

# Overkoepelende vakdidactiek exact

Mariëlle Theunissen, 24 februari 2023

## Inleiding

Aanleiding voor dit schrijven zijn de volgende vragen: wat bindt onze opleidingen wiskunde, biologie, natuurkunde en technische beroepen in het onderwijs? Is er een overkoepelende exact vakdidactiek mogelijk? Kunnen we daarvoor een leeruitkomst formuleren?

Tweede aanleiding is het ondersteunen van de begeleiding van de ontwikkeling van de vakdidactische bekwaamheid van onze studenten en de uiteindelijke beoordeling ervan. De begeleiding vindt grotendeels in de praktijk plaats, meestal door werkplekbegeleiders uit hetzelfde vak, maar ook door school- en instituutsopleiders die vaak een andere vakachtergrond hebben. Hoe kunnen we hen ondersteunen bij dit werk?

Het antwoord op de vraag of er een overkoepelende vakdidactiek exact mogelijk is, ben ik in de literatuur gaan zoeken, de literatuurlijst geeft de door mij geraadpleegde bronnen weer. In de opleidingsprofielen van de vakgroepen vond ik weinig informatie over vakdidactiek en de visie erop. Alleen bij natuurkunde vond ik aanwijzingen over het werken met misconcepten, de context-conceptbenadering en onderzoekend leren.

In dit stuk werk ik volgens een trechtermodel: eerst verken ik wat vakdidactiek is, daarna zoom ik in op de vakdidactiek van exacte vakken, daarna kom ik bij de verschillende vakken uit.

## Wat is vakdidactiek?

In de literatuur (Van Driel, 2017) wordt gesproken over Pedagogical Content Knowledge (PCK), waarin er een uitdrukkelijke verbinding bestaat tussen inhoud en didactiek. Het gaat om inzicht in de manier waarop leerlingen vakinhoudelijke kennis begrijpen en om kennis van didactiek, waarmee kennis en vaardigheden van leerlingen vergroot kan worden, zodat leraren tekens weer een goede keuze kunnen maken bij de vraag: *welke strategie is wanneer geschikt en voor welke leerling(en)?* Een belangrijke voorwaarde voor het ontwikkelen van PCK bij leraren is gedegen vakkennis en ruimte om veel les te geven en te reflecteren op de vraag: wat is het verband tussen de vakinhoud en wat er tijdens de les gebeurde?

De ontwikkeling van nieuwe wetenschappelijke kennis gaat in de exacte vakken in hoog tempo door, waardoor de te onderwijzen onderwerpen veranderen, aangevuld of aangepast moeten worden. Alleen het wiskundeprogramma wordt minder beïnvloed door nieuw wiskundeonderzoek. Ook is er steeds mee sprake van interdisciplinaire vraagstukken – bv ‘energie’ –, die in vakoverstijgende samenwerking in het lesprogramma kunnen worden ondergebracht (Janssen e.a., 2020).

Bij het maken van keuzes voor de eigen lessen kunnen leraren de volgende vragen gebruiken: Wat vind ik echt de moeite om te onderwijzen? Hoe kan ik dit onderwijzen? En hoe kan ik nagaan wat leerlingen hebben geleerd? Alleen als je je eigen keuzes goed kent, kun je goed ingaan op de vraag van leerlingen: ‘waarom moet ik dit leren?’ Hierbij kunnen leraren kiezen uit (een combinatie van):

- Het opbouwen van een solide bouwwerk van systematische kennis (redeneren en bewijzen)
- Denkmethoden (nadruk op processen en procedures)
- Achtergrond voor meningsvorming en maatschappelijke keuzes
- Nuttige kennis in de alledaagse leeromgeving
- Correcte kennis
- Bijdragen aan persoonlijke betekenisgeving

In een team is het mogelijk om elkaar hierop te bevragen, zodat duidelijk wordt hoe ieders visie is en waar men elkaar kan vinden om samen te werken.

### **Vakdidactische benaderingen exacte vakken**

Janssen e.a. (2020) spreken over disciplinespecifieke vakdidactiek, waar de kenmerkende manieren van denken binnen een vakdiscipline uitgangspunt zijn voor het inrichten van het onderwijs.

Bij exacte vakken richten de laatste ontwikkelingen in de vakdidactiek zich op *betekenisvol* onderwijs, waarbij de leerlingen in staat zijn het op school geleerde ook daarbuiten toe te passen. Daarvoor zijn verschillende benaderingen mogelijk:

- In de *cognitieve conflictbenadering* ligt de nadruk op het werken met pre- en misconcepties en het doen van ervaringsgericht leerlingonderzoek om voort te bouwen op de aanwezige voorkennis.
- Bij *onderzoekend leren* ligt de nadruk op het proces van kennis verwerven. Deze benadering versterkt het ontwikkelen van onderzoeksgelateerde denk- en werkwijzen, maar dat concurreert soms met het verwerven van noodzakelijke basiskennis. Redeneren en argumenteren is een wezenlijk onderdeel van onderzoekend leren, wat goed van pas komt bij vraagstukken rondom duurzaamheid en ethiek.
- In de *context-conceptbenadering* zijn (leefwereld)contexten leidend principe bij leerstofordening met als doel om verworven kennis toe te passen (inductief). In deze benadering is het voortdurend balanceren tussen het verwerven van de noodzakelijke conceptuele leerstofinhoud en de herkenbaarheid in de (leefwereld)context. Bij wiskunde is deze benadering herkenbaar bij het realistische wiskundeonderwijs.

In de Vlaamse context (Clijmans e.a., 2013) is beschreven hoe de vakdidactieken van biologie, natuurkunde en scheikunde elkaar raken en kunnen versterken: alle drie de vakken werken immers vanuit de verwondering en het verlangen naar weten, maar hebben elk ook hun eigenheid. Bovengenoemde benaderingen zijn daarbij bruikbare raakvlakken. Meteen wordt daarbij opgemerkt dat niet van alle leraren verwacht kan worden dat zij voldoende vakkennis van alle drie de disciplines hebben, om een algemener vak zoals natuurwetenschappen te kunnen verzorgen in het voortgezet onderwijs. Wel kan gebruik gemaakt worden van aanvullende interdisciplinaire natuurwetenschappelijke kennis, waarmee de leraren biologie, natuurkunde en scheikunde voldoende uit de voeten kunnen om vakoverstijgend te kunnen werken.

### **Vakdidactische benaderingen biologie**

Voor biologie benoemt Almekinders (2017) twee onderdelen van de PCK: niet specifieke vakdidactische kennis van het schoolvak en onderwerpsdidactiek bij specifieke onderwerpen, bv: hoe onderwijs ik over evolutie of over genetica? Almekinders formuleert geen aanvullende benaderingen. In de kennisbasis van biologie worden genoemd:

- De concept-contextbenadering (Bruning & Michels, 2013)
- De illustrerende-, verbindende-, centrale of 'op afstand'-benadering bij het uitleggen van begrippen
- Yo-yo'en tussen organisatieniveaus: ieder biologisch organisatieniveau is onderdeel van een groter geheel (Knippels, 2002)
- Systeemdenken.

Ook zijn voorbeelden beschikbaar van specifieke biologische vakdidactiek, zoals de uitbeelddidactiek (Geraedts e.a., 2021).

### **Vakdidactische benaderingen natuur- en scheikunde**

Voor natuur- en scheikunde zijn er eigen handboeken voor vakdidactiek beschikbaar. Het curriculum in het VO van natuur- en scheikunde is concentrisch opgebouwd. Kortland e.a. (2017) voegen voor natuur- en scheikunde nog enkele benaderingen aan de algemene benaderingen toe:

- In de concept-contextbenadering staan begrippen en kennis centraal, en is de context illustratief (deductief).

- Bij *probleemgeoriënteerd leren* gaan leerlingen op zoek naar antwoorden op vragen uit een praktijksituatie
- Bij *demonstraties en simulaties* voorspellen leerlingen wat er gaat gebeuren, observeren en verklaren ze het verschijnsel
- Bij *practica* is er een onderscheid tussen begrips-, vaardigheids- (ook wel instrumenten- of apparaten- of kookboekpracticum genoemd) en onderzoekspractica (Van den Berg en Buning, 1994).

### **Vakdidactische benaderingen wiskunde**

Ook voor wiskunde zijn er eigen handboeken voor vakdidactiek beschikbaar, zowel voor het tweede- als eerstegraadsgebied. Voor het wiskundeonderwijs zijn verschillende doelstellingen te onderscheiden, die uitmonden in de volgende benaderingen van de wiskundendidactiek (Van den Bogaart e.a., 2017):

- Geleide herontdekking (Freudenthal)
- Realistisch wiskundeonderwijs: werken vanuit contexten. Van den Bogaart e.a. (2017) wijst erop dat wiskunde – meer dan andere disciplines – contextvrij geoefend zou moeten worden, terwijl in de schoolboeken – die vaak leidend zijn bij het wiskundeonderwijs – veel met contexten wordt gewerkt volgens de principes van het realistische wiskundeonderwijs. Veel van deze methodes hebben vervolgens weinig aandacht voor het mathematiseren en gaan direct door naar formele definities en algoritmen.
- Wiskundige bekwaamheid, waarin een onderscheid herkenbaar is tussen reproductieve en productieve kennis en vaardigheden (Van Streun):
  - Weten dat (kennis, feiten)
  - Weten hoe (toepassen)
  - Weten waarom (uitleggen, concepten)
  - Weten over weten (metacognitie)
  - Houding (wiskunde leren is leuk!)
- Wiskundige activiteiten (Treffers):
  - Verticaal mathematiseren (abstraheren binnen de wiskunde zelf)
  - Horizontaal mathematiseren (wiskundige denkactiviteiten): modelleren en algebraïseren, ordenen en structureren, analytisch denken en probleem oplossen, formules manipuleren, abstraheren, logisch redeneren en bewijzen.

### **Vakdidactische benaderingen technische beroepen**

TBO onderscheidt zich van de andere exacte vakken, omdat ze toeleiden naar een beroep in plaats van een (theoretisch) examenvak of vervolgopleiding (Van Dorp e.a., 2017). Bij TBO is – naast de context-conceptbenadering – ‘technologische geletterdheid’ de belangrijkste benadering, waarbij leraren beschikken over generieke en specifieke technologische concepten, deze concepten toepassen bij vakconceptualisatie en -representatie, en in staat zijn tot recontextualisatie en transfer van concepten.

### **Vakdidactische benadering duurzame ontwikkeling**

Bij bio/nat/tbo is er aandacht voor duurzame ontwikkeling. Daarvoor zijn aanvullende vakdidactische benaderingen ontwikkeld, zoals de didactiek voor duurzame ontwikkeling. Frijters (2016) benoemt zes kernen voor leren voor duurzame ontwikkeling, op basis waarvan hij een reeks ontwerpcriteria voor onderwijs over duurzame ontwikkeling heeft geformuleerd:

1. Leerlinggericht
2. Waardengeoriënteerd en kritisch denken
3. Participatie en samenwerking
4. Actie- en handelingsgericht
5. Complexiteit en samenhang

## 6. Onderzoekende houding

### **Wiskunde enerzijds – bio/nat/tbo anderzijds**

De vakdidactische benaderingen, zoals hier omschreven, wijzen in de richting van een verschil tussen de vakdidactiek wiskunde enerzijds en bio/nat/tbo anderzijds. Er zijn nog twee bronnen die deze conclusie bekrachtigen.

Bij het raadplegen van [www.curriculum.nu](http://www.curriculum.nu) viel me op dat er een – waarschijnlijk veelzeggend – onderscheid is tussen het leergebied mens en natuur en het leergebied rekenen en wiskunde. Ook op de website van SLO is deze verdeling terug te vinden. Deze leergebieden zijn niet voor niets apart. Bij rekenen en wiskunde is de kern wiskundig probleemoplossen, logisch redeneren en abstraheren. Bij mens en natuur staan natuurwetenschappelijke denk- en werkwijzen zoals als oorzaak-gevolg en onderzoeken en ontwerpen centraal met meer aandacht voor actuele vraagstukken, zoals genetische manipulatie, klimaatverandering, bedreigende virussen en duurzaamheid.

Een tweede bron voor dit onderscheid tussen wiskunde enerzijds en bio/nat/tbo (en scheikunde) anderzijds is zijn de kennisbases van deze vakken

(<https://10voordeleraar.nl/kennisbases/publicaties>), waar duidelijk herkenbaar is dat de vakdidactiek van bio/nat/tbo zich richt op het aanleren van begrippen, natuurwetenschappelijke denk- en werkwijzen en practica, terwijl het bij wiskunde om wiskundig denken, contextualiseren en mathematiseren gaat.

### **Conclusie**

Mijn belangrijkste bevinding is dat het aanduiden van een overkoepelende vakdidactiek misschien of deels mogelijk is tussen bio/nat/tbo. Mijn indruk is dat wiskunde en wiskundedidactiek daar te sterk van afwijkt om een gezamenlijke noemer te vinden, alleen via de context-conceptbenadering lijken er mogelijkheden (realistisch wiskundeonderwijs). De door mij geraadpleegde literatuur biedt aanwijzingen voor overkoepelende vakdidactische benaderingen, maar de vakgroepen zullen het gesprek hierover vooral ook samen moeten voeren: waar staan zij voor, waar vinden ze elkaar?

### **Vervolg**

Het eerste vervolg heeft reeds plaatsgevonden, namelijk het formuleren van een vakdidactische leeruitkomst die zal fungeren als startformulering in het ontwikkelproces (bijlage 1).

Het tweede vervolg is het ontwikkelen van een product, waarmee we werkplekbegeleiders, school- en instituutopleiders kunnen ondersteunen bij de begeleiding van de ontwikkeling van de vakdidactische bekwaamheid en de beoordeling ervan van de studenten. Daarbij is het nodig dat de vakgroepen een keuze maken voor vakdidactische benaderingen die zij van hun studenten in de praktijk willen terugzien. Het zou mooi zijn als het ons lukt om dat voor wiskunde enerzijds en bio/nat/tbo anderzijds te formuleren, gezien de conclusies van dit onderzoek. Vooral voor school- en instituutopleiders is het prettig als het aantal vakdidactische benaderingen waarop zij moeten helpen begeleiden en beoordelen, niet te groot is. Het formuleren van een overkoepelende vakdidactiek voor bio/nat/tbo is dan uiterst behulpzaam.

Bij het ontwerpen van het product kan vervolgens gewerkt worden naar het voorbeeld van Talen. Zij hebben een 'vakdidactische kijkwijzer' ontwikkeld, die fungeert als formatief gespreksdocument over het vakdidactische handelen van hun studenten met hun begeleiders. Ook kan er gewerkt worden naar het voorbeeld van de Noordelijke Hogeschool Stenden. Zij hebben vakdidactische themakaarten gemaakt die worden gebruikt in vakdidactische modules. Op basis van deze vakdidactische themakaarten hebben zij gesprekskaarten ontwikkeld voor instituutopleiders, schoolopleiders, werkplekbegeleiders en studenten om met elkaar in gesprek te gaan op basis van actuele vakdidactische theorie. Ook kunnen de kaarten gebruikt worden bij observaties en het nabespreken van lessen.

## Literatuur

- Almekinders, R. (2017). Biologie op de lerarenopleiding. In: G. Geerdink & I. Pauw (red.). *Kennisbasis Lerarenopleiders Katern 3: Inhoud en vakdidactiek op de lerarenopleidingen*, pp 189-198.
- Bruning, L. en Michels, B. (2013). *Concept-contextvenster: Zicht op de wisselwerking tussen concepten en contexten in het bèta-onderwijs*. Enschede, SLO  
<https://www.slo.nl/publicaties/@4214/concept/>
- Frijters, S. (2016). *Leren voor Duurzame Ontwikkeling: Gewoon doen!* Stoas Wageningen | Vilentum Hogeschool. [https://lvdo.nl/wp-content/uploads/2019/02/Leren-voor-Duurzame-Ontwikkeling\\_-\\_Gewoon-doen.pdf](https://lvdo.nl/wp-content/uploads/2019/02/Leren-voor-Duurzame-Ontwikkeling_-_Gewoon-doen.pdf)
- Geraedts, C., Westbroek, H., Jansen, S., Van Joolingen, W. & Meeter, M. (2021). *Uitbeelddidactiek in de biologieles: van good practice naar ontwerpprincipes*. NRO.  
<https://www.nro.nl/onderzoeksprojecten/uitbeelddidactiek-de-biologieles-van-good-practice-naar-ontwerpprincipes-0>
- Janssen, F., De Graaff, R., Savelsbergh, E., & Wilschut, A. (2020). De leraar als vakdidactisch expert. In: J. Dengerink, J. van der Meij en J. Onstenk (red.), *Leraar: een professie met perspectief 2*. Meppel: Ten Brink Uitgevers. <https://www.beroepsbeeldvoordeleraar.nl/>
- Knippels, M.C.P.J. (2002). *Coping with the abstract and complex nature of genetics in biology education. The yo-yo learning and teaching strategy*. Utrecht: CD-beta Press.  
<https://dSPACE.library.uu.nl/bitstream/handle/1874/219/full.pdf>
- Kortland, K., Mooldijk, A. H., Poorthuis, H., & Prins, G.T. (2017). Natuurkunde – Scheikunde op de lerarenopleiding. In: G. Geerdink & I. Pauw (red.). *Kennisbasis Lerarenopleiders Katern 3: Inhoud en vakdidactiek op de lerarenopleidingen*, pp 263-269.
- Van den Berg, E. , & Buning, J. (1994). Practicum: leren ze er wat? *NVOX*, 19(6), 245-249.  
[https://elbd.sites.uu.nl/wp-content/uploads/sites/108/2017/04/1686\\_1\\_NVOXPracticum.pdf](https://elbd.sites.uu.nl/wp-content/uploads/sites/108/2017/04/1686_1_NVOXPracticum.pdf)
- Van den Bogaart, T., Daemen, J. & Konings, T. (2017). Kennisbasis lerarenopleiders wiskunde. In: G. Geerdink & I. Pauw (red.). *Kennisbasis Lerarenopleiders Katern 3: Inhoud en vakdidactiek op de lerarenopleidingen*, pp 283-291.
- Van Dorp, K.J., Gielen, Y., & Dehing, F. (2017). Vakinhoud voor de opleiding leraar technisch beroepsonderwijs. In: G. Geerdink & I. Pauw (red.). *Kennisbasis Lerarenopleiders Katern 3: Inhoud en vakdidactiek op de lerarenopleidingen*, pp 321-329.
- Van Driel, J. (2017). Leren lesgeven op de lerarenopleiding vanuit vakdidactisch perspectief. In: G. Geerdink & I. Pauw (red.). *Kennisbasis Lerarenopleiders Katern 3: Inhoud en vakdidactiek op de lerarenopleidingen*, pp 157-161.
- Clijmans, L., De Smet, E. Renaat, F., Poncelet, F., Tamassia, L. & Vyvey, K. (2013). *Inspiratiegids Vakdidactiek Natuurwetenschappen*. KU Leuven.

## Websites

- [www.ecent.nl](http://www.ecent.nl)
- [www.curriculum.nu](http://www.curriculum.nu)
- <https://www.slo.nl/thema/vakspecifieke-thema/natuur-techniek/kennisbasis/>
- <https://hr-ivl.foleon.com/accreditatie-2021/startpagina-visitatie-2021/index/>
- <https://10voordeleraar.nl/kennisbases/publicaties>

## Bijlage 1 Vakdidactische LUK

Enkele pogingen tot formulering van een mogelijke gezamenlijke vakdidactische LUK:

Je toont aan dat je je lessen vormgeeft volgens passende vakdidactische benaderingen.

Of:

Je toont aan dat je in je onderwijspraktijk met behulp van passende vakdidactische benaderingen een les(senreeks) kan ontwerpen en uitvoeren. Daarbij ben je in staat je ontwerp te onderbouwen met behulp van relevante vakdidactische bronnen.

Of:

Je toont aan dat je in je onderwijspraktijk met behulp van de context-conceptbenadering een les(senreeks) kan ontwerpen en uitvoeren. Daarbij ben je in staat je ontwerp te onderbouwen met behulp van relevante bronnen over de context-conceptbenadering.

Nav de bespreking van 14 juli 2022

We gebruiken de 2<sup>e</sup> variant van de LUK (geel gearceerd) als startformulering voor het ontwikkelproces. De keuze voor vakdidactische benadering zal mede afhangen van het niveau van leerlingen waaraan iemand lesgeeft, het lesdoel en het type onderwijs (bv instructie of practicum). Opleidingen gebruiken daarom meerdere vakdidactische benaderingen. Deze formulering van de LUK geeft ruimte om keuzes te maken voor de opleiding en de student voor wat nodig is in een specifieke situatie. In de succescriteria of indicatoren kan per opleiding nader worden uitgewerkt welke vakdidactische benaderingen er zoal mogelijk zijn.

Vragen voor bespreking 24 nov 2022

1. Welke vakdidactische benadering(en) staat/n centraal in jouw vakgroep? En waarom deze?
2. Wat betekent dit voor de vormgeving en uitvoering van lessen over vakdidactiek?
3. Waar wijken de vakdidactische benaderingen van de vakgroepen van elkaar af, waar lijken ze op elkaar?
4. Is er een overkoepelende vakdidactiek voor exact mogelijk?
5. Vakbekwaam is nu onderbelicht bij afstuderen startbekwaam. Is het nodig / mogelijk om een vakdidactische kijkwijzer Exact te maken, of bv een klein lijstje van vakdidactische principes per vak die in elk geval terug te zien moeten te zien zijn in een les of assessmentles? Of zullen we verkennen of er een integratie mogelijk is van wat bij wiskunde is ontwikkeld (vakdidactisch assessment) in startbekwaam?
6. Wat is er nodig om tot (een formulering van) een overkoepelende vakdidactische leeruitkomst exact te komen?
7. Vraag vanuit de Learning Community Bètadidactiek: welke vragen er spelen bij de opleidingen op het gebied van bètadidactiek?

Nav de bespreking van 24 nov 2022

De overkoepelende LUK voor vakdidactiek wordt door alle vakgroepen op eigen wijze gebruikt. De algemeen geformuleerde LUK is fijn op visieniveau.

Het voorbereiden van een kijkwijzer kan Caroline verder oppakken in het MT SO. Op dit moment leeft deze behoefte niet, omdat het de IO's overvraagt en er bv bij wiskunde een apart vakdidactisch assessment is ingericht (waar natuurkunde ook oren naar heeft)

Nav de bespreking van 16 maart 2023: de overkoepelende LUK is te groot en wordt ingehaald door de landelijke herijking van de kennisbasis.  
En liever een VD assessment dan de IO's verder te belasten met VD kijkwijzers of gespreksdocumenten.