

Praktijkboek natuurkundedidactiek

vmbo en onderbouw havo/vwo



Natuurkunde lessen ontwerpen

Redactie
Hans Poorthuis, Koos Kortland & Ad Mooldijk

 **HOGESCHOOL
UTRECHT**
Instituut Archimedes



Universiteit Utrecht
Freudenthal Instituut

**Praktijkboek natuurkundendidactiek: Natuurkunde lessen ontwerpen
vmbo en onderbouw havo/vwo**

Redactie:

Hans Poorthuis, Koos Kortland & Ad Mooldijk

© 2019 Hogeschool Utrecht | Universiteit Utrecht

Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt, op welke wijze dan ook, zonder voorafgaande toestemming van de auteurs – met uitzondering van het gebruik van dit materiaal voor onderwijsdoeleinden in de lerarenopleiding.

Hoofdauteur: Hans Poorthuis

Eindredactie en vormgeving: Koos Kortland

Websitebeheer: Ad Mooldijk

Omslagafbeelding: 123rf.com, Andrey Kuzmin

Website: www.natuurkunde-lessen-ontwerpen.nl

Voorwoord

Het *Praktijkboek natuurkundedidactiek: Natuurkunde lessen ontwerpen* is bedoeld voor gebruik bij het onderdeel vakdidactiek in de tweedegraads lerarenopleiding bij de kennisbasis voor (aanstaande) natuurkundeleraren in het vmbo (voor het vak NaSk 1) en de onderbouw van het havo en vwo. Het biedt daarnaast ondersteuning aan de leraar die daar actief aan de slag wil met het verder ontwikkelen van het eigen onderwijs.

De teksten in dit praktijkboek schrijven niet voor wat een leraar zou moeten doen en hoe, maar geven op praktijkervaringen gebaseerde (en soms wetenschappelijk onderbouwde) informatie, geïllustreerd met inspirerende voorbeelden. De nadruk ligt daarbij op de dagelijkse lespraktijk: praktische, direct in de klas toepasbare vakdidactiek.

Via de aan dit praktijkboek gekoppelde website www.natuurkunde-lessen-ontwerpen.nl is een verbreding, verdieping en onderbouwing mogelijk door het raadplegen van bronnen voor verdere studie en lesmateriaalvoorbeelden. Diezelfde website geeft ook ondersteuning voor lerarenopleiders bij het gebruik van dit praktijkboek in de vorm van mogelijke en naar eigen inzicht aanpasbare opleidingsactiviteiten.

Vakdidactiek

Onderwijsvernieuwingen voltrekken zich tegenwoordig in een razend tempo. Ook in het natuurkundeonderwijs. De ene vernieuwing is nog niet geïmplementeerd of hij wordt alweer aangevuld of vervangen door een volgende. Steeds lijkt het te gaan om noodzakelijke, beargumenteerde verbeteringen van een kennelijk ongewenste ‘traditionele’ situatie. Daarbij kan het gaan over *scientific literacy*, de concept-contextbenadering en combinaties van vakken tot leergebieden als *science* of natuur en techniek.

Dergelijke discussies vormen een eerste onderdeel van ‘de vakdidactiek’: het *curriculumniveau*. Over de vakken die worden gegeven en de (globale) inhoud daarvan beslist de landelijke overheid, over de uitwerking daarvan tot lesmethodes beslissen de educatieve uitgeverijen. Op dit niveau heb je dus als individuele leraar, opleider of auteur weinig tot niets te zeggen, behalve het uitoefenen van invloed op dit soort beslissingen via de beroepsvereniging NVON, het deelnemen aan de betreffende discussies en het waar mogelijk implementeren van de beoogde onderwijsvernieuwingen in je eigen lessen (en mogelijk daarover rapporteren in vakbladen zoals *NVOX*).

Een tweede, op dat laatste aansluitend en minstens zo belangrijk onderdeel van ‘de vakdidactiek’ is die van de lespraktijk: het op grond van een heldere, uitgesproken onderwijsvisie ontwerpen, uitvoeren en evalueren (en op grond daarvan bijstellen) van vakspecifieke onderwijsleerprocessen in een diversiteit aan leerstofdomeinen binnen het vakgebied, zoals mechanica, energie, optica, elektriciteit en magnetisme, deeltjesfysica en ioniserende straling – al dan niet aan de hand van de door de vaksectie op school gekozen lesmethode. Daar heb je wel invloed: hoe introduceer je een lessenserie, wat zijn de leerdoelen, welke structuur hebben de lessen, welke al dan niet activerende werkvormen gebruik je, welke rol speelt ICT daarin, hoe zorg je voor de gewenste begripsontwikkeling bij leerlingen gegeven hun eigen denkbeelden en de vakstructuur, hoe ga je na in hoeverre de leerdoelen zijn bereikt en hoe past de lessenserie in de misschien samen met collega’s van de andere natuurwetenschappelijke vakken vastgestelde leerlijnen voor algemene vaardigheden als probleemoplossen, onderzoeken en ontwerpen? Dat is dus ‘de vakdidactiek’ op *lespraktijkniveau*, waarover het in dit praktijkboek vooral zal gaan.

Leeswijzer

Het eerste hoofdstuk van dit praktijkboek geeft een inleiding op het karakter van het schoolvak natuurkunde in het vmbo en de onderbouw havo/vwo en op wat er van een leraar verwacht wordt bij het vormgeven van vakspecifieke onderwijsleerprocessen.

In hoofdstuk 2 komt eerst de praktijk van het ontwerpen en uitvoeren van veel voorkomende lesonderdelen zoals het aanbieden van leerstof, het stellen van vragen, het uitvoeren van demonstraties en het uitleggen van opgaven aan de orde. Dat wordt in de hoofdstukken 3 en 4 gevolgd door het combineren van deze lesonderdelen tot verschillende soorten lessen (theorieles en practicumles) en lessenseries (cursorische en projectmatige lessenserie) in een aantal varianten.

Daarna geeft hoofdstuk 5 zicht op de mogelijke aanpak van de begripsontwikkeling van leerlingen, zowel in het algemeen (door middel van formatieve toetsing en feedback, concept maps en aandacht voor taal en vaktaal) als meer specifiek bij een aantal onderwerpen uit de verschillende leerstofdomeinen. In hoofdstuk 6 komt de mogelijke aanpak van de vaardigheidsontwikkeling van leerlingen op gebieden als probleemoplossen, onderzoeken, ontwerpen en oordeels- en besluitvorming aan de orde.

Hoofdstuk 7 heeft het karakter van een wegwijzer naar de beschikbare hulpmiddelen voor het vormgeven van het natuurkundeonderwijs, zoals leerplanontwikkelingsprojecten, leerboeken, examenprogramma's en vmbo-examens, multimediale leermiddelen en computersoftware. Dit hoofdstuk geeft ook een beknopt overzicht van beroepsverenigingen en instellingen als bron van lesmaterialen en praktijkervaringen van leraren.

In het laatste hoofdstuk staat het verder verbeteren van het eigen onderwijs door het zelf ontwerpen van lesmateriaal centraal. Daarbij wordt aandacht besteed aan verschillende didactische benaderingen van het vak en het vakonderwijs, zoals de concept-contextbenadering en het onderzoekend, probleemstellend en probleemgeoriënteerd leren.

Met deze inhoud geeft dit praktijkboek naar ons idee een redelijk compleet beeld van de natuurkundendidactiek in het vmbo en de onderbouw havo/vwo. Maar dit betekent zeker niet dat er geen verbreding, verdieping en onderbouwing mogelijk is – die is desgewenst te vinden in bijvoorbeeld het *Handboek natuurkundendidactiek* en de daaraan gekoppelde website www.natuurkundendidactiek.nl (bedoeld voor gebruik in de eerstegraads lerarenopleiding). En anderzijds betekent dit ook niet dat alles wat in dit praktijkboek staat in de opleiding aan de orde zou moeten komen of direct in de lespraktijk zichtbaar zou moeten zijn. Daarvoor is in de opleiding vaak onvoldoende tijd, en – zelfs als dat niet het geval zou zijn – zou er toch sprake kunnen zijn van een dreigende 'overbelasting' bij de voorbereiding op de lespraktijk. Een deel van dit praktijkboek is daardoor mogelijk meer geschikt om in een later stadium op terug te grijpen – na het opbouwen van voldoende ervaring met het ontwerpen, uitvoeren en evalueren (en op grond daarvan bijstellen) van 'standaardlessen'.

Dankwoord

De redactie wil hierbij haar dank uitspreken aan de auteurs van het *Handboek natuurkundendidactiek* van wie hun bijdrage aan dat handboek in bewerkte vorm is opgenomen in dit praktijkboek, zoals weergegeven in de bronvermelding bij de inhoudsopgave.

Ten slotte een woord van dank aan het Instituut Archimedes van de Hogeschool Utrecht en het Freudenthal Instituut van de Universiteit Utrecht voor het faciliteren van onze werkzaamheden.

Utrecht, augustus 2019

Hans Poorthuis, Koos Kortland & Ad Mooldijk

Redactie

Hans Poorthuis – Emeritus natuurkunde-didacticus/lerarenopleider aan het Instituut Archimedes, Hogeschool Utrecht.

Koos Kortland – Emeritus universitair docent/onderzoeker aan het Freudenthal Instituut, Universiteit Utrecht.

Ad Mooldijk – Natuurkunde-didacticus/lerarenopleider aan het Freudenthal Instituut, Universiteit Utrecht.

Inhoud

1	Visie op het vak en vakonderwijs	7
1.1	Inleiding	7
1.2	Natuurkunde	7
1.2.1	Karakter en inhoud van het vak	7
1.2.2	Natuurwetenschappelijke denk- en werkwijze	10
1.3	Leerklimaat	14
1.4	Competent in lesgeven	16
1.5	Afsluiting	18
2	Lesonderdelen	21
2.1	Inleiding	21
2.2	Onderwerp inleiden	21
2.3	Leerstof aanbieden	22
2.3.1	Begrippen en regels uitleggen	22
2.3.2	Vaardigheden aanleren	29
2.4	Vragen stellen	31
2.4.1	Checkvragen en snelle feedback	31
2.4.2	Activerende vragen	34
2.4.3	Onderwijsleergesprek	37
2.5	Demonstraties uitvoeren	41
2.6	Samenwerken	43
2.6.1	Denken-delen-uitwisselen	43
2.6.2	Experts	43
2.6.3	Samenwerkend leren	44
2.7	Opgaven bespreken	47
2.7.1	Verwerkings- en toepassingsopgaven	47
2.7.2	Rangschikopgaven	48
2.7.3	Rekenopgaven	50
2.8	Afsluiting	52
3	Lessen	55
3.1	Inleiding	55
3.2	Theorieles	55
3.2.1	Leerstofanalyse	55
3.2.2	Opbouw theorieles	60
3.2.3	Huiswerk	62
3.3	Practicumles	66
3.3.1	Practicumdoelen	66
3.3.2	Opbouw practicumles	67
3.3.3	Practicumwerkbladen	69
3.3.4	Practicumverslag	80
3.3.5	Practicumveiligheid	84
3.4	Afsluiting	85
4	Lessenseries	87
4.1	Inleiding	87
4.2	Cursorische lessenserie	87
4.2.1	Opbouw lessenserie	87
4.2.2	Omgaan met verschillen	94
4.2.3	Studiewijzer	97

4.2.4	Theorietoets	98
4.2.5	Practicumtoets	103
4.3	Projectmatige lessenserie	104
4.3.1	Opbouw lessenserie	104
4.3.2	Leren van een project	109
4.3.3	Projectwerk beoordelen	110
4.4	Afsluiting	113

5 Begripsontwikkeling 115

5.1	Inleiding	115
5.2	Leerlingdenkbeelden	115
5.3	Leerstofdomeinen	117
5.3.1	Kracht, evenwicht en beweging	118
5.3.2	Elektrische schakelingen	129
5.3.3	Arbeid, warmte en energie	139
5.3.4	Deeltjesmodel en molecuultheorie	148
5.3.5	Licht en beeldvorming	152
5.4	Formatieve toetsing en feedback	156
5.5	Concept maps	159
5.6	Taal en vaktaal	161
5.7	Afsluiting	169

6 Vaardigheidsontwikkeling 171

6.1	Inleiding	171
6.2	Probleemoplossen	171
6.3	Onderzoeken	181
6.4	Ontwerpen	194
6.5	Oordeels- en besluitvorming	199
6.6	Afsluiting	205

7 Leermiddelen 207

7.1	Inleiding	207
7.2	Leerplan en leerplanontwikkeling	207
7.3	Leerboeken	211
7.4	Toetsvragen	215
7.5	Multimediale leermiddelen	217
7.5.1	Simulaties	218
7.5.2	Gamification	223
7.5.3	Serious games	226
7.5.4	Flipping the classroom	228
7.6	Computersoftware	229
7.7	Musea, science centers en bedrijven	233
7.8	Beroepsverenigingen en instellingen	234
7.9	Afsluiting	236

8 Vakdidactisch ontwerpen 237

8.1	Inleiding	237
8.2	Leermiddelen ontwerpen	237
8.3	Concept-contextbenadering	241
8.4	Onderzoekend leren	247
8.5	Probleemstellend leren	250
8.6	Probleemgeoriënteerd leren	254
8.7	Afsluiting	256

Bronvermelding

De hoofdstukken 5 t/m 8 bestaan voor een deel uit bewerkte bijdragen aan het *Handboek natuurkundedidactic* van de hand van de volgende auteurs:

Ton van der Valk (5.2 en 6.3)
 Ed van den Berg (5.4)
 Ad Mooldijk (5.5)
 Dave van Breukelen (6.4)
 Koos Kortland (6.5)
 Gerben Bakker (7.5.2)
 Martijn Koops (7.5.3)
 Wouter Spaan (7.5.4)
 Anne Land-Zandstra (7.7)
 Koos Kortland & Hans Poorthuis (8.2)
 Lesley de Putter (8.3)
 Henk Pol (8.4)
 Marjolein Vollebregt & Kees Klaassen (8.5 en 8.6)

Achter de auteursnamen staan de paragrafen van het praktijkboek waarin hun bijdrage aan het handboek is verwerkt.