit waarom je voor dit antwoord hebt gekozen bij vraag 2a.

.....
.....
.....

- c. Hoe zeker ben je van de antwoorden die je hebt gegeven bij vraag 2a en 2b?
- a) Helemaal niet zeker
b) Niet zeker
c) Zeker
d) Heel zeker

3. a. Geef voor onderstaande stelling aan of deze juist of onjuist is:
 “De juiste volgorde van de numerieke voorvoegsels is mono, di, tri, tetra, penta, hepta, hexa, octa, nona en deca.”

- a) Bovenstaande stelling is juist.
 b) Bovenstaande stelling is onjuist.

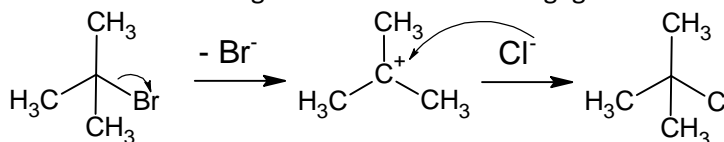
- b. Leg uit waarom je voor dit antwoord hebt gekozen bij vraag 3a.

.....

- c. Hoe zeker ben je van de antwoorden die je hebt gegeven bij vraag 3a en 3b?

- a) Helemaal niet zeker
 b) Niet zeker
 c) Zeker
 d) Heel zeker

4. a. Geef voor onderstaande afbeelding aan wat er wordt weergegeven.



- a) Reactievergelijking
 b) Syntheseroute
 c) Reactiemechanisme

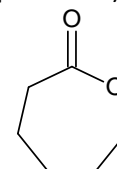
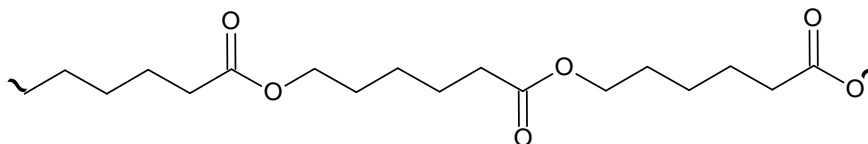
- b. Leg uit waarom je voor dit antwoord hebt gekozen bij vraag 4a.

.....

- c. Hoe zeker ben je van de antwoorden die je hebt gegeven bij vraag 4a en 4b?

- a) Helemaal niet zeker
 b) Niet zeker
 c) Zeker
 d) Heel zeker

5. a. In onderstaande afbeelding is een stukje van poly(ϵ -caprolacton) weergegeven. Geef aan hoe je hetgeen benoemt dat is weergegeven in de afbeelding rechts naast poly(ϵ -caprolacton).



poly(ϵ -caprolacton)

???

- a) De monomeer van poly(ϵ -caprolacton).
 b) De repeterende eenheid van poly(ϵ -caprolacton).
 c) Het polymeer poly(ϵ -caprolacton).

b. Leg uit waarom je voor dit antwoord hebt gekozen bij vraag 5a.

.....

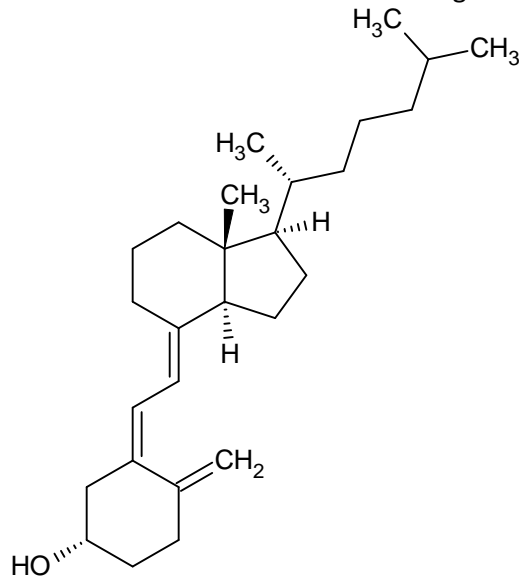
.....

.....

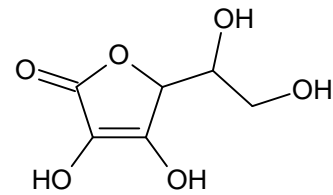
c. Hoe zeker ben je van de antwoorden die je hebt gegeven bij vraag 5a en 5b?

- a) Helemaal niet zeker
- b) Niet zeker
- c) Zeker
- d) Heel zeker

6. a. Geef voor elk van onderstaande verbindingen aan of deze goed oplosbaar is in water.



vitamine D



vitamine C

- a) Vitamine D is goed oplosbaar in water en vitamine C is niet goed oplosbaar in water.
- b) Vitamine D is niet goed oplosbaar in water en vitamine C is goed oplosbaar in water.
- c) Zowel vitamine D als vitamine C zijn goed oplosbaar in water.
- d) Zowel vitamine D als vitamine C zijn niet goed oplosbaar in water.

b. Leg uit waarom je voor dit antwoord hebt gekozen bij vraag 6a.

.....

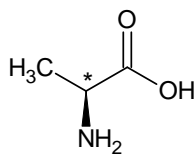
.....

.....

c. Hoe zeker ben je van de antwoorden die je hebt gegeven bij vraag 6a en 6b?

- a) Helemaal niet zeker
- b) Niet zeker
- c) Zeker
- d) Heel zeker

7. a. Geef voor onderstaande verbinding aan wat de configuratie is van het koolstofatoom dat is weergegeven met een sterretje.



- a) R-configuratie
 b) S-configuratie
 c) Deze verbinding heeft geen R- of S-configuratie.
 b. Leg uit waarom je voor dit antwoord hebt gekozen bij vraag 7a.

.....

- c. Hoe zeker ben je van de antwoorden die je hebt gegeven bij vraag 7a en 7b?
 a) Helemaal niet zeker
 b) Niet zeker
 c) Zeker
 d) Heel zeker

8. a. Mutarotatie is een verschijnsel dat optreedt als suikers opgelost worden in water. Het is de verandering in optische rotatie als gevolg van de verandering in het evenwicht tussen ...
 a) De pyranose- en furanose-vorm van het suiker, wanneer de stereocentra worden omgezet.
 b) De D- en L-vorm van het suiker, wanneer de stereocentra worden omgezet.
 c) De aldose- en ketose-vorm van het suiker, wanneer de stereocentra worden omgezet.
 d) De α - en β -vorm van het suiker, wanneer de stereocentra worden omgezet.

- b. Leg uit waarom je voor dit antwoord hebt gekozen bij vraag 8a.

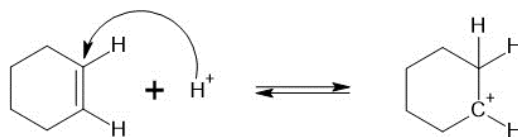
.....

- c. Hoe zeker ben je van de antwoorden die je hebt gegeven bij vraag 8a en 8b?
 a) Helemaal niet zeker
 b) Niet zeker
 c) Zeker
 d) Heel zeker

9. a. Geef aan of de onderstaande stellingen juist of onjuist zijn.

I. Het hydroxonium ion (H_3O^+) kan worden beschreven als nucleofiel.

II. Het reactiemechanisme van de eerste stap van de hydratatie van cyclohexeen tot cyclohexanol kan als volgt worden weergegeven:



- a) Stelling I is juist, stelling II is onjuist.
 b) Stelling I is onjuist, stelling II is juist.
 c) Beide stellingen zijn juist.
 d) Beide stellingen zijn onjuist.

b. Leg uit waarom je voor dit antwoord hebt gekozen bij vraag 9a.

.....
.....
.....

c. Hoe zeker ben je van de antwoorden die je hebt gegeven bij vraag 9a en 9b?

- a) Helemaal niet zeker
- b) Niet zeker
- c) Zeker
- d) Heel zeker

10. a. Hoe kan het hydroxonium-ion (H_3O^+) worden beschreven?

- a) Als anion en als elektrofiel.
- b) Als anion en als nucleofiel.
- c) Als kation en als elektrofiel.
- d) Als kation en als nucleofiel.

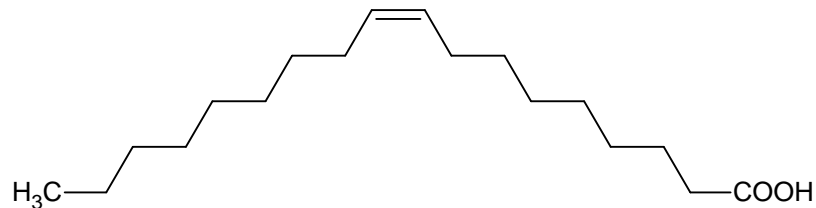
b. Leg uit waarom je voor dit antwoord hebt gekozen bij vraag 10a.

.....
.....
.....

c. Hoe zeker ben je van de antwoorden die je hebt gegeven bij vraag 10a en 10b?

- a) Helemaal niet zeker
- b) Niet zeker
- c) Zeker
- d) Heel zeker

11. a. Geef voor de onderstaande verbinding aan of deze (on)verzadigd is en wat de configuratie is.



- a) De verbinding is onverzadigd en de configuratie is cis.
- b) De verbinding is onverzadigd en de configuratie is trans.
- c) De verbinding is verzadigd en de configuratie is cis.
- d) De verbinding is verzadigd en de configuratie is trans.

b. Leg uit waarom je voor dit antwoord hebt gekozen bij vraag 11a.

.....
.....
.....

c. Hoe zeker ben je van de antwoorden die je hebt gegeven bij vraag 11a en 11b?

- a) Helemaal niet zeker
- b) Niet zeker
- c) Zeker
- d) Heel zeker

12. a. Wat is de definitie van een emulsie?

- a) Een homogeen mengsel van een vaste stof in een vloeistof.
- b) Een homogeen mengsel van twee vloeistoffen.
- c) Een heterogeen mengsel van een vaste stof in een vloeistof.
- d) Een heterogeen mengsel van twee vloeistoffen.

b. Leg uit waarom je voor dit antwoord hebt gekozen bij vraag 12a.

.....

.....

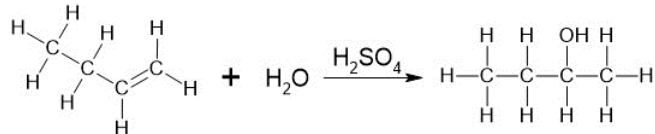
.....

c. Hoe zeker ben je van de antwoorden die je hebt gegeven bij vraag 12a en 12b?

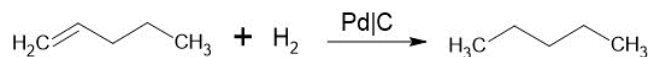
- a) Helemaal niet zeker
- b) Niet zeker
- c) Zeker
- d) Heel zeker

13. a. Welke van de volgende reactievergelijkingen geeft een hydrolyse weer?

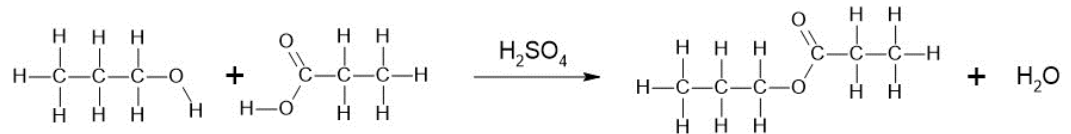
a) Antwoord a



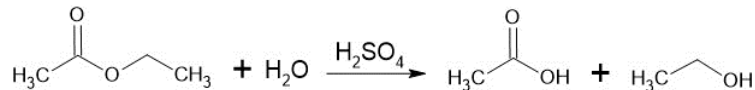
b) Antwoord b



c) Antwoord c



d) Antwoord d



b. Leg uit waarom je voor dit antwoord hebt gekozen bij vraag 13a.

.....

.....

.....

c. Hoe zeker ben je van de antwoorden die je hebt gegeven bij vraag 13a en 13b?

- a) Helemaal niet zeker
- b) Niet zeker
- c) Zeker
- d) Heel zeker

14. a. Geef aan of de onderstaande stellingen juist of onjuist zijn.
- I. Een zuur is een deeltje dat een H^+ -ion kan opnemen.
 - II. De pH is gelijk aan $-\log[H_3O^+]$ en een maat voor de zuurgraad van waterige oplossingen.
 - III. Een amfoteer is een verbinding die zowel als zuur als als base kan reageren en een amfolyt is een verbinding die zowel een H^+ -ion kan opnemen als afstaan.
- a) Alle stellingen zijn onjuist.
 - b) Stelling 1 is juist, stelling 2 en 3 zijn onjuist.
 - c) Stelling 2 is juist, stelling 1 en 3 zijn onjuist.
 - d) Stelling 3 is juist, stelling 1 en 2 zijn onjuist.
 - e) Stelling 1 en 2 zijn juist, stelling 3 is onjuist.
 - f) Stelling 1 en 3 zijn juist, stelling 2 is onjuist.
 - g) Stelling 2 en 3 zijn juist, stelling 1 is onjuist.
 - h) Alle stellingen zijn juist.

b. Leg uit waarom je voor dit antwoord hebt gekozen bij vraag 14a.

.....

.....

.....

c. Hoe zeker ben je van de antwoorden die je hebt gegeven bij vraag 14a en 14b?

- a) Helemaal niet zeker
- b) Niet zeker
- c) Zeker
- d) Heel zeker

15. a. Geef aan of de onderstaande stellingen juist of onjuist zijn.

- I. Een katalysator wordt niet verbruikt bij een reactie.
 - II. Een katalysator verhoogt de snelheid van een reactie.
- a) Stelling 1 is juist en stelling 2 is onjuist.
 - b) Stelling 1 is onjuist en stelling 2 is juist.
 - c) Beide stellingen zijn juist.
 - d) Beide stellingen zijn onjuist.

b. Leg uit waarom je voor dit antwoord hebt gekozen bij vraag 15a.

.....

.....

.....

c. Hoe zeker ben je van de antwoorden die je hebt gegeven bij vraag 15a en 15b?

- a) Helemaal niet zeker
- b) Niet zeker
- c) Zeker
- d) Heel zeker

16. a. Geef aan of de onderstaande stellingen juist of onjuist zijn.
- I. Een oxidator is een verbinding die elektronen kan opnemen.
 - II. Een reductie is een reactie waarbij een reductor elektronen afstaat aan een oxidator.
 - III. Bij een redoxreactie is er overdracht van elektronen.
- a) Alle stellingen zijn onjuist.
 - b) Stelling 1 is juist, stelling 2 en 3 zijn onjuist.
 - c) Stelling 2 is juist, stelling 1 en 3 zijn onjuist.
 - d) Stelling 3 is juist, stelling 1 en 2 zijn onjuist.
 - e) Stelling 1 en 2 zijn juist, stelling 3 is onjuist.
 - f) Stelling 1 en 3 zijn juist, stelling 2 is onjuist.
 - g) Stelling 2 en 3 zijn juist, stelling 1 is onjuist.
 - h) Alle stellingen zijn juist.

b. Leg uit waarom je voor dit antwoord hebt gekozen bij vraag 16a.

.....

.....

.....

c. Hoe zeker ben je van de antwoorden die je hebt gegeven bij vraag 16a en 16b?

- a) Helemaal niet zeker
- b) Niet zeker
- c) Zeker
- d) Heel zeker

17. a. Wat is de kloppende reactievergelijking van de fotosynthese?

- a) $6 \text{ CO}_2 + 6 \text{ H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6 \text{ O}_2$
- b) $6 \text{ CO}_2 + 6 \text{ H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6 \text{ O}_2$ (reactie vindt plaats onder invloed van zonlicht)
- c) $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6 \text{ O}_2 \rightarrow 6 \text{ CO}_2 + 6 \text{ H}_2\text{O}$
- d) $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6 \text{ O}_2 \rightarrow 6 \text{ CO}_2 + 6 \text{ H}_2\text{O}$ (reactie vindt plaats onder invloed van zonlicht)

b. Leg uit waarom je voor dit antwoord hebt gekozen bij vraag 17a.

.....

.....

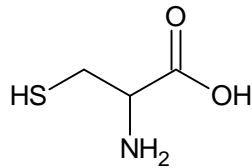
.....

c. Hoe zeker ben je van de antwoorden die je hebt gegeven bij vraag 17a en 17b?

- a) Helemaal niet zeker
- b) Niet zeker
- c) Zeker
- d) Heel zeker

Antwoordmodel

1. a. Geef voor elk van onderstaande verbindingen aan of deze organisch of anorganisch is.

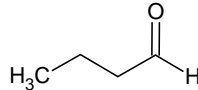


HCl

verbinding 1

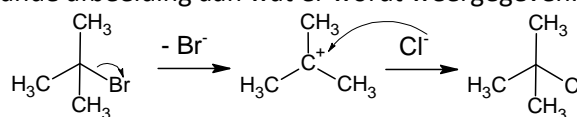
verbinding 2

- a) **Verbinding 1 is organisch en verbinding 2 is anorganisch.**
b) Verbinding 1 is anorganisch en verbinding 2 is organisch.
c) Beide verbindingen zijn organisch.
d) Beide verbindingen zijn anorganisch.
- b. Leg uit waarom je voor dit antwoord hebt gekozen bij vraag 1a.
Een verbinding is organisch als deze uit minstens één koolstofatoom bestaat. Verbinding 1 bevat drie koolstofatomen en is daarom organisch. Verbinding 2 bevat geen koolstofatomen en is daarom anorganisch.
2. a. Welke functionele groep bevat deze verbinding?



- a) Alcohol
b) Aldehyde
c) Amide
d) Amine
e) Carbonzuur
f) Ester
g) Ether
h) Keton
- b. Leg uit waarom je voor dit antwoord hebt gekozen bij vraag 2a.
Een aldehyde is een functionele groep die een carbonylgroep (C=O) bevat waaraan een waterstofatoom is gebonden. De carbonylgroep bevindt zich daarmee dus altijd aan het begin of einde van een koolstofketen.
3. a. Geef voor onderstaande stelling aan of deze juist of onjuist is:
"De juiste volgorde van de numerieke voorvoegsels is mono, di, tri, tetra, penta, hepta, hexa, octa, nona en deca."
a) Bovenstaande stelling is juist.
b) Bovenstaande stelling is onjuist.
- b. Leg uit waarom je voor dit antwoord hebt gekozen bij vraag 3a.
Mono = één, di = twee, tri = drie, tetra = vier, penta = vijf, hexa = zes, hepta = zeven, octa = acht, nona = negen en deca = tien. De juiste volgorde van de numerieke voorvoegsels moet dus zijn mono, di, tri, tetra, penta, **hexa, hepta, octa, nona, deca en niet mono, di, tri, tetra, penta, **hepta, hexa**, octa, nona, deca.**

4. a. Geef voor onderstaande afbeelding aan wat er wordt weergegeven.

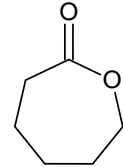
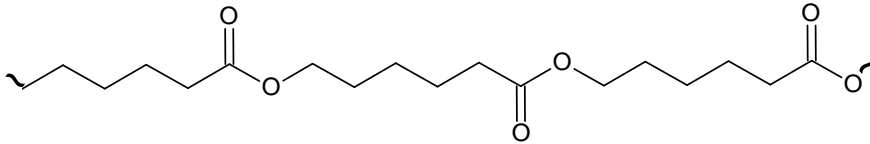


- a) Reactievergelijking
b) Syntheseroute
c) Reactiemechanisme

b. Leg uit waarom je voor dit antwoord hebt gekozen bij vraag 4a.

Een reactiemechanisme beschrijft hoe moleculen elkaar benaderen, welke bindingen in welke volgorde worden gebroken en gevormd en hoe elektronen zich verplaatsen gedurende een reactie. Dit is wat ook wordt weergegeven in bovenstaande afbeelding.

5. a. In onderstaande afbeelding is een stukje van poly(ϵ -caprolacton) weergegeven. Geef aan hoe je hetgeen benoemt dat is weergegeven in de afbeelding rechts naast poly(ϵ -caprolacton).



poly(ϵ -caprolacton)

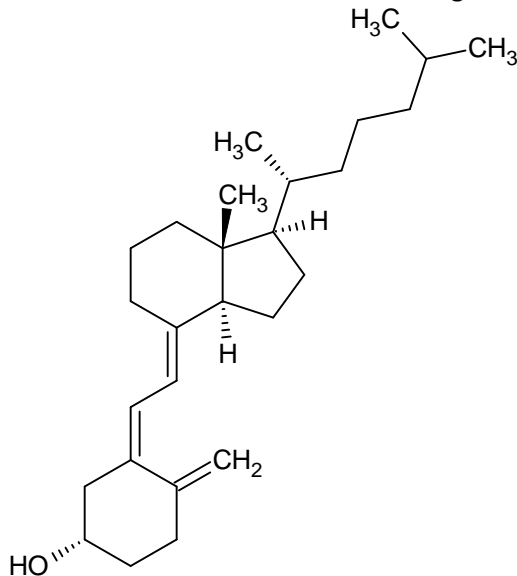
???

- De monomeer van poly(ϵ -caprolacton).
- De repeterende eenheid van poly(ϵ -caprolacton).
- Het polymeer poly(ϵ -caprolacton).

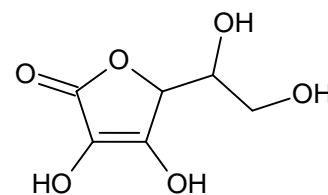
b. Leg uit waarom je voor dit antwoord hebt gekozen bij vraag 5a.

Monomeren zijn verbindingen die kunnen worden gekoppeld tot polymeren en zijn daarmee de bouwsteen van polymeren. Een repeterende eenheid is een stukje van een polymeer dat zich steeds herhaalt. Monomeren zijn commercieel verkrijgbaar, repeterende eenheden niet.

6. a. Geef voor elk van onderstaande verbindingen aan of deze goed oplosbaar is in water.



vitamine D



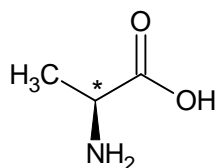
vitamine C

- Vitamine D is goed oplosbaar in water en vitamine C is niet goed oplosbaar in water.
- Vitamine D is niet goed oplosbaar in water en vitamine C is goed oplosbaar in water.**
- Zowel vitamine D als vitamine C zijn goed oplosbaar in water.
- Zowel vitamine D als vitamine C zijn niet goed oplosbaar in water.

b. Leg uit waarom je voor dit antwoord hebt gekozen bij vraag 6a.

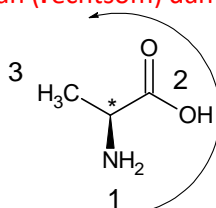
Een verbinding is goed oplosbaar in water als deze polair/hydrofiel is en functionele groepen bevat die waterstofbruggen kunnen vormen. Vitamine C bevat 4 hydroxylgroepen die waterstofbruggen kunnen vormen en een 1 estergroep die waterstofbruggen kan 'ontvangen'. Vitamine D bevat 1 hydroxylgroep en voor de rest allemaal C- en H-atomen. Vitamine D is daarmee apolair/hydrofoob en slecht oplosbaar in water.

7. a. Geef voor onderstaande verbinding aan wat de configuratie is van het koolstofatoom dat is weergegeven met een sterretje.

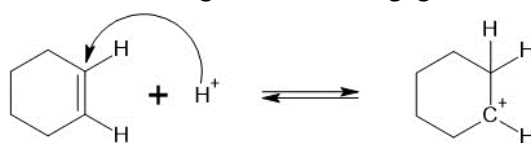


- a) R-configuratie
 b) **S-configuratie**
 c) Deze verbinding heeft geen R- of S-configuratie.
- b. Leg uit waarom je voor dit antwoord hebt gekozen bij vraag 7a.

De configuratie van een asymmetrisch (chiraal) koolstofatoom kan worden voorgesteld door eerst alle atomen die verbonden zijn met het chirale koolstofatoom te nummeren, waarbij de het atoom met het hoogste atoomnummer het laagste nummer krijgt. Dat betekent dus dat N van de NH₂-groep in ieder geval nummer 1 krijgt. Bij de andere twee groepen (CH₃ en COOH) zijn koolstofatomen verbonden met het chirale koolstofatoom. Bij deze twee groepen moet er dan gekeken worden naar het eerstvolgende atoom. Bij de CH₃ groep zijn dit drie H-atomen en bij de COOH groep zijn dit twee O-atomen. Aangezien H een lager atoomnummer heeft dan O, krijgt de COOH groep nummer 2 en de CH₃ groep nummer 3. Vervolgens teken je een pijl van 1, naar 2, naar 3. Aangezien deze pijl tegen de klok in (linksom) gaat is de configuratie S. Als de pijl met de klok mee was gegaan (rechtsom) dan was de configuratie R.



8. a. Mutarotatie is een verschijnsel dat optreedt als suikers opgelost worden in water. Het is de verandering in optische rotatie als gevolg van de verandering in het evenwicht tussen ...
- a) De pyranose- en furanose-vorm van het suiker, wanneer de stereocentra worden omgezet.
 b) De D- en L-vorm van het suiker, wanneer de stereocentra worden omgezet.
 c) De aldose- en ketose-vorm van het suiker, wanneer de stereocentra worden omgezet.
 d) **De α - en β -vorm van het suiker, wanneer de stereocentra worden omgezet.**
- b. Leg uit waarom je voor dit antwoord hebt gekozen bij vraag 8a.
- Mutarotatie is een verschijnsel dat optreedt als suikers opgelost worden in water. Het is de verandering in optische rotatie als gevolg van de verandering in het evenwicht tussen de α - en β -vorm van het suiker, waarbij de lineaire/ketenvorm van het suiker een intermediair is.
9. a. Geef aan of de onderstaande stellingen juist of onjuist zijn.
- I. Het hydroxonium ion (H₃O⁺) kan worden beschreven als nucleofiel.
 II. Het reactiemechanisme van de eerste stap van de hydratatie van cyclohexeen tot cyclohexanol kan als volgt worden weergegeven:



- a) Stelling I is juist, stelling II is onjuist.
 b) Stelling I is onjuist, stelling II is juist.
 c) Beide stellingen zijn juist.
 d) **Beide stellingen zijn onjuist.**

b. Leg uit waarom je voor dit antwoord hebt gekozen bij vraag 9a.

Een elektrofiel houdt van elektronen en is een positief geladen ion of het positieve deel van een verbinding met een dipool. Een nucleofiel houdt van de nucleus en is een negatief geladen ion of het negatieve deel van een verbinding met een dipool. Het hydroxide-ion is een negatief geladen ion en daarom een nucleofiel. De eerste stelling is dus onjuist.

In een reactiemechanisme wordt de gebogen elektronenpijl, die de verplaatsing van elektronen weergeeft, getekend van nucleofiel (achterkant van de pijl) naar de elektrofiel (punt van de pijl). In bovenstaand reactiemechanisme is het H^+ -ion het elektrofiel. Daarom zou de gebogen elektronenpijl moeten worden getekend naar het H^+ -ion toe en niet van het H^+ -ion af (punt van de pijl naar het H^+ -ion). De tweede stelling is dus ook onjuist.

10. a. Hoe kan het hydroxonium-ion (H_3O^+) worden beschreven?

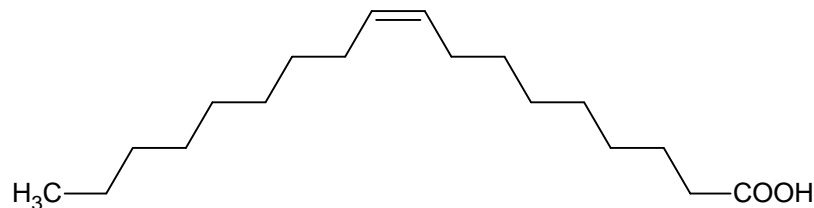
- a) Als anion en als elektrofiel.
- b) Als anion en als nucleofiel.
- c) Als kation en als elektrofiel.
- d) Als kation en als nucleofiel.

b. Leg uit waarom je voor dit antwoord hebt gekozen bij vraag 10a.

Een elektrofiel houdt van elektronen en is een positief geladen ion of het positieve deel van een verbinding met een dipool. Een nucleofiel houdt van de nucleus en is een negatief geladen ion of het negatieve deel van een verbinding met een dipool. Het hydroxonium-ion is een positief geladen ion en daarom een elektrofiel.

Een kation is een positief geladen deeltje. Een anion is een negatief geladen deeltje. Het hydroxonium-ion is een positief geladen ion en daarom een kation.

11. a. Geef voor de onderstaande verbinding aan of deze (on)verzadigd is en wat de configuratie is.



- a) De verbinding is onverzadigd en de configuratie is cis.
- b) De verbinding is onverzadigd en de configuratie is trans.
- c) De verbinding is verzadigd en de configuratie is cis.
- d) De verbinding is verzadigd en de configuratie is trans.

b. Leg uit waarom je voor dit antwoord hebt gekozen bij vraag 11a.

Een verzadigde verbinding bevat geen dubbele koolstof-koolstofbinding en een onverzadigde verbinding bevat wel een dubbele koolstof-koolstofbinding. Deze verbinding bevat een dubbele koolstof-koolstofbinding en is daarom onverzadigd.

Bij de cis-configuratie bevinden de functionele groepen/substituenten zich aan dezelfde kant van een bepaald vlak. Bij de trans-configuratie bevinden de functionele groepen/substituenten zich aan tegenovergestelde kant van een bepaald vlak. In deze verbinding bevinden de twee lange ketens zich aan dezelfde kant en daarom is dit de cis-configuratie.

12. a. Wat is de definitie van een emulsie?

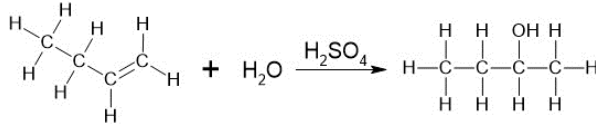
- a) Een homogeen mengsel van een vaste stof in een vloeistof.
- b) Een homogeen mengsel van twee vloeistoffen.
- c) Een heterogeen mengsel van een vaste stof in een vloeistof.
- d) Een heterogeen mengsel van twee vloeistoffen.

b. Leg uit waarom je voor dit antwoord hebt gekozen bij vraag 12a.

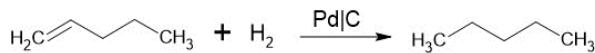
Antwoord a en b zijn beschrijvingen van een oplossing, antwoord c is een beschrijving van een suspensie en antwoord d is een beschrijving van een emulsie. Bij een emulsie lossen de twee vloeistoffen niet goed in elkaar op en is daarom troebel.

13. a. Welke van de volgende reactievergelijkingen geeft een hydrolyse weer?

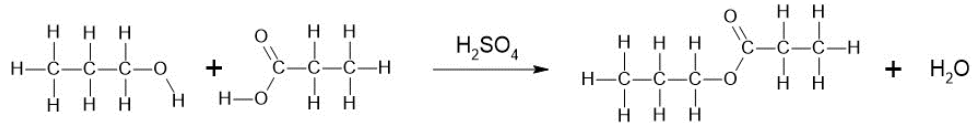
a) Antwoord a



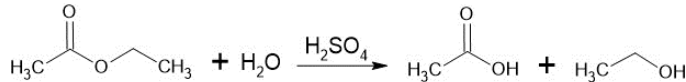
b) Antwoord b



c) Antwoord c



d) Antwoord d



b. Leg uit waarom je voor dit antwoord hebt gekozen bij vraag 13a.

Antwoord a is hydratatie (additie van water aan de π -binding in een alkeen tot een alcohol), antwoord b is hydrogeneren (additie van waterstof aan de π -binding in een alkeen tot een alkaan), antwoord c is condensatie (reactie tussen een alcohol en carbonzuur, waarbij water wordt afgesplitst en een ester wordt gevormd) en antwoord d is een hydrolyse (afbreken van een ester met water tot een carbonzuur en een alcohol).

14. a. Geef aan of de onderstaande stellingen juist of onjuist zijn.

- I. Een zuur is een deeltje dat een H^+ -ion kan opnemen.
 - II. De pH is gelijk aan $-\log[\text{H}_3\text{O}^+]$ en een maat voor de zuurgraad van waterige oplossingen.
 - III. Een amfooteer is een verbinding die zowel als zuur als als base kan reageren en een amfolyt is een verbinding die zowel een H^+ -ion kan opnemen als afstaan.
- a) Alle stellingen zijn onjuist.
 - b) Stelling 1 is juist, stelling 2 en 3 zijn onjuist.
 - c) Stelling 2 is juist, stelling 1 en 3 zijn onjuist.
 - d) Stelling 3 is juist, stelling 1 en 2 zijn onjuist.
 - e) Stelling 1 en 2 zijn juist, stelling 3 is onjuist.
 - f) Stelling 1 en 3 zijn juist, stelling 2 is onjuist.
 - g) Stelling 2 en 3 zijn juist, stelling 1 is onjuist.
 - h) Alle stellingen zijn juist.

b. Leg uit waarom je voor dit antwoord hebt gekozen bij vraag 14a.

Stelling II en III zijn juist. Stelling I is onjuist omdat een zuur juist een deeltje is dat een H^+ -ion kan afstaan, een base is een deeltje dat een H^+ -ion kan opnemen.

15. a. Geef aan of de onderstaande stellingen juist of onjuist zijn.

- I. Een katalysator wordt niet verbruikt bij een reactie.
 - II. Een katalysator verhoogt de snelheid van een reactie.
- a) Stelling 1 is juist en stelling 2 is onjuist.
 - b) Stelling 1 is onjuist en stelling 2 is juist.
 - c) Beide stellingen zijn juist.
 - d) Beide stellingen zijn onjuist.

b. Leg uit waarom je voor dit antwoord hebt gekozen bij vraag 15a.

Aangezien beide stellingen juist zijn, is er verder geen toelichting nodig bij dit antwoord.

16. a. Geef aan of de onderstaande stellingen juist of onjuist zijn.

I. Een oxidator is een verbinding die elektronen kan opnemen.

II. Een reductie is een reactie waarbij een reductor elektronen afstaat aan een oxidator.

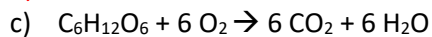
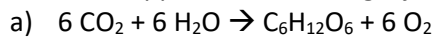
III. Bij een redoxreactie is er overdracht van elektronen.

- a) Alle stellingen zijn onjuist.
- b) Stelling 1 is juist, stelling 2 en 3 zijn onjuist.
- c) Stelling 2 is juist, stelling 1 en 3 zijn onjuist.
- d) Stelling 3 is juist, stelling 1 en 2 zijn onjuist.
- e) Stelling 1 en 2 zijn juist, stelling 3 is onjuist.
- f) Stelling 1 en 3 zijn juist, stelling 2 is onjuist.
- g) Stelling 2 en 3 zijn juist, stelling 1 is onjuist.
- h) Alle stellingen zijn juist.

b. Leg uit waarom je voor dit antwoord hebt gekozen bij vraag 16a.

Stelling 1 en 3 zijn juist. Stelling 2 is onjuist omdat een reductie een reactie is waarbij een oxidator elektronen opneemt van een reductor. Een oxidatie is een reactie waarbij een reductor elektronen afstaat aan een oxidator.

17. a. Wat is de kloppende reactievergelijking van de fotosynthese?



b. Leg uit waarom je voor dit antwoord hebt gekozen bij vraag 17a.

De fotosynthese is een reactie die plaatsvindt in planten waarbij koolstofdioxide en water worden omgezet in glucose en zuurstof. De reactie vindt plaats onder invloed van zonlicht.

Bijlage 15. Quizjes om voorkennis te activeren en leerstof te herhalen

QUIZ
Voeding (Hoofdstuk 33) en Koolhydraten (Hoofdstuk 27)

Vraag 1: Uit welke voedingsstof kan de meeste energie worden gegenereerd?

- a) Koolhydraten
- b) **Vetten**
- c) Eiwitten
- d) Vitaminen

Vraag 2: Uit welke atomen bestaan koolhydraten voornamelijk?

- a) Koolstofatomen
- b) Koolstofatomen en waterstofatomen
- c) **Koolstofatomen, waterstofatomen en zuurstofatomen**
- d) Koolstofatomen, waterstofatomen, zuurstofatomen en stikstofatomen

Vraag 3: Triglyceriden zijn opgebouwd uit glycerol en drie vetzuren. Door welk type reactie worden triglyceriden gevormd?

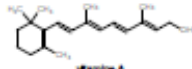
- a) Hydrogeneren
- b) Hydrolyse
- c) Hydratatie
- d) **Condensatie**

Vraag 4: Welke van de volgende stellingen zijn juist over E-nummers:

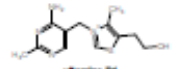
I. Een E-nummer wordt toegevoegd aan voedingsmiddelen om de eigenschappen te verbeteren en is goedgekeurd door de Europese autoriteit voor voedselveiligheid.
II. Voorbeelden van E-nummers zijn kleurstoffen, anti-oxidanten en zoutstoffen.

- a) Stelling I is juist en stelling II is niet juist.
- b) Stelling I is niet juist en stelling II is juist.
- c) **Beide stellingen zijn niet juist.**
- d) **Beide stellingen zijn juist.**

Vraag 5: Hieronder zijn de structuurformules van twee vitamines weergegeven. Zijn deze vitamines goed oplosbaar in vet of in water?



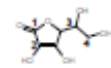
Vitamine A



Vitamine B1

- a) **Vitamine A is oplosbaar in vet en vitamine B1 in water**
- b) Vitamine A is oplosbaar in water en vitamine B1 in vet
- c) Zowel vitamine A als vitamine B1 zijn oplosbaar in vet
- d) Zowel vitamine A als vitamine B1 zijn oplosbaar in water

Vraag 6: Welke van de volgende koolstofatomen is een chiraal koolstofatoom?



Vitamine C

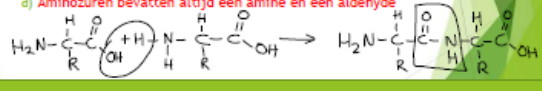
- a) Koolstofatoom 1
- b) **Koolstofatoom 2**
- c) Koolstofatoom 3
- d) Koolstofatoom 4

Vraag 7: Tot welke klasse behoort de voedingsstof vitamines?

- a) Macronutriënten
- b) **Mikronutriënten**
- c) Biochemisch oplosmiddel

Vraag 8: Welke stelling is waar over aminozuren?

- a) Aminozuren bevatten altijd een amide en een carbonzuur
- b) **Aminozuren bevatten altijd een amine en een carbonzuur**
- c) Aminozuren bevatten altijd een amide en een aldehyde
- d) **Aminozuren bevatten altijd een amine en een aldehyde**



Vraag 9: Hoe kan het volgende monosacharide worden beschreven?



- a) **Als een α-pyranose**
- b) Als een β-pyranose
- c) Als een α-furanose
- d) Als een β-furanose

Vraag 10: Hoe kan het volgende monosacharide worden beschreven?

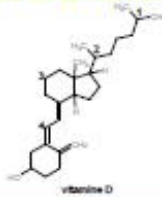


- a) Als een aldose en hecose
- b) Als een aldose en pentose
- c) Als een ketose en hecose
- d) Als een ketose en pentose

QUIZ

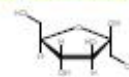
Voeding (hoofdstuk 22), Koolhydraten (hoofdstuk 27) en Lipiden (hoofdstuk 28)

Vraag 1: Welke van de volgende koolstofatomen is een chiraal koolstofatoom?



- a) Koolstofatoom 1
- b) Koolstofatoom 2
- c) Koolstofatoom 3
- d) Koolstofatoom 4

Vraag 2: Hoe kan het volgende monosacharide worden beschreven?



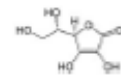
- a) Als een α -pyranose
- b) Als een β -pyranose
- c) Als een α -furanose
- d) Als een β -furanose

Vraag 3: Hoe kan het volgende monosacharide worden beschreven?



- a) Als een L-aldohexose
- b) Als een L-ketohexose
- c) Als een D-aldohexose
- d) Als een D-ketohexose

Vraag 4: Welke voedingsstof is waarschijnlijk gebruikt om de volgende verbinding te synthetiseren?



- a) Koolhydraten
- b) Lipiden
- c) Eiwitten

Vraag 5: Wat zijn kenmerken van een essentiële voedingsstof?

- I. Het lichaam kan de stof zelf niet maken.
- II. Het lichaam heeft de stof in grote hoeveelheden nodig.
- III. Het lichaam heeft de stof nodig om normaal te functioneren.

- a) Stelling I en II zijn juist.
- b) Stelling I en III zijn juist.
- c) Stelling II en III zijn juist.
- d) Alle stellingen zijn juist.

Vraag 6: Tot welke klasse behoort de voedingsstof lipiden?

- a) Macronutriënten
- b) Micronutriënten
- c) Biochemisch oplosmiddel

Vraag 7: Hoe kan de volgende verbinding worden beschreven?

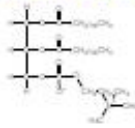


- a) Verzadigd vet
- b) Onverzadigd vet
- c) Verzadigd vetzuur
- d) Onverzadigd vetzuur

Vraag 8: Triglyceriden zijn opgebouwd uit glycerol en drie vetzuren. Door welk type reactie worden triglyceriden afgebroken?

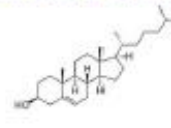
- a) Hydrogeneren
- b) Hydrolyse
- c) Hydratatie
- d) Condensatie

Vraag 9: Hoe kan het volgende lipide worden beschreven?



- a) Triglyceride
- b) Fosfolipide
- c) Singslipide
- d) Glycolipide
- e) Steroïde

Vraag 10: Hoe kan het volgende lipide worden beschreven?



- a) Triglyceride
- b) Fosfolipide
- c) Singslipide
- d) Glycolipide
- e) Steroïde

QUIZ

Voeding (Hofstak 22), koolhydraten (Hofstak 27), Lipiden (Hofstak 28) en Eiwitten (Hofstak 29)

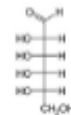
Vraag 1: Benoem uit welke 3 voedingsstoffen de meeste energie kan worden gegenereerd.

1. Vetten (9 kcal/gram)
2. Koolhydraten (4 kcal/gram)
3. Eiwitten (4 kcal/gram)

Vraag 2: Leg uit waarom er uit vetten meer energie kan worden gegenereerd dan uit koolhydraten.

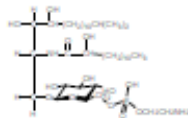
- ▶ Energie wordt gegenereerd door het oxideren van koolstofatomen.
- ▶ Vetten bevatten meer gereduceerde koolstofatomen en koolhydraten bevatten meer geoxideerde koolstofatomen.
- ▶ Vetten kunnen daardoor per koolstofatoom vaker worden geoxideerd dan koolhydraten.
- ▶ Hierdoor leveren vetten, per koolstofatoom, meer energie dan koolhydraten.

Vraag 3: Hoe kan het volgende monosaccharide worden beschreven / geclassificeerd?



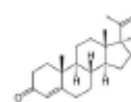
Als een L-aldohexose

Vraag 4: Hoe kan het volgende lipide worden beschreven / geclassificeerd?



Glycolipide

Vraag 5: Welke voedingsstof is waarschijnlijk gebruikt om de volgende verbinding te synthetiseren?



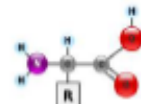
Lipiden / vetten

Vraag 6: Leg uit wat een amfooteer is en een amfolyt.

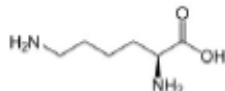
- ▶ Amfooteer = verbinding die zowel als zuur als als base kan reageren
- ▶ Amfolyt = verbinding die zowel een H⁺ kan opnemen als afstaan

Vraag 7: Teken de algemene structuurformule van de bouwstenen van eiwitten.

De bouwstenen van eiwitten zijn aminozuren. De algemene structuurformule van aminozuren is:



Vraag 8: Wat is de configuratie van het chirale koolstofatoom in onderstaand aminozuur?



S-configuratie

Vraag 9: Welke eiwitstructuur is te zien in onderstaande afbeelding?



Secundaire structuur | α -helix

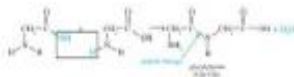
Vraag 10: Leg uit wat het structuur-functie verband is.

De volgorde van de aminozuren in een eiwit (structuur) bepaalt de functie van dat eiwit. Als er verandering is in de structuur van het eiwit, leidt dit vaak tot verlies van de functie van het eiwit.

QUIZ

Delften (Hoofdstuk 29) en Drogenes (Hoofdstuk 30)

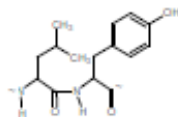
Vraag 1: Leg, met behulp van een reactievergelijking, uit hoe aminozuren worden gekoppeld tot een peptide/eiwit.



Vraag 2: Geef aan wat het *N*-terminal aminozuur is in het peptide angiotensine II:
Asp-Arg-Val-Tyr-Val-His-Pro-Phe

- ▶ Aminozuren in eiwitten worden genummerd van de *N*-terminus naar de *C*-terminus.
- ▶ De *N*-terminus is het eerste aminozuur van een (poly)peptide/eiwit en heeft een vrije NH_2 -groep.
- ▶ Asp is in dit geval het *N*-terminal aminozuur.

Vraag 3: Teken de structuurformule van het fragment Leu-Tyr uit het peptide neurotensine.



Vraag 4: Leg uit wat de secundaire eiwitstructuur is, hoe deze tot stand komt en benoem welke twee secundaire structuren er bestaan.

- ▶ Secundaire eiwitstructuur is de lokale vouwing tot 3D structuren.
- ▶ Deze 3D structuren komen tot stand door waterstofbruggen.
- ▶ Twee secundaire structuren zijn α -helix en β -sheet.



Vraag 5: Benoem 3 invloeden die kunnen zorgen voor het denatureren van eiwitten.

- ▶ Mechanisch (schenken/koppen)
- ▶ Temperatuur (kamer of hoog)
- ▶ Sterke zuren/basen
- ▶ Zouten
- ▶ Organische oplosmiddelen
- ▶ Wasmiddel
- ▶ UV-straling

Vraag 6: Wat is een enzym?

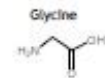
Een enzym is een biokatalysator

Vraag 7: Geef aan of onderstaande stellingen juist zijn:

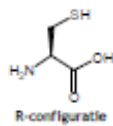
- I. Een katalysator wordt niet verbruikt bij een reactie.
- II. Een katalysator verhoogt de snelheid van een reactie.

Zowel stelling 1 als stelling 2 zijn juist.

Vraag 8: Benoem welk aminozuur geen chiraal koolstofatoom bevat.

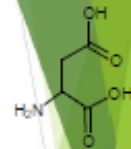
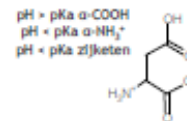


Vraag 9: Wat is de configuratie van onderstaand aminozuur?



Vraag 10: Teken asparaginezuur bij pH 2,5.

pKa α-COOH = 1,88
pKa α-NH₃⁺ = 9,60
pKa zijketen = 3,65



QUIZ

Enzymen (Hoofdstuk 30) en Bio-Energetica (Hoofdstuk 33)

Vraag 1: Leg uit wat een enzym is.

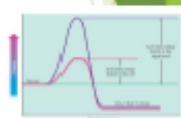
Een enzym is een biokatalysator.

Vraag 2: Benoem een industrieel proces waarbij gebruik wordt gemaakt van enzymen en een product wat rijk is aan enzymen.

- ▶ Producten: ananas, wasmiddel, honing, gember, mango, papaja, banaan, avocado, kefir, zuurkool.
- ▶ Processen: productie van sommige medicijnen, productie van lactosevrije melk, productie van kaas/zuivelproducten, productie van maïs vlees, productie van bier/wijn.

Vraag 3: Leg uit hoe een enzym de snelheid van een reactie verhoogt.

Een enzym verhoogt de snelheid van een reactie door het verlagen van de activeringsenergie.



Vraag 4: Leg uit wat het actief centrum van een enzym is.

Het actief centrum van een enzym is het gedeelte van het enzym waar het substraat bindt en waar katalyse plaatsvindt.



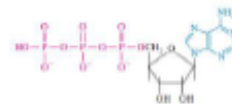
Vraag 5: Benoem uit welke 3 voedingsstoffen de meeste energie kan worden gegenereerd.

1. Vetten (9 kcal/gram)
2. Koolhydraten (4 kcal/gram)
3. Eiwitten (4 kcal/gram)

Vraag 6: Leg uit waarom er uit vetten meer energie kan worden gegenereerd dan uit koolhydraten.

- ▶ Energie wordt gegenereerd door het oxideren van koolstofatomen.
- ▶ Vetten bevatten meer gereduceerde koolstofatomen en koolhydraten bevatten meer geoxideerde koolstofatomen.
- ▶ Vetten kunnen daardoor per koolstofatoom vaker worden geoxideerd dan koolhydraten.
- ▶ Hierdoor leveren vetten, per koolstofatoom, meer energie dan koolhydraten.

Vraag 7: Geef de naam of de afkorting van deze verbinding en leg uit wat de functie is.



- ▶ Dit is adenosine trifosfaat (ATP)
- ▶ Deze verbinding wordt gebruikt voor het opslaan van energie.

Vraag 8: In de mens wordt de meeste energie gegenereerd in een bepaald orgaan. Benoem welk orgaan dit is.

Mitochondrium

Vraag 9: Leg uit wat de functie is van de redox co-enzymen NADH en FADH₂.

Het is een tijdelijke opslagplaats van elektronen.

Vraag 10: Geef de kloppende reactievergelijking in molecuulformules voor de fotosynthese.

QUIZ

Enzymen (hoofdstuk 30) en Bio-Energetica (hoofdstuk 32)

Vraag 1: Leg uit wat een enzym is.

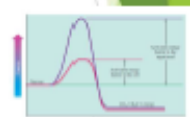
Een enzym is een biokatalysator.

Vraag 2: Benoem een industrieel proces waarbij gebruik wordt gemaakt van enzymen en een product wat rijk is aan enzymen.

- ▶ Producten: ananas, wasmiddel, honing, gember, mango, papaja, banaan, avocado, kefir, zuurkool.
- ▶ Processen: productie van sommige medicijnen, productie van lactosevrije melk, productie van kaas/zuivelproducten, productie van mals vlees, productie van bier/wijn.

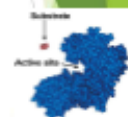
Vraag 3: Leg uit hoe een enzym de snelheid van een reactie verhoogt.

Een enzym verhoogt de snelheid van een reactie door het verlagen van de activeringsenergie.



Vraag 4: Leg uit wat het actief centrum van een enzym is.

Het actief centrum van een enzym is het gedeelte van het enzym waar het substraat bindt en waar katalyse plaatsvindt.



Vraag 5: Benoem uit welke 3 voedingsstoffen de meeste energie kan worden gegenereerd.

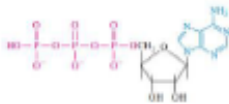
1. Vetten (9 kcal/gram)
2. Koolhydraten (4 kcal/gram)
3. Eiwitten (4 kcal/gram)

Vraag 6: Leg uit waarom er uit vetten meer energie kan worden gegenereerd dan uit koolhydraten.

- ▶ Energie wordt gegenereerd door het oxideren van koolstofatomen.
- ▶ Vetten bevatten meer gereduceerde koolstofatomen en koolhydraten bevatten meer geoxideerde koolstofatomen.
- ▶ Vetten kunnen daardoor per koolstofatoom vaker worden geoxideerd dan koolhydraten.
- ▶ Hierdoor leveren vetten, per koolstofatoom, meer energie dan koolhydraten.



Vraag 7: Geef de naam of de afkorting van deze verbinding en leg uit wat de functie is.



- ▶ Dit is adenosine trifosfaat (ATP)
- ▶ Deze verbinding wordt gebruikt voor het opslaan van energie.

Vraag 8: In de mens wordt de meeste energie gegenereerd in een bepaald organel. Benoem welk organel dit is.

Mitochondrium

Vraag 9: Leg uit wat de functie is van de redox co-enzymen NADH en FADH₂.

Het is een tijdelijke opslagplaats van elektronen.

Vraag 10: Geef de kloppende reactievergelijking in molecuulformules voor de fotosynthese.

QUIZ

Bio-energetica (hoofdstuk 13) en metabolisme van koolhydraten (hoofdstuk 34)

Vraag 1: Mitochondria zijn voorbeelden van ...

- a) Prokaryoten
- b) Eukaryoten
- c) Organellen
- d) Dierlijke cellen

Vraag 2: ATP is opgebouwd uit adenine, trifosfaat en ...

- a) Desoxyribose
- b) Glucose
- c) Fructose
- d) Ribose

Vraag 3: NADH is de ...

- a) Geoxideerde vorm van nicotinamide adenine dinucleotide
- b) Geoxideerde vorm van nicotinamide adenine dinucleotide fosfaat
- c) Gereduceerde vorm van nicotinamide adenine dinucleotide
- d) Gereduceerde vorm van nicotinamide adenine dinucleotide fosfaat

Vraag 4: Wat is de functie van NADH en $FADH_2$?

- a) Tijdelijke opslagplaats van energie.
- b) Tijdelijke opslagplaats van elektronen.
- c) Tijdelijke opslagplaats van reductie co-enzymen.
- d) Tijdelijke opslagplaats van ATP.

Vraag 5: Welke stelling(en) is/zijn waar over het opbouwen van complexe verbindingen uit eenvoudigere verbindingen?
I. Dit proces behoort tot het anabolisme.
II. Bij dit proces wordt energie gebruikt.

- a) Stelling I is waar en stelling II is niet waar.
- b) Stelling I is niet waar en stelling II is waar.
- c) Beide stellingen zijn waar.
- d) Beide stellingen zijn niet waar.

Vraag 6: Welke stelling(en) is/zijn waar over de fotosynthese?
I. Dit is een exotherm proces.
II. In dit proces worden koolstofatomen gereduceerd.

- a) Stelling I is waar en stelling II is niet waar.
- b) Stelling I is niet waar en stelling II is waar.
- c) Beide stellingen zijn waar.
- d) Beide stellingen zijn niet waar.

Vraag 7: Wat is de laatste stap in het metabolisme van koolhydraten?

- a) Glycolyse
- b) Citroenzuurcyclus
- c) Oxidatieve fosforylering

Vraag 8: In welk organel vindt de oxidatieve fosforylering plaats?

- a) Mitochondrien
- b) Celkern
- c) Cytoplasma
- d) Ribosomen

Vraag 9: Wat gebeurt er tijdens de glycolyse?

- a) Glucose wordt omgezet in 2 pyruvatzuur.
- b) De acetyl-groep van acetyl co-enzym A wordt omgezet in CO_2 en H_2O .
- c) Gereduceerde reductie co-enzymen worden gebruikt om ATP te genereren.
- d) Glucose wordt omgezet in CO_2 en H_2O en bij dit proces komt energie vrij die wordt opgeslagen in de vorm van ATP.

Vraag 10: Hoeveel ATP kan er theoretisch worden gevormd uit één glucosemolecuul?

- a) 2 ATP
- b) 4 ATP
- c) 38 ATP
- d) 118 ATP

QUIZ

Metabolisme van koolhydraten en vetten (Hoofdstuk 14 en 15) en
DNA, RNA en nucleïezuren (Hoofdstuk 31)

Vraag 1: Benoem welke drie processen een rol spelen bij het genereren van energie uit vetten.

1. Bèta-oxidatie
2. Citroenzuurcyclus
3. Oxidatieve fosforylering

Vraag 2: Leg uit wat lipogenese is.

Lipogenese is een metabool pad waarbij vetzuren per twee koolstofatomen worden opgebouwd uit acetyl co-enzym A.

Vraag 3: Benoem in welke verbinding energie wordt opgeslagen in het lichaam.

ATP

Vraag 4: Benoem wat de functie van NADH en FADH₂ is.

Deze redox co-enzymen zijn een tijdelijke opslagplaats van elektronen.

Vraag 5: Glucose kan worden gehaald uit voeding. Als het lichaam geen glucose meer kan halen uit voeding kan het toch nog glucose genereren uit andere verbindingen. Noem 3 van deze verbindingen.

- ▶ Glycogeen
 - ▶ Melkzuur
 - ▶ Pyruvatenzuur
 - ▶ Aminozuren
 - ▶ Glycerol
- } glycoogenolyse
} gluconeogenese

Vraag 6: Leg uit wat de functie van hormonen is in metabolisme.

Hormonen zijn verbindingen die metabole routes reguleren, ze hebben controlefuncties en worden ook wel de chemische boodschappers van het lichaam genoemd.

Vraag 7: Als er geen koolhydraten aanwezig zijn in het lichaam om energie uit te genereren, schakelt het lichaam (en met name de hersenen) over op een ander soort metabolisme. Hoe heet dat metabolisme?

Ketose. Ketolichamen worden gesynthetiseerd in de lever, die vervolgens aerob metabolisme ondergaan. Uiteindelijk leiden deze ketolichamen tot verzuring van het bloed (ketoacidose).

Vraag 8: DNA is een polynucleotide, een polymeer van nucleotiden. Uit welke bouwstenen bestaat een nucleotide?

Heterocyclische base, suiker en een fosfaatgroep

Vraag 9: Welk monosacharide is onderdeel van het nucleotide van DNA?

Desoxyribose

Vraag 10: Welke heterocyclische basen komen voor in DNA en welke in RNA?

DNA: adenine (A), cytosine (C), guanine (G) en thymine (T)
RNA: adenine (A), cytosine (C), guanine (G) en uracil (U)

QUIZ

DNA, RNA en nucleïezuren (Hoofdstuk 21)

Vraag 1: DNA is een polynucleotide, een polymeer van nucleotiden. Uit welke bouwstenen bestaat een nucleotide?

Heterocyclische base (A, C, G of T), suiker (desoxyribose) en een fosfaatgroep

Vraag 2: Welke heterocyclische base komt wel voor in RNA, maar niet in DNA?

uracil (U)

Vraag 3: Wat is de functie van DNA?

Het opslaan van genetische informatie. De volgorde van de nucleotiden bepaalt de genetische informatie.

Vraag 4: Wat is een gen?

Een gen is een stukje van het DNA dat zorgt voor de vorming van een RNA-molecuul wat weer zorgt voor de synthese van een bepaald polypeptide of eiwit dat betrokken is bij bepaalde erfelijke eigenschappen.

Vraag 5: Waarom is DNA-replicatie semi-conservatief?

Het kopie van DNA dat gevormd wordt tijdens DNA-replicatie bestaat uit één 'oude' polynucleotide streng en één 'nieuwe' polynucleotide streng.

Vraag 6: Welke streng wordt tijdens DNA-transcriptie gebruikt voor het maken van mRNA?

De matrjstreng

Vraag 7: Wat is de volgorde van de nucleotiden in mRNA als de volgorde van de ooderende streng in DNA als volgt is:

-C G T A G G T C A-

-C G U A G G U C A-

Vraag 8: Is de volgende stelling waar of niet waar:
Een cel in de lever bevat dezelfde chromosomen als een cel in je wangen.

Waar

Vraag 9: In welk organel/cel compartiment bevindt zich het DNA?

Celkern

Vraag 10: Waarom is mRNA als 'tussenproduct' nodig om de informatie van het DNA te kopiëren zodat eiwitten kunnen worden gesynthetiseerd?

Het DNA bevindt zich in de celkern en blijft daar achter, maar de eiwitproducerende ribosomen bevinden zich in het cytoplasma. Er is een 'mobiel tussenproduct' nodig om de genetische informatie van de kern naar het cytoplasma te brengen.

QUIZ

DNA, RNA en nucleïezuren (Koolstof 31)

Vraag 1: RNA is een polynucleotide, een polymeer van nucleotiden. Uit welke bouwstenen bestaat een nucleotide van RNA?

Heterocyclische base (A, C, G of U), suiker (ribose) en een fosfaatgroep

Vraag 2: Wat is transcriptie?

Het maken van mRNA uit DNA

Vraag 3: Wat is de functie van tRNA?

Het brengen van aminozuren naar de groeiende eiwitketen in de ribosomen

Vraag 4: Wat is een codon?

Een combinatie van 3 nucleotiden dat codeert voor 1 aminozuur. Een codon wordt ook wel een triplet genoemd.

Vraag 5: Wat is de volgorde van de nucleotiden in de matrijsstreng van DNA als de volgorde van de nucleotiden in het mRNA $-UAA-CGG-AUC-$ is?

$-ATT-GCC-TAG-$

Vraag 6: Wat is de volgorde van de nucleotiden in mRNA als de volgorde van de nucleotiden in de coderende streng van het DNA $-TTC-GCG-AAT-$ is?

$-UUC-GCG-AAU-$

Vraag 7: Voor welk aminozuur codeert het codon AUC in het mRNA?

Isoleucine (Ile, I)

Vraag 8: Wanneer stopt de synthese van een peptide of eiwit?

Als het ribosoom een codon "leest" dat codeert voor een stop codon.

Vraag 9: Teken de structuurformule van het fragment $-Ser-Cys-$ in een eiwit.

Vraag 10: Een mutatie verandert de mRNA volgorde van $-GUG-AAA-CCC-$ in $-GUG-UAA-CCC-$. Leg uit hoe deze mutatie de productie van het eiwit zal veranderen.

Het codon AAA wordt gemuteerd tot UAA. Waar eerst het aminozuur lysine (Lys, K) wordt ingebouwd is nu een stopcodon. Hierdoor zal de productie van het eiwit niet worden afgemaakt en vroegtijdig stoppen.

Bijlage 16. Taalspel

Inleiding

Het taalspel is gemaakt op basis van Hoofdstuk 27 tot en met 35 van het boek *Introduction to General Organic and Biochemistry* van Hein, Pattison & Arena (2013) en op zelf ontwikkeld lesmateriaal voor het vak "KCH3: Biochemie; *Wat je eet ben jezelf*". Het taalspel bestaat uit de volgende begrippen:

- | | | |
|---|---|--|
| - Celmembranen (4) | - Vetzuren (6) | - DNA (6) |
| - Passief transport (3) | - Structuur van eiwitten (7) | - Complementaire basenparen (3) |
| - Actief transport (3) | - Verlies van eiwitstructuur (5) | - mRNA (6) |
| - Spijsvertering (4) | - Gelelektroforese (6) | - Transcriptie (5) |
| - Triglyceriden (4) | - Enzymwerking (7) | - Translatie (7) |
| - Metabolisme van koolhydraten (4) | - Structuren van lipiden in waterige omgeving (3) | - Reacties van vetten (4) |
| - Metabolisme van Vetten (5) | - Classificeren van koolhydraten (7) | - Lading van aminozuren (3) |
| - Metabolisme van Eiwitten (5) | - Classificeren van lipiden (7) | - Sleutelverbindingen in metabolisme (3) |
| - DNA knippen (3) | - Redox co-enzymen (4) | - Opslaan van DNA en genetische informatie (4) |
| - Voeding (7) | - DNA replicatie (5) | - Biotechnologie technieken (4) |
| - Recombinant DNA-technologie met bacteriën (3) | - Polymerase kettingreactie (5) | - Analyse van peptide en eiwitten (3) |
| | - Solid-phase peptide synthesis (3) | |

Het taalspel wordt gebruikt tijdens de herhalingsles ter voorbereiding op het CGI van het vak.

Leerdoel van het taalspel (Visser & Ornée, 2018): verbinding (samenhang) tussen verschillende vaktermen (puntwoorden) zien in een groter geheel door middel van veel interactie en het actief gebruiken van vaktaal.

Vorbereiding taalspel (Visser & Ornée, 2018):

- Deel de studenten in heterogene groepjes in op basis van hun prestaties bij scheikunde en Nederlands (spreekvaardigheid en vermogen tot discussiëren).
- Elk groepje kiest een spelleider op basis van zijn of haar hoge cijfer voor scheikunde.
- Aan het begin van het spel worden de spelleiders door de vakdocent bijeengeroepen om instructie over het spel te krijgen.
- De spelleiders krijgen:
 - o Een envelop met kaartjes met vakbegrippen uit de behandelde hoofdstukken.
 - o Een papier waarop de puntwoorden staan die bij een begrip horen. Bij de puntwoorden staan ook aanwijzingen.
 - o Een schoteltje met twintig snoepjes.

Spelregels taalspel (Visser & Ornée, 2018):

- Aan het begin van het spel geeft de spelleider een kaartje aan zijn groep met een vakbegrip uit het behandelde hoofdstuk. Achter het begrip staat met een cijfer aangegeven hoeveel puntwoorden erbij horen.
- De leden van de groep geven aan de spelleider vervolgens een beschrijving van het begrip.
- Als de leden van de groep denken het begrip volledig beschreven te hebben, noemt de spelleider de puntwoorden die bij de beschrijving gegeven zijn. Als dat er minder zijn dan op het kaartje staan, heeft de groep drie mogelijkheden:
 - o Verder overleggen om de ontbrekende puntwoorden nog te vinden.
 - o Een aanwijzing vragen aan de spelleider, maar dat kost dan een snoepje.
 - o Passen en verder gaan met een volgend kaartje.
- Hebben de leden van de groep alle puntwoorden die bij het begrip horen genoemd, dan krijgen de studenten het kaartje en gaan ze verder met het volgende begrip.
- Als de tijd om is, wordt er gekeken welke groep de meeste kaartjes heeft verdiend. Als er meerdere groepen zijn met hetzelfde aantal kaartjes, wordt er gekeken naar het aantal snoepjes. De groep met de meeste kaartjes en snoepjes is de winnaar.

Kaartjes met vakbegrippen uit de behandelde hoofdstukken

| | | |
|--|--|---|
| Celmembranen (4) | Vetzuren (6) | DNA (6) |
| Passief transport (3) | Structuur van eiwitten (7) | Complementaire basenparen (3) |
| Actief transport (3) | Verlies van eiwitstructuur (5) | mRNA (6) |
| Spijvertering (4) | Gelelektroforese (6) | Transcriptie (5) |
| Triglyceriden (4) | Enzymwerking (7) | Translatie (7) |
| Metabolisme van koolhydraten (4) | Structuren van lipiden in waterige omgeving (3) | Reacties van vetten (4) |
| Metabolisme van vetten (5) | Classificeren van koolhydraten (7) | Lading van aminozuren (3) |
| Metabolisme van eiwitten (5) | Classificeren van lipiden (7) | Sleutelverbindingen in metabolisme (3) |
| DNA knippen (3) | Redox co-enzymen (4) | Opslaan van DNA en genetische informatie (4) |
| Voeding (7) | DNA-replicatie (5) | Biotechnologie technieken (4) |
| Recombinant DNA-technologie met bacteriën (3) | Polymerase kettingreactie (5) | Analyse van peptiden en eiwitten (3) |
| Solid-phase peptide synthesis (3) | | |

Overzicht voor de spelleider voor het taalspel

Begrip op het kaartje: Celmembranen (4)

Puntwoord: Fosfolipiden

Aanwijzing: Welk soort lipiden bevinden zich hoofdzakelijk in celmembranen?

Puntwoord: Lipide dubbellaag

Aanwijzing: Wat is een ander woord voor een celmembraan?

Puntwoord: Hydrofobe binnenkant

Aanwijzing: Is de binnenkant van het celmembraan waterminnend of watervrezend?

Puntwoord: Hydrofiële buitenkant

Aanwijzing: Is de buitenkant van het celmembraan waterminnend of watervrezend?

Begrip op het kaartje: Passief transport (3)

Puntwoord: Diffusie

Aanwijzing: Wat is een ander woord voor passief transport?

Puntwoord: Van hoge naar lage concentratie

Aanwijzing: Hoe zit het met het concentratieverschil bij passief transport?

Puntwoord: Kost geen energie

Aanwijzing: Kost het proces energie?

Begrip op het kaartje: Actief transport (3)

Puntwoord: Transporteiwit of membraaneiwit

Aanwijzing: Wat voor verbinding is nodig om moleculen actief te transporteren?

Puntwoord: Van lage naar hoge concentratie

Aanwijzing: Hoe zit het met het concentratieverschil bij actief transport?

Puntwoord: Kost energie

Aanwijzing: Kost het proces energie?

Begrip op het kaartje: Structuren van lipiden in waterige omgeving (3)

Puntwoord: Micel

Aanwijzing: Hoe heet de lipidestructuur met hydrofobe binnenkant en hydrofiële buitenkant?

Puntwoord: Lipide dubbellaag

Aanwijzing: Hoe heet de lipidestructuur die gebruikt wordt als celmembraan?

Puntwoord: Liposoom

Aanwijzing: Hoe heet de lipidestructuur met zowel een hydrofiële binnen- als buitenkant en daartussen een dubbele hydrofobe laag?

Begrip op het kaartje: Classificeren van koolhydraten (7)

Puntwoord: α - en β -hydroxylgroepen of OH-groepen

Aanwijzing: Welke functionele groepen bevinden zich veel in koolhydraten?

Puntwoord: Koolstofatomen, waterstofatomen en zuurstofatomen

Aanwijzing: Wat voor soort atomen komen hoofdzakelijk voor in koolhydraten?

Puntwoord: Monosachariden, disachariden en polysachariden

Aanwijzing: Wat zijn de bouwstenen van koolhydraten en hoe heten koolhydraten die bestaan uit twee of veel van deze bouwstenen?

Puntwoord: Furanose en pyranose

Aanwijzing: Wat is de naam van een vijf-ring en een zes-ring van een monosacharide, respectievelijk?

Puntwoord: Aldose en ketose

Aanwijzing: Wat is de naam van een monosacharide dat een aldehyde bevat en de naam van een monosacharide dat een keton bevat, respectievelijk?

Puntwoord: $C_n(H_2O)_n$ of gehydrateerde koolstofatomen

Aanwijzing: Waar komt de naam koolhydraten vandaan?

Puntwoord: Etherbinding

Aanwijzing: Via welke binding zijn gekoppelde ringstructuren verbonden in koolhydraten?

Begrip op het kaartje: Classificeren van lipiden (7)

Puntwoord: Koolstofatomen en waterstofatomen

Aanwijzing: Wat voor soort atomen komen hoofdzakelijk voor in lipiden?

Puntwoord: Triglyceriden

Aanwijzing: Hoe noem je lipiden die zijn opgebouwd uit glycerol en drie vetzuren?

Puntwoord: Wassen

Aanwijzing: Hoe noem je lipiden die zijn opgebouwd uit een vetzuur en een alcohol, beide met een hoog molecuulgewicht?

Puntwoord: Fosfolipiden

Aanwijzing: Welke vetten zijn een belangrijk bestanddeel van celmembranen?

Puntwoord: Sfingolipiden

Aanwijzing: Welke vetten bevatten een sfingosine in plaats van glycerol?

Puntwoord: Glycolipiden

Aanwijzing: Welke vetten bevatten een koolhydraat in hun structuur?

Puntwoord: Steroïden

Aanwijzing: Van welke vetten bestaat de structuur uit vier gefuseerde koolstofringen die in totaal 17 koolstofatomen bevatten?

Begrip op het kaartje: Triglyceriden (4)

Puntwoord: Vetten en oliën

Aanwijzing: Hoe heten triglyceriden die vast zijn bij kamertemperatuur en hoe heten triglyceriden die vloeibaar zijn bij kamertemperatuur, respectievelijk?

Puntwoord: Glycerol

Aanwijzing: Wat is de naam van de bouwsteen van triglyceriden welke een trifunctioneel alcohol is?

Puntwoord: Vetzuur

Aanwijzing: Wat is de naam van de bouwsteen van triglyceriden waarvan zich er drie bevinden per triglyceride?

Puntwoord: Esterbinding

Aanwijzing: Via welke binding zijn glycerol en vetzuren verbonden in vetten?

Begrip op het kaartje: Vetzuren (6)

Puntwoord: Carbonzuur

Aanwijzing: Welke functionele groep bevindt zich in vetzuren?

Puntwoord: Lange koolstofketen

Aanwijzing: Waaraan hebben vetzuren hun hydrofobe karakter te danken?

Puntwoord: Onverzadigde vetzuren

Aanwijzing: Hoe heten vetzuren die dubbele koolstof-koolstof bindingen bevatten?

Puntwoord: Verzadigde vetzuren

Aanwijzing: Hoe heten vetzuren die geen dubbele koolstof-koolstof bindingen bevatten?

Puntwoord: Essentiële vetzuren

Aanwijzing: Hoe worden vetzuren genoemd die het menselijk lichaam niet zelf kan aanmaken, maar het lichaam wel nodig heeft om normaal te kunnen functioneren?

Puntwoord: Even aantal koolstofatomen

Aanwijzing: Uit hoeveel koolstofatomen bestaan natuurlijk voorkomende vetzuren?

Begrip op het kaartje: Reacties van vetten (4)

Puntwoord: Condensatiereactie of verestering

Aanwijzing: Wat is de naam van de reactie waarmee triglyceriden worden gevormd?

Puntwoord: Hydrolyse

Aanwijzing: Wat is de naam van de reactie waarmee triglyceriden worden afgebroken?

Puntwoord: Verzeppen

Aanwijzing: Wat is de naam van de reactie als een triglyceride reageert met een loogoplossing?

Puntwoord: Hydrogeneren

Aanwijzing: Wat is de naam van de reactie als een onverzadigd vetzuur reageert met waterstof tot een verzadigd vetzuur?

Begrip op het kaartje: Structuur van eiwitten (7)

Puntwoord: Amino-zuren

Aanwijzing: Wat zijn de bouwstenen van eiwitten?

Puntwoord: Peptidebinding

Aanwijzing: Door middel van welke binding worden amino-zuren aan elkaar gekoppeld?

Puntwoord: Primaire structuur

Aanwijzing: Hoe wordt de volgorde waarop amino-zuren gekoppeld zijn genoemd?

Puntwoord: Secundaire structuur of α -helix en β -sheet (of α -helix en β -plaatstructuur)

Aanwijzing: Hoe wordt de lokale vouwing van een eiwit genoemd?

Puntwoord: Tertiaire structuur

Aanwijzing: Hoe wordt de volledige vouwing van een eiwit genoemd?

Puntwoord: Quaternaire structuur

Aanwijzing: Hoe heet de 3D structuur van een eiwitcomplex gevormd door meerdere eiwit sub-units en eventuele niet-eiwit verbindingen?

Puntwoord: Waterstofbruggen, ionbindingen en zwavelbruggen

Aanwijzing: Door welke intramoleculaire interacties komen eiwitstructuren tot stand?

Begrip op het kaartje: Lading van amino-zuren (3)

Puntwoord: Zwitterion

Aanwijzing: Hoe noem je een amino-zuur die zowel een positieve als negatieve lading bevat?

Puntwoord: Iso-elektrisch punt of pI of IEP

Aanwijzing: Hoe noem je de pH waarbij het amino-zuur voorkomt als zwitterion en een nettolading van 0 heeft?

Puntwoord: pKa

Aanwijzing: Waar is het iso-elektrisch punt van een amino-zuur van afhankelijk?

Begrip op het kaartje: Verlies van eiwitstructuur (5)

Puntwoord: Denaturatie

Aanwijzing: Hoe heet het proces waarbij een eiwit zijn 3D structuur verliest?

Puntwoord: Temperatuur of pH of mechanisch of zuur/base of zouten of organische oplosmiddelen

Aanwijzing: Door welke invloeden van buitenaf verliezen eiwitten hun structuur?

Puntwoord: Waterstofbruggen, ionbindingen en zwavelbruggen

Aanwijzing: Welke intramoleculaire interacties breken door het verlies van eiwitstructuur?

Puntwoord: Hydrolyse

Aanwijzing: Hoe heet het proces waarbij een eiwit zijn primaire structuur verliest?

Puntwoord: Peptidebindingen

Aanwijzing: Welke bindingen breken als een eiwit zijn primaire structuur verliest?

Begrip op het kaartje: Gelelektroforese (6)

Puntwoord: Scheidingsmethode

Aanwijzing: Wat is de functie van gelelektroforese?

Puntwoord: Analysemethode

Aanwijzing: Wat is de functie van gelelektroforese?

Puntwoord: Grootte

Aanwijzing: Waar is gelelektroforese op gebaseerd?

Puntwoord: Lading

Aanwijzing: Waar is gelelektroforese op gebaseerd?

Puntwoord: Eiwitten

Aanwijzing: Wat voor soort moleculen kunnen worden gescheiden en geanalyseerd met gelelektroforese?

Puntwoord: DNA of RNA of nucleïnezuren

Aanwijzing: Wat voor soort moleculen kunnen worden gescheiden en geanalyseerd met gelelektroforese?

Begrip op het kaartje: Enzymwerking (7)

Puntwoord: Katalyse

Aanwijzing: Welke functie oefenen enzymen uit?

Puntwoord: Substraat

Aanwijzing: Hoe heet de stof die via een reactie wordt omgezet in het product met behulp van een enzym?

Puntwoord: Actieve plaats of actief centrum of active site

Aanwijzing: Waar vindt de gekatalyseerde reactie van het substraat plaats in het enzym?

Puntwoord: Enzym-substraatcomplex

Aanwijzing: Hoe heet het complex dat wordt gevormd bij enzymwerking?

Puntwoord: (Substraat- en / of stereo-)specifiek of selectief

Aanwijzing: Waarom katalyseren enzymen een bepaalde reactie alleen voor één bepaald substraat?

Puntwoord: Sleutel-slotprincipe en induced fit model

Aanwijzing: Hoe heten de modellen waarmee de werking van enzymen kan worden beschreven?

Puntwoord: Temperatuuroptimum en pH-optimum

Aanwijzing: Wat zijn de ideale omstandigheden waarbij een enzym het beste werkt?

Begrip op het kaartje: Sleutelverbindingen in metabolisme (3)

Puntwoord: ATP

Aanwijzing: In welke verbinding wordt energie opgeslagen?

Puntwoord: Acetyl co-enzym A

Aanwijzing: Wat is de centrale verbinding in het metabolisme van koolhydraten, vetten en eiwitten?

Puntwoord: Redox co-enzymen

Aanwijzing: In welke verbindingen worden tijdelijk elektronen opgeslagen (overkoepelende term)?

Begrip op het kaartje: Redox co-enzymen (4)

Puntwoord: NAD⁺ of NADH

Aanwijzing: Wat is de afkorting voor de geoxideerde of gereduceerde vorm van nicotinamide adenine dinucleotide?

Puntwoord: FAD of FADH₃

Aanwijzing: Wat is de afkorting voor de geoxideerde of gereduceerde vorm van flavine-adenine-dinucleotide?

Puntwoord: NADP⁺ of NADPH

Aanwijzing: Wat is de afkorting voor de geoxideerde of gereduceerde vorm van nicotinamide adenine dinucleotide fosfaat?

Puntwoord: Tijdelijke opslagplaats van elektronen

Aanwijzing: Wat is de functie van redox co-enzymen?

Begrip op het kaartje: Metabolisme van koolhydraten (4)

Puntwoord: Glycolyse

Aanwijzing: Wat is de eerste stap in het metabolisme van koolhydraten?

Puntwoord: Citroenzuurcyclus of TCA-cycle of Krebs-cycle

Aanwijzing: Wat is de tweede stap in het metabolisme van koolhydraten?

Puntwoord: Oxidatieve fosforylering of elektronentransportketen

Aanwijzing: Wat is de derde stap in het metabolisme van koolhydraten?

Puntwoord: Koolstofoxidatie

Aanwijzing: Hoe heet het proces waardoor energie wordt gevormd uit koolhydraten?

Begrip op het kaartje: Metabolisme van vetten (5)

Puntwoord: Bèta-oxidatie

Aanwijzing: Wat is de eerste stap in het metabolisme van vetten?

Puntwoord: Citroenzuurcyclus of TCA-cycle of Krebs-cycle

Aanwijzing: Wat is de tweede stap in het metabolisme van vetten?

Puntwoord: Oxidatieve fosforylering of elektronentransportketen

Aanwijzing: Wat is de derde stap in het metabolisme van vetten?

Puntwoord: Lipogenese

Aanwijzing: Hoe heet de biosynthese van vetzuren uit acetyl co-enzym A?

Puntwoord: Koolstofoxidatie

Aanwijzing: Hoe heet het proces waardoor energie wordt gevormd uit vetten?

Begrip op het kaartje: Metabolisme van eiwitten (5)

Puntwoord: Stikstoffixatie

Aanwijzing: Hoe heet het proces waarbij N_2 uit de atmosfeer wordt omgezet in biochemisch 'handigere' verbindingen?

Puntwoord: Stikstofkringloop

Aanwijzing: Hoe heet de circulatie van stikstof vanuit de atmosfeer naar levende organismen en terug?

Puntwoord: Stikstofbalans

Aanwijzing: Hoe heet het als de hoeveelheid stikstof die wordt ingenomen even groot is als de hoeveelheid stikstof die wordt uitgescheiden?

Puntwoord: Ureum

Aanwijzing: Via welke verbinding wordt stikstof uitgescheiden uit het menselijk lichaam?

Puntwoord: Ureumcyclus

Aanwijzing: Waar vindt de synthese van ureum plaats?

Begrip op het kaartje: Bouw, functie en structuur van DNA (6)

Puntwoord: Genetische informatie

Aanwijzing: Welke informatie zit opgeslagen in DNA?

Puntwoord: Nucleotiden

Aanwijzing: Wat is de naam van de bouwstenen, de monomeren, van DNA?

Puntwoord: Deoxyribose

Aanwijzing: Hoe heet het monosacharide dat zich bevindt in de bouwstenen van DNA?

Puntwoord: Fosfaatgroep

Aanwijzing: Hoe heet de groep die zich bevindt in de bouwstenen van DNA die ervoor zorgt dat de verschillende bouwstenen aan elkaar gekoppeld kunnen worden?

Puntwoord: A, T, G en C (of adenine, thymine, guanine en cytosine)

Aanwijzing: Welke vier verschillende basen bevinden zich in de bouwstenen van DNA?

Puntwoord: Dubbele helix

Aanwijzing: Wat is de ruimtelijke vorm van DNA?

Begrip op het kaartje: Complementaire basenparen (3)

Puntwoord: A en T (of adenine en thymine)

Aanwijzing: Tussen welke twee basen bevinden zich twee waterstofbruggen?

Puntwoord: G en C (of guanine en cytosine)

Aanwijzing: Tussen welke twee basen bevinden zich drie waterstofbruggen?

Puntwoord: Waterstofbruggen

Aanwijzing: Waardoor komt het dat er twee complementaire basenparen bestaan?

Begrip op het kaartje: Opslaan van DNA en genetische informatie (4)

Puntwoord: Histonen

Aanwijzing: Wat is de naam van de eiwitten waar DNA omheen is gewikkeld?

Puntwoord: Chromosoom

Aanwijzing: Hoe wordt de combinatie van dubbelstrengs DNA en histon-eiwitten genoemd?

Puntwoord: Gen

Aanwijzing: Hoe heet een stukje DNA dat zorgt voor de vorming van een RNA molecuul en een specifiek eiwit?

Puntwoord: Genoom

Aanwijzing: Wat is de naam voor de totale hoeveelheid erfelijk materiaal wat zich in een cel bevindt?

Begrip op het kaartje: mRNA (6)

Puntwoord: Aminozuurvolgorde

Aanwijzing: Welke volgorde kan worden bepaald aan de hand van het mRNA?

Puntwoord: Nucleotiden

Aanwijzing: Wat is de naam van de bouwstenen, de monomeren, van mRNA?

Puntwoord: Ribose

Aanwijzing: Hoe heet het monosacharide dat zich bevindt in de bouwstenen van mRNA?

Puntwoord: Fosfaatgroep

Aanwijzing: Hoe heet de groep die zich bevindt in de bouwstenen van DNA die ervoor zorgt dat de verschillende bouwstenen aan elkaar gekoppeld kunnen worden?

Puntwoord: A, U, G en C (of adenine, uracil, guanine en cytosine)

Aanwijzing: Welke vier verschillende basen bevinden zich in de bouwstenen van mRNA?

Puntwoord: Enkelstrengs

Aanwijzing: Hoeveel strengen bevat mRNA?

Begrip op het kaartje: Transcriptie (5)

Puntwoord: mRNA

Aanwijzing: Welk molecuul wordt gemaakt tijdens de transcriptie?

Puntwoord: Matrijsstreng

Aanwijzing: Wat is de naam van de DNA-streng die wordt gebruikt tijdens de transcriptie?

Puntwoord: Coderende streng

Aanwijzing: Wat is de naam van de DNA-streng die dezelfde informatie als het mRNA bevat?

Puntwoord: RNA-polymerase

Aanwijzing: Wat is de naam van het enzym dat verantwoordelijk is voor DNA-transcriptie?

Puntwoord: In DNA zit T en in RNA zit U

Aanwijzing: Wat is het verschil in de heterocyclische basen tussen DNA en RNA?

Begrip op het kaartje: Spijsvertering (4)

Puntwoord: Metabolisme

Aanwijzing: Wat is een ander woord voor spijsvertering?

Puntwoord: Enzymen

Aanwijzing: Welk soort eiwitten spelen een belangrijke rol in de spijsvertering?

Puntwoord: Hydrolyse

Aanwijzing: Wat voor soort reactie speelt een belangrijke rol tijdens de spijsvertering?

Puntwoord: Mond, slokdarm, maag, dunne darm en dikke darm

Aanwijzing: Uit welke lichaamsdelen bestaat het spijsverteringskanaal?

Begrip op het kaartje: DNA-replicatie (5)

Puntwoord: DNA-polymerase

Aanwijzing: Wat is de naam van het enzym dat verantwoordelijk is voor DNA-replicatie?

Puntwoord: Leading strand

Aanwijzing: Hoe heet de dochterstreng die in één keer kan worden gemaakt?

Puntwoord: Lagging strand

Aanwijzing: Hoe heet de dochterstreng die niet in één keer kan worden gemaakt?

Puntwoord: Okazaki fragmenten

Aanwijzing: Hoe heten de kleine stukjes DNA die worden gevormd?

Puntwoord: Semi-conservatief

Aanwijzing: Het nieuwe DNA dat wordt genoemd bestaat uit één nieuwe DNA-streng en één oude DNA-streng, hoe noemt men dit?

Begrip op het kaartje: Translatie (7)

Puntwoord: Eiwitsynthese

Aanwijzing: Wat is een ander woord voor translatie?

Puntwoord: Ribosomen

Aanwijzing: Hoe heten de eiwitcomplexen waar translatie plaatsvindt?

Puntwoord: tRNA

Aanwijzing: Welke moleculen bevatten de aminozuren die worden gekoppeld tijdens de translatie?

Puntwoord: mRNA

Aanwijzing: Welk molecuul bevat de genetische code die wordt gebruikt tijdens de translatie om de juiste aminozuren aan elkaar te koppelen?

Puntwoord: Codon

Aanwijzing: Hoe heet de combinatie van drie nucleotiden die coderen voor een bepaald aminozuur?

Puntwoord: Startcodon

Aanwijzing: Hoe heet de combinatie van drie nucleotiden waarna tijdens de translatie aminozuren worden gebonden?

Puntwoord: Stopcodon

Aanwijzing: Hoe heet de combinatie van drie nucleotiden waarna de translatie stopt?

Begrip op het kaartje: DNA knippen (3)

Puntwoord: Restrictie-enzym

Aanwijzing: Hoe heten enzymen die DNA in stukken kunnen knippen?

Puntwoord: Sticky-end

Aanwijzing: Hoe heet het als na het knippen de ene streng langer is dan de andere streng?

Puntwoord: Blunt-end

Aanwijzing: Hoe heet het als na het knippen de strengen even lang zijn?

Begrip op het kaartje: Voeding (7)

Puntwoord: Voedingsmiddelen

Aanwijzing: Wat is een andere naam voor een soort voedsel dat door mensen kan worden genuttigd?

Puntwoord: Voedingsstoffen

Aanwijzing: Hoe heten de bestanddelen van voeding die ons lichaam nodig heeft?

Puntwoord: Energie

Aanwijzing: Waarom hebben we voeding nodig?

Puntwoord: Koolhydraten, vetten, eiwitten, vitaminen, mineralen en water

Aanwijzing: Welke verschillende voedingsstoffen zijn er?

Puntwoord: Macronutriënten en micronutriënten

Aanwijzing: Deze twee termen geven aan in welke hoeveelheid je een bepaalde voedingsstof moet innemen.

Puntwoord: Aanbevolen dagelijkse hoeveelheid (of ADH)

Aanwijzing: Hoe heet de richtlijn voor de inname van verschillende voedingsstoffen?

Puntwoord: E-nummers

Aanwijzing: Hoe noemen we stoffen die worden toegevoegd aan voedingsmiddelen om de eigenschappen te verbeteren?

Begrip op het kaartje: Polymerase kettingreactie (5)

Puntwoord: PCR

Aanwijzing: Wat is de afkorting van polymerase kettingreactie?

Puntwoord: Denaturatie

Aanwijzing: Wat is de eerste stap van de polymerase kettingreactie?

Puntwoord: Annealing of hybridisatie

Aanwijzing: Wat is de tweede stap van de polymerase kettingreactie?

Puntwoord: Elongatie of verlenging of extensie

Aanwijzing: Wat is de derde stap van de polymerase kettingreactie?

Puntwoord: Kopiëren van DNA-fragmenten

Aanwijzing: Wat is het doel van de polymerase kettingreactie?

Begrip op het kaartje: Recombinant DNA technologie met bacteriën (3)

Puntwoord: Plasmide

Aanwijzing: Hoe heet het kleine cirkelvormige DNA-molecuul van een bacterie?

Puntwoord: DNA-fragment

Aanwijzing: Wat wordt ingebouwd in de plasmide?

Puntwoord: Restrictie-enzym

Aanwijzing: Waar moet zowel het plasmide als het DNA-fragment eerst mee worden behandeld?

Begrip op het kaartje: Biotechnologie technieken (4)

Puntwoord: Polymerase kettingreactie of PCR

Aanwijzing: Hoe heet de techniek waarbij DNA-fragmenten synthetisch worden gekopieerd?

Puntwoord: Klonen

Aanwijzing: Hoe heet de techniek waarbij een identieke genetische kopie van een organisme wordt geproduceerd?

Puntwoord: Recombinant DNA technologie

Aanwijzing: Hoe heet de vorm van genetische modificatie waarbij DNA van verschillende organismen wordt gecombineerd?

Puntwoord: CRISPR-Cas9

Aanwijzing: Welke biotechnologische techniek won in 2020 de Nobelprijs voor de scheikunde?

Begrip op het kaartje: Solid-phase peptide synthesis (3)

Puntwoord: Solid support of vaste matrix

Aanwijzing: Waaraan wordt het aminozuur op de C-terminus covalent gekoppeld?

Puntwoord: Beschermgroepen

Aanwijzing: Hoe worden de groepen genoemd die ervoor zorgen dat het synthetiseren van peptiden selectief kan plaatsvinden?

Puntwoord: Koppelen en ontschermen

Aanwijzing: Welke twee stappen vinden steeds afwisselend plaats in solid-phase peptide synthesis?

Begrip op het kaartje: Analyse van peptiden en eiwitten (3)

Puntwoord: Edman degradatie

Aanwijzing: Hoe heet de methode waarmee de N-terminus wordt gelabeld en vervolgens van het peptide wordt afgesplitst om zo de aminozuurvolgorde te bepalen?

Puntwoord: Massaspectrometrie

Aanwijzing: Hoe heet de techniek die kan worden gebruikt om de massa van een peptide of eiwit te bepalen?

Puntwoord: Röntgenkristallografie

Aanwijzing: Hoe heet de veelgebruikte techniek die kan worden gebruikt om de 3D eiwitstructuur te bepalen?

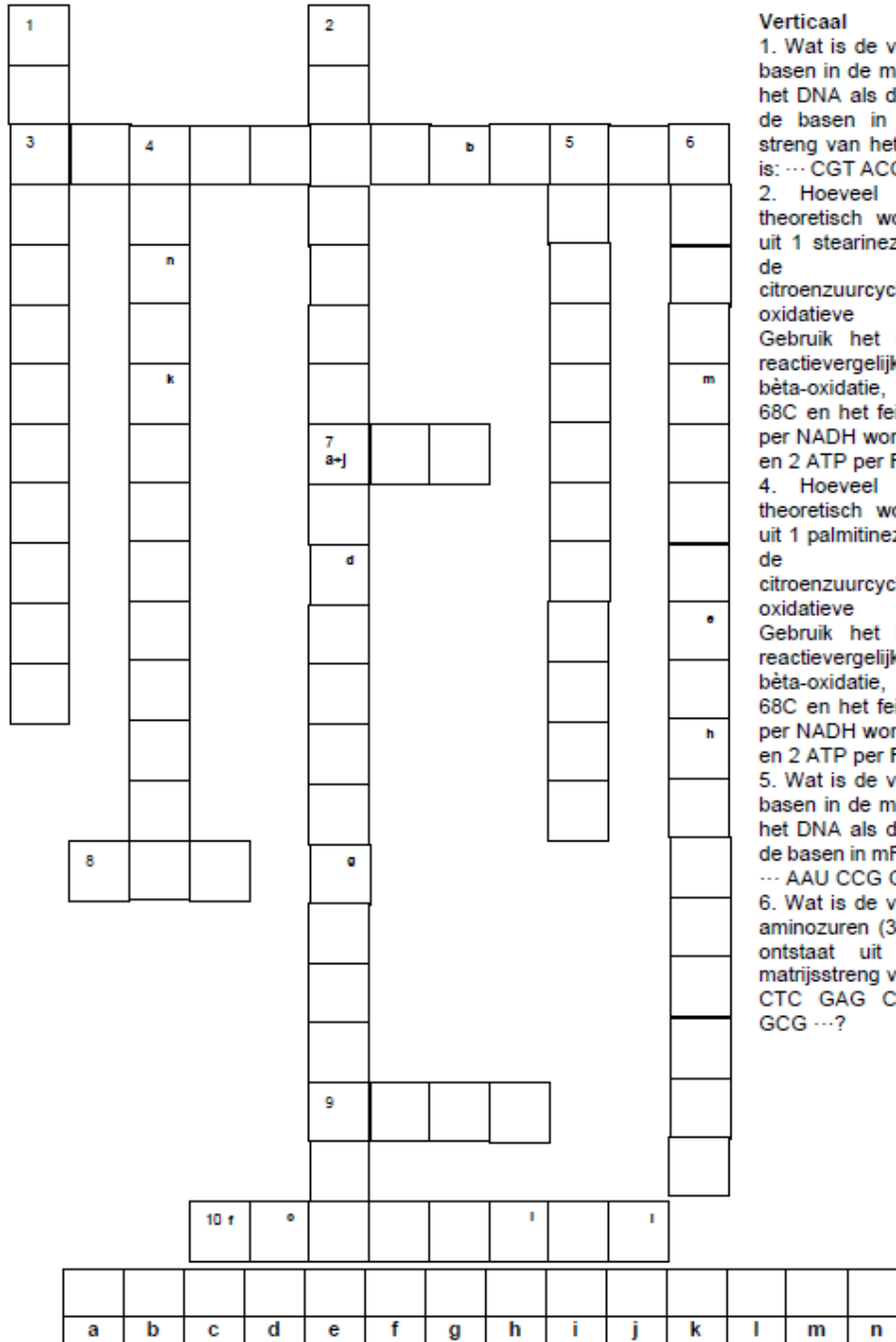
Bijlage 17. Escape the Classroom

Studentenversie

| omschrijving | antwoord |
|---|----------|
| koolhydraat bestaande uit een groot aantal monosachariden | |
| lipide die onderdeel is van een lipide dubbellaag | |
| de α -helix en β -plaat zijn voorbeelden van deze eiwitstructuur | |
| polymeren van nucleotiden | |
| complementaire stikstofbase van guanine | |
| stof of straling die genetische mutaties veroorzaakt | |
| afkorting van desoxyribonucleïnezuur | |
| klassen van voedingsstoffen die in relatief grote hoeveelheden nodig zijn | |
| lipide dat vloeibaar is bij kamertemperatuur | |
| NAD ⁺ , NADP ⁺ en FAD zijn voorbeelden van ... | |
| metabool proces waarbij acetyl co-enzym A wordt omgezet in CO ₂ en H ₂ O | |
| verbinding die door zoogdieren wordt gebruikt om stikstof uit te scheiden | |
| suiker dat het RNA-nucleotide bevat | |
| proces waarbij de α -vorm van een monosacharide wordt omgezet tot de β -vorm | |
| bouwsteen van eiwitten | |
| lipide opgebouwd uit vier karakteristieke koolstofringstructuren | |
| een stukje van het DNA dat wordt getranscribeerd tot een functioneel RNA | |
| monosacharide bestaande uit zes koolstofatomen | |
| eiwit die een reactie katalyseert | |
| triplet van drie nucleotiden | |
| additief dat is goedgekeurd door de EFSA | |
| afkorting van adenosinetrifosfaat | |
| metabool proces waarin vetzuren worden afgebroken per 2 koolstofatomen | |
| binding tussen monosachariden | |
| drievoudig alcohol waaruit triglyceriden zijn opgebouwd | |
| ion dat zowel een positieve als negatieve lading bevat | |
| afkorting van polymerasekettingreactie | |
| covalente binding die wordt gevormd tussen twee cysteïne aminozuren | |
| complementaire stikstofbase van adenine in RNA | |
| proces in planten dat CO ₂ en H ₂ O omzet in glucose en O ₂ onder invloed van zonlicht | |
| al het erfelijk materiaal dat een organisme bevat | |
| drielettercode van het aminozuur asparagine | |
| metabool proces waarbij glucose wordt afgebroken tot 2 pyrodrivenzuur moleculen | |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| d | s | g | e | j | f | p | c | r | z | u | i | c | s | m |
| h | e | l | s | t | o | e | c | g | w | o | f | i | d | u |
| e | c | y | t | o | s | i | n | e | a | p | o | t | e | t |
| x | u | c | e | d | f | g | i | n | v | o | t | r | e | a |
| o | n | o | r | u | o | l | i | o | e | l | o | o | t | r |
| s | d | s | o | g | l | y | c | o | l | y | s | e | r | o |
| e | a | i | ī | d | i | c | o | m | b | s | y | n | e | t |
| n | i | d | d | b | p | e | l | a | r | a | n | z | d | a |
| u | r | e | e | è | i | r | i | s | u | c | t | u | o | t |
| c | e | b | n | t | d | o | e | n | g | h | h | u | x | i |
| l | s | i | e | a | e | l | z | a | e | a | e | r | c | e |
| e | t | n | e | - | n | u | m | m | e | r | s | c | o | p |
| ī | r | d | u | o | z | z | e | i | l | i | e | y | - | k |
| n | u | i | a | x | o | m | t | n | i | d | s | c | e | m |
| e | c | n | t | i | r | i | b | o | s | e | d | l | n | u |
| z | t | g | p | d | v | i | e | z | r | c | n | u | z | t |
| u | u | u | r | a | c | i | l | u | z | o | a | s | y | a |
| r | u | e | v | t | u | r | e | u | m | d | e | g | m | g |
| e | r | z | w | i | t | t | e | r | i | o | n | e | e | e |
| n | n | a | c | e | n | z | y | m | h | n | t | n | n | e |
| m | a | c | r | o | n | u | t | r | i | ē | n | t | e | n |

III



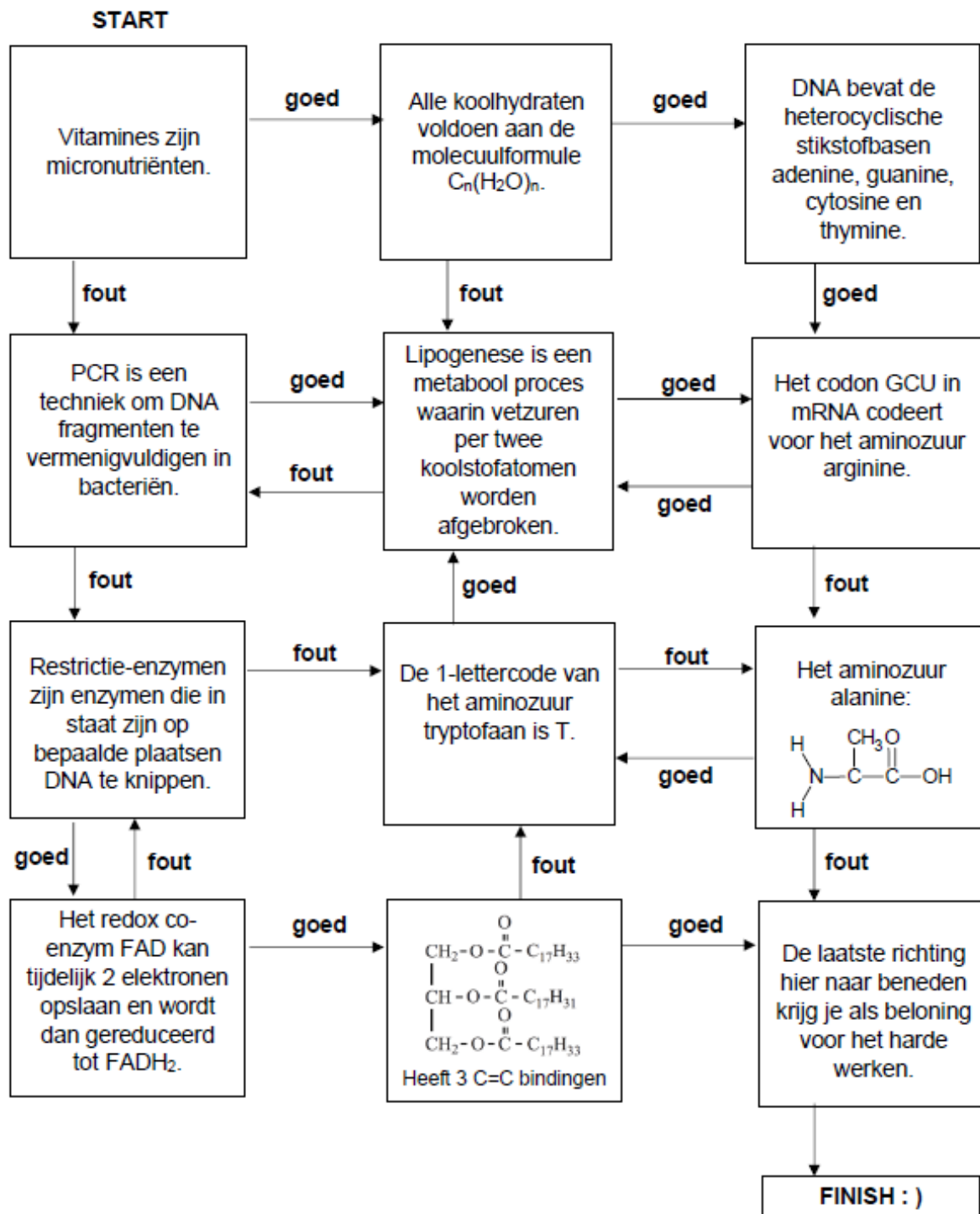
Verticaal

1. Wat is de volgorde van de basen in de matrijsstreng van het DNA als de volgorde van de basen in de coderende streng van het DNA als volgt is: ... CGT ACG GGC TTA ...?
2. Hoeveel ATP kan er theoretisch worden gevormd uit 1 stearinezuurmolecuul in de bèta-oxidatie, citroenzuurcyclus en oxidatieve fosforylering? Gebruik het boek voor de reactievergelijkingen van de bèta-oxidatie, BiNaS tabel 68C en het feit dat er 3 ATP per NADH wordt gegenereerd en 2 ATP per FADH₂.
4. Hoeveel ATP kan er theoretisch worden gevormd uit 1 palmitinezuurmolecuul in de bèta-oxidatie, citroenzuurcyclus en oxidatieve fosforylering? Gebruik het boek voor de reactievergelijkingen van de bèta-oxidatie, BiNaS tabel 68C en het feit dat er 3 ATP per NADH wordt gegenereerd en 2 ATP per FADH₂.
5. Wat is de volgorde van de basen in de matrijsstreng van het DNA als de volgorde van de basen in mRNA als volgt is: ... AAU CCG GCG AAC ...?
6. Wat is de volgorde van de aminozuren (3-lettercode) die ontstaat uit de volgende matrijsstreng van het DNA: ... CTC GAG CCC TTT AAA GCG ...?

Horizontaal

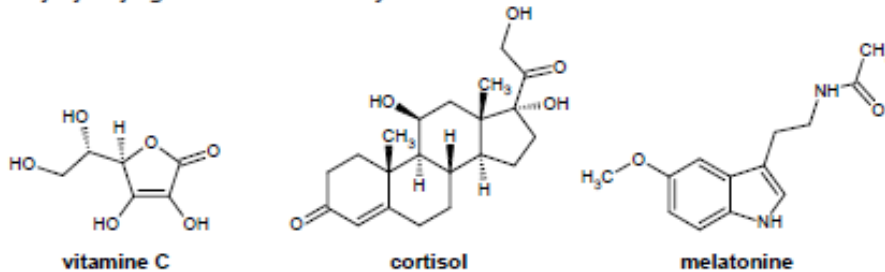
3. Hoeveel ATP kan er theoretisch worden gevormd uit 1 glucosemolecuul in de glycolyse, citroenzuurcyclus en oxidatieve fosforylering? Gebruik BiNaS tabel 68A of 68B en 68C en het feit dat er 3 ATP per NADH wordt gegenereerd en 2 ATP per FADH₂.
7. Uit hoeveel aminozuren bestaat het eiwit dat wordt gesynthetiseerd uit het volgende stukje mRNA: ... AUG AAU GCG GAA UUG ACG UAG CCG CAA ...?
8. Wat is het tRNA anticodon als het codon in mRNA ACA is?
9. Hoeveel NADH wordt er gegenereerd in de glycolyse uit 1 glucosemolecuul? Gebruik BiNaS tabel 68A of 68B.
10. Wat is de volgorde van de aminozuren (1-lettercode) die ontstaat uit het volgende stukje mRNA: ... UUC AGU GGG AGC CCU GUA CUC UUU ...?

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| Richtingen | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|



V

- Welk type RNA 'brengt' aminozuren naar een groeiende eiwitketen?
 - mRNA
 - tRNA
 - rRNA
- Benoem voor vitamine C, cortisol en melatonine welke van de drie voedingsmiddelen waarschijnlijk zijn gebruikt om ze te synthetiseren.



- Vitamine C uit eiwitten, cortisol uit koolhydraten en melatonine uit vetten.
 - Vitamine C uit koolhydraten, cortisol uit vetten en melatonine uit eiwitten.
 - Vitamine C uit vetten, cortisol uit eiwitten en melatonine uit koolhydraten.
- Het metabolisme van koolhydraten bestaat uit de glycolyse, de citroenzuurcyclus en de oxidatieve fosforylering. Welke van deze metabole routes genereert de meeste ATP?
 - Glycolyse
 - Citroenzuurcyclus
 - Oxidatieve fosforylering
 - De structuur van een eiwit bepaalt de functie. Er zijn twee belangrijke processen waarbij de eiwitstructuur verloren gaat: hydrolyse en denaturatie. Bij welke van deze processen verliest een eiwit zowel de primaire, secundaire, tertiaire als quaternaire structuur?
 - Alleen bij denaturatie.
 - Alleen bij hydrolyse.
 - Zowel bij denaturatie als bij hydrolyse.
 - Het induced-fit model kan worden gebruikt om enzymwerking te beschrijven. Wat wordt in de afbeelding, die het induced-fit model weergeeft, aangegeven met een sterretje (*)?



- Actief centrum
 - Product
 - Substraat
- Energie wordt verkregen uit de voedingsstoffen die aanwezig zijn in voedsel. Welke klasse van voedingsstoffen levert per koolstofatoom de meeste energie op?
 - Koolhydraten
 - Vetten
 - Eiwitten
 - Hoe heet het proces waarbij een (poly)peptide of eiwit wordt gesynthetiseerd uit mRNA?
 - Replicatie
 - Transcriptie
 - Translatie

Je hebt nu waarschijnlijk de code :)

| A | B | C |
|---|---|---|
| | | |

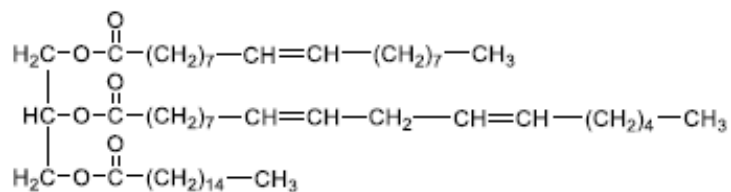
II

Groen

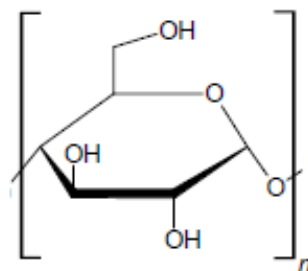
Teken de structuurformule van het tripeptide Ser-Ile-Met en bereken vervolgens de molaire massa van dit tripeptide. Geef het eindantwoord in 3 significante cijfers.

Blauw

Bij de hydrolyse van onderstaand triglyceride ontstaat een drievoudig alcohol en drie vetzuren. Tel de molaire massa van het drievoudig alcohol en de drie vetzuren die ontstaan bij de hydrolyse van onderstaand triglyceride. Geef je eindantwoord in 3 significante cijfers.

**Geel**

Hieronder wordt het polysaccharide amylose afgebeeld. Bereken de molaire massa van het monomeer van amylose. Geef je eindantwoord in 3 significante cijfers.



Klaar? Kijk op de achterkant van het oorspronkelijke eerste kraaltje van elke kleur.

| |
|----|
| IV |
|----|

Docentenhandleiding

Docentenversie Escaperoom Biochemie

Code's

| | <u>Spel</u> | <u>Code slot</u> | <u>Code in het kistje</u> |
|-----|------------------|------------------|---------------------------|
| I | Kruiswoordpuzzel | 6557 | Cijfer 6 |
| II | Meerkeuze | 142 | Cijfer 9 + code blaadje |
| III | Woordzoeker | 478 | Cijfer 1 |
| IV | Gekleurde kralen | 277 | Cijfer 2 + pen |
| V | Richtingslot | →↓←↓↓→↑→↓↓ | Cijfer 3 |

Gekleurde kralen

Groene kralen

| | Voorkant 1 | Voorkant 2 | Achterkant 1 | Achterkant 2 |
|---------|------------|------------|--------------|--------------|
| Kraal 1 | 3 | 2 | 2 | 1 |
| Kraal 2 | 4 | 8 | 6 | 5 |
| Kraal 3 | 9 | 7 | 5 | 8 |

Blauwe kralen

| | Voorkant 1 | Voorkant 2 | Achterkant 1 | Achterkant 2 |
|---------|------------|------------|--------------|--------------|
| Kraal 1 | 9 | 8 | 7 | 6 |
| Kraal 2 | 1 | 7 | 5 | 3 |
| Kraal 3 | 2 | 6 | 4 | 0 |

Gele kralen

| | Voorkant 1 | Voorkant 2 | Achterkant 1 | Achterkant 2 |
|---------|------------|------------|--------------|--------------|
| Kraal 1 | 1 | 3 | 7 | 9 |
| Kraal 2 | 8 | 6 | 4 | 5 |
| Kraal 3 | 0 | 2 | 5 | 3 |

Docentenversie Escaperoom Biochemie

Code blaadje

I wordt plek 2

II wordt plek 3

III wordt plek 5

IV wordt plek 4

V wordt plek 1

V – I – II – IV – III

Finale kistje

Kistje met hangslot met 5-cijferige code

36921

Docentenversie Escaperoom Biochemie

I

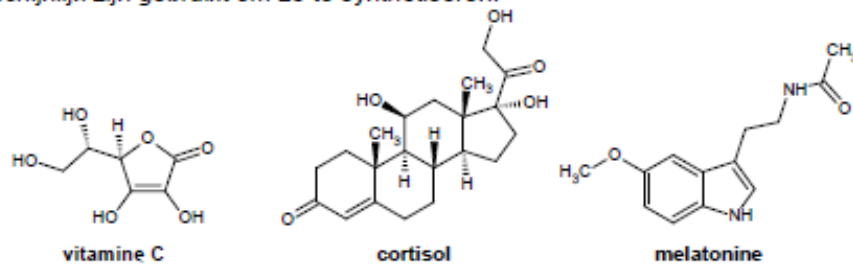
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|--|--|--|--|--|--|
| g | | | | | h | | | | | | | | | | | | | | |
| c | | | | | o | | | | | | | | | | | | | | |
| a | c | h | t | e | n | d | e | r | t | i | g | | | | | | | | |
| t | | o | | | d | | | | t | | l | | | | | | | | |
| g | | n | | | e | | | | a | | u | | | | | | | | |
| c | | d | | | r | | | | g | | l | | | | | | | | |
| c | | e | | | d | | | | g | | e | | | | | | | | |
| c | | r | | | z | e | s | | c | | u | | | | | | | | |
| g | | d | | | e | | | | c | | g | | | | | | | | |
| a | | d | | | v | | | | g | | l | | | | | | | | |
| a | | e | | | e | | | | c | | y | | | | | | | | |
| t | | r | | | n | | | | t | | l | | | | | | | | |
| | | t | | | e | | | | t | | y | | | | | | | | |
| | | i | | | n | | | | g | | s | | | | | | | | |
| | u | g | u | | v | | | | | | p | | | | | | | | |
| | | | | | e | | | | | | h | | | | | | | | |
| | | | | | e | | | | | | e | | | | | | | | |
| | | | | | r | | | | | | a | | | | | | | | |
| | | | | | t | w | e | e | | | r | | | | | | | | |
| | | | | | i | | | | | | g | | | | | | | | |
| | | | | | | f | s | g | s | p | v | l | f | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|----|---|---|----|---|---|---|---|---|---|
| z | e | s | v | ij | f | v | ij | f | z | e | v | e | n |
| a | b | c | d | e | f | g | h | i | j | k | l | m | n |

Docentenversie Escaperoom Biochemie

II

- Welk type RNA 'brengt' aminozuren naar een groeiende eiwitketen?
 - mRNA
 - tRNA
 - rRNA
- Benoem voor vitamine C, cortisol en melatonine welke van de drie voedingsstoffen waarschijnlijk zijn gebruikt om ze te synthetiseren.



- Vitamine C uit eiwitten, cortisol uit koolhydraten en melatonine uit vetten.
 - Vitamine C uit koolhydraten, cortisol uit vetten en melatonine uit eiwitten.**
 - Vitamine C uit vetten, cortisol uit eiwitten en melatonine uit koolhydraten.
- Het metabolisme van koolhydraten bestaat uit de glycolyse, de citroenzuurcyclus en de oxidatieve fosforylering. Welke van deze metabole routes genereert de meeste ATP?
 - Glycolyse
 - Citroenzuurcyclus
 - Oxidatieve fosforylering**
 - De structuur van een eiwit bepaalt de functie. Er zijn twee belangrijke processen waarbij de eiwitstructuur verloren gaat: hydrolyse en denaturatie. Bij welke van deze processen verliest een eiwit zowel de primaire, secundaire, tertiaire als quaternaire structuur?
 - Alleen bij denaturatie.
 - Alleen bij hydrolyse.**
 - Zowel bij denaturatie als bij hydrolyse.
 - Het induced-fit model kan worden gebruikt om enzymwerking te beschrijven. Wat wordt in de afbeelding, die het induced-fit model weergeeft, aangegeven met een sterretje (*)?

- Actief centrum**
- Product
- Substraat

- Energie wordt verkregen uit de voedingsstoffen die aanwezig zijn in voedsel. Welke klasse van voedingsstoffen levert per koolstofatoom de meeste energie op?
 - Koolhydraten
 - Vetten**
 - Eiwitten
- Hoe heet het proces waarbij een (poly)peptide of eiwit wordt gesynthetiseerd uit mRNA?
 - Replicatie
 - Transcriptie
 - Translatie**

| A | B | C |
|---|---|---|
| 1 | 4 | 2 |

Je hebt nu waarschijnlijk de code :)

Docentenversie Escaperoom Biochemie

| | omschrijving | antwoord |
|---|--|----------------------|
| III | koolhydraat bestaande uit een groot aantal monosachariden | polysacharide |
| | lipide die onderdeel is van een lipide dubbellaag | fosfolipide |
| | de α -helix en β -plaat zijn voorbeelden van deze eiwitstructuur | secundaire structuur |
| | polymeren van nucleotiden | nucleïnezuren |
| | complementaire stikstofbase van guanine | cytosine |
| | stof of straling die genetische mutaties veroorzaakt | mutageen |
| | afkorting van desoxyribonucleïnezuur | DNA |
| | klassen van voedingsstoffen die in relatief grote hoeveelheden nodig zijn | macronutriënten |
| | lipide dat vloeibaar is bij kamertemperatuur | olie |
| | NAD ⁺ , NADP ⁺ en FAD zijn voorbeelden van ... | redox co-enzymen |
| | metabool proces waarbij acetyl co-enzym A wordt omgezet in CO ₂ en H ₂ O | citroenzuurcyclus |
| | verbinding die door zoogdieren wordt gebruikt om stikstof uit te scheiden | ureum |
| | suiker dat het RNA-nucleotide bevat | ribose |
| | proces waarbij de α -vorm van een monosacharide wordt omgezet tot de β -vorm | mutarotatie |
| | bouwsteen van eiwitten | aminozuur |
| | lipiden opgebouwd uit vier karakteristieke koolstofringstructuren | steroiden |
| | een stukje van het DNA dat wordt getranscribeerd tot een functioneel RNA | gen |
| | monosacharide bestaande uit zes koolstofatomen | hexose |
| | eiwit die een reactie katalyseert | enzym |
| | triplet van drie nucleotiden | codon |
| | additief dat is goedgekeurd door de EFSA | E-nummer |
| | afkorting van adenosine trifosfaat | ATP |
| | metabool proces waarin vetzuren worden afgebroken per 2 koolstofatomen | bèta-oxidatie |
| | binding tussen monosachariden | glycosidebinding |
| | drievoudig alcohol waaruit triglyceriden zijn opgebouwd | glycerol |
| | ion dat zowel een positieve als negatieve lading bevat | zwitterion |
| afkorting van polymerasekettingreactie | PCR | |
| covalente binding die wordt gevormd tussen twee cysteine aminozuren | zwavelbrug | |
| complementaire stikstofbase van adenine in RNA | uracil | |
| proces in planten dat CO ₂ en H ₂ O omzet in glucose en O ₂ onder invloed van zonlicht | fotosynthese | |
| al het erfelijk materiaal dat een organisme bevat | genoom | |
| drielettercode van het aminozuur asparagine | Asn | |
| metabool proces waarbij glucose wordt afgebroken tot 2 pyrodruivenzuur moleculen | glycolyse | |

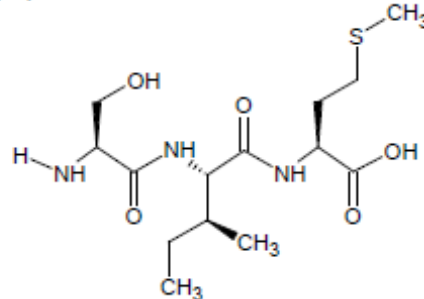
| | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| d | s | g | e | j | f | p | c | r | z | u | i | c | s | m |
| h | e | l | s | t | o | e | c | g | w | o | f | i | d | u |
| e | c | y | t | o | s | i | n | e | a | p | o | t | e | t |
| x | u | c | e | d | f | g | i | n | v | o | t | r | e | a |
| o | n | o | r | u | o | l | i | o | e | l | o | o | t | r |
| s | d | s | o | g | l | y | c | o | l | y | s | e | r | o |
| e | a | i | ī | d | i | c | o | m | b | s | y | n | e | t |
| n | i | d | d | b | p | e | l | a | r | a | n | z | d | a |
| u | r | e | e | è | i | r | i | s | u | c | t | u | o | t |
| c | e | b | n | t | d | o | e | n | g | h | h | u | x | i |
| l | s | i | e | a | e | l | z | a | e | a | e | r | c | e |
| e | t | n | e | - | n | u | m | m | e | r | s | c | o | p |
| ī | r | d | u | o | z | z | e | i | l | i | e | y | - | k |
| n | u | i | a | x | o | m | t | n | i | d | s | c | e | m |
| e | c | n | t | i | r | i | b | o | s | e | d | l | n | u |
| z | t | g | p | d | v | i | e | z | r | c | n | u | z | t |
| u | u | u | r | a | c | i | l | u | z | o | a | s | y | a |
| r | u | e | v | t | u | r | e | u | m | d | e | g | m | g |
| e | r | z | w | i | t | t | e | r | i | o | n | e | e | e |
| n | n | a | c | e | n | z | y | m | h | n | t | n | n | e |
| m | a | c | r | o | n | u | t | r | i | ē | n | t | e | n |

De juiste code die uit deze puzzel komt is vier zeven acht.

IV

Groen

Teken de structuurformule van het tripeptide Ser-Ile-Met en bereken vervolgens de molaire massa van dit tripeptide. Geef het eindantwoord in 3 significante cijfers.

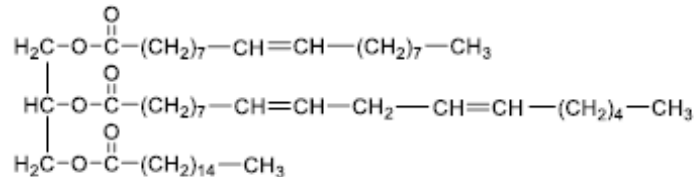


Molaire massa:

$$\begin{aligned}
 27 \times \text{H} &= 27 \times 1,008 = 27,216 \\
 14 \times \text{C} &= 14 \times 12,01 = 168,14 \\
 5 \times \text{O} &= 5 \times 16,00 = 80,00 \\
 3 \times \text{N} &= 3 \times 14,01 = 42,03 \\
 1 \times \text{S} &= 1 \times 32,06 = 32,06 \\
 &= \underline{349,446}
 \end{aligned}$$

Blauw

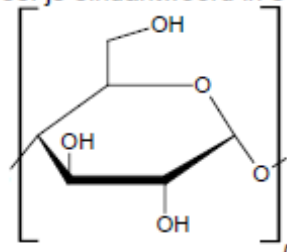
Bij de hydrolyse van onderstaand triglyceride ontstaat een drievoudig alcohol en drie vetzuren. Tel de molaire massa van het drievoudig alcohol en de drie vetzuren die ontstaan bij de hydrolyse van onderstaand triglyceride. Geef je eindantwoord in 3 significante cijfers.



$$\begin{aligned}
 \text{Glycerol (C}_3\text{H}_8\text{O}_3\text{)} &: 3 \times 12,01 + 8 \times 1,008 + 3 \times 16,00 = 93,038 \\
 \text{Vetzuur 1 (C}_{18}\text{H}_{34}\text{O}_2\text{)} &: 18 \times 12,01 + 34 \times 1,008 + 2 \times 16,00 = 282,452 \\
 \text{Vetzuur 2 (C}_{18}\text{H}_{32}\text{O}_2\text{)} &: 18 \times 12,01 + 32 \times 1,008 + 2 \times 16,00 = 280,436 \\
 \text{Vetzuur 3 (C}_{16}\text{H}_{32}\text{O}_2\text{)} &: 16 \times 12,01 + 32 \times 1,008 + 2 \times 16,00 = 256,416 \\
 \text{Totale molaire massa glycerol + vetzuren} &= 912,315
 \end{aligned}$$

Geel

Hieronder wordt het polysaccharide amylose afgebeeld. Bereken de molaire massa van het monomeer van amylose. Geef je eindantwoord in 3 significante cijfers.

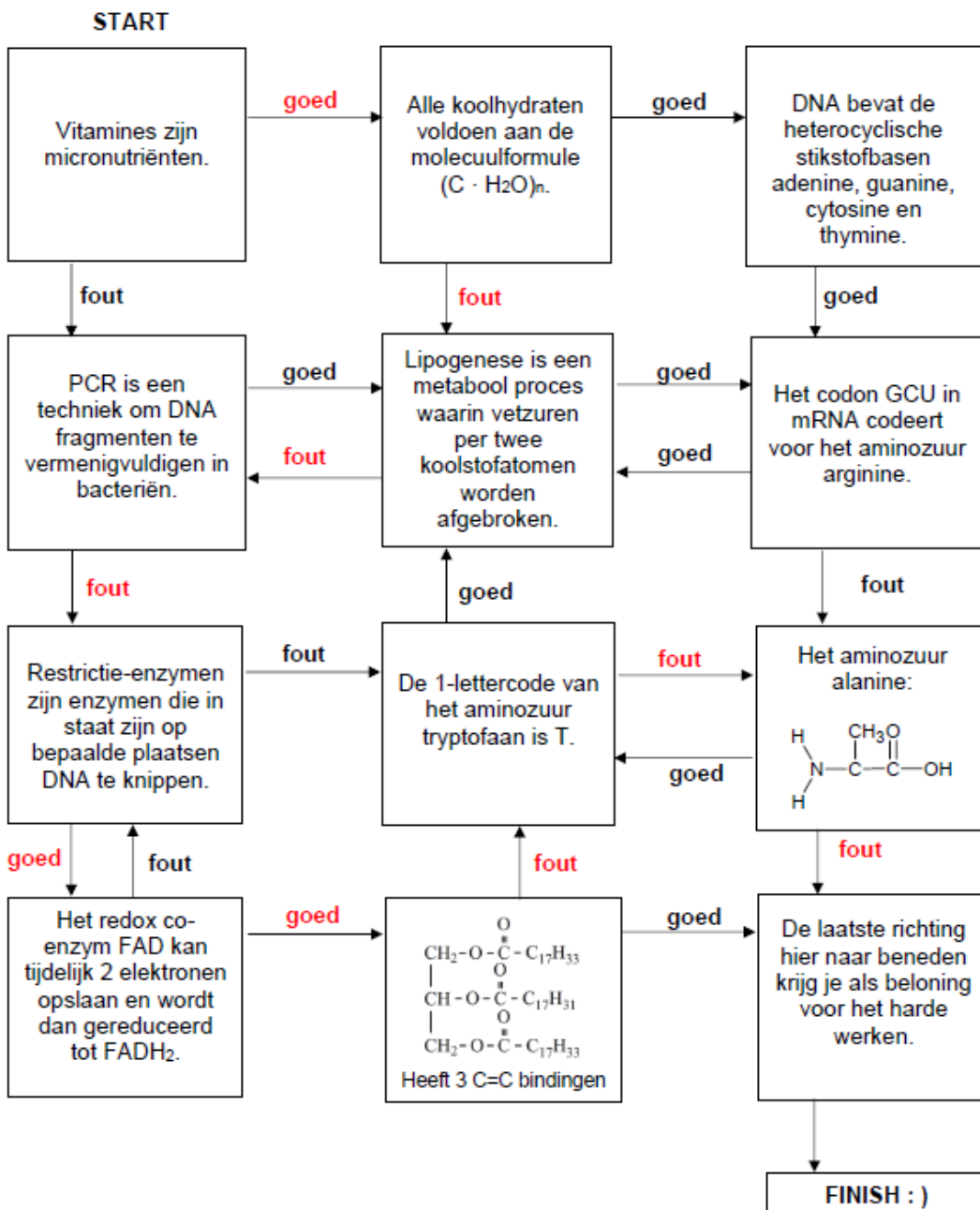


$$\begin{aligned}
 \text{Monomeer} &= \text{glucose} = \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \\
 6 \times \text{C} + 12 \times \text{H} + 6 \times \text{O} &= 6 \cdot 12,01 + 12 \cdot 1,008 + 6 \cdot 16,00 = 180,156 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}
 \end{aligned}$$

Klaar? Kijk op de achterkant van het oorspronkelijke eerste blokje van elke kleur.
De code die uit deze puzzel komt is 277

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| Richtingen | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|

V



Code blaadje

V – I – II – IV – III

V – I – II – IV – III

V – I – II – IV – III

V – I – II – IV – III

V – I – II – IV – III

V – I – II – IV – III

Bijlage 18. Vakdidactische opdracht

Opdracht

Ontwerp lesmateriaal (leerlingenmateriaal en een docentenhandleiding) waarin burgerschapsvorming en actualiteiten centraal staan. Hierin wordt gebruik gemaakt van minimaal 2 van de 3 mogelijke manieren om burgerschapsvorming te integreren in het scheikundeonderwijs (toepassingen van scheikunde in het dagelijks leven, cultuur van scheikunde, kritisch bewustzijn en reflectie). Het lesmateriaal bestaat uit maximaal 3 lessen, waarbij er gekozen kan worden voor de context voeding of de context nucleïnezuren (DNA en RNA) / biotechnologie. Het is de bedoeling dat het lesmateriaal compleet is. Denk hierbij aan gebruikte werkbladen / werkvormen / PowerPoints en ander lesmateriaal voor de leerlingen, lesplanformulieren in de docentenhandleiding en aandachtspunten bij het geven van de les.

Daarnaast is het de bedoeling dat de gemaakte keuzes worden verantwoord en onderbouwd met literatuur, waaronder de keuze voor de actualiteit en de mate waarin dit aansluit bij een scheikundeonderwerp en kerndoelen/exameneisen. In de verantwoording wordt ook de gekozen didactiek onderbouwd met literatuur en in verband gebracht met jouw eigen visie op onderwijs. Je kan hierbij denken aan onderzoekend leren, samenwerkend leren, gamedidactiek, activerend leren, gamedidactiek, et cetera. Ten slotte is het van belang om de verantwoording te beschrijven wat jouw visie is op jouw rol als onderwijsprofessional met betrekking tot burgerschapsonderwijs. Denk hierbij aan vragen als:

- Vind je het belangrijk om leerlingen te ondersteunen in hun vorming tot kritisch denkende burgers?
- Op wat voor manier help jij leerlingen om een kritisch denkende burger te worden?
- Wat doe je met actualiteiten uit de media waaraan scheikunde ten grondslag ligt? Gebruik je dit in jouw les als dat mogelijk is?
- Wat doe je als een leerling uit jouw klas iets op TikTok heeft gezien waaraan scheikunde ten grondslag ligt, maar wat een ethische discussie kan opleveren?
- Hoe begeleid je een ethische discussie in jouw rol als onderwijsprofessional?
- Vind je dat je als docent jouw mening mag laten doorschemeren over ethische dilemma's? Vind je juist dat je als docent dit niet mag doen? Of is dit afhankelijk van de situatie?
- Moet je als docent altijd handelen zonder te oordelen omtrent ethische dilemma's?
- Hoe kan je ervoor zorgen dat feiten en meningen worden losgekoppeld bij leerlingen?
- Et cetera, et cetera, et cetera.

Het is niet verplicht om de les(sen) uit te voeren op stage. Mocht je de les(sen) wel kunnen uitvoeren dan kun je bonuspunten verdienen op de reflectie van de les en is het ook mogelijk om dit toe te voegen aan je einddossier van je stage. Hierbij zou je ook leerlingen kunnen bevragen wat zij van de les(sen) vonden.

Beoordelingsrubric

| Criteria + weging | 4 punten | 3 punten | 2 punten | 1 punt | 0 punten | Aantal punten |
|--|---|---|--|--|---|---------------|
| Leerlingmateriaal | | | | | | |
| Algemeen Weging = 1 | Het leerlingmateriaal: - heeft een aantrekkelijke en verzorgde lay-out. - heeft een duidelijke opbouw en structuur en is overzichtelijk. - is correct (taalgebruik, opdrachten, theorie). - bevat een duidelijke instructie voor de leerlingen. - is motiverend voor de doelgroep. | Het leerlingmateriaal voldoet aan 4 van de 5 criteria die in de linker kolom genoemd zijn. | Het leerlingmateriaal voldoet aan 3 van de 5 criteria die in de linker kolom genoemd zijn. | Het leerlingmateriaal voldoet aan 2 van de 5 criteria die in de linker kolom genoemd zijn. | Het leerlingmateriaal voldoet aan 1 of minder van de 5 criteria die in de linker kolom genoemd zijn. | |
| Werkvormen Weging = 2 | De gekozen werkvormen: - bevatten minimaal 2 van de 3 mogelijke manieren om burgerschapsvorming te integreren scheikunde (toepassingen van scheikunde in het dagelijks leven, cultuur van scheikunde, kritisch bewustzijn en reflectie). - zijn afwisselend. - zetten leerlingen aan het denken. - zijn van goede kwaliteit. - zijn congruent met de leerdoelen. - sluiten aan bij het niveau van de doelgroep. | De gekozen werkvormen voldoen aan 5 van de 6 criteria die in de linker kolom genoemd zijn. | De gekozen werkvormen voldoen aan 4 van de 6 criteria die in de linker kolom genoemd zijn. | De gekozen werkvormen voldoen aan 3 van de 6 criteria die in de linker kolom genoemd zijn. | De gekozen werkvormen voldoen aan 2 of minder van de 6 criteria die in de linker kolom genoemd zijn. | |
| Docentenhandleiding | | | | | | |
| Algemeen Weging = 1 | De docentenhandleiding: - heeft een aantrekkelijke en verzorgde lay-out. - heeft een duidelijke opbouw en structuur en is overzichtelijk. - is correct (taalgebruik, antwoorden van opdrachten, theorie). - bevat een beknopte beschrijving van het lesmateriaal. - geeft duidelijkheid over het aantal lessen, leerjaar en niveau. | De docentenhandleiding voldoet aan 4 van de 5 criteria die in de linker kolom genoemd zijn. | De docentenhandleiding voldoet aan 3 van de 5 criteria die in de linker kolom genoemd zijn. | De docentenhandleiding voldoet aan 2 van de 5 criteria die in de linker kolom genoemd zijn. | De docentenhandleiding voldoet aan 1 of minder van de 5 criteria die in de linker kolom genoemd zijn. | |
| Voorkennis, misconcepties & leerdoelen Weging = 1 | Voorkennis, misconcepties en leerdoelen: - de vereiste voorkennis wordt uitgebreid beschreven. - mogelijke misconcepties worden uitgebreid beschreven. - leerdoelen sluiten aan bij de voorkennis van de doelgroep. - leerdoelen sluiten aan bij het niveau van de doelgroep. - leerdoelen zijn actief geformuleerd en beschrijven het verwachte gedrag of resultaat en bijbehorende voorwaarden en niveau. - voorkennis en/of misconcepties en/of leerdoelen worden onderbouwd met literatuur. | De voorkennis, misconcepties en leerdoelen voldoen aan 5 van de 6 criteria die in de linker kolom genoemd zijn. | De voorkennis, misconcepties en leerdoelen voldoen aan 4 van de 6 criteria die in de linker kolom genoemd zijn. | De voorkennis, misconcepties en leerdoelen voldoen aan 3 van de 6 criteria die in de linker kolom genoemd zijn. | De voorkennis, misconcepties en leerdoelen voldoen aan 2 of minder van de 6 criteria die in de linker kolom genoemd zijn. | |
| Lesplanformulieren Weging = 1 | De lesplanformulieren: - beschrijven de rol van de leerlingen per lesfase duidelijk. - beschrijven de rol van de docent per lesfase duidelijk. - beschrijven duidelijk welke hulpmiddelen/materialen nodig zijn per lesfase. - geven aandachtspunten bij gebruik van het lesmateriaal. - zijn zo gemaakt dat een andere docent de les zo over zou kunnen nemen en vrijwel direct aan de slag kan met het lesmateriaal. - hebben een reële tijdsplanning. | De lesplanformulieren voldoen aan 5 van de 6 criteria die in de linker kolom genoemd zijn. | De lesplanformulieren voldoen aan 4 van de 6 criteria die in de linker kolom genoemd zijn. | De lesplanformulieren voldoen aan 3 van de 6 criteria die in de linker kolom genoemd zijn. | De lesplanformulieren voldoen aan 2 of minder van de 6 criteria die in de linker kolom genoemd zijn. | |
| Verantwoording | | | | | | |
| Actualiteit, onderwerp & kerndoelen / eind-exameneisen Weging = 1 | Actualiteit en onderwerp: - de keuze voor de actualiteit wordt uitgebreid onderbouwd. - de actualiteit wordt aan een scheikundeonderwerp binnen het curriculum gekoppeld. - de actualiteit en het onderwerp worden gekoppeld aan de kerndoelen / eindexameneisen. - is onderbouwd met literatuur van goede kwaliteit. | De verantwoording van de keuze van de actualiteit en het onderwerp van het lesmateriaal voldoet aan 3 van de 4 criteria die in de linker kolom genoemd zijn. | De verantwoording van de keuze van de actualiteit en het onderwerp van het lesmateriaal voldoet aan 2 van de 4 criteria die in de linker kolom genoemd zijn. | De verantwoording van de keuze van de actualiteit en het onderwerp van het lesmateriaal voldoet aan 1 van de 4 criteria die in de linker kolom genoemd zijn. | De verantwoording van de keuze van de actualiteit en het onderwerp van het lesmateriaal ontbreekt. | |
| Didactiek & onderwijsvisie Weging = 1 | De didactiek en onderwijsvisie: - de gekozen didactiek wordt uitgebreid beschreven. - de eigen onderwijsvisie wordt uitgebreid beschreven. - de gekozen didactiek wordt gekoppeld aan de eigen onderwijsvisie. - is onderbouwd met literatuur van goede kwaliteit. | De didactiek en onderwijsvisie voldoet aan 3 van de 4 criteria die in de linker kolom genoemd zijn. | De didactiek en onderwijsvisie voldoet aan 2 van de 4 criteria die in de linker kolom genoemd zijn. | De didactiek en onderwijsvisie voldoet aan 1 van de 4 criteria die in de linker kolom genoemd zijn. | De didactiek en onderwijsvisie ontbreekt. | |
| Visie op burgerschapsvorming & rol als onderwijsprofessional Weging = 2 | Visie op burgerschapsvorming en de rol als onderwijsprofessional worden minimaal 3 voorbeelden gegeven van situaties in de klas en hoe daar mee om te gaan. | Visie op burgerschapsvorming en de rol als onderwijsprofessional worden goed beschreven. Er worden 2 voorbeelden gegeven van situaties in de klas en hoe daar mee om te gaan. | Visie op burgerschapsvorming en de rol als onderwijsprofessional worden voldoende beschreven. Er wordt 1 voorbeeld gegeven van een situatie in de klas en hoe daar mee om te gaan. | Visie op burgerschapsvorming en de rol als onderwijsprofessional worden onvoldoende beschreven. Er worden geen voorbeelden gegeven van een situatie in de klas en hoe daar mee om te gaan. | Visie op burgerschapsvorming en de rol als onderwijsprofessional wordt niet beschreven. | |
| BONUS: Uitvoering in de klas & reflectie | | | | | | |
| Uitvoering & reflectie Weging = 1 | Uitvoering & reflectie: - het ontwikkelde lesmateriaal is uitgevoerd op de stageschool. - er wordt beschreven hoe de uitvoering in de klas ging (organisatorisch). - er wordt beschreven hoe de uitvoering in de klas ging (inhoudelijk). - er worden concrete aanbevelingen gegeven voor het ontwikkelde lesmateriaal. - er wordt weergegeven wat leerlingen van het ontwikkelde lesmateriaal vonden. - er wordt weergegeven wat de werkplekbegeleider van het ontwikkelde lesmateriaal vond. | De uitvoering en reflectie voldoet aan 5 van de 6 criteria die in de linker kolom genoemd zijn. | De uitvoering en reflectie voldoet aan 4 van de 6 criteria die in de linker kolom genoemd zijn. | De uitvoering en reflectie voldoet aan 3 van de 6 criteria die in de linker kolom genoemd zijn. | De uitvoering en reflectie voldoet aan 2 of minder van de 6 criteria die in de linker kolom genoemd zijn. | |

Cijfer = (aantal punten / 40) * 10

De vakdidactische opdracht telt voor 25% mee voor de afronding van het vak KCH3.

Bijlage 19. Uitgebreide uitvoering van de colleges

College 1 – Introductie, voorkennis en voeding (MDI, contextueel- en onderzoekend leren, gamedidactiek)

Het eerste college, op 8 september, startte met een introductie van het vak waarin leerdoelen werden benoemd, studiematerialen werden beschreven (boek, werkboek, PowerPoint presentaties, Brightspace), de planning werd gedeeld en de afrondingsvormen (CGI en vakdidactische opdracht) werden genoemd. Ook werd uitgebreid stilgestaan bij vakdidactiek: de rol van burgerschapsvorming en het gebruik van actualiteiten in het scheikundeonderwijs.

Vervolgens werd ervoor gekozen om voorkennis te activeren en concepten te herhalen middels de voorkennistest. De studenten kregen de tijd om zelfstandig aan de slag te gaan met de voorkennistest in het werkboek. Resultaten van de a-vragen van de voorkennistest zijn weergegeven in Bijlage 20. Niet alle studenten hadden de b- en c-vragen ingevuld, waardoor hier geen conclusie over kan worden getrokken. In de resultaten is goed te zien dat er verschil zit tussen studenten: één student had 9/17 vragen goed (53%), drie studenten hadden 12/17 vragen goed (71%), één student had 13/17 vragen goed (76%) en één student had 16/17 vragen goed (94%). Analyse van de resultaten per vraag laten zien dat vraag 1, 2, 4, 5, 6, 15 en 17 door alle studenten goed waren beantwoord en dat vraag 3, 10 en 11 door één student foutief werd beantwoord. Vraag 12 en 14 werden door de helft van de studenten goed beantwoord, wat betekent dat de concepten emulsie, zuren, basen, pH, amfoteer en amfolyt nog niet voor alle studenten duidelijk zijn. Vraag 7, 8 en 16 werden door twee studenten juist beantwoord, wat betekent dat er nog meer aandacht moet worden besteed aan de concepten R- en S-configuratie, mutarotatie en redox. Vraag 9 werd het slechtst gemaakt, deze werd door één student goed beantwoord, wat betekent dat de begrippen nucleofiel, elektrofiel en elektronenflow in reactiemechanismen nog niet goed wordt begrepen door het overgrote deel van de studenten. Tijdens het college werden de vragen naderhand klassikaal besproken waarbij ofwel studenten dit aan elkaar uitlegden of ik als docent de uitleg verzorgde.

Na de voorkennistest werd gestart met het hoofdstuk over voeding middels DDU. Studenten dachten eerst na waarom we voeding nodig hebben, vervolgens deelden zij hun redenen in tweetallen en ten slotte werden de antwoorden klassikaal uitgewisseld. Daarna werd de opdracht "Etiketten op voedingsmiddelen" gemaakt middels contextueel- en onderzoekend leren. In deze werkvorm onderzochten de studenten (foto's van) etiketten van voedingsmiddelen die zij zelf hadden meegebracht, ter voorbereiding op het college. Ze classificeerden welke soorten voedingsstoffen zich bevonden in het voedingsmiddel en gaven aan over welke (hoeveelheid) voedingsstof zij zich verbaasden. Daarnaast zochten zij uit welke ingrediënten uit de ingrediëntenlijst bijdroegen aan de verschillende voedingsstoffen in de voedingswaardentabel. Na deze werkvorm gingen studenten nogmaals middels contextueel- en onderzoekend leren aan de slag met de opdracht "Wat zijn E-nummers?" uit het werkboek. In deze opdracht zochten zij eerst op wat de definitie is van een additief, een E-nummer en gaven zij een aantal voorbeelden van functies van additieven/E-nummers. Vervolgens kregen zij een lijst van 13 E-nummers waarvan zij moesten opzoeken wat voor stof behoorde bij dit E-nummer. Daarna moesten de studenten een 'educated guess' doen wat voor voedingsmiddel deze 13 E-nummers zou kunnen bevatten. Bij het bespreken van de opdracht werd duidelijk dat dit voedingsmiddel een tomaat is, wat overigens geen van de studenten goed geraden had. Deze opdracht is toegevoegd aan het werkboek om studenten in te laten zien dat ook natuurlijke voedingsmiddelen 'E-nummers' bevatten. Deze werkvorm werd gevolgd door het "Voedingsmiddelenpracticum" waarvoor de studenten zelf voedingsmiddelen hadden meegenomen, ter voorbereiding op het college. In het practicum onderzochten de studenten welke voedingsstoffen (zetmeel, mono- en disachariden, vitamine C, eiwitten, vetten, natriumchloride) aanwezig waren in de door henzelf meegebrachte voedingsmiddelen door gebruik te maken van aantonningsreacties. Het practicum werd goed uitgevoerd door de studenten. Het eerste college werd afgesloten met de quiz "Voedingsmiddelen, voedingsstoffen en energie". "In deze quiz, bestaande uit 10 vragen, moesten studenten voedingsmiddelen rangschikken op basis van de hoeveelheid vitaminen, calorieën, vezels en suiker. Deze quiz is onder andere toegevoegd in het kader van burgerschapsvorming, om studenten te laten verbazen over dat kiwi's meer vitamine C bevatten per 100 gram dan sinaasappels, de hoeveelheid calorieën in een ontbijt bestaande uit een volkoren boterham met kaas en jus d'orange, de hoeveelheid suiker in frisdrank en jus d'orange, de hoeveelheid calorieën in sauzen en gebak, de hoeveelheid suikers in ketchup en de hoeveelheid calorieën in noten. Tijdens de quiz was duidelijk verbazing te zien bij de studenten.

College 2 – Voeding en koolhydraten (MDI, contextueel- en onderzoekend leren, gamedidactiek)

Ondanks dat tijdens het eerste college was geprobeerd om het gehele subdomein voeding af te ronden, was er niet genoeg tijd om de werkvorm “E-nummers: voor of tegen?” uit te voeren. Het tweede college werd daarom gestart met deze werkvorm. In deze werkvorm werd stilgestaan bij het feit dat er veel verschillende meningen zijn over het gebruik van additieven en E-nummers. In het kader van burgerschapsvorming moesten de studenten middels contextueel- en onderzoekend leren, argumenten opzoeken van voor- en tegenstanders van additieven en E-nummers in aangereikte artikelen en filmpjes (Bijlage 22). De ene helft van de groep zocht argumenten op van voorstanders en de andere helft van de groep zocht argumenten op van tegenstanders. Na tijd werden de argumenten van voor- en tegenstanders uitgewisseld tussen de groepjes. Vanwege de kleine groep studenten, kon geen debat worden georganiseerd. Tijdens het uitwisselen leek het echter wel op een debat door het goede gesprek dat werd gevoerd tussen de studenten. Hierbij dachten studenten kritisch na over argumenten en hoe het ene argument het andere ook weer kon weerleggen. Kortom: een geslaagde werkvorm die bijdraagt aan burgerschapsvorming.

De rest van het college stond in het teken van het subdomein koolhydraten. Om voorkennis te activeren en leerstof te herhalen werd gestart met een quizje waarbij de studenten met behulp van kaartjes met A, B, C, D, na de gegeven denktijd, het antwoord van hun keuze konden delen. Vragen die foutief werden beantwoord door een of meerdere studenten werden besproken door of studenten te activeren als bron van instructie voor elkaar of door dit als docent toe te lichten. Het college werd vervolgd met de vraag wat het meest voorkomende organische molecuul ter wereld is. Middels een OLG kregen studenten de kans om hun suggestie te delen met de rest van de groep en uiteindelijk werd verteld dat dit cellulose is, een polysaccharide dat een belangrijk component is van de celwanden van planten. Hierna gingen de studenten middels onderzoekend leren aan de slag met de opdracht “Karakteriseren van koolhydraten”. In deze opdracht onderzochten zij de structuur van koolhydraten, waarin de concepten mono, di- en polysacchariden, ketoses en aldoses, pyranose en furanoses, trioses, tetroses, pentoses, hexoses en heptoses, cyclische en open/keten/lineaire vorm en α - en β -hydroxylgroepen werden behandeld. Ter voorbereiding op het college hadden de studenten, middels onderzoekend leren, al de eerste zes vragen van de deze opdracht uit het werkboek gemaakt. Dit deel van de opdracht kon worden nabesproken en vervolgens konden zij in het college deze opdracht afmaken door verschillende koolhydraten te classificeren als een van de eerdergenoemde klassen. Tijdens het nabespreken bleek dat de studenten de classificering van koolhydraten goed hadden begrepen. Na deze werkvorm werd gebruik gemaakt van MDI bij de opdracht “Opdrachten koolhydraten bij instructie”. Studenten gaven aan dat ze de concepten behorende bij de opdracht wel lastig vonden en dat het daarom fijn was dat gebruik werd gemaakt van MDI. Na deze werkvorm gingen studenten middels contextueel- en onderzoekend leren aan de slag met de opdracht “Structuur-eigenschap relaties van polysacchariden”. In deze opdracht probeerden zij structuur-eigenschap relaties zoals oplosbaarheid en verteerbaarheid van polysacchariden te verklaren. Daarnaast werd ingegaan op de functies van koolhydraten als energieopslag of bouwstof. Nadat zij zelfstandig of in tweetallen de tijd hadden gehad om hier mee aan de slag te gaan, bleek tijdens het bespreken van de opdracht dat de studenten dit best goed hadden gemaakt. Het subdomein koolhydraten werd vervolgens afgesloten met actuele wetenschappelijke contexten: suikervetzuuresters als anti-kankermedicijn (Snoch et al., 2021), 2-deoxy-2-fluor-D-glucose als PET-tracer voor de diagnostisering van kanker (Brugarolas, 2019; Jiménez-Barbero et al., 2020) en suikers in moedermelk (Rijksuniversiteit Groningen, 2021).

College 3 – Lipiden en eiwitten (MDI, contextueel- en onderzoekend leren, gamedidactiek)

Het gehele derde college zou initieel in het teken van het hoofdstuk lipiden staan. Bij het voorbereiden van het college bleek echter dat ik nog tijd over zou hebben in dit college. Aangezien het hoofdstuk eiwitten een uitgebreid hoofdstuk is, werd tijdens het voorbereiden van het college besloten om ook alvast te beginnen aan het hoofdstuk eiwitten. Het college werd gestart met een quizje om voorkennis te activeren en leerstof te herhalen waarbij de studenten met behulp van kaartjes met A, B, C, D, na de gegeven denktijd, het antwoord van hun keuze konden delen. Ook tijdens dit college werden vragen die foutief werden beantwoord door een of meerdere studenten besproken door of studenten te activeren als bron van instructie voor elkaar of door dit als docent toe te lichten. Na het quizje werd het subdomein lipiden gestart in de context voeding door studenten middels DDU na te laten denken over welke voedingsmiddelen rijk zijn aan lipiden. Dit bleek een eenvoudige opdracht voor de studenten en er werd vervolgens verdergegaan met de opdracht “Karakteriseren van lipiden”. In deze opdracht onderzochten zij de structuur van triglyceriden, wassen, fosfolipiden, sfingolipiden, glycolipiden, steroïden en andersoortige lipiden. Ter voorbereiding op het college hadden de studenten, middels onderzoekend leren, al de eerste drie vragen van de opdracht uit het werkboek gemaakt. Dit deel van de opdracht kon worden nabesproken en vervolgens konden zij in het college deze opdracht afmaken door

verschillende lipiden te classificeren als een van de eerdergenoemde klassen. Tijdens het nabespreken bleek dat de studenten de classificering van lipiden goed hadden begrepen. Na deze werkvorm gingen de studenten aan de slag met de practica “Olie, water en zeep” en “Vet, olie en vetzuren”. In het “Practicum olie, water en zeep” mengden de studenten olie en water, beschreven dit proces op micro- en macroniveau en verzeepden een triglyceride onder leiding van de TOA. In dit practicum stonden structuur-eigenschap relaties van lipiden, verzeppen, micellen, zeepwerking en het opstellen van een reactievergelijking van verzeeping centraal. Voor het verzeppen werd gebruik gemaakt van een voorschrift van de Royal Society of Chemistry (Royal Society of Chemistry, n.d.-c). In het “Practicum vet, olie en vetzuren” onderzochten de studenten wat voor soort vetzuren zich bevinden in verschillende vetten en oliën. In dit practicum stonden de concepten (on)verzadigde vetzuren, structuur-eigenschap relaties van lipiden, reactievergelijkingen met lipiden opstellen (hydrolyse, condensatie, hydrogenatie) en gezondheidsaspecten van lipiden centraal. Er werd gebruik gemaakt van een voorschrift van de Royal Society of Chemistry (Royal Society of Chemistry, n.d.-b). Beide practica verliepen niet zoals gepland. Voor het practicum waarin studenten een triglyceride gingen verzeppen waren ze vergeten om goed en hard te roeren, wat resulteerde in het feit dat geen van de studenten zeep had gemaakt. Het is verstandig om in het voorschrift nog expliciet te beschrijven dat goed en hard geroerd moet worden. Voor het practicum waarin studenten gingen bepalen hoe (on)verzadigd de triglyceriden in vetten en oliën zijn, was dit goed zichtbaar voor zonnebloemolie, frituurolie en frituurvet, maar voor olijfolie en kokosolie was het moeilijk te zien. Het is daarom verstandig om voor volgend jaar een grotere variatie aan vetten en oliën van tevoren te testen. Daarnaast kan ook nog worden geprobeerd of de reactie met broomwater sneller werkt, maar niet te snel zodat het niet meer zichtbaar is. Nadat de studenten beide practica hadden gedaan werd tijd uitgetrokken om de practica klassikaal te bespreken en werd nog een stukje instructie gegeven. Het subdomein lipiden werd vervolgens afgesloten met actuele wetenschappelijke contexten: plantaardige oliën als groen oplosmiddel (Gevorgyan, Hopmann & Bayer, 2021, 2022; Linzel, 2021) en liposomen als medicijndrager (Creative Biolabs, 2022; Nsairat et al., 2022). Ook werd ingegaan op de vragen wat studenten zelf doen met actualiteiten in de les en welke actualiteit zij onlangs hebben gebruikt. Het was mooi om te horen dat studenten actualiteiten integreren in hun lessen en het was goed om deze actualiteiten en ervaringen uit te wisselen.

Het derde college werd afgesloten door te starten met het subdomein eiwitten. Middels DDU werd het subdomein gestart in de context voeding door studenten na te laten denken over welke voedingsmiddelen rijk zijn aan eiwitten. Dit bleek een eenvoudige opdracht voor de studenten en er werd vervolgens gestart met de opdracht “Karakteriseren van eiwitten”. Middels onderzoekend leren maakten de studenten deze opdracht waarin zij de bouw van aminozuren en eiwitten onderzochten, uitzochten hoe twee aminozuren in een eenvoudige reactievergelijking middels een condensatiepolymerisatie reactie koppelen tot een dipeptide waarin een peptidebinding wordt gevormd, uitzochten welke eiwitstructuren (primaair, secundair, tertiair, quaternair) er bestaan, welke intramoleculaire krachten aan deze eiwitstructuren ten grondslag liggen en wat een polypeptide is. De opdracht werd aan het einde van het college klassikaal werd besproken. Hieruit bleek dat de studenten inderdaad zelf de concepten behorende bij de opdracht uit kunnen zoeken.

College 4 – Eiwitten (MDI, contextueel- en onderzoekend leren, gamedidactiek)

Het vierde college werd gestart met onderwerpen voor de presentaties over het keuzeonderwerp. De studenten hadden een week de tijd gehad om na te denken over welk onderwerp zij een presentatie wilden geven tijdens het vijfde college. De gekozen onderwerpen voor deze presentaties waren: hemoglobine, DNA van een kip v.s. een mens, amylase en koken, pijnstillers en opiaten, lactose-intolerantie en corticosteroiden. Na dit overleg werd gestart met het quizje om voorkennis te activeren en leerstof te herhalen. Dit keer werd gebruik gemaakt van wisbordjes waarop studenten het antwoord van hun keuze konden schrijven. Vragen die foutief werden beantwoord door een of meerdere studenten werden besproken door of studenten te activeren als bron van instructie voor elkaar of door dit als docent toe te lichten. De rest van het college stond in het teken van het afmaken van het subdomein eiwitten. Er werd gestart met de werkvorm “Structuur van aminozuren” waarin studenten middels MDI afwisselend uitleg kregen over de lading van aminozuren en gelelektroforese en de bijbehorende opdrachten maakten. De studenten bleken dit onderwerp, zoals gedacht, lastig te vinden, maar er bleek ook meer tijd nodig te zijn dan vooraf was bedacht. Het leek mij daarom goed om hier in het vijfde college nog even op terug te komen. Vervolgens gingen de studenten aan de slag met de practica “Gelelektroforese” en “Verlies van eiwitstructuur”. In het “Practicum gelelektroforese” gingen de studenten eiwitten van verschillende soorten vlees (kip, rund en varken) scheiden en analyseren met behulp van gelelektroforese onder leiding van de TOA. Dit practicum wordt al jaren gedaan bij het vak biochemie en er is gebruik gemaakt van het al aanwezige voorschrift. In het “Practicum verlies van eiwitstructuur” onderzochten de studenten welke invloeden van buitenaf ervoor zorgen dat eiwitten denatureren. De studenten hadden goed gewerkt tijdens beide practica: er

was een goede taakverdeling onder de studenten, er werd een mooie scheiding van eiwitten verkregen op de gel en er werd duidelijk welke invloeden van buitenaf leiden tot denaturatie van eiwitten. Na tijd werden de practica en de bijbehorende vragen nabesproken. Het college werd afgesloten met de actuele wetenschappelijke context antimicrobiële peptiden als potentiële nieuwe antibiotica (Thole, 2023; van Lier, de Bruijn & Roelfes, 2021). Hierin vertelde ik de studenten over het onderzoek dat ik heb gedaan tijdens mijn master en PhD. Ik maakte toen gebruik van bio-orthogonale chemie om de dehydroaminozuren in antimicrobiële peptiden te modificeren door gebruik te maken van zinc benzylsulfonaten en een wateroplosbare iridium fotokatalysator (van Lier, de Bruijn & Roelfes, 2021). Hierbij legde ik de koppeling met de Nobelprijs voor de Scheikunde 2022 welke werd uitgereikt aan Bertozzi, Meldal en Sharpless voor de ontwikkeling van klikchemie en bio-orthogonale chemie (The Nobel Committee for Chemistry, 2022b, 2022a). Ook werden actualiteiten, die studenten hadden gevonden voor hun vakdidactische opdracht, besproken en werd ingegaan op de burgerschapsvormende vragen “Wat doe je als een leerling op TikTok iets heeft gezien waaraan scheikunde ten grondslag ligt, maar wat een ethische discussie kan opleveren?” en “Mag je als onderwijsprofessional jouw mening laten doorschemeren over ethische dilemma’s?”. Dit leverde een interessante discussie op met als gezamenlijke conclusie dat je hier in ieder geval wat mee moet doen tijdens je lessen, ofwel in diezelfde les ofwel in een volgende les. Eigenlijk wilde ik ditzelfde college de studenten ook nog aan het werk zetten met de opdracht “Amino-zuren, peptiden en eiwitten”, maar aangezien het energieniveau inmiddels dusdanig was gedaald besloot ik hen deze opdracht mee te geven als huiswerk.

College 5 – Enzymen (contextueel- en onderzoekend leren, gamedidactiek)

Het vijfde college werd gestart met het quizje om voorkennis te activeren en leerstof te herhalen. Ook tijdens dit college werd gebruik gemaakt van wisbordjes waarop studenten het antwoord van hun keuze konden schrijven. Vragen die foutief werden beantwoord door een of meerdere studenten werden weer besproken door of studenten te activeren als bron van instructie voor elkaar of door dit als docent toe te lichten. Vervolgens werd nog stilgestaan bij de opdrachten “Structuur van aminozuren” en “Amino-zuren, peptiden en eiwitten” van het vorige college. Er was tijd ingepland om deze opdrachten klassikaal te bespreken en er was ruimte voor studenten om vragen te stellen. Daarmee werd het subdomein eiwitten helemaal afgerond.

De rest van het college stond, vervolgens, in het teken van het hoofdstuk enzymen. Dit subdomein werd gestart in de context van chocolade, geïnspireerd door de edible experiments serie van de Royal Society of Chemistry en de University of Sheffield (Buckley, 2016). De studenten kregen van mij allereerst een Lindt Lindor chocolaatje met daarbij de vraag hoe de vloeibare vulling in de chocoladebonbon terecht is gekomen. Studenten constateerden dat er gebruik was gemaakt van een gaatje in de bonbon. Vervolgens kregen de studenten van mij een After Eight chocolaatje met daarbij dezelfde vraag. Studenten constateerden dat er nu niet gebruik werd gemaakt van een gaatje in het chocolaatje. Vervolgens heb ik hen uitgelegd dat deze vloeibare vulling wordt gemaakt met behulp van enzymen, waarbij het enzym invertase na het productieproces de vaste vulling omzet in een meer vloeibare vulling door de hydrolyse van sucrose tot glucose en fructose. Na deze werkvorm gingen de studenten middels contextueel- en onderzoekend leren aan de slag met de opdracht “Inzicht in de chemie van biologische processen”, welke uit het Engels vertaald was (Education in Chemistry, 2018). In deze opdracht onderzochten zij de werking van enzymen waarin de concepten substraat, actief centrum, enzym-substraatcomplex, overgangstoestand, activeringsenergie, energieberg, slot-sleutel model, induced fit, structuur van eiwitten aan enzymwerking koppelen, temperatuur- en pH-effect, co-enzymen en cofactoren en inhibitie werden behandeld. Tijdens het college bleek dat de studenten deze opdracht lastig vonden en er niet zo goed uitkwamen. Na hier en daar wat tips te hebben gegeven, heb ik gedurende het college besloten om toch eerst instructie te geven over enzymwerking. Doordat de opdracht verder gaat dan de kennisbasis scheikunde is het goed om deze opdracht nog eens te herzien en te overdenken om deze opdracht eruit te halen en alleen aan te bieden als verdieping (of eventueel te gebruiken om te differentiëren tussen studenten). Vervolgens gingen de studenten middels contextueel- en onderzoekend leren aan de slag met het practicum “Eiwitoplossers in wasmiddelen” en de opdracht “Toepassing van enzymen in de industrie”. In het practicum onderzochten de studenten welke wasmiddelen (kleur, wit en wol) in staat zijn eiwitvlekken te verwijderen, onder leiding van de TOA. Dit practicum wordt al jaren gedaan bij het vak biochemie en er is gebruik gemaakt van het al aanwezige voorschrift. Aangezien de studenten in het practicum ongeveer een halfuur moesten wachten, gingen zij in die tijd bezig met de opdracht “Toepassing van enzymen in de industrie”. In deze opdracht onderzochten zij welke producten rijk zijn aan enzymen, in welke processen gebruik wordt gemaakt van enzymen en wat de voor- en nadelen zijn van het gebruik van enzymen in de industrie. Het practicum werd goed uitgevoerd door de studenten, maar doordat zij met whiteboardstift in plaats van watervaste stift nummers op de reageerbuisen hadden geschreven, was later onduidelijk welk wasmiddel in welke reageerbuis zat. De resultaten van het

practicum waren wel duidelijk: aan het wasmiddel voor de gekleurde en witte was waren duidelijk proteases toegevoegd en aan het wolwasmiddel niet tot nauwelijks. Vervolgens werd zowel het practicum als de opdracht "Toepassing van enzymen in de industrie" nabesproken. Het subdomein enzymen werd afgesloten met actuele wetenschappelijke contexten: enzymen die het anti-kankermedicijn vinblastine produceren (Dijkgraaf, 2022; Zhang et al., 2022), afbraak van het plastic PET met behulp van enzymen uit bacteriën (Austin et al., 2018; Kaal, 2019; Palm et al., 2019) en CO₂-reductie met behulp van enzymen (Aguirre, Ramírez & Di Iorio 2023; Linzel, 2023a).

Het college werd afgesloten met de presentaties van de keuzeonderwerpen. Studenten hadden ter voorbereiding op het college een presentatie voorbereid van maximaal 5 minuten over een biochemisch onderwerp naar keuze, om ervoor te zorgen dat het aansluit bij hun interesses en zodat zij expert worden op het gekozen gebied. Voor deze werkvorm is gekozen voor onderzoekend leren, aangezien studenten deze leerstof zelf uitzoeken. Daarnaast is deze opdracht toegevoegd aangezien in voorgaande jaren studenten veel vragen stelden gebaseerd op hun eigen interesses. Door deze opdracht worden studenten tegemoetgekomen in hun interesses. Elke student presenteerde kort een van de gekozen onderwerpen: hemoglobine, DNA van een kip v.s. een mens, amylase en koken, pijnstillers en opiaten, lactose-intolerantie en corticosteroiden. Na de korte presentaties was tijd voor vragen van de studenten en voor discussie. De studenten hadden de presentaties goed voorbereid. Wel hadden sommige studenten duidelijk meer aandacht besteed aan de presentatie dan anderen. Al met al wel een geslaagde opdracht, ook gezien de vragen na tijd.

College 6 en 7 – Metabolisme van koolhydraten, lipiden en eiwitten (MDI en gamedidactiek)

Zowel het zesde als het zevende college stonden in teken van het subdomein metabolisme & cellulaire processen. In tegenstelling tot de eerste vijf colleges, waarin veel gebruik werd gemaakt van contextueel- en onderzoekend leren en een afwisseling van werkvormen, werd in het zesde en zevende college gebruik gemaakt van MDI om de leerstof aan te leren. Uit voorgaande jaren bleek namelijk dat studenten het subdomein metabolisme & cellulaire processen relatief moeilijk vinden. Er is daarom gekozen om gedurende het hele subdomein gebruik te maken van MDI, waarin de studenten afwisselend uitleg krijgen en opdrachten maken. Ook werd in het zesde en zevende college gestart met het quizje om voorkennis te activeren en leerstof te herhalen. Het zesde college werd gebruik gemaakt van wisbordjes waarop studenten het antwoord van hun keuze konden schrijven en het zevende college werd gebruik gemaakt van kaartjes met A, B, C, D waarmee studenten het antwoord van hun keuze konden delen. Tijdens beide colleges werden vragen die foutief werden beantwoord door een of meerdere studenten besproken door of studenten te activeren als bron van instructie voor elkaar of door dit als docent toe te lichten.

Voor het subdomein metabolisme & cellulaire processen werd gestart met verschillende soorten energie in het lichaam en vervolgens werd de bio-energetica van een cel vergeleken met die van een fabriek, als metafoor. De rest van beide colleges werd gebruik gemaakt van MDI waarin verschillende opdrachten uit het werkboek werden gemaakt en besproken. In het zesde college werden de opdrachten "Bio-energetica" en "Metabolisme van koolhydraten" behandeld en gedurende het zevende college stonden de opdrachten "Metabolisme van vetten" en "Metabolisme van eiwitten" centraal. Door weinig afwisseling in didactische methoden waren deze colleges zowel voor mij als de studenten wat eentonig, maar desondanks denk ik dat dit wel de beste didactische keuze is om deze onderwerpen te behandelen. Tijdens het zesde college waren we om 16:00 uur klaar met de lesstof en tijdens het zevende college waren we om 15:30 uur klaar met de lesstof. Aan het eind van beide colleges kregen de studenten daarom nog tijd om aan de slag te gaan met hun vakdidactische opdracht, waarbij ik beschikbaar was voor vragen. Geen van de studenten maakte gebruik van deze ruimte om aan het werk te gaan en eventuele vragen te stellen. Verder is het goed om hier te noemen dat aan de start van het zevende college, na het quizje, de vragenlijst behorende bij de tussentijdse evaluatie van het vak werd afgenomen onder studenten. Het subdomein metabolisme & cellulaire processen werd afgesloten met actuele wetenschappelijke contexten: uitzaaiingen kunnen hun metabolisme aanpassen (Bu et al., 2018; Dijkgraaf, 2018), karpers produceren naast ammonium als restant van hun eiwitstofwisseling ook stikstofgas (van 't Hoog, 2023) en *E. coli* voorzien van een alternatieve metabole route die lignocellulose omzet in 1,4-butaandiol voor de productie van lycravezels (Dijkgraaf, 2016; Tai et al., 2016).

College 8 en 9 – DNA, RNA en nucleïnezuren (MDI, contextueel- en onderzoekend leren, gamedidactiek)

Zowel het achtste als het negende college stonden in teken van DNA, RNA & nucleïnezuren. In tegenstelling tot het zesde en zevende college, waarin veel gebruik werd gemaakt van MDI, werd in het achtste en negende college gebruik gemaakt van een afwisseling van didactische methoden om de leerstof aan te leren. Ook werd in

het achtste en negende college gestart met het quizje om voorkennis te activeren en leerstof te herhalen. Tijdens beide colleges werd gebruik gemaakt van wisbordjes waarop studenten het antwoord van hun keuze konden schrijven en werden foutief beantwoorde vragen besproken door of studenten te activeren als bron van instructie voor elkaar of door dit als docent toe te lichten.

Voor het subdomein DNA, RNA en nucleïnezuren werd gebruik gemaakt van onderzoekend leren met behulp van de DNA puzzel kit van Carolina (Carolina, n.d.) en een 3D DNA-model. Bij de DNA puzzel kit zijn verschillende opdrachten zelf bedacht en toegevoegd aan het werkboek. Dit zijn de opdrachten “DNA puzzel – Bouw en functie van DNA en RNA”, “DNA puzzel – Replicatie”, “DNA puzzel – Transcriptie” en “DNA puzzel – Translatie”. Ter voorbereiding op het eerste college hadden de studenten al in het boek gelezen over de bouw van DNA en RNA. Tijdens het college konden de studenten, middels onderzoekend leren met behulp van de DNA puzzel kit, in tweetallen aan de slag met de opdracht “DNA puzzel – Bouw en functie van DNA en RNA”. In deze opdracht onderzochten zij de structuur en functie van DNA en RNA, waarin de concepten nucleotiden, nucleosiden, basen en genetische code werden behandeld. De studenten waren enthousiast over de DNA puzzel kit en tijdens het nabespreken van de opdracht bleek dat de studenten de leerstof al best goed begrepen hadden. Ook had ik tijdens dit college taart meegenomen om de studenten te bedanken voor het invullen van de vragenlijst behorende bij de tussentijdse evaluatie van het vak. Na het college gingen we verder met de werkvorm “DNA puzzel – Replicatie”, waarin de studenten middels onderzoekend leren met behulp van de DNA puzzel kit, in tweetallen DNA replicatie beschreven. In deze opdracht onderzochten zij wat replicatie is. Tijdens deze opdracht werd verschil gemerkt in het begripsniveau van de studenten. Het college werd afgesloten met de werkvorm “DNA puzzel – Transcriptie” waarin de studenten, middels onderzoekend leren met behulp van de DNA puzzel kit, in tweetallen onderzochten wat transcriptie is. Hierin kwamen de concepten typen RNA en matrijs- en coderende streng naar voren. Ook was de hoop dat zij middels deze opdracht de relatie konden leggen tussen de beginstoffen en de reactieproducten bij transcriptie en dat zij leerden om de structuur van DNA en RNA te kunnen tekenen op basis van de basenvolgorde. Bij deze opdracht werd een duidelijk verschil gemerkt tussen de studenten. Sommigen vonden de opdracht relatief makkelijk en waren snel klaar, terwijl anderen het beduidend meer moeite kostte en de opdracht niet af kregen. Tijdens het nabespreken van de opdracht moest dit gat gedicht worden.

In het negende college gingen de studenten, na het quizje, aan de slag met de werkvorm “DNA puzzel – Translatie” waarin de studenten, middels onderzoekend leren met behulp van de DNA puzzel kit, in tweetallen translatie beschreven. In deze opdracht onderzochten zij wat translatie is, waarin de concepten eiwitsynthese en codon naar voren kwamen. Ook was de hoop dat zij middels deze opdracht de relatie konden leggen tussen de beginstoffen en de reactieproducten bij translatie en leerden zij om de aminozuurvolgorde uit een stuk DNA/RNA af te leiden en omgekeerd. Doordat ik vergeten was om de studenten de opdracht mee te geven om het boek door te lezen over translatie, ging de opdracht moeizaam en was weer duidelijk verschil te merken tussen de studenten. Instructie was nodig om studenten weer redelijk op hetzelfde niveau te krijgen. Voor volgend jaar is het daarom verstandig om de studenten te laten lezen over translatie, ter voorbereiding op het college. Vervolgens werd nog stilgestaan bij de invloed van mutaties op erfelijk materiaal. Om de leerstof te verwerken maakten de studenten de opdracht “Opdrachten DNA, RNA en nucleïnezuren”. In deze opdracht kwamen de concepten structuur van DNA en RNA tekenen op basis van de basenvolgorde, typen RNA, translatie en eiwitsynthese, transcriptie, basen, nucleotiden, matrijs- en coderende streng, codon, genetische code, aminozuurvolgorde uit een stuk DNA/RNA afleiden en omgekeerd, mutaties, genetische modificaties en het voorspellen van het effect van mutaties op de aminozuurvolgorde naar voren. De opdracht leek de studenten goed af te gaan en ze keken deze opdracht zelfstandig na. Daarna werd stilgestaan bij actuele wetenschappelijke contexten: antivirale en antimicrobiële nucleosides (Linzel, 2023b; Martina et al., 2023), DNA-origami (Linzel, 2023c; Seitz et al., 2023), coronapandemie en mRNA vaccins (Marx, 2022; van der Meel, 2023) en klittenband gemaakt van DNA (Malheiros, 2023). Om het subdomein DNA, RNA en nucleïnezuren af te sluiten gingen de studenten aan de slag met twee practica: “DNA uit kiwi en aardbei” en “Isoleren van jouw eigen DNA”. In de practica isoleerden de studenten DNA uit kiwi, aardbei en zichzelf onder leiding van de TOA, waarin de concepten functie van DNA, nucleotide, nucleoside, basen, erfelijkheid, genen, chromosomen en genoom naar voren kwamen. Het practicum DNA uit kiwi wordt al jaren gedaan bij het vak biochemie. Voor het practicum is het al aanwezige voorschrift van DNA uit kiwi gecombineerd met een voorschrift afkomstig van de Royal Society of Chemistry (Royal Society of Chemistry, n.d.-a). Het voorschrift voor het practicum “Isoleren van jouw eigen DNA!” is afkomstig van Bio-Rad en voor dit practicum was de Genes in a Bottle Kit besteld (Bio-Rad, n.d.). Beide practica waren succesvol en de studenten hadden hard en goed gewerkt. Enige tegenvaller was dat de invloed van

anassap op de extractie van DNA uit aardbei en kiwi minder succesvol was dan gehoopt. Deze optie zou ik voor een volgend jaar, daarom, achterwege laten.

Aangezien tijdens het negende college nog wat tijd over was, werd het college afgesloten met een introductie tot het subdomein biotechnologie. Dit is het eerste jaar dat het subdomein biotechnologie wordt gegeven binnen het vak biochemie aan de tweedegraads lerarenopleiding scheikunde. Het is daarom lastig om in te schatten hoe eenvoudig de studenten de leerstof oppakken. Er is daarom voor gekozen om gedurende het grootste deel van het subdomein gebruik te maken van MDI, waarin de studenten afwisselend uitleg krijgen en opdrachten maken. Er werd gestart met de werkvorm "Analyse van peptiden". In deze werkvorm kregen de studenten eerst uitleg over hydrolyse, chromatografie, Edman degradatie, chemisch- en enzymatisch splitsen en massaspectrometrie om de aminozuursequentie van peptiden te bepalen en over röntgenkristallografie en NMR-spectroscopie om de 3D structuur van eiwitten te bepalen. Vervolgens was het plan dat zij zelfstandig of in tweetallen de opdrachten maakten om deze daarna te bespreken. Doordat de energie echter op was bij de studenten, werd besloten om hen deze opdracht mee te geven als huiswerk en deze tijdens het volgende college te bespreken.

College 10 – Biotechnologie (MDI, contextueel- en onderzoekend leren, gamedidactiek)

Het tiende college werd gestart met het quizje om voorkennis te activeren en leerstof te herhalen. Er werd, wederom, gebruik gemaakt van wisbordjes waarop studenten het antwoord van hun keuze konden schrijven. Vragen die foutief werden beantwoord door een of meerdere studenten werden besproken door of studenten te activeren als bron van instructie voor elkaar of door dit als docent toe te lichten. De rest van het college stond in het teken van het subdomein biotechnologie. Allereerst werd de werkvorm "Analyse van peptiden" klassikaal nagekeken. Doordat een deel van de studenten het huiswerk niet gemaakt had, koos ik ervoor om 3 van de 4 opdrachten klassikaal te bespreken, zodat studenten nog zelfstandig aan de slag konden met één opdracht. Tijdens de klassikale bespreking bleek dat een deel van de studenten het best lastig vond, maar dit kan natuurlijk komen doordat zij hun huiswerk niet hadden gemaakt waardoor de klassikale bespreking te snel voor hen ging. Daarna gingen we verder met de werkvorm "Synthese van peptiden" waarin studenten middels MDI afwisselend uitleg kregen over de synthese van peptiden in het lab, (voordelen van) solid-phase peptide synthesis en de bijbehorende opdrachten maakten. De studenten bleken dit onderwerp, tegen de verwachting in, best goed te kunnen volgen en de bijbehorende opdrachten konden ze snel maken. Nadat de analyse en synthese van peptiden was besproken, werd er geschakeld naar de analyse en synthese van DNA/RNA en genetische modificatie. In de werkvorm "Sequencing, isoleren, knippen, kopiëren, scheiden en analyse van DNA & genetische modificatie" kregen de studenten middels MDI afwisselend uitleg en maakten de bijbehorende opdrachten. Concepten die centraal stonden waren the human genome project, isoleren van DNA, genetische modificatie, knippen van DNA met restrictie-enzymen, kopiëren van DNA-fragmenten met PCR, recombinant DNA-technologie met plasmides, CRISPR-Cas9 en gelelektroforese om DNA-fragmenten te scheiden en analyseren. Tijdens het nabespreken van de opdrachten bleek dat de studenten de leerstof relatief snel oppakten. Vervolgens werd stilgestaan bij een aantal recente voorbeelden waarvoor biotechnologie is gebruikt: coronapandemie met mRNA-vaccins en PCR testen (Marx, 2022; van der Meel, 2023), versterkte tomaat als vitaminebom (Li et al., 2022; Thole, 2022), bacteriën voor duurzame petrochemie (Canrinus-Moezelaar, 2022) en de Nobelprijs voor de Scheikunde in 2020 die werd uitgereikt aan Jennifer Doudna en Emmanuelle Charpentier (The Nobel Committee for Chemistry, 2020a, 2020b). Het subdomein biotechnologie werd afgesloten met de opdracht "Genetische modificatie: voor of tegen?". In deze werkvorm werd stilgestaan bij het feit dat er veel verschillende meningen over het gebruik van genetische modificatie bestaan. In het kader van burgerschapsvorming gingen de studenten middels onderzoekend leren argumenten opzoeken van voor- en tegenstanders van genetische modificatie in filmpjes en artikelen die door mij werden aangereikt (Bijlage 23). Klassikaal werden drie filmpjes bekeken en vervolgens kregen de studenten nog de tijd om de aangereikte artikelen te lezen. Ondanks dat er nog vier studenten aan het einde van het college aanwezig waren, werd het college afgesloten met een goed gesprek waarin studenten kritisch nadachten over argumenten en hoe het ene argument het andere ook weer kon weerleggen. Er werd duidelijk nagedacht waar voor hen de grens ligt wat betreft genetische modificatie. Kortom: een geslaagde werkvorm die bijdraagt aan burgerschapsvorming.

Bijlage 20. Resultaten voorkennistest

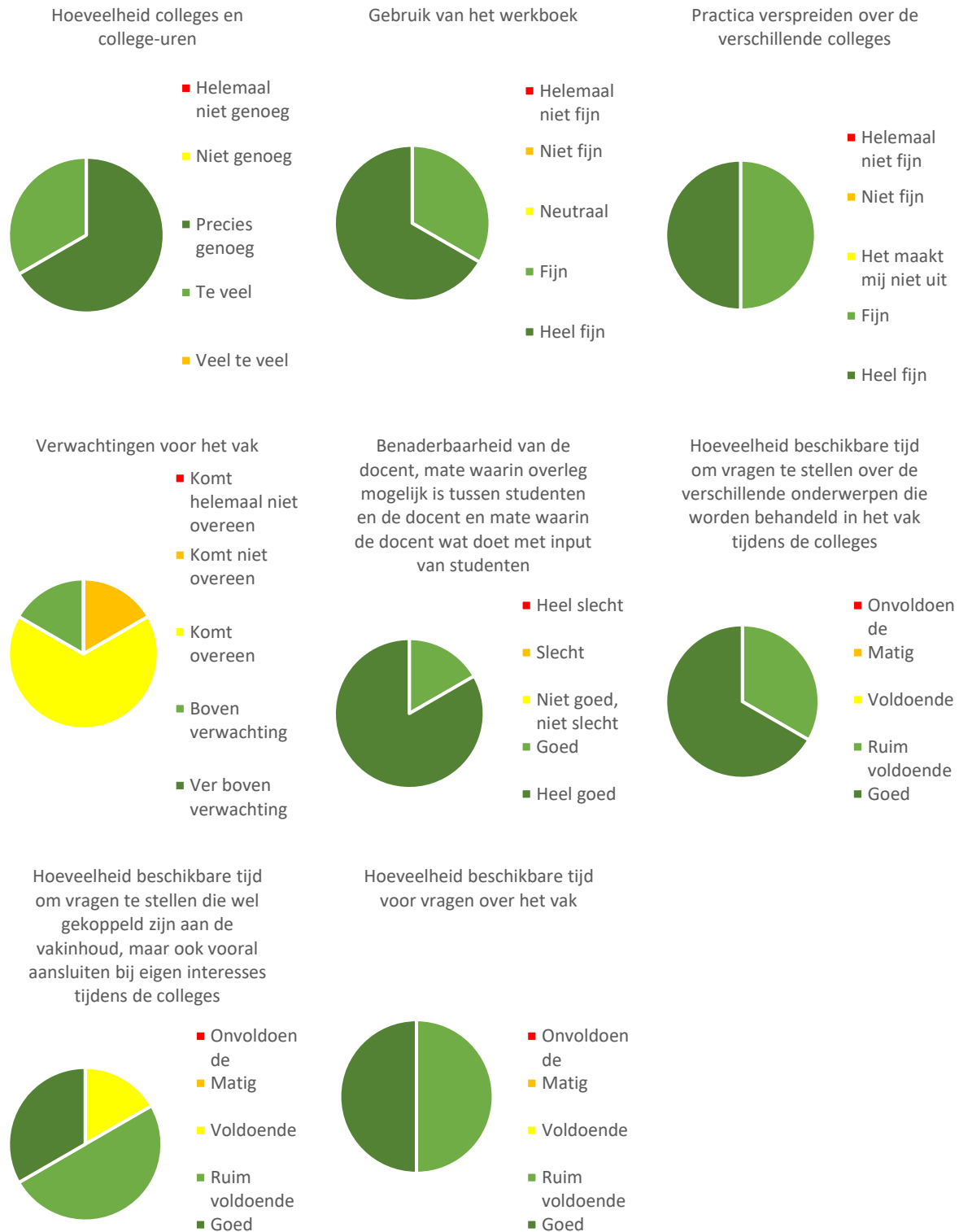
| | Goede antwoord | Student 1 | Student 2 | Student 3 | Student 4 | Student 5 | Student 6 | Aantal goed |
|-------------|----------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------------|
| Vraag 1 | A | A | A | A | A | A | A | 6 (100%) |
| Vraag 2 | B | B | B | B | B | B | B | 6 (100%) |
| Vraag 3 | B | B | B | B | A | B | B | 5 (83%) |
| Vraag 4 | C | C | C | C | C | C | C | 6 (100%) |
| Vraag 5 | A | A | A | A | A | A | A | 6 (100%) |
| Vraag 6 | B | B | B | B | B | B | B | 6 (100%) |
| Vraag 7 | B | B | C | C | C | C | B | 2 (33%) |
| Vraag 8 | D | B | B | - | A | D | D | 2 (33%) |
| Vraag 9 | D | D | B | C | B | B | B | 1 (17%) |
| Vraag 10 | C | C | A | C | C | C | C | 5 (83%) |
| Vraag 11 | A | A | C | A | A | A | A | 5 (83%) |
| Vraag 12 | D | B | D | B | D | B | D | 3 (50%) |
| Vraag 13 | D | C | A | D | D | D | D | 4 (67%) |
| Vraag 14 | G | H | C | G | G | D | G | 3 (50%) |
| Vraag 15 | C | C | C | C | C | C | C | 6 (100%) |
| Vraag 16 | F | D | H | F | H | D | F | 2 (33%) |
| Vraag 17 | B | B | B | B | B | B | B | 6 (100%) |
| Aantal goed | | 12 (71%) | 9 (53%) | 13 (76%) | 12 (71%) | 12 (71%) | 16 (94%) | |

Bijlage 21. Ingevulde vragenlijsten studenten om KCH3 te evalueren

Organisatie

| | Student 1 | Student 2 | Student 3 | Student 4 | Student 5 | Student 6 |
|--|--|---|--|---|---|--|
| Wat vind je van de hoeveelheid colleges en de hoeveelheid college-uren voor het vak KCH3? | Te veel | Precies genoeg | Precies genoeg | Te veel | Precies genoeg | Precies genoeg |
| Voor het vak KCH3 wordt gebruik gemaakt van een werkboek. Wat vind je hiervan? | Fijn | Heel fijn | Heel fijn | Fijn | Heel fijn | Heel fijn |
| Er is gekozen om de practica te koppelen aan de bijbehorende subdomeinen en daarmee te verspreiden over de verschillende colleges. Wat vind je van de gemaakte keuze? | Heel fijn dat de practica aansluiten bij de subdomeinen en verspreid zijn over de colleges | Fijn dat de practica aansluiten bij de subdomeinen en verspreid zijn over de colleges | Heel fijn dat de practica aansluiten bij de subdomeinen en verspreid zijn over de colleges | Fijn dat de practica aansluiten bij de subdomeinen en verspreid zijn over de colleges | Fijn dat de practica aansluiten bij de subdomeinen en verspreid zijn over de colleges | Heel fijn dat de practica aansluiten bij de subdomeinen en verspreid zijn over de colleges |
| Komt het vak KCH3 en de colleges overeen met je verwachtingen? | Komt niet overeen met wat ik verwachtte | Komt overeen met wat ik verwachtte | Komt overeen met wat ik verwachtte | Komt overeen met wat ik verwachtte | Is boven mijn verwachtingen | Komt overeen met wat ik verwachtte |
| Wat vind je van de benaderbaarheid van de docent, de mate waarin overleg mogelijk is tussen de studenten en de docent en de mate waarin de docent wat doet met de input van de studenten? | Heel goed | Heel goed | Heel goed | Goed | Heel goed | Heel goed |
| Wat vind je van de hoeveelheid tijd die er is om vragen te stellen over de verschillende onderwerpen die worden behandeld in het vak en de colleges? | Ruim voldoende | Goed | Goed | Ruim voldoende | Goed | Goed |
| Wat vind je van de hoeveelheid tijd die er is om vragen te stellen die wel gekoppeld zijn aan de vakinhoud, maar ook vooral aansluiten bij jouw eigen interesses tijdens de colleges? | Ruim voldoende | Goed | Ruim voldoende | Ruim voldoende | Goed | Voldoende |
| Naast de ruimte voor vragen tijdens het college zal er ook een vragenuurtje worden georganiseerd en is er tijdens de herhalingsles ruimte voor vragen over de leerstof. Wat vind je van de hoeveelheid tijd die beschikbaar is voor vragen over het vak? | Ruim voldoende | Goed | Goed | Ruim voldoende | Ruim voldoende | Goed |

Tabel 1. Resultaten uit de vragenlijst behorende bij de meerkeuzevragen en stellingen over de organisatorische ontwerpeisen van KCH3.



Grafiek 1. Resultaten uit Tabel 1 in grafiekvorm.

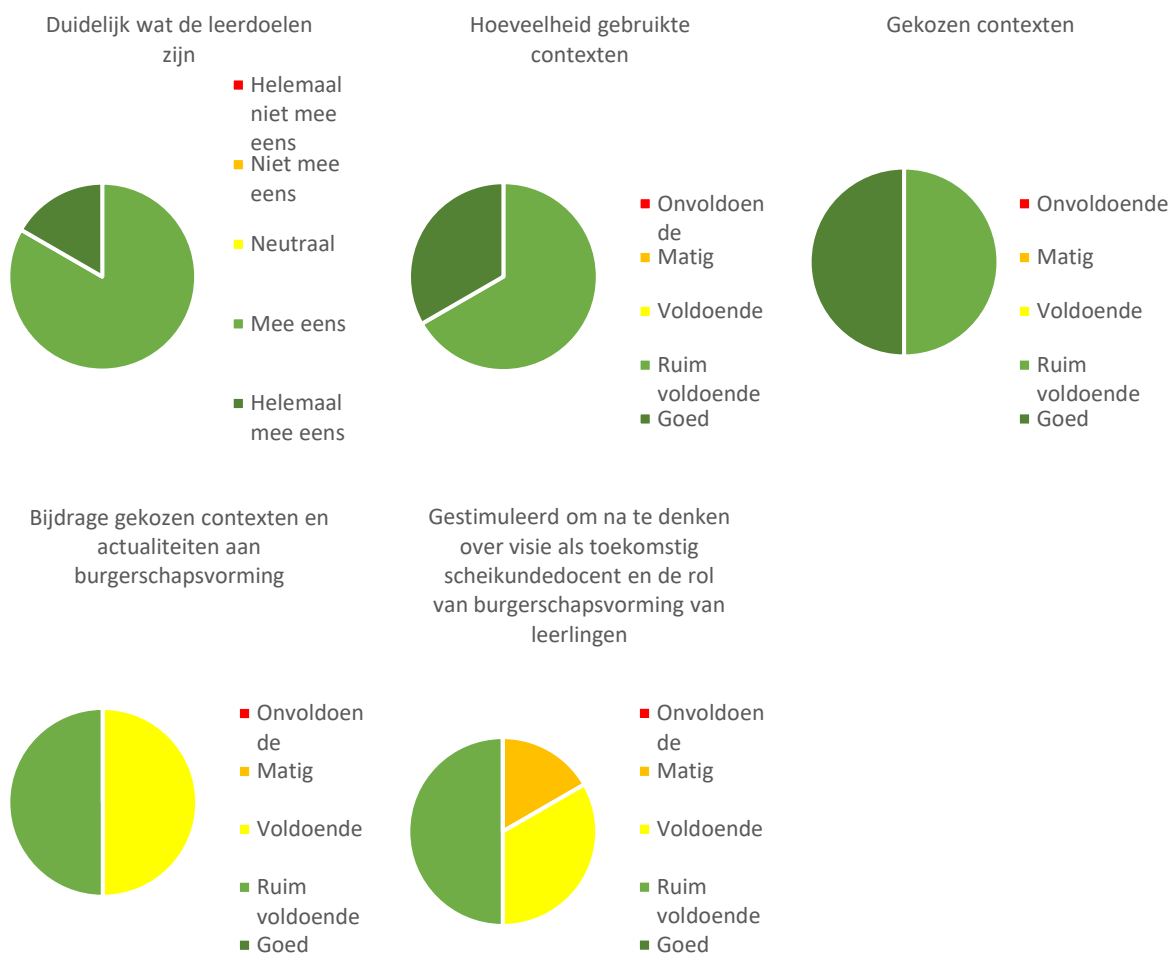
Vakinhoud

| | Student 1 | Student 2 | Student 3 | Student 4 | Student 5 | Student 6 |
|---|-------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Stelling: Het is duidelijk wat de leerdoelen zijn voor het vak KCH3? | Helemaal mee eens | Mee eens | Mee eens | Mee eens | Mee eens | Mee eens |
| Wat vind je van de hoeveelheid gebruikte contexten? | Ruim voldoende | Ruim voldoende | Ruim voldoende | Ruim voldoende | Goed | Goed |
| Wat vind je van de gekozen contexten? | Ruim voldoende | Ruim voldoende | Goed | Goed | Ruim voldoende | Goed |
| In hoeverre vind je dat de gekozen contexten en actualiteiten een bijdrage leveren aan jouw burgerschapsvorming? | Voldoende | Ruim voldoende | Voldoende | Voldoende | Ruim voldoende | Ruim voldoende |
| In hoeverre word je tijdens het vak KCH3 gestimuleerd om na te denken over jouw visie als toekomstig scheikundedocent en de rol van burgerschapsvorming van leerlingen? | Ruim voldoende | Ruim voldoende | Voldoende | Voldoende | Matig | Ruim voldoende |

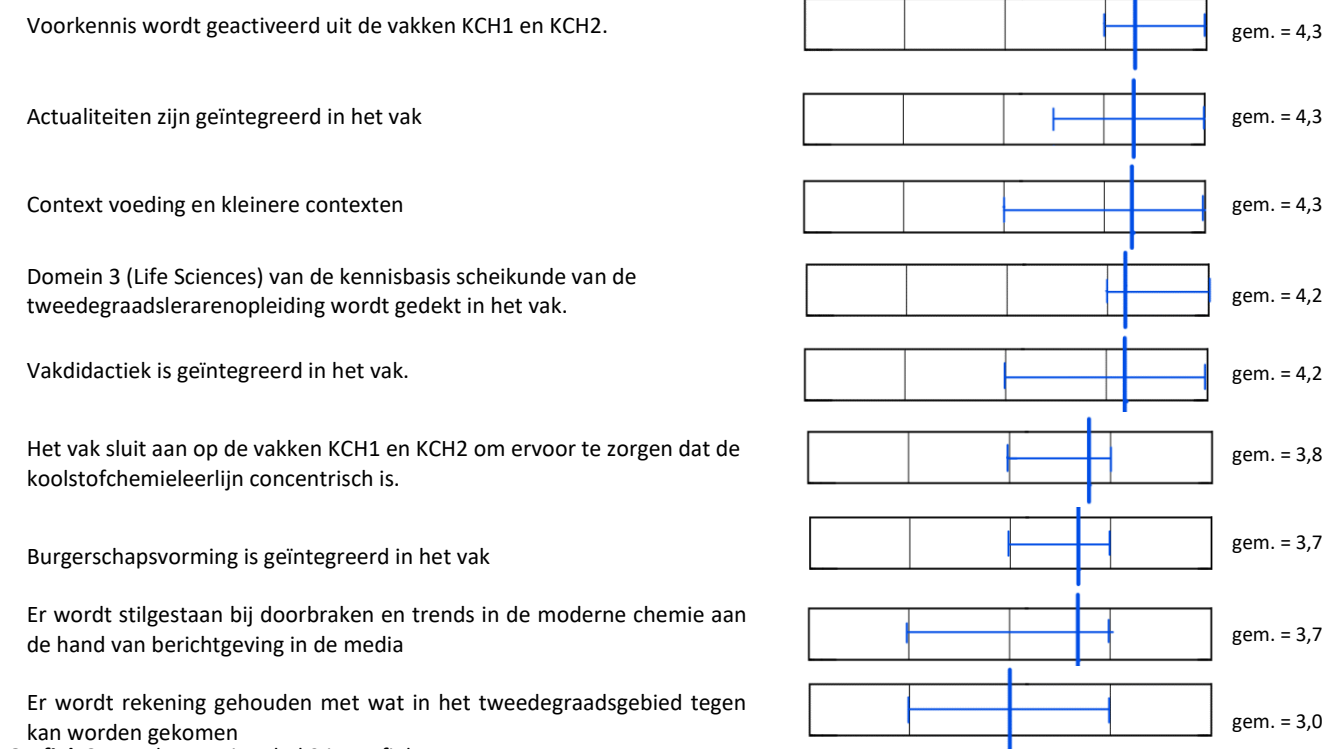
Tabel 2. Resultaten uit de vragenlijst behorende bij de meerkeuzevragen over de vakinhoudelijke ontwerpen van KCH3.

| | Student 1 | Student 2 | Student 3 | Student 4 | Student 5 | Student 6 | Gemiddelde | Mediaan | Exacte spreiding |
|---|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|---------|------------------|
| Voorkennis wordt geactiveerd uit de vakken KCH1 en KCH2. | n.v.t. | 4 | n.v.t. | 5 | 4 | 4 | 4,3 | 4 | 1 |
| Actualiteiten zijn geïntegreerd in het vak. | 4 | 3,5 | 5 | 4 | 5 | 4 | 4,3 | 4 | 1,5 |
| In het vak wordt met name gebruik gemaakt de context voeding. Daarnaast wordt gebruik gemaakt van kleinere contexten die kunnen worden gekoppeld aan beroepscontext, actualiteiten, burgerschapsvorming en doorbraken en trends in de moderne chemie. | 4 | 4 | 5 | 3 | 5 | 5 | 4,3 | 4,5 | 2 |
| Domein 3 (life sciences) van de kennisbasis scheikunde van de tweedegraadslerarenopleiding wordt gedekt in het vak. | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 5 | 4,2 | 4 | 1 |
| Vakdidactiek is geïntegreerd in het vak. | 4 | 4 | 5 | 4 | 3 | 5 | 4,2 | 4 | 2 |
| Het vak sluit aan op de vakken "KCH1: Koolstofchemie; <i>How they make it</i> " en "KCH2: Koolstofchemie; <i>Maken en opruimen, the next level</i> " om ervoor te zorgen dat de koolstofchemieleerlijn concentrisch is. | n.v.t. | 3 | n.v.t. | 4 | 4 | 4 | 3,8 | 4 | 1 |
| Burgerschapsvorming is geïntegreerd in het vak. | 4 | 3 | 4 | 3 | 4 | 4 | 3,7 | 4 | 1 |
| Er wordt stilgestaan bij doorbraken en trends in de moderne chemie aan de hand van berichtgeving in de media. | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 2 | 3,7 | 4 | 2 |
| Er wordt rekening gehouden met wat ik zelf in het tweedegraadsgebied tegen kan komen. | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 4 | 3 | 3 | 2 |

Tabel 3. Resultaten uit de vragenlijst behorende bij de stellingen over de vakinhoudelijke ontwerpen van KCH3.



Grafiek 2. Resultaten Tabel 2 in grafiekvorm.



Grafiek 3. Resultaten uit Tabel 3 in grafiekvorm.

Didactiek

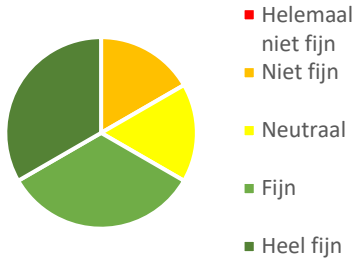
| | Student 1 | Student 2 | Student 3 | Student 4 | Student 5 | Student 6 |
|---|---------------|-----------|----------------|-----------|--------------------------|---------------|
| Wat vind je van de keuze voor contextueel- en onderzoekend leren voor subdomeinen die de afgelopen jaren als relatief makkelijk werden ervaren? | Heel fijn | Niet fijn | Fijn | Fijn | Neutraal | Heel fijn |
| Wat vind je van de keuze voor contextueel- en onderzoekend leren voor subdomeinen die de afgelopen jaren als relatief makkelijk werden ervaren? | Heel leerzaam | Neutraal | Leerzaam | Leerzaam | Leerzaam – Heel leerzaam | Heel leerzaam |
| Word je door ervaring op te doen met contextueel- en onderzoekend leren ook geïnspireerd en/of gemotiveerd om zelf deze didactiek te gebruiken in jouw lessen? | Goed | Matig | Voldoende | Voldoende | Ruim voldoende | Goed |
| Wat vind je van de keuze voor model directe instructie voor subdomeinen die de afgelopen jaren als relatief moeilijk werden ervaren? | Neutraal | Fijn | Fijn | Fijn | Neutraal | Neutraal |
| Wat vind je van de keuze voor model directe instructie voor subdomeinen die de afgelopen jaren als relatief moeilijk werden ervaren? | Neutraal | Leerzaam | Leerzaam | Leerzaam | Leerzaam | Leerzaam |
| Naast het gebruik van quizjes tijdens de colleges zal in de herhalingsles gebruik worden gemaakt van een taalspel en van een Escape the Classroom om de leerstof te herhalen. In hoeverre vind je gamedidactiek dan goed naar voren komen in het vak? | Heel goed | Goed | Heel goed | Heel goed | Voldoende | Heel goed |
| Word je door ervaring op te doen met gamedidactiek ook geïnspireerd en/of gemotiveerd om zelf deze didactiek te gebruiken in jouw lessen? | Goed | Voldoende | Ruim voldoende | Goed | Voldoende | Goed |

Tabel 4. Resultaten uit de vragenlijst behorende bij de meerkeuzevragen over de didactische ontwerpisen van KCH3.

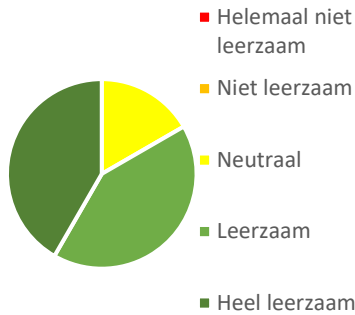
| | Student 1 | Student 2 | Student 3 | Student 4 | Student 5 | Student 6 | Gemiddelde | Mediaan | Exacte spreiding |
|---|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|---------|------------------|
| In het vak wordt gebruik gemaakt van afwisseling van werkvormen en didactische methoden. | 5 | 4 | 5 | 5 | 4 | 4 | 4,5 | 4,5 | 1 |
| In het vak wordt gebruik gemaakt van contextueel leren. | 3 | 4 | 5 | 4 | 4,5 | 5 | 4,3 | 4,3 | 2 |
| Er wordt uitgelegd waarom is gekozen voor bepaalde didactische methoden en werkvormen in het vak. | 5 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | 4 | 4 | 2 |
| In het vak wordt gebruik gemaakt van onderzoekend leren. | 4 | 4 | 4 | 3 | 3 | 3 | 3,5 | 3,5 | 1 |
| In het vak wordt gebruik gemaakt van gamedidactiek. | 4 | 3 | 4 | 3 | 3 | 4 | 3,5 | 3,5 | 1 |

Tabel 5. Resultaten uit de vragenlijst behorende bij de stellingen over de didactische ontwerpisen van KCH3.

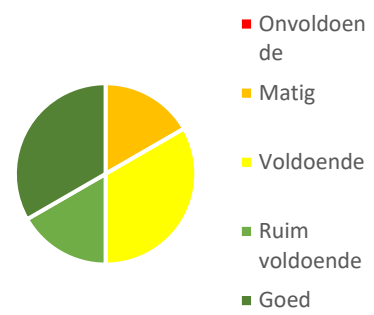
Keuze voor contextueel- en onderzoekend leren voor subdomeinen die de afgelopen jaren als relatief makkelijk werden ervaren



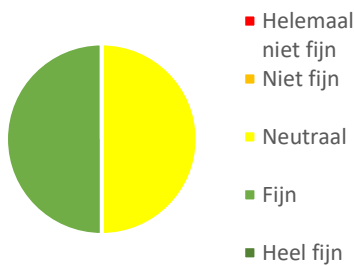
Keuze voor contextueel- en onderzoekend leren voor subdomeinen die de afgelopen jaren als relatief makkelijk werden ervaren



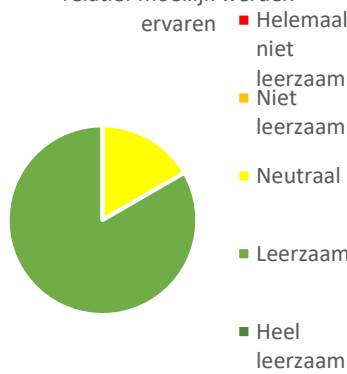
Geïnspireerd en/of gemotiveerd om zelf contextueel- en onderzoekend leren te gebruiken in eigen lessen



Keuze voor model directe instructie voor subdomeinen die de afgelopen jaren als relatief moeilijk werden ervaren



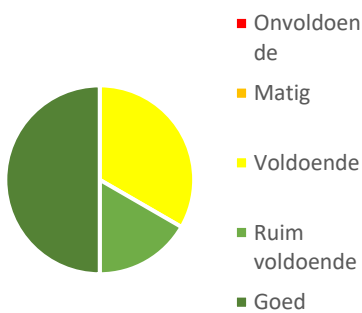
Keuze voor model directe instructie voor subdomeinen die de afgelopen jaren als relatief moeilijk werden ervaren



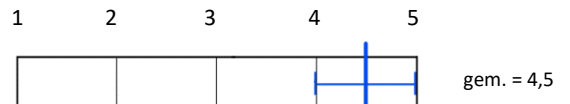
In hoeverre komt gamedidactiek goed naar voren



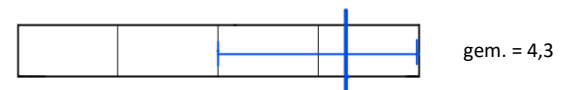
Geïnspireerd en/of gemotiveerd om gamedidactiek te gebruiken in eigen lessen



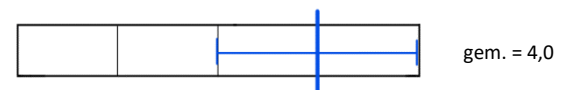
In het vak wordt gebruik gemaakt van afwisseling van werkvormen en didactische methoden.



In het vak wordt gebruik gemaakt van contextueel leren.



Er wordt uitgelegd waarom is gekozen voor bepaalde didactische methoden en werkvormen in het vak.



In het vak wordt gebruik gemaakt van onderzoekend leren.



In het vak wordt gebruik gemaakt van gamedidactiek.

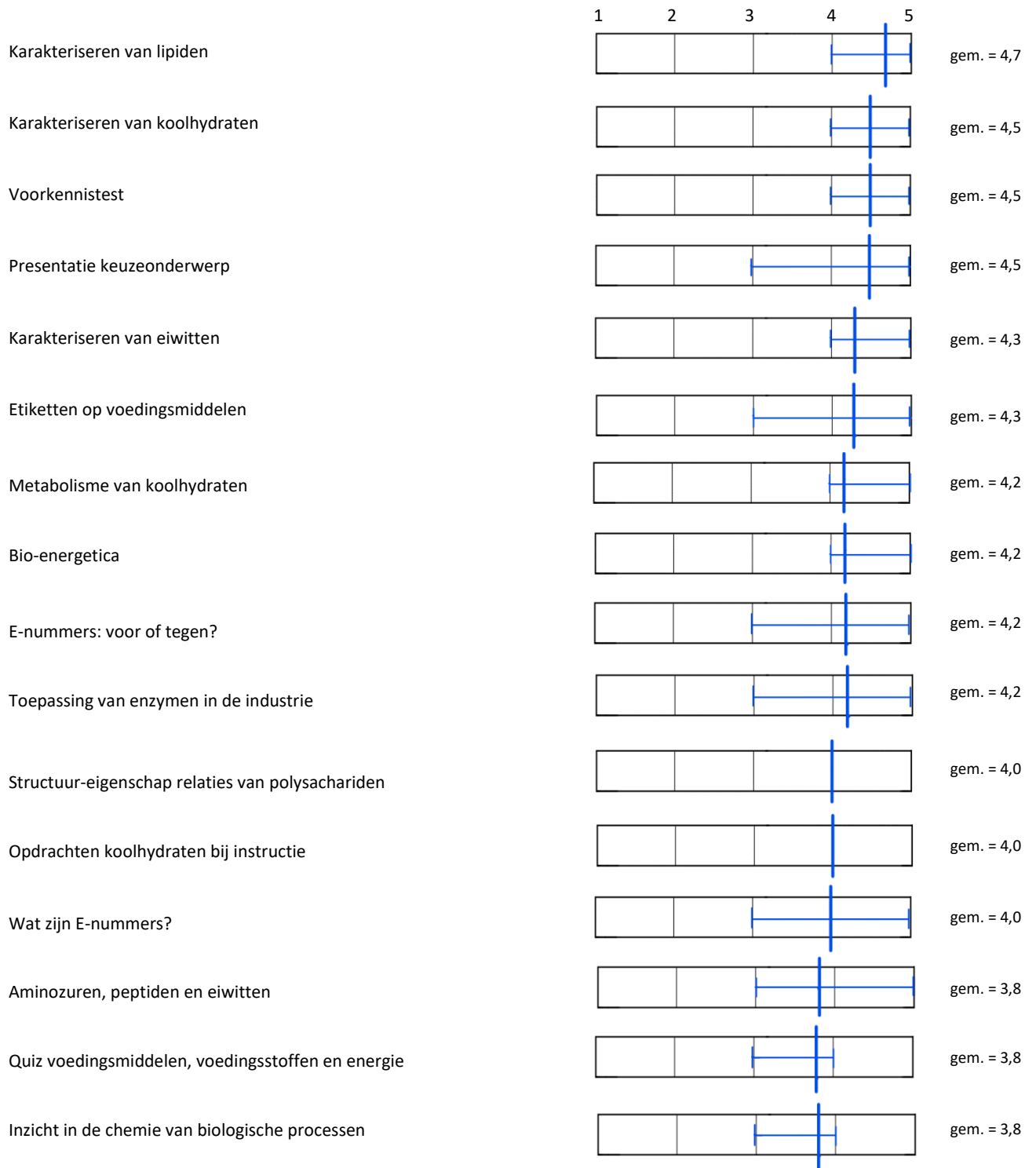


Grafiek 4. Resultaten uit Tabel 4 en 5 in Grafiekvorm.

Werkvormen

| | Student 1 | Student 2 | Student 3 | Student 4 | Student 5 | Student 6 | Gemiddelde | Mediaan | Exakte spreiding |
|---|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|---------|------------------|
| Opdrachten | | | | | | | | | |
| Voorkennistest | 4 | 4 | 5 | 4 | 5 | 5 | 4,5 | 4,5 | 1 |
| Subdomein voeding: Etiketten op voedingsmiddelen | 3 | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 | 4,3 | 4,5 | 2 |
| Subdomein voeding: Wat zijn E-nummers? | 3 | 4 | 4 | 4 | 5 | 4 | 4 | 4 | 2 |
| Subdomein voeding: E-nummers: voor of tegen? | 4 | 3 | 5 | 4 | 5 | 4 | 4,2 | 4 | 2 |
| Subdomein voeding: Quiz voedingsmiddelen, voedingsstoffen en energie | 4 | 4 | 3 | 4 | 4 | 4 | 3,8 | 4 | 1 |
| Subdomein koolhydraten: Karakteriseren van koolhydraten | 4 | 5 | 5 | 4 | 4 | 5 | 4,5 | 4,5 | 1 |
| Subdomein koolhydraten: Opdrachten koolhydraten bij instructie | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | | 4 | 4 | 0 |
| Subdomein koolhydraten: Structuur-eigenschap relaties van polysachariden | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 0 |
| Subdomein lipiden: Karakteriseren van lipiden | 5 | 5 | 5 | 4 | 4 | 5 | 4,7 | 5 | 1 |
| Subdomein eiwitten: Karakteriseren van eiwitten | 4 | 4 | 5 | 4 | 4 | 5 | 4,3 | 4 | 1 |
| Subdomein eiwitten: Amino-zuren, peptiden en eiwitten | 3 | 4 | 3 | 4 | 4 | 5 | 3,8 | 4 | 2 |
| Subdomein enzymen: Inzicht in de chemie van biologische processen | 3 | 2 | 5 | 4 | 5 | 4 | 3,8 | 4 | 3 |
| Subdomein enzymen: Toepassing van enzymen in de industrie | 3 | 4 | 5 | 5 | 4 | 4 | 4,2 | 4 | 2 |
| Presentatie keuzeonderwerp | 5 | 3 | 5 | 4 | 5 | 5 | 4,5 | 5 | 2 |
| Subdomein metabolisme en cellulaire processen: Bio-energetica | 4 | 4 | 5 | 4 | 4 | 4 | 4,2 | 4 | 1 |
| Subdomein metabolisme en cellulaire processen: Metabolisme van koolhydraten | 4 | 4 | 5 | 4 | 4 | 4 | 4,2 | 4 | 1 |
| Subdomein metabolisme en cellulaire processen: Metabolisme van vetten | | | | | 4 | 4 | 4 | 4 | 0 |
| Subdomein metabolisme en cellulaire processen: Metabolisme van eiwitten | | | | | 4 | 4 | 4 | 4 | 0 |
| Practica | | | | | | | | | |
| Subdomein Voeding: Voedingsmiddelenpracticum | 3 | 3 | 4 | 3 | 5 | 4 | 3,7 | 3,5 | 2 |
| Subdomein lipiden: Practicum olie, water en zeep | 3 | 2 | 4 | 2 | 5 | 5 | 3,5 | 3,5 | 3 |
| Subdomein lipiden: Practicum vet, olie en vetzuren | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 5 | 3,5 | 3 | 2 |
| Subdomein eiwitten: Practicum gelelektroforese | 3 | 4 | 5 | 3 | 4 | 5 | 4 | 4 | 2 |
| Subdomein eiwitten: Practicum verlies van eiwitstructuur | 3 | 4 | 4 | 5 | | 5 | 4,2 | 4 | 2 |
| Subdomein enzymen: Practicum eiwitoplossers in wasmiddelen | 3 | 3 | 5 | 1 | 3 | 4 | 3,2 | 3 | 4 |
| Practica die worden gedaan hebben een duidelijke koppeling naar contexten in mijn leefwereld. | 4 | 3 | 5 | 3 | 5 | 5 | 4,2 | 4,5 | 2 |

Tabel 6. Resultaten uit de vragenlijst behorende bij de stellingen over de werkvormen en practica in KCH3.



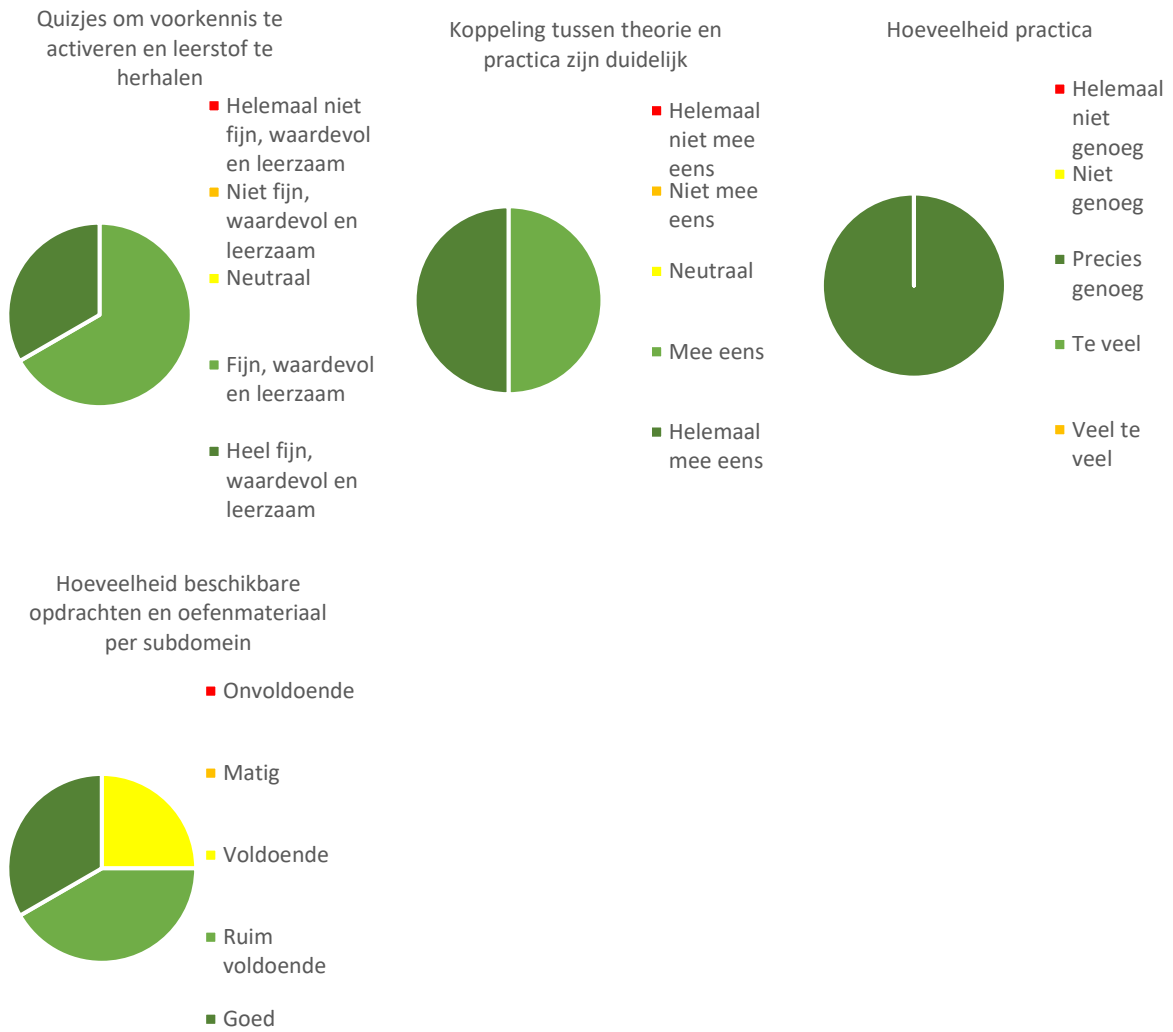
Grafiek 5. Resultaten uit Tabel 6 in grafiekvorm.



Grafiek 6. Resultaten uit Tabel 6 in grafiekvorm.

| | Student 1 | Student 2 | Student 3 | Student 4 | Student 5 | Student 6 |
|--|-----------------------------|----------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------------------------|
| Tijdens de colleges wordt gebruik gemaakt van quizjes om voorkennis te activeren en om leerstof te herhalen. Wat vind je van deze quizjes? | Fijn, waardevol en leerzaam | Heel fijn, waardevol en leerzaam | Fijn, waardevol en leerzaam | Fijn, waardevol en leerzaam | Fijn, waardevol en leerzaam | Heel fijn, waardevol en leerzaam |
| Stelling: De koppeling tussen theorie en de practica zijn duidelijk in het vak. | Helemaal mee eens | Mee eens | Helemaal mee eens | Mee eens | Helemaal mee eens | Mee eens |
| Wat vind je van de hoeveelheid practica in het vak KCH3? | Precies genoeg | Precies genoeg | Precies genoeg | Precies genoeg | Precies genoeg | Precies genoeg |
| Wat vind je van de hoeveelheid opdrachten en oefenmateriaal dat beschikbaar is per subdomein voor KCH3? | Ruim voldoende | Ruim voldoende | Voldoende | Goed | Voldoende – Ruim voldoende | Goed |

Tabel 7. Resultaten uit de vragenlijst behorende bij de stellingen over de werkvormen en practica in KCH3.



Grafiek 7. Resultaten uit Tabel 7 in grafiekvorm.

Afrondingsvormen

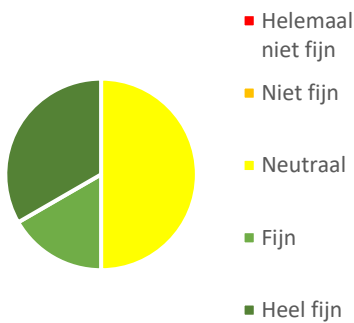
| | Student 1 | Student 2 | Student 3 | Student 4 | Student 5 | Student 6 |
|--|----------------------|----------------------|-------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| Wat vind je ervan dat voor de vakinhoudelijke afrondingsvorm gekozen is voor een criterium gericht interview? | Neutraal | Neutraal | Heel fijn | Neutraal | Heel fijn | Fijn |
| Wat vind je ervan dat voor de vakdidactische afrondingsvorm is gekozen voor het ontwikkelen van lesmateriaal waarin actualiteiten en burgerschapsvorming centraal staan? | Fijn | Niet fijn | Fijn | Fijn | Neutraal | Fijn |
| Wat vind je ervan dat voor de vakdidactische afrondingsvorm is gekozen voor het ontwikkelen van lesmateriaal waarin actualiteiten en burgerschapsvorming centraal staan? | Leerzaam | Leerzaam | Leerzaam | Leerzaam | Leerzaam | Leerzaam |
| Er is gekozen om voor de practica geen meetrapport te schrijven, maar om deze direct na afloop gezamenlijk te bespreken. Wat vind je van de gemaakte keuze? | Een hele goede keuze | Een hele goede keuze | Goede keuze | Een hele goede keuze | Een hele goede keuze | Een hele goede keuze |

Tabel 8. Resultaten uit de vragenlijst behorende bij de meerkeuzevragen over de afrondingsvormen in KCH3.

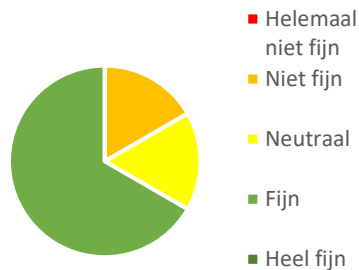
| | Student 1 | Student 2 | Student 3 | Student 4 | Student 5 | Student 6 | Gemiddelde | Mediaan | Exakte spreiding |
|---|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|---------|------------------|
| De afronding van het vak bestaat uit één vakinhoudelijke en één vakdidactische afronding. | 4 | 5 | 5 | 5 | 4,5 | 5 | 4,8 | 5 | 1 |
| De vakinhoudelijke afrondingsvorm zal een criterium gericht interview (CGI) zijn. | 5 | 5 | 5 | 4 | | 5 | 4,8 | 5 | 1 |
| De vakdidactische afrondingsvorm bestaat uit het ontwikkelen en arrangeren van lesmateriaal vanuit een eigen onderwijsvisie. | 4 | 4 | 4 | 4 | 5 | 5 | 4,3 | 4 | 1 |
| Uitvoeren van het ontwikkelde lesmateriaal op de stage levert bonuspunten op in de rubric van de vakdidactische afrondingsvorm. | 5 | 5 | 3 | 3 | 5 | 5 | 4,3 | 5 | 2 |
| Zowel de vakinhoudelijke- als de vakdidactische afrondingsvorm zijn anders dan de afrondingsvormen van de scheikunde vakken in het vierde jaar. | 3 | 5 | 4 | 4 | 5 | 3 | 4 | 4 | 2 |

Tabel 9. Resultaten uit de vragenlijst behorende bij de stellingen over de afrondingsvormen in KCH3.

Keuze voor criterium gericht interview als vakinhoudelijke afrondingsvorm



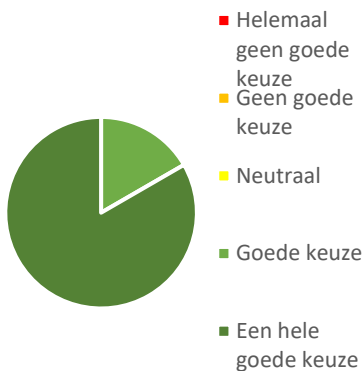
Keuze voor het ontwikkelen van lesmateriaal waarin actualiteiten en burgerschapsvorming centraal staan als vakdidactische afrondingsvorm



Keuze voor het ontwikkelen van lesmateriaal waarin actualiteiten en burgerschapsvorming centraal staan als vakdidactische afrondingsvorm



Geen meetrapport, maar direct na afloop gezamenlijk bespreken



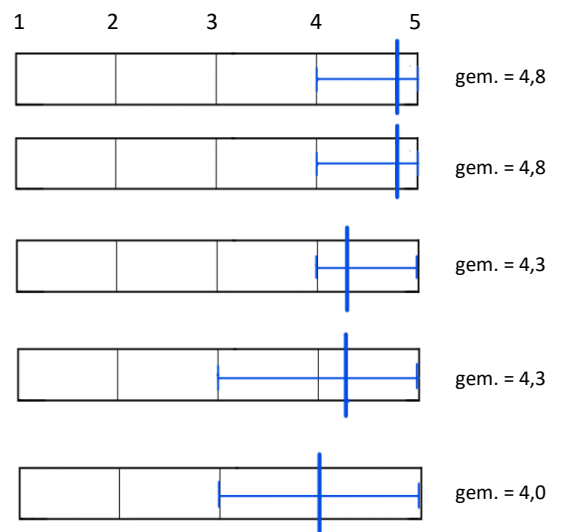
De afronding van het vak bestaat uit één vakinhoudelijke en één vakdidactische afronding.

De vakinhoudelijke afrondingsvorm zal een criterium gericht interview (CGI) zijn.

De vakdidactische afrondingsvorm bestaat uit het ontwikkelen en arrangeren van lesmateriaal vanuit een eigen onderwijsvisie.

Uitvoeren van het ontwikkelde lesmateriaal op de stage levert bonuspunten op in de rubric van de vakdidactische opdracht.

Zowel de vakinhoudelijk- als de vakdidactische afrondingsvorm zijn anders dan de afrondingsvormen van de scheikunde vakken in het vierde jaar.



Grafiek 8. Resultaten uit Tabel 8 en 9 in grafiekvorm.

Open vragen

1. Heb je nog tips om het werkboek van het vak KCH3 te verbeteren?
Student 1: Hier en daar de vraagstelling checken.
Student 2: Minder dezelfde opdrachten & practica bij de bijbehorende lesstof plaatsen.
Student 3: -
Student 4: De practica indelen bij het onderwerp.
Student 5: Nee, slechts de kleine reeds benoemde verbeteringen (blz. 35 TLC-plaats).
Student 6: Het werkboek is overzichtelijk, leerzaam en bevat opdrachten van verschillende niveaus. De opbouw van het niveau werkt prettig (reproductie naar meer toepassing en inzicht). Ik ben wel benieuwd in hoeverre het niveau van het werkboek overeenkomt met het CGI (puur omdat ik daar nu nog geen beeld bij heb). Het zou fijn zijn als de niveaus op elkaar aansluiten.
2. Wat vind je van de PowerPoint presentaties waarvan gebruik wordt gemaakt tijdens de colleges van KCH3?
Student 1: Duidelijk, meerwaarde voor begrip van de stof.
Student 2: Prima, wel telkens dezelfde achtergrond.
Student 3: Helder en duidelijk.
Student 4: Duidelijk.
Student 5: Duidelijk, overzichtelijk en mooi vormgegeven.
Student 6: De PowerPointpresentaties zijn overzichtelijk en zijn ook geschikt om zelfstandig door te nemen wanneer je (deels) afwezig bent. Het feit dat de antwoorden van opdrachten toegevoegd zijn aan de presentaties helpt hierbij.
3. Wat vind je van de structuur en de planning waarvan gebruik wordt gemaakt tijdens de colleges van KCH3?
Student 1: Heel fijn, tegelijk ook fijn dat er ruimte is om bij te stellen als die behoefte er is.
Student 2: Helder
Student 3: Gevarieerd en goed te volgen.
Student 4: Duidelijk, maar als je het whiteboard met de planning daarop gebruikt is het misschien goed om deze ook bij te houden.
Student 5: Goed, maar soms mag halverwege het college even gekeken worden naar waar we zijn en wat er nog aan komt.
Student 6: De planning is overzichtelijk en compleet, fijn dat dit aan het begin van de cursus al grotendeels klaarligt. Een tip: de hoofdstukken die behandeld worden zijn grofweg aangegeven aan het begin van de cursus. Het zou een toevoeging zijn als per subdomein aangegeven wordt welke paragrafen hierbij aansluiten, zodat je de lesstof gericht door kunt nemen voorafgaand aan het college (i.p.v. achteraf).
4. Wat vind je van de moeilijkheidsgraad van de verschillende subdomeinen/hoofdstukken? Is er een bepaald subdomein/hoofdstuk dat je moeilijker vindt dan andere?
Student 1: Alles komt best hoog over. Ik vind het lastig om in te schatten wat het gewenste niveau is.
Student 2: Zeker, bepaalde hoofdstukken zijn pittiger dan andere.
Student 3: Moeilijkheid bouwt langzaam op.
Student 4: Prima, maar op metabolisme na is het herhaling voor mij.
Student 5: Op niveau.
Student 6: Het metabolisme van koolhydraten, vetten en eiwitten heb ik als ingewikkeld ervaren. Echter, zorgen de opdrachten en (herhalings)filmpjes ervoor dat de lesstof beter te begrijpen is. Houd dat er vooral in!

5. Wat vind je van de verdeling van de subdomeinen/hoofdstukken over de beschikbare colleges van KCH3? Komen bepaalde subdomeinen/hoofdstukken te veel aan bod of is er voor bepaalde subdomeinen/hoofdstukken te weinig aandacht? Indien je de verdeling van de subdomeinen/hoofdstukken over de beschikbare colleges van KCH3 niet goed vindt, zou je dan kunnen toelichten hoe dit verbeterd kan worden?
- Student 1: De eerste 3 colleges hadden ook in 2 colleges gekund. Daarna wel goed in balans.
- Student 2: Elke les zit wel volgepland.
- Student 3: Is goed
- Student 4: Fijn dat ook voorkennis van vorige colleges wordt opgehaald als je thuis minder doet.
- Student 5: Er is voldoende afwisseling tussen contextuele en conceptuele subdomeinen.
- Student 6: Voor de ingewikkeldere subdomeinen wordt meer tijd uitgetrokken dan voor eenvoudigere lesstof. Dit werkt prettig aangezien je zo zelf ook even de tijd hebt om de stof te herhalen.
6. Wat vind je goed aan de colleges en de invulling van het vak KCH3?
- Student 1: Veel ruimte voor discussie waardoor veel misconcepties voorkomen worden.
- Student 2: Kleine groep en ruimte voor vragen.
- Student 3: Veel context en veel tijd besteed aan hoe dingen conceptueel werken.
- Student 4: Afwisseling.
- Student 5: Logische opbouw van voedingsstoffen tot metabolisme.
- Student 6: De koppeling naar de praktijk, dat maakt het vak actueel en dient ook als inspiratiebron voor mijn eigen lessen. De quizjes werken erg fijn, omdat hier eerdere lesstof in herhaald wordt.
7. Wat vind je minder goed aan de colleges en de invulling van het vak KCH3?
- Student 1: -
- Student 2: Onderwerpen wijken nog wel eens te ver af van de lesstof door inbreng van studenten.
- Student 3: Ik zou meer verdieping willen (eventueel optioneel).
- Student 4: ?
- Student 5: Invulling van metabolisme colleges.
- Student 6: De hoeveelheid lesstof vind ik wat veel. Met name tijdens het gebruik van directe instructie op de vrijdagmiddag vraagt dit veel concentratie. Maar het is duidelijk waarom deze keuze gemaakt is (lijkt mij ook het beste overigens).
8. Als je het vak KCH3 een cijfer zou moeten geven van 1 t/m 10, welk cijfer zou je dan geven en waarom?
- Student 1: 8 - Inhoudelijk en didactisch dik in orde. Tempo had iets hoger gemogen.
- Student 2: 7,5 – Niet mijn favoriete onderwerp, maar op deze manier wel interessant gemaakt (sommige onderwerpen 😊).
- Student 3: 9 – Het valt binnen mijn interesse en is gevarieerd en goed vormgegeven.
- Student 4: 8 – Goed te volgen en duidelijk nagedacht over didactische keuzes.
- Student 5: 8 – Omdat het goed in elkaar zit, op niveau is en prima te volgen voor een 3^e/4^e-jaars student. Ook bereidt het goed voor op LKT.
- Student 6: 8 - De koppeling tussen de lesstof en de actualiteit maakt het vak interessant. Het geeft ook inspiratie voor je eigen lessen. De hoeveelheid lesstof vind ik fors, maar er is zichtbaar gezocht naar afwisseling tijdens de colleges.

9. Als je jouw motivatie voor het vak KCH3 een cijfer zou moeten geven van 1 t/m 10, welk cijfer zou je dan geven en waarom?

Student 1: 9 – Ik vind het onwijs fascinerend hoe zoveel chemische processen samen kunnen werken.

Student 2: 6,5 – Niet mijn favoriete onderwerp en persoonlijke redenen.

Student 3: 8 – Inzet thuis is erg laag, dat helpt voor mij. Het meeste werk is tijdens de les.

Student 4: 4 – Omdat jaar 4 druk is. In de les is de motivatie er wel, omdat ik het interessant vind.

Student 5: 8 – Ben nieuwsgieriger geworden naar biochemie door dit vak.

Student 6: 8 - Op vrijdagmiddag is mijn spanningsboog niet optimaal meer. Maar de contexten brengen het vak tot leven. Door voorafgaand aan de colleges de lesstof doorgenomen te hebben, kun je de colleges makkelijk(er) volgen.

10. Heb je nog tips om de colleges en de invulling van het vak KCH3 te verbeteren? Ook eventuele verdere opmerkingen kun je hier kwijt.

Student 1: -

Student 2: Meeste staat bij de vragen.

Student 3: -

Student 4: -

Student 5: De vakdidactische opdracht iets beter te begeleiden door brainstormsessie, schrijven van een inleiding en peer feedback daarna bijvoorbeeld.

Student 6: Ondanks de hoeveelheid lesstof wordt geprobeerd het vak zo actueel en afwisselend mogelijk te houden. Dit werkt fijn!

Houd vast aan de quizjes. Deze herhaling werkt prettig! (Kunnen deze ook op BS gezet worden? 😊)

De practica liggen dicht bij onze eigen belevingswereld, dat werkt fijn en inspirerend. Ook fijn dat practica direct na afloop besproken en afgerond wordt. Ik denk dat dit bijdraagt aan de begripsvorming en studielast van het vak.

Tip: vooraf aangeven welke paragrafen er bij welk onderwerp horen, zodat je deze door kunt nemen.

Tip: Antwoorden opdrachten delen via BS.

Opmerkingen van studenten bij de meerkeuzevragen en stellingen

Meerkeuzevraag 1:

- Student 2: Qua tijd (uren) prima, maar zijn lange dagen. Mooier is 1 semester met kortere lessen.
- Student 4: Aantal is prima, maar de uren zijn wat veel voor achter elkaar.

Meerkeuzevraag 3:

- Student 5: Keek iets tegen het onderwerp op, maar de docent en invulling van het vak maken dat ik het een stuk interessanter en ook meer toepasselijk voor mijn dagelijks leven vind dan verwacht.

Meerkeuzevraag 4:

- Student 4: Fijn, maar misschien is het dan handig om ook pagina's voor notities erin te doen. Dan hoef je niet met een schrift en het werkboek te werken.

Meerkeuzevraag 7:

- Student 2: Deden meer vakken dit maar.

Meerkeuzevraag 10:

- Student 4: Vooral om de stof ook te herhalen!

Meerkeuzevraag 14:

- Student 4: Zeker passend bij hbo qua contexten.

Meerkeuzevraag 15:

- Student 4: Lastig om in lessen te gebruiken in het voortgezet onderwijs. Wel interessant.

Meerkeuzevraag 22:

- Student 2: Nog nooit gehad.
- Student 4: Ik ben zelf geneigd in een gesprek direct te willen antwoorden terwijl ik schriftelijk wat meer nadenk voor antwoord te geven. Hierdoor kom ik twijfelachtig over.

Meerkeuzevraag 23:

- Student 2: Niet per se de afrondingsvorm, maar hoge studielast en extra (veel) werk.

Meerkeuzevraag 26:

- Student 4: Soms dwalen we daardoor voor mijn gevoel af of gaan er te diep op in.

Stellingen opdrachten, practica en werkvormen:

- Student 4: Practicum 2 was niet echt leerzaam (vaak gehad). Practicum 6 is leerzaam als je met watervaste stift schrijft op glaswerk in plaats van whiteboard stift te gebruiken.

Stellingen ontwerpisen:

- Student 4: De voorkennisquiz activeert erg duidelijk de voorkennis uit KCH1 en KCH2.
- Student 5: Gamedidactiek komt misschien nog, de stelling afronding van het vak bestaat uit één vakinhoudelijke en één vakdidactische afronding kan met ja beantwoord worden en de stelling vakinhoudelijke afrondingsvorm zal een criterium gericht interview (CGI) zijn feiten.

Bijlage 22. Artikelen en filmpjes bij de opdracht E-nummers: voor of tegen?

De selectie van artikelen bestaat uit:

- Het artikel "Zijn E-nummers slecht voor je?" (KRO-NCRV Keuringsdienst van waarde, n.d.-b);
- Het artikel "Wat zit er eigenlijk in caloriearme frisdranken en limonades?" (KRO-NCRV Keuringsdienst van waarde, n.d.-a);
- Het artikel "Verborgene E-nummers op het etiket" (Consumentenbond, 2021);
- Het artikel "Zijn E-nummers schadelijk voor de gezondheid?" (Consumentenbond, n.d.);
- Het artikel "Kun je beter eten kopen zonder E-nummers?" (NPO Kennis, n.d.);
- Het artikel "E-nummers gevaarlijk? Of je dan nog wel een tomaat kan eten ..." (VNO NCW, 2019);
- De Chemische Feitelikheden over E-nummers (Jans, 2013);
- Het krantenartikel "Zoetstoffen zijn misschien niet zo onschuldig als lang werd gedacht" (Kamsma, 2023);
- Het krantenartikel "WHO: 'Zoetstof aspartaam mogelijk kankerverwekkend'".

De selectie van filmpjes bestaat uit:

- Het filmpje "'Natuurlijke stoffen' op etiket zijn E-nummers in vermomming!" (KRO NCRV Keuringsdienst van waarde, 2020);
- Het filmpje "E-nummers zijn helemaal top" (De Volkskrant, 2017);
- Het filmpje "Wat zijn E-nummers?" (Consumentenbond, 2013).

Bijlage 23. Artikelen en filmpjes bij de opdracht Genetische modificatie: voor of tegen?

De selectie van artikelen bestaat uit:

- Het artikel "Voor of tegen gentech-gewassen? Dit moet je weten" (Rector, 2018);
- Het artikel "Hey, blijf van dat gen af! De voors en tegens van gen-editing op embryo's"(van Amerom, 2017);
- Het artikel "Kansen en risico's van biotechnologie"(Rijksoverheid, n.d.).

De selectie van filmpjes bestaat uit:

- Het filmpje "What is gene editing and how does it work?"(The Royal Society, 2016);
- Het filmpje "How CRISPR lets you edit DNA" (Henle, 2019);
- Het filmpje "Met welk doel mag je sleutelen aan het DNA van dieren?" (Biotechnologie: Wat kunnen we maken?, 2018);
- Het filmpje "Gaan we sleutelen aan onze kinderen?" (Biotechnologie: Wat kunnen we maken?, 2017);
- Het filmpje "Gene editing: should you be worried? (The Economist, 2022);

Het filmpje "CRISPR: Gene editing and beyond" (Nature, 2017)