



Natuurwetenschappelijke vaardigheden onderbouw havo-vwo

havo - vwo

SLO • nationaal expertisecentrum leerplanontwikkeling



Natuurwetenschappelijke vaardigheden onderbouw havo-vwo

Februari 2011

slo

nationaal
expertisecentrum
leerplan-
ontwikkeling

Verantwoording

© 2011 SLO (nationaal expertisecentrum leerplanontwikkeling), Enschede

Alle rechten voorbehouden. Mits de bron wordt vermeld is het toegestaan om zonder voorafgaande toestemming van de uitgever deze uitgave geheel of gedeeltelijk te kopiëren dan wel op andere wijze te verveelvoudigen.

Auteurs: Wim Spek en Maaïke Rodenboog-Hamelink

Eindredactie: Maaïke Rodenboog-Hamelink

In samenwerking met:

- Christelijk Lyceum Veenendaal
- Citadel College Nijmegen
- Greijdanus, Locatie Zwolle
- Marianum, Katholieke Scholengemeenschap voor vmbo, havo en lyceum, locatie Groenlo
- Northgo College, Noordwijk
- R.K. Scholengemeenschap St. Canisius, locaties Almelo en Tubbergen

Met dank voor de bijdrage van collega's van SLO:

- Emiel de Kleijn
- Agnes Legierse
- Berenice Michels
- Jos Paus

Informatie

SLO

Secretariaat vo onderbouw

Postbus 2041, 7500 CA Enschede

Telefoon (053) 4840 660

Internet: www.slo.nl

E-mail: vo-onderbouw@slo.nl

AN: 4.5528.384

Inhoud

1.	Inleiding	5
2.	Natuurwetenschappelijke vaardigheden in de onderbouw	7
2.1	Uitgangspunten bij het opzetten van de leerlijnen	7
2.2	Gebruik van de leerlijnen in de school	9
2.3	Tussendoelen	9
2.4	Bijzonderheden bij verschillende vaardigheden	10
3.	Onderzoeken	13
3.1	Uitgangspunten bij onderzoeken	13
3.2	Fasen bij de vaardigheid onderzoeken	14
3.3	Leerlijn onderzoeken	15
4.	Ontwerpen	21
4.1	Uitgangspunten bij ontwerpen	21
4.2	Fasen bij de vaardigheid ontwerpen	22
4.3	Leerlijn ontwerpen	23
5.	Reken- en wiskundige vaardigheden	27
5.1	Uitgangspunten bij reken- en wiskundige vaardigheden	27
5.2	Domeinen bij de vaardigheid reken- en wiskundige vaardigheden	28
5.3	Leerlijn reken- en wiskundige vaardigheden	29
6.	Modelvorming	35
6.1	Uitgangspunten bij modelvorming	35
6.2	Fasen bij de vaardigheid modelvorming	35
6.3	Leerlijn modelvorming	37
7.	Redeneren	39
7.1	Uitgangspunten bij redeneren	39
7.2	Fasen bij redeneren	40
7.3	Leerlijn redeneren	41
8.	Waarderen en oordelen	43
8.1	Uitgangspunten bij waarderen en oordelen	43
8.2	Fasen bij de vaardigheid waarderen en oordelen	43
8.3	Leerlijn waarderen en oordelen	45
9.	Instrumentele vaardigheden	49
9.1	Uitgangspunten bij instrumentele vaardigheden	49
9.2	Veilig werken	49
9.3	Deelvaardigheden bij instrumentele vaardigheden	50
9.4	Leerlijn instrumentele vaardigheden	52

10.	Toelichting bij de vaardigheden	55
10.1	Toelichting bij onderzoeken	55
10.2	Toelichting bij ontwerpen	62
10.3	Toelichting bij reken- en wiskundige vaardigheden	63
10.4	Toelichting bij modelvorming	64
11.	Referenties	67
	Bijlagen	69
	Bijlage 1 Netwerkgegevens	71
	Bijlage 2 Reflectie	73
	Bijlage 3 Het aanleren van informatievaardigheden	75
	Bijlage 4 Presenteren	77

1. Inleiding

Het onderwijs in de onderbouw van het voortgezet onderwijs is in beweging. Scholen krijgen en nemen ruimte voor eigen invulling in het leerplan, zeker in de onderbouw. Veel scholen zijn op zoek naar meer afstemming en samenhang in het leerplan. Daarmee wordt gezocht naar een doorgaande lijn in de leerstof. Deze publicatie wil docententeams ondersteunen bij de zoektocht naar meer afstemming en een doorgaande leerlijn voor de natuurwetenschappelijke vaardigheden.

In deze publicatie worden leerlijnen beschreven voor de natuurwetenschappelijke vaardigheden voor de onderbouw havo-vwo.

In 2009 en 2010 heeft SLO samen met zes scholen gewerkt aan het formuleren van deze leerlijnen. Het betreft vaardigheden die ook in de eindtermen in de tweede fase van de natuurwetenschappelijke vakken voorkomen, namelijk:

- onderzoeken
- ontwerpen
- reken- en wiskundige vaardigheden
- modelvorming
- redeneren
- waarderen en oordelen
- instrumentele vaardigheden.

De leerlijnen zijn beschreven in de vorm van tussendoelen die leiden naar een einddoel, namelijk instroom in de tweede fase van havo en vwo.

Graag willen we de scholen bedanken die tijdens dit SLO-project betrokken zijn geweest, namelijk: Christelijk Lyceum Veenendaal, Citadel College Nijmegen, Greijdanus College Locatie Zwolle, Marianum KSG voor vmbo, havo en lyceum locatie Groenlo, Northgo College Noordwijk en RKSG St. -Canisius locaties Almelo en Tubbergen. In bijlage 1 vindt u de gegevens om met verschillende docenten van deze scholen in contact te komen. We danken hen voor hun inzet en betrokkenheid gedurende dit project.

In hoofdstuk 2 is beschreven hoe de leerlijnen zijn ontwikkeld en op welke manier de leerlijnen gebruikt kunnen worden in de school. Dit hoofdstuk vormt de basis voor de volgende hoofdstukken. In de hoofdstukken 3 tot en met 9 worden de leerlijnen per vaardigheid uitgewerkt. Deze hoofdstukken zijn onafhankelijk van elkaar te gebruiken, maar kunnen elkaar ook versterken.

In hoofdstuk 10 vindt u een verdere uitwerking van een aantal vaardigheden. Dit is bedoeld voor docenten die graag meer achtergrondinformatie over de vaardigheden willen ontvangen.

2. Natuurwetenschappelijke vaardigheden in de onderbouw

In dit hoofdstuk vindt u eerst een uitleg over het opzetten van de leerlijnen in de school. Daarna komt het gebruik van de leerlijnen in de school aan de orde.

2.1 Uitgangspunten bij het opzetten van de leerlijnen

De definitie die SLO hanteert voor een leerlijn is:

een leerlijn is een beredeneerde opbouw van tussendoelen en inhouden, leidend naar een einddoel.

In deze publicatie wordt uitgegaan van de eindtermen van de vakoverstijgende vaardigheden zoals deze zijn geformuleerd in de examenprogramma's havo-vwo voor de natuurwetenschappelijke vakken. Dit zijn de vakken: algemene natuurwetenschappen, biologie, natuur, leven en technologie, natuurkunde, scheikunde en wiskunde D.

Er is onderzocht welke bijdrage de onderbouw havo-vwo kan leveren in de natuurwetenschappelijke vakken om een zo toegerust mogelijke doorstroom naar de tweede fase te bewerkstelligen.

Er is gekozen om de volgende vaardigheden te beschrijven in leerlijnen.

1. Onderzoeken
2. Ontwerpen
3. Reken- en wiskundige vaardigheden
4. Modelvorming
5. Redeneren
6. Waarderen en oordelen
7. Instrumentele vaardigheden.

Deze vaardigheden worden door docenten van de deelnemende scholen en experts in de natuurwetenschappelijke vakken van belang geacht voor leerlingen in de onderbouw havo-vwo.

De beschreven eindtermen van de examenvakken havo en vwo zijn gebruikt om de vaardigheid uiteen te rafelen in elkaar opvolgende fasen. Daarna zijn de eindtermen vertaald naar het instroomniveau voor klas 4 havo-vwo. Om leerlingen daarop voor te bereiden zijn tussendoelen geformuleerd om de vaardigheid in fasen te ontwikkelen. Er zijn voor de meeste vaardigheden steeds drie tussendoelen beschreven tot instroom in klas 4 en een plusniveau.

Een voorbeeld

Deze onderdelen zijn overgenomen van de vaardigheid onderzoeken. De uitwerking van de vaardigheid onderzoeken staat in hoofdstuk 3.

Onderzoeken beschreven in de eindtermen havo/vwo

De kandidaat kan een vraagstelling in een geselecteerde context analyseren, gebruik makend van relevante begrippen en theorie, vertalen in een vakspecifiek onderzoek, dat onderzoek uitvoeren, en uit de onderzoeksresultaten conclusies trekken.

Uiteenrafeling van de vaardigheid in fasen

1. Probleemstelling formuleren (doelstelling, onderzoeksvraag, hypothese).
2. Voorbereiden van het onderzoek (kiezen van de onderzoeksmethode, planning, bronnen).
3. Opzetten en uitvoeren van het onderzoek en het verzamelen van gegevens.
4. Verwerken van gegevens.
5. Formuleren van conclusies en onderzoeksresultaten vergelijken met de hypothese.
6. Maken van het onderzoeksverslag en de presentatie.
7. Evaluatie en reflectie (proces, product, leerproces van de leerling).

Bepalen instroomniveau voor klas 4 (dit voorbeeld bevat fase 1 van onderzoeken)

Ik kan bij een gegeven probleem opschrijven wat het doel is van het onderzoek.

Ik kan bij een gegeven probleem (probleemschets of inleiding) een onderzoeksvraag en deelvragen formuleren die passen bij het doel van het onderzoek, met ondersteuning van de begeleider.

Ik kan een hypothese opstellen bij een onderzoeksvraag en dit uitleggen, met ondersteuning van de begeleider.

Bepalen van tussendoelen (voor eerste omschrijving onderzoeken)

Eerste tussendoel

Ik kan bij een gegeven probleem in eigen woorden mondeling uitleggen waar het om gaat, met ondersteuning van de begeleider.

Tweede tussendoel

Ik kan bij een gegeven probleem opschrijven wat het doel is van het onderzoek, met ondersteuning van de begeleider.

Instapniveau klas 4

Ik kan bij een gegeven probleem opschrijven wat het doel is van het onderzoek.

Plusniveau

Ik kan een probleem herkennen en beschrijven in een gegeven context, met ondersteuning van de begeleider.

2.2 Gebruik van de leerlijnen in de school

De uitgewerkte vaardigheden kunnen door docenten en leerlingen op verschillende manieren worden ingezet.

1. Een label geven aan bestaand lesmateriaal.
Lesmateriaal dat bijvoorbeeld aandacht besteedt aan de vaardigheid ontwerpen kan aan de hand van de tussendoelen geplaatst worden op de leerlijn. Docenten kunnen de tussendoelen gebruiken om te meten of lesmateriaal op een bepaald niveau is ontwikkeld. Daarnaast kan worden nagegaan of alle fasen van de vaardigheid in de opdracht zijn verwerkt.
2. Ontwikkelen of arrangeren van nieuw lesmateriaal.
Bij het ontwikkelen of arrangeren van lesmateriaal kunnen docenten rekening houden met het niveau dat de leerlingen beheersen en het lesmateriaal aanpassen aan wat leerlingen al kunnen of wat leerlingen gaan leren. Zo kunnen bestaande opdrachten worden aangepast aan de leerlijn of nieuwe opdrachten op een passend niveau van de leerlijn worden ontwikkeld.
3. Uitgangspunt voor beoordeling door docent en/of leerling.
Het schema met tussendoelen kan gebruikt worden door leerlingen en docenten om de vaardigheid te beoordelen en een score toe te kennen. Leerlingen kunnen door het bekijken van de tussendoelen scoren op welk niveau ze de vaardigheid beheersen. Leerlingen kunnen ook elkaar beoordelen. Ook docenten kunnen leerlingen beoordelen en advies geven op welke manier de leerling progressie kan maken in het verbeteren van de vaardigheid.
4. Richting geven aan vakinhouden.
De uitgewerkte natuurwetenschappelijke vaardigheden kunnen ondersteunen bij het ontwerpen van vakinhouden voor de natuurwetenschappelijke vakken. Door de uitgewerkte leerlijnen kan richting gegeven worden aan inhoudsdoelen. Deze moeten uiteraard passen bij de ontwikkeling van de leerling.
5. Afstemming met andere vakken.
Het afstemmen met andere vakken kan op twee manieren. Niet alle natuurwetenschappelijke vakken worden aangeboden in elk leerjaar. Vaksecties kunnen met andere vaksecties afstemmen op welk niveau leerlingen zijn gekomen en welke onderdelen van de vaardigheid zijn aangeboden op welk niveau. Daarnaast kunnen docenten ook per leerjaar of per deel van het jaar aangeven op welk niveau de vaardigheid wordt aangeboden en hierover schoolbreed afspraken maken.

2.3 Tussendoelen

Er is gewerkt aan een opbouw in vaardigheden op vier verschillende niveaus. De tussendoelen worden voor elke vaardigheid steeds op dezelfde manier opgebouwd.

Fasen onderzoeken	start niveau	instapniveau klas 4		plusniveau
	>>>>>>>>>>Afnemende sturing>>>>>>>>>>			
4 Verwerken van de gegevens	Ik kan de gegevens verwerken in een tabel, op aanwijzingen van de begeleider.	Ik kan de gegevens verwerken in een tabel en verwerken tot een grafiek of andere weergavevorm, op aanwijzingen van de begeleider.	Ik kan gegevens verwerken in een tabel en dit omzetten tot een grafiek of andere weergavevorm.	Ik kan gegevens verzamelen en verwerken met behulp van ICT.
		Ik kan uit de verwerkte gegevens aangeven welke data van belang zijn voor het beantwoorden van de onderzoeksvraag.	Ik kan met behulp van de verwerkte gegevens een antwoord geven op de onderzoeksvraag.	Ik kan de verwerkte gegevens gebruiken, met behulp van eenvoudige (statistische) bewerkingen, tot resultaten voor het beantwoorden van de onderzoeksvragen.

Door oplopend niveau ontstaat een doorgaande lijn in de vaardigheden. Het beginniveau van de leerling, de kolom onder startniveau, wordt aangegeven als eindniveau van het primair onderwijs. In het begin van de eerste klas wordt aangenomen dat de leerling dit niveau kan beheersen of snel kan leren beheersen. Het niveau dat elke leerling aan het eind van klas 3 geacht wordt te beheersen wordt beschreven in de kolom onder instapniveau klas 4. Daarnaast is nog een extra niveau beschreven. Deze kolom is een plus voor de leerlingen die meer aankunnen. Leerlingen ontwikkelen de vaardigheden. Dit groeiproces zal verschillend zijn per leerling en met behulp van de tussendoelen wordt hierin een logisch opbouwende lijn beschreven. Het uiteindelijke einddoel is de eindterm in het examen havo en vwo van de natuurwetenschappelijke vakken. Aan het eind van elk hoofdstuk 3 tot en met 9 is de volledig uitgewerkte vaardigheid uitgewerkt.

De schema's met tussendoelen blijven nog steeds een abstracte vorm en niet direct als lesmateriaal in te zetten in de les. In 2011 en 2012 werkt SLO met scholen aan het uitwerken van voorbeelden passend bij deze tussendoelen. Deze voorbeelden komen beschikbaar op de website van SLO.

2.4 Bijzonderheden bij verschillende vaardigheden

Een aantal bijzonderheden en tips bij het gebruik van de tussendoelen.

Verschillend gebruik van de tussendoelen

Bij de vaardigheden onderzoeken, ontwerpen, redeneren en waarderen en oordelen zijn de schema's opeenvolgend uitgewerkt. Dat wil zeggen dat het gedrag dat de leerling moet laten zien, steeds zo goed mogelijk beschreven is per vakje. Daarbij is het rechtse vakje steeds een verbetering van het vakje links ernaast.

Bij de vaardigheden reken- en wiskundige vaardigheden, modelvorming en instrumentele vaardigheden wordt er steeds vanuit gegaan dat voorgaande ook beheerst wordt. Dit wordt niet opnieuw beschreven. Hier is het tussendoel in de opeenvolgende vakjes soms afwijkend.

Gebruik van schema's in Word, bijvoorbeeld om af te vinken

Bij de vaardigheid ontwerpen zijn in het schema ook smalle kolommen toegevoegd. Dat is bedoeld als afvinklijst. Op die manier kunnen docenten lesmateriaal checken en indien die fase van de vaardigheid aanwezig is het afvinken in het schema.

Op de website van SLO worden de schema's van alle vaardigheden aangeboden in Word, voor eigen gebruik. Naast afvinken kunnen schema's ook naar eigen inzicht worden aangepast.

Reken- en wiskundige vaardigheden afstemmen met de landelijke ontwikkelingen

Bij alle schema's is gebruik gemaakt van de eindtermen vanuit het examen van de natuurwetenschappelijke vakken havo-vwo.

Voor de vaardigheid reken- en wiskundige vaardigheden geldt dat daarnaast ook is gekeken naar de richtlijnen uit het rapport 'Over de drempels met rekenen en taal van de expertgroep rekenen en taal (2008). Leerlingen in havo en vwo onderbouw worden geacht te gaan van streefniveau 1 naar streefniveau 2, bij instroom van klas 4. De indeling van de vaardigheid reken- en wiskundige vaardigheden houdt daar rekening mee en is ook op deze ontwikkelingen afgestemd (Doorlopende leerlijnen rekenen en taal, 2009).

Bij deze vaardigheid kan worden opgemerkt dat het vierde niveau geen plusniveau is. Het eindniveau wordt verwacht aan het eind van klas 3 havo-vwo. Dit wordt verder toegelicht in hoofdstuk 5.

Instrumentele vaardigheden

Ook bij de vaardigheid instrumentele vaardigheden zijn de eindtermen het uitgangspunt. Echter deze vaardigheid is geen onderdeel van het gezamenlijk deel van de vaardigheden van de natuurwetenschappelijke vakken. Bij de verschillende natuurwetenschappelijke vakken staat deze vaardigheid op verschillende manieren benoemd.

Docenten in het netwerk vinden het een erg belangrijke vaardigheid om aandacht aan te besteden. Dat is de reden dat er gezocht is naar overeenkomsten voor deze vaardigheid in de natuurwetenschappelijke vakken. Vanuit deze overeenkomst is de vaardigheid verder uitgewerkt in hoofdstuk 9.

Reflectie

Aan verschillende leerlijnen is de fase van reflecteren op de vaardigheid toegevoegd als een apart beschreven fase. Indien reflecteren regelmatig en veelvuldig in de les wordt gebruikt, zal het leereffect over natuurwetenschappelijke vaardigheden toenemen. Nadere uitleg over reflecteren vindt u in bijlage 2.

3. Onderzoeken

In dit hoofdstuk is er aandacht voor de vaardigheid onderzoeken. In 3.1 wordt de relatie met de eindtermen havo en vwo toegelicht. In 3.2 de uitwerking in fasen voor de onderbouw havo en vwo. In 3.3 volgt het schema, waarin onderzoeken is uitgewerkt in verschillende fasen en niveaus.

In hoofdstuk 10.1 vindt u een verdere toelichting voor deze vaardigheid.

3.1 Uitgangspunten bij onderzoeken

In de eindtermen van de tweede fase havo en vwo wordt onderzoeken als volgt omschreven.

A2.1 Onderzoeken

De kandidaat kan een vraagstelling in een geselecteerde context analyseren, gebruikmakend van relevante begrippen en theorie, vertalen in een vakspecifiek onderzoek, dat onderzoek uitvoeren, en uit de onderzoeksresultaten conclusies trekken.

De bovenstaande eindterm geeft het eindniveau aan voor onderzoeken in de tweede fase van havo en vwo.

Deze eindterm is het uitgangspunt voor het opzetten van een leerlijn voor de onderbouw, zodat de onderbouw en bovenbouw van havo en vwo wat betreft onderzoeken op elkaar worden afgestemd.

In de uitgewerkte leerlijn (zie 3.3) wordt verschillende malen aangegeven dat de docent een begeleidende rol heeft tijdens het onderzoeken. Er wordt aangegeven wanneer leerlingen de stap onder begeleiding kunnen doen en wanneer er meer zelfstandigheid wordt verwacht. Leerlingen hebben te allen tijde een vorm van begeleiding nodig. Ter vergelijking, ook de masterstudent en de promovendus doen hun onderzoek onder begeleiding.

Begeleiding kan in de vorm van ondersteuning van de docent of andere expert, maar kan ook expliciet in de structuur van de opdracht worden aangegeven.

In het schema van hoofdstuk 3.3 komen nog verschillende lege vakken voor. Deze vakken ontstaan als het voor deelvaardigheden niet wenselijk is om tot verdere onderverdeling over te gaan. Naar eigen inzicht kan de docent dan kiezen naar de voorliggende of de volgende omschrijving.

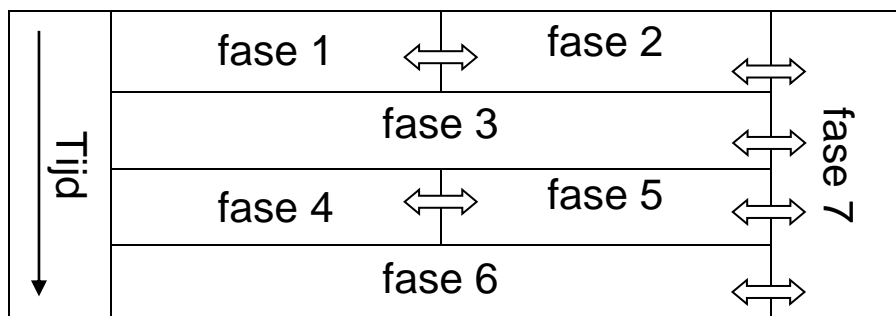
De leerlijn is uitgewerkt voor de natuurwetenschappelijke vakken en kan tevens als richtlijn dienen bij andere vakken. Ook bij andere vakken kan onderzoeken op een soortgelijke wijze in tussendoelen worden aangeboden.

3.2 Fasen bij de vaardigheid onderzoeken

De vaardigheid onderzoeken is onderverdeeld in 7 fasen, namelijk:

1. Probleemstelling formuleren:
 - doelstelling
 - onderzoeksvraag
 - hypothese.
2. Voorbereiden van het onderzoek:
 - kiezen van de onderzoeksmethode (bijvoorbeeld bronnenonderzoek, experiment, observatie, interview, enquête)
 - planning
 - bronnen.
3. Opzetten en uitvoeren van het onderzoek en het verzamelen van gegevens.
4. Verwerken van gegevens.
5. Formuleren van conclusies en onderzoeksresultaten vergelijken met de hypothese.
6. Maken van het onderzoeksverslag en de presentatie.
7. Evaluatie en reflectie:
 - proces
 - product
 - leerproces van de leerling.

Dit kan in de onderstaande figuur in tijd worden weergegeven.



Figuur 1: Overzicht fasen 'onderzoeken'

	Fasen onderzoeken	Startniveau Instapniveau klas 4 Plusniveau			
		>>>>>>>>>> Afnemende sturing >>>>>>>>>>>>>>>>			
	interview, enquête) <ul style="list-style-type: none"> • planning • bronnen. 	Ik kan de functie van een gegeven onderzoeksplan en de functie van een logboek in eigen woorden uitleggen. Ik kan gegeven bronnen raadplegen als voorbereiding op het onderzoek.	Ik kan een deels ingevuld onderzoeksplan en opzet voor een logboek aanvullen. Ik kan gegeven bronnen raadplegen en een keuze maken uit een lijstje van bronnen, passend bij het onderzoek.	Ik kan een onderzoeksplan en logboek maken, met ondersteuning van de begeleider. Ik kan bronnen zoeken en vinden die passen bij het onderzoek, met ondersteuning van de begeleider.	Ik kan een onderzoeksplan maken en een eigen logboek vormgeven. Ik kan betrouwbare bronnen zoeken en vinden die passen bij het onderzoek.
3	Opzetten en uitvoeren van het onderzoek en het verzamelen van gegevens.	Ik kan met de gegeven materialen het onderzoek opzetten, met ondersteuning van de begeleider. Ik kan het onderzoek uitvoeren volgens het onderzoeksplan, stap voor stap, ondersteund door de begeleider. Ik kan het logboek bijhouden, stap voor stap ondersteund door de begeleider. Ik kan de gegevens verzamelen (literatuur en andere data) en bewaren.	Ik kan met de gegeven materialen het onderzoek opzetten, vrijwel zonder ondersteuning van de begeleider. Ik kan het onderzoek uitvoeren volgens onderzoeksplan, met ondersteuning van de begeleider. Ik kan het logboek bijhouden, met ondersteuning van de begeleider. Ik kan de gegevens verzamelen (literatuur en andere data) en overzichtelijk bewaren.	Ik kan de materialen verzamelen die nodig zijn bij het opzetten van het onderzoek. Ik kan het onderzoek uitvoeren volgens het onderzoeksplan. Ik kan het logboek bijhouden. Ik kan gegevens verzamelen (literatuur en andere data) en in leesbare overzichten zetten.	Ik kan materialen verzamelen volgens het onderzoeksplan. Ik kan gegevens verzamelen en vastleggen met behulp van ICT.

4. Ontwerpen

In dit hoofdstuk is er aandacht voor de vaardigheid ontwerpen. In 4.1 wordt de relatie met de eindtermen havo en vwo toegelicht. In 4.2 de uitwerking in fasen voor de onderbouw havo en vwo. In 4.3 volgt het schema, waarin ontwerpen is uitgewerkt in verschillende fasen en niveaus. In hoofdstuk 10.2 vindt u een verdere toelichting over deze vaardigheid.

4.1 Uitgangspunten bij ontwerpen

De tussendoelen voor ontwerpen zijn gebaseerd op de eindtermen van het examen havo en vwo uit het A2 deel. Daar staat het volgende:

Subdomein A2.2.

Ontwerpen:

De kandidaat kan een ontwerp op basis van een gesteld probleem voorbereiden, uitvoeren, testen en evalueren en daarbij relevante begrippen/theorie gebruiken.

In de syllabus en de handreiking wordt dit verder uitgewerkt.

De kandidaat kan:

- een technisch probleem herkennen en specificeren;
- voor een ontwerp een programma van eisen en wensen opstellen;
- verschillende uitwerkingen geven voor functies en eigenschappen van het ontwerp;
- een beargumenteerd voorstel doen voor het ontwerp, rekening houdend met prioriteiten, mogelijkheden en randvoorwaarden;
- een werkplan maken voor het uitvoeren van het ontwerp;
- een prototype van het ontwerp bouwen;
- het ontwerpproces en -product evalueren, rekening houdend met ontwerpisen en randvoorwaarden;
- voorstellen doen voor verbetering van het ontwerp.

In de uitgewerkte leerlijn voor de onderbouw wordt aangesloten bij deze fasen.

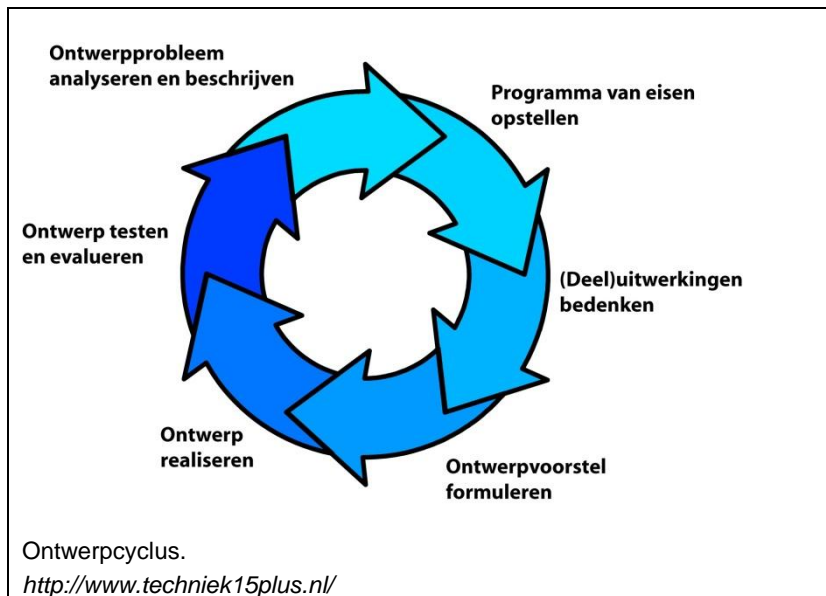
Hieraan is toegevoegd het reflecteren op het ontwerpproces.

De ontwerpcyclus

Daarnaast is aansluiting gezocht bij de ontwerpcyclus zoals gepresenteerd op de website van techniek 15 plus, <http://www.techniek15plus.nl/>.

Hierin wordt een aantal fasen aangegeven die beschreven zijn in de onderstaande figuur.

Deze ontwerpcyclus vertoont een sterke overlap met zowel de fasen beschreven in de eindtermen, als de onderstaande fasen voor de onderbouw.



In het schema van hoofdstuk 4.3 komen nog verschillende lege vakken voor. Deze vakken ontstaan als het voor deelvahdigheden niet wenselijk is om tot verdere onderverdeling over te gaan. Naar eigen inzicht kan de docent dan kiezen voor de voorgaande of de volgende omschrijving.

In het schema worden de termen model en prototype onderscheiden. Er is uitgegaan van het volgende verschil. Een model wordt gezien als een vereenvoudigde voorstelling van de werkelijkheid en er ontbreken variabelen. Bij een prototype wordt uitgegaan van een werkend ontwerp (eventueel op schaal).

In het netwerk van dit project is een leerlingenopdracht gemaakt voor deze vaardigheid op het tweede niveau. In deze opdracht ontwerpen leerlingen een eigen kamer, met een bepaald budget en volgens de tussendoelen van ontwerpen, zoals hier is beschreven. Deze opdracht is beschikbaar via de website van SLO.

4.2 Fasen bij de vaardigheid ontwerpen

De vaardigheid ontwerpen voor onderbouw havo en vwo is onderverdeeld in een aantal fasen.

Fasen ontwerpen

1. Het analyseren en beschrijven van het ontwerprobleem.
2. Het opstellen van een programma van eisen waaraan het ontwerp moet voldoen.
3. Het bedenken van ideeën voor de taken en eigenschappen waaraan het ontwerp moet voldoen.
4. Het formuleren van een ontwerpvoorstel op basis van een goede combinatie van deelvahdigheden.
5. Het realiseren van het ontwerp als prototype of model.
6. Het testen en evalueren van het ontwerp en zo nodig met verbetervoorstellen komen.
7. Het maken van een rapport en het ontwerp (proces en product) presenteren.
8. Het reflecteren op het ontwerpproces.

De smalle kolommen na elk niveau kunnen gebruikt worden om bij lesmateriaal aan te geven op welk niveau de vaardigheid zich bevindt (zie ook verder bij gebruik van de tussendoelen in de school, hoofdstuk 2.4).

4.3 Leerlijn ontwerpen

	Fasen ontwerpen	Instapniveau klas 4				Plusniveau
		Startniveau	>>>>AFNEMENDE STURING>>>>			
1	Het analyseren en beschrijven van het ontwerpprobleem.	Ik krijg een ontwerp-opdracht van de begeleider. Ik kan de ontwerp-opdracht in eigen woorden weergeven.	Ik kan bij een gegeven ontwerpprobleem opschrijven wat de functie is van het ontwerp, met ondersteuning van de begeleider.	Ik kan bij een gegeven ontwerpprobleem opschrijven wat de functie is van het ontwerp.	Ik kan in een groepje een ontwerpprobleem in een gegeven situatie analyseren en beschrijven.	
2	Het opstellen van een programma van eisen waaraan het ontwerp moet voldoen.	Ik kan vertellen wat de belangrijkste functie van het ontwerp is.	Ik kan één of twee <i>functionele</i> eisen noemen. Ik kan één of twee <i>gebruikerseisen</i> noemen. Ik kan de eisen zo <i>formuleren</i> dat ze realistisch en toetsbaar zijn.	Ik kan één <i>duurzaamheidseis</i> noemen, naast twee functionele eisen en twee gebruikerseisen. Ik kan <i>controleren</i> of de eisen realistisch en toetsbaar zijn. Ik kan de volgorde van belangrijkheid van eisen vaststellen.	Ik kan een programma van eisen opstellen. Ik kan bij elke eis aangeven voor welke betrokkene die eis belangrijk is. Ik kan de volgorde van belangrijkheid van eisen vaststellen.	
3	Het bedenken van ideeën voor de taken en eigenschappen waaraan het ontwerp moet voldoen.	Ik kan een deels ingevulde ideeëntabel verder aanvullen.	Ik kan verschillende manieren gebruiken om op ideeën te komen. Ik kan schetsen maken van een aantal ideeën.	Ik kan ideeën in een ideeëntabel plaatsen en controleren of deze deels uitwerkingen uitvoerbaar zijn. Ik kan ideeën toelichten met schetsen.	Ik kan een ideeëntabel maken met meerdere verschillende ideeën en de ideeën van anderen daarin verwerken. Ik kan de ideeën toelichten met schetsen.	

	Fasen ontwerpen	Startniveau	Instapniveau klas 4 >>>>AFNEMENDE STURING>>>>			Plusniveau
4	Het formuleren van een ontwerpvoorstel op basis van een goede combinatie van deelsluitwerkingen.	Ik kan deelsluitwerkingen combineren tot één ontwerpvoorstel. Ik kan een schets maken van het ontwerpvoorstel.	Ik kan een ontwerpvoorstel formuleren door de deelsluitwerkingen te combineren.	Ik kan controleren of een ontwerpvoorstel uitvoerbaar is met bestaande materialen en hulpmiddelen. Ik kan een schets maken van een ontwerpvoorstel met detailtekeningen.	Ik kan ideeën verwerken in een ontwerpvoorstel en controleren of het aan het programma van eisen voldoet. Ik kan van een aantal belangrijke onderdelen detailtekeningen maken met maatvoering. Dit samen mond uit in een ontwerpvoorstel.	
5	Het realiseren van het ontwerp als prototype of model (prototype moet werken, model niet).	Ik kan op basis van de aangereikte materialen, de handleiding en de gegeven gereedschappen een prototype of model maken.	Ik kan een werkplan maken en ik kan afspraken maken voor hulp bij het maken van een prototype of model (docent, toa, ouders, begeleider). Ik kan een prototype of model maken en daarbij zelf de materialen en gereedschappen kiezen.	Ik kan een werkplan maken, afspraken maken en mij meestal houden aan de tijdsplanning. Ik kan een prototype of model maken volgens werkplan. Ik kan oplossingen bedenken voor problemen met het prototype of model.	Ik kan mij houden aan de tijdsplanning bij het maken van een prototype of model. Ik kan een prototype of model maken en bespreken met de probleemhebbende of opdrachtgever. Ik kan problemen bij het prototype of model slim en creatief oplossen.	
6	Het testen en evalueren van het ontwerp en zo nodig met verbetervoorstellen komen.	Ik kan een tweetal eisen testen met behulp van een testprogramma.	Ik kan een testplan opstellen op basis van enkele eisen.	Ik kan een testplan opstellen, uitvoeren en het resultaat overzichtelijk weergeven.	Ik kan het resultaat van het testplan bespreken met de probleemhebbende.	

	Fasen ontwerpen	Startniveau	Instapniveau klas 4 >>>>AFNEMENDE STURING>>>>			Plusniveau
		Ik kan een testplan in eigen woorden vertellen. Ik kan één verbetervoorstel onder woorden brengen.	Ik kan het testplan uitvoeren. Ik kan enkele verbetervoorstellen op papier zetten (schetsen).	Ik kan het testplan uitvoeren en een conclusie trekken. Ik kan de gekozen testmethode uitleggen. Ik kan meerdere verbetervoorstellen op papier zetten (schetsen, tekst).	Ik kan de gekozen testmethode bespreken met de probleemhebber. Ik kan meerdere verbetervoorstellen bespreken met de probleemhebber.	
7	Het maken van een rapport en het ontwerp (proces en product) presenteren.	Ik kan puntsgewijs opschrijven hoe het ontwerpproces is verlopen. Ik kan vertellen dat het ontwerp werkt. Ik kan een presentatie over het ontwerp voorbereiden en geven.	Ik kan opschrijven hoe het ontwerpproces is verlopen en dat beargumenteren. Ik kan met behulp van het testplan laten zien dat het ontwerp werkt. Ik kan een presentatie over het ontwerp voorbereiden en geven en enkele onderdelen van het ontwerpproces toelichten.	Ik kan een rapport schrijven over het ontwerpproces, met behulp van een gegeven structuur. Ik kan met behulp van het testplan laten zien dat het ontwerp aan enkele eisen voldoet. Ik kan een presentatie voorbereiden en geven, over hoe het ontwerpproces is verlopen en uitleg geven over hoe aan het programma van eisen is voldaan.	Ik kan een overtuigend rapport schrijven over het ontwerpproces. De probleemhebber kan ik overtuigen van de betrouwbaarheid en kwaliteit van het ontwerp op basis van het testplan. Ik kan een passende presentatie verzorgen over relevante onderdelen van het ontwerpproces en het geleverde resultaat in relatie tot het programma van eisen. Ik kan dit ontwerp verdedigen met argumenten.	
8	Het reflecteren op het ontwerpproces.	Ik kan vertellen hoe het ontwerpproces is verlopen aan de hand van het rapport.	Ik kan met behulp van het rapport beoordelen hoe het ontwerpproces is verlopen.	Ik kan met behulp van het rapport beoordelen hoe het ontwerpproces is verlopen en tips geven om het ontwerp te verbeteren.	Ik kan met behulp van het rapport beoordelen hoe het ontwerpproces is verlopen en tips geven om dit in een volgend ontwerpproces te verbeteren.	

Fasen ontwerpen	Startniveau	Instapniveau klas 4 >>>>AFNEMENDE STURING>>>>>		Plusniveau
	<p>Ik kan aangeven wat mijn sterke en zwakke punten zijn bij het ontwerpen.</p> <p>Ik kan werken volgens werkplan onder begeleiding van de docent.</p> <p>Ik kan aangeven wat wel of niet goed ging bij het werken in de groep.</p> <p>Ik kan benoemen wat ik van de vaardigheid ontwerpen vindt.</p>	<p>Ik kan aangeven wat mijn sterke en zwakke punten zijn bij de 6 fasen van de ontwerpcyclus.</p> <p>Ik kan zelfstandig werken volgens het werkplan.</p> <p>Ik kan een aantal verschillende taken van ontwerpen uitvoeren en kan daarbij aangeven wat wel en niet goed ging.</p> <p>Ik kan het nut aangeven van ontwerpen volgens de ontwerpcyclus en wat ik daar zelf van vind.</p>	<p>Ik kan aangeven waarin ik ben verbeterd bij het ontwerpen en wat ik nog zou willen leren.</p> <p>Ik kan zelfstandig werken volgens het werkplan en waar nodig de planning bijstellen.</p> <p>Ik kan alle taken die horen bij ontwerpen uitvoeren in overleg met de groep en ik kom gemaakte afspraken wat betreft ontwerpen na.</p> <p>Ik kan benoemen wat ik van de vaardigheid ontwerpen vind en wat ik daarover in de toekomst nog over wil leren of wat ik daaraan wil verbeteren.</p>	<p>Ik kan aangeven waarin ik ben verbeterd en ik kan met anderen overleggen wat goed zou zijn om nog te leren.</p> <p>Ik kan zelfstandig werken volgens het werkplan en de planning bijstellen en evalueren.</p> <p>Ik kan alle taken die horen bij het ontwerpen uitvoeren en voel me verantwoordelijk voor het eindresultaat van de groep waar ik in werk.</p> <p>Ik kan benoemen wat ik van de vaardigheid ontwerpen vind en wat ik daarover in de toekomst nog wil leren of wat ik daaraan wil verbeteren.</p>

5. Reken- en wiskundige vaardigheden

In dit hoofdstuk is er aandacht voor de vaardigheid reken- en wiskundige vaardigheden. In 5.1 wordt de relatie met de eindtermen havo en vwo toegelicht. Ook is er aandacht voor de niveaus voor rekenen voor het voortgezet onderwijs. In 5.2 de uitwerking in fasen voor de onderbouw havo en vwo. In 5.3 volgt het schema, waarin onderzoeken is uitgewerkt in verschillende fasen en niveaus.

In hoofdstuk 10.3 vindt u een verdere toelichting op deze vaardigheid.

5.1 Uitgangspunten bij reken- en wiskundige vaardigheden

De eindterm beschreven in de examenprogramma's van de tweede fase luidt:

A2.6 Rekenkundige en wiskundige vaardigheden

De kandidaat kan een aantal voor het vak relevante rekenkundige en wiskundige vaardigheden correct en geroutineerd toepassen bij vakspecifieke probleemsituaties.

Binnen de examenprogramma's van de tweede fase wordt aangegeven welke onderdelen voor deze vaardigheid van belang zijn.

Dit zijn:

- basisrekenvaardigheden
- grootheden/formules
- wiskundige vaardigheden.

In het rapport 'Over de drempels met rekenen en taal' (2008) wordt voor rekenen een bepaald niveau weergegeven. Aan het eind van de basisschool geldt voor de leerlingen die naar havo en vwo gaan het streefniveau 1 (1S) en aan het eind van de onderbouw geldt streefniveau 2 (2S). Doel van deze uitwerking is voor de rekenvaardigheden en de grootheden/formules om van niveau 1S naar 2S te gaan. Het instapniveau van klas 4 moet gelijk zijn aan 2S.

De wiskundige vaardigheden worden minder beschreven in het genoemde rapport, maar hiervoor zijn de uitwerkingen van de examenprogramma's als uitgangspunt genomen.

Voor de reken- en wiskundige vaardigheden worden die tussendoelen uitgewerkt die van belang worden geacht ter ondersteuning van de natuurwetenschappelijke vakken. In tegenstelling tot andere vaardigheden vormen de geformuleerde tussendoelen in de laatste kolom het te behalen instapniveau voor de tweede fase. De laatste kolom is niet het plusniveau, maar het instapniveau voor klas 4.

In het schema van hoofdstuk 5.3 wordt onderscheid gemaakt tussen paraat hebben, functioneel gebruiken en weten waarom. Paraat hebben valt onder parate kennis. Functioneel gebruiken wil zeggen dat leerlingen dit onderdeel kunnen gebruiken in verschillende contexten en 'weten waarom' gaat over het kunnen uitleggen van verschillende deelvaardigheden. Dit laatste is met name van belang bij het overstappen van 1S naar 2S.

Veel meer voorbeelden en uitwerkingen zijn te vinden op de website

<http://www.taalenrekenen.nl/>

5.2 Domeinen bij de vaardigheid reken- en wiskundige vaardigheden

De referentieniveaus voor rekenen worden beschreven in vier domeinen. Deze domeinen zijn:

- Getallen
- Verhoudingen
- Meten en Meetkunde
- Verbanden.

Deze indeling volgt in grote lijnen de indeling in het basisonderwijs.

Om tussendoelen voor de onderbouw te formuleren die niet alleen gaan over rekenvaardigheden, maar ook wiskundige vaardigheden, wijkt de indeling iets af van bovenstaande indeling en is deze iets specifiekker opgeschreven.

De indeling is:

1. Getallen, bewerkingen, rekenregels, operatoren.
Hierbij gaat het om getalbegrip, bewerkingen met getallen en het kunnen toepassen.
2. Verhoudingen, breuken, procenten.
Aan de orde komen het gebruik van een verhoudingstabel, omzetten van verhoudingen in een breuk, decimaal getal of percentage, en het vergelijken van verhoudingen.
3. Meten en rekenen met grootheden en eenheden.
Centraal bij dit onderdeel staat het kwantificeren van verschijnselen, waarbij grootheden en de daarbij behorende eenheden een belangrijke rol spelen
4. Verbanden, tabellen, grafieken, formules
(deze vaardigheid is de overgang naar een wiskundige vaardigheid).
Hierbij gaat het om het gebruik van tabellen en grafieken om kwantitatieve gegevens op een compacte en overzichtelijke manier weer te geven, om vervolgens te kunnen aflezen en te interpreteren. Het beschrijven van een onderliggend verband (als dat er is) is een belangrijke vaardigheid daarbij.

5.3 Leerlijn reken- en wiskundige vaardigheden

Gewoon lettertype: paraat hebben

Cursief lettertype: functioneel gebruiken

Vet lettertype: weten waarom

	Onderdeel reken- en wiskundige vaardigheden	Startniveau 1S naar 2S Instapniveau klas 4			
1	<p>Getallen, bewerkingen, rekenregels, operatoren.</p>	<p>Ik heb paraat:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 5 is gelijk aan 2 en 3 • de relaties groter/kleiner dan • 0,45 is vijfenvestig honderdste • breuknotatie met horizontale streep en met schuine streep • teller, noemer, breukstreep. <p><i>Ik kan gebruiken de uitspraak en schrijfwijze van gehele getallen, breuken en decimale getallen.</i></p> <p><i>Ik kan gebruiken getalbenamingen als driekwart, anderhalf, miljoen.</i></p> <p><i>Ik kan een gemengd getal gebruiken.</i></p> <p><i>Ik kan een breuk met een decimaal getal vergelijken en omgekeerd.</i></p>	<p>Ik kan verschillende schrijfwijzen van getallen met elkaar vergelijken (decimaal met breuk, macht met product, wortel en kwadraat).</p> <p>Ik kan decimale getallen interpreteren als tiendelige breuken.</p> <p>Ik kan rekenen met breuken (+, -, :, x).</p>	<p>Ik weet dat er soorten getallen zijn als priemgetallen, negatieve getallen, rationale getallen (breuk, decimaal getal) en irrationele getallen (pi). Ik kan deze getallen gebruiken bij berekeningen.</p> <p><i>Ik kan een getal in wetenschappelijke notatie in de rekenmachine invoeren en uitlezen in de display.</i></p> <p><i>Ik kan rekenen in de wetenschappelijke notatie.</i></p> <p>Ik kan een rekenkundige redenering controleren.</p>	<p><i>Ik kan bewerkingen met variabelen opvatten als gegeneraliseerde bewerkingen met getallen.</i></p> <p>Ik kan gelijkheden en ongelijkheden met breuken en variabelen uitleggen.</p> <p>Ik kan een eigenschap van een rekenkundige bewerking verklaren (vermenigvuldigen van machten van machten, regelmaat in uitkomsten enzovoort).</p>

	Onderdeel reken- en wiskundige vaardigheden	Startniveau		
		1S naar 2S		Instapniveau klas 4
		<p>Ik kan de orde van grootte van getallen beredeneren.</p> <p>Ik weet het verschil tussen cijfer en getal.</p> <p>Ik ken het belang van het getal 0.</p>		
2	<p>Verhoudingen, breuken, procenten.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • één vijfde deel is 1/5 van • 3,5 is 3 en 5/10 • 1 op de 4 = 25% of een kwart van • geheel is 100% • $1/4 * 260 = 260/4$ • 1:100 kan ik herkennen en uitspreken als 1 staat tot 100 • <i>notatie van breuken</i> • <i>taal van verhoudingen</i> • <i>verhoudingen herkennen in dagelijkse situaties.</i> 	<p>Ik kan breuken, decimale getallen, percentages en verhoudingen in elkaar omzetten ($27/50 = 0,54 = 54\% = 54$ op de 100 = 27 op de 50, en ook 27 : 23 (27 staat tot 23).</p> <p><i>Ik kan talige en wiskundige beschrijvingen kunnen lezen, gebruiken en in elkaar kunnen omzetten (1 op de 5, één vijfde deel, één per vijf, 20% van, 1/5 deel van).</i></p> <p>Ik kan rekenen met percentages boven de 100 (de inflatie bedroeg afgelopen jaar 200%). Ik kan bepalen welke schaal een model heeft ten opzichte van het origineel en omgekeerd.</p>	<p><i>Ik kan verhoudingsproblemen in rekenvoorschriften, tabel, grafiek en formule herkennen, omzetten en gebruiken (200 gram suiker op 500 ml water komt overeen met evenredigheidsfactor 0,4 (W=0,4S)).</i></p> <p><i>Ik weet wat 'in verhouding hetzelfde' betekent en kan hiermee rekenen (in een schaalmodel zijn de afmetingen in verhoudingen hetzelfde als het origineel).</i></p> <p>Ik kan een groeipercentage als een groeifactor schrijven en omgekeerd (groeifactor 1,04 betekent een groei van 4%). Ik kan werken met kruisproducten bij verhoudingen (uit $a:b = c:d$ volgt $a*d = b*c$).</p> <p>Ik kan begrijpen uit andere vakken in verband brengen met verhoudingssituaties (evenredig, gemiddelde snelheid, dichtheid, hellingspercentage, mengverhouding enzovoort).</p> <p>Ik kan bij het rekenen met procenten gebruik maken van absoluut en relatief (toename AEX-index: toename in punten versus procenten).</p> <p>Ik weet dat een getal soms geschreven wordt als een eindig decimaal getal, soms als een oneindig decimaal getal met repeterend karakter en soms als een oneindig decimaal getal zonder repeterend karakter. Andere mogelijkheden zijn er niet.</p>

	Onderdeel reken- en wiskundige vaardigheden	Startniveau			
		1S naar 2S		Instapniveau klas 4	
				<p><i>Ik kan de vierde evenredige berekenen (uit $a:b = c:x$ de onbekende x kunnen uitrekenen als a, b en c gegeven zijn, $2:5 = 6:....$).</i></p> <p>Ik kan in de scheikunde percentages bepalen.</p> <p>Ik kan een exponentiële groei beschrijven met een macht (groei van spaarsaldo met jaarlijkse rentebijdrage). <i>Ik kan verhoudingsrekenen gebruiken bij het oplossen van problemen.</i></p> <p>Ik kan bepalen of de volgorde waarin twee opeenvolgende (procent)berekeningen uitgevoerd worden, verschil uitmaakt.</p>	
3	<p>Met en rekenen met grootheden en eenheden.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Uitspraak en notatie van: <ul style="list-style-type: none"> - euro (bedragen) - tijd - kalender - lengte, oppervlakte- en inhoudsmaten - gewicht - temperatuur • omtrek, oppervlakte en inhoud • vlakke en ruimtelijke figuren • meetkundige begrippen • are, hectare • ton (1000 kg) • milli-, centi-, kilo- • km², m² 	<p>Ik kan bepalen welke eenheden (maten) passen bij welke grootheden:</p> <ul style="list-style-type: none"> • lengte en meter • oppervlakte en vierkante meter • inhoud en kubieke meter • gewicht en kilogram (eigenlijk massa en kilogram, gewicht en Newton) • temperatuur en Kelvin (Celsius) • tijd en seconde • geld en Euro. 	<p>Ik kan verhoudingen in de meetkunde gebruiken (omrekenen van maten, meetkundige berekeningen, congruente figuren).</p> <p>Ik kan verschillende soorten symmetrie herkennen en gebruiken.</p> <p>Ik kan redeneren over gelijkvormige figuren.</p> <p><i>Ik kan uitspraken doen over de orde van grootte en nauwkeurigheid van meetresultaten.</i></p>	<p>Ik kan uitleggen de structuur en samenhang van het metriek stelsel.</p> <p>Ik kan rekenen met goniometrische verhoudingen sin, cos en tan.</p> <p><i>Ik kan mijn kennis van figuren en hun eigenschappen gebruiken bij het oplossen van problemen.</i></p> <p>Ik kan regelmaat in meetkundige patronen herkennen en beschrijven.</p>

	Onderdeel reken- en wiskundige vaardigheden	Startniveau			Instapniveau klas 4
		1S naar 2S			
		<ul style="list-style-type: none"> m³, dm³, cm³. Ik kan meetinstrumenten gebruiken en gegevens interpreteren <ul style="list-style-type: none"> tijdseenheden referentiematen routebeschrijving. Ik kan een windroos gebruiken. <ul style="list-style-type: none"> Een hectare is ongeveer twee voetbalvelden. 	Ik kan eenheden omzetten in eenheden met voorvoegsels (milli-, micro-, mega ...). Ik kan de juiste instrumenten kiezen en gebruiken bij het meten (meetlat, balans (weegschaal), thermometer....). Ik kan diverse symbolen gebruiken (=, delta, parallel). Ik weet welke gegevens ik nodig heb voor het construeren van tekeningen.	Ik kan rekenen met de stelling van Pythagoras. Ik kan de grootte van hoeken en afstanden berekenen in 2D en 3D figuren.	
4	Verbanden, tabellen, grafieken, formules (deze vaardigheid is de overgang naar een wiskundige vaardigheid).	Ik kan informatie uit veel voorkomende tabellen aflezen zoals dienstregeling en lesrooster. <ul style="list-style-type: none"> Legenda. Assenstelsel. Ik kan eenvoudige globale grafieken en diagrammen (staaf, cirkel) aflezen.	Ik kan Verhoudingstabellen gebruiken. Ik kan de derde onbekende berekenen met de formules dichtheid=massa/volume en $N=b/v$ en $E=p.t$. Ik kan grafieken en diagrammen (staaf, cirkel) interpreteren, trend in herkennen (stijgen, dalen).	<i>Ik kan met de lenzenformule $1/f = 1/v + 1/b$ de derde onbekende uitrekenen.</i> Ik kan bij een eenvoudig lineair verband (beschrijving of grafiek) een formule opstellen. Ik kan vaststellen hoe een verandering in de voorstellingsvorm (formule, beschrijving) doorwerkt in de andere vorm(en).	Ik kan met $V = s/t$ een vt-grafiek tekenen en de afgelegde weg bepalen door de oppervlakte onder de grafiek te berekenen. Ik kan recht evenredige en omgekeerd evenredige verbanden herkennen Ik kan formules opstellen en manipuleren en er een grafiek bij maken.

	Onderdeel reken- en wiskundige vaardigheden	Startniveau			Instapniveau klas 4
		1S naar 2S			
				Ik kan een grafiek tekenen aan de hand van een tabel en/of formule.	Ik kan grafieken extrapoleren en intrapoleren

6. Modelvorming

In dit hoofdstuk is er aandacht voor de vaardigheid modelvorming. In 6.1 wordt de relatie met de eindtermen havo en vwo toegelicht. In 6.2 de uitwerking in fasen voor de onderbouw havo en vwo. In 6.3 volgt het schema, waarin modelvorming is uitgewerkt in verschillende fasen en niveaus.

In hoofdstuk 10.4 vindt u een verdere toelichting voor deze vaardigheid.

6.1 Uitgangspunten bij modelvorming

De eindterm voor modelvorming voor havo en vwo staat als volgt omschreven:

A2.3 Modelvorming

De leerling kan een realistische contextsituatie analyseren, inperken tot een hanteerbaar probleem, vertalen naar een model, modeluitkomsten genereren en interpreteren en het model toetsen en beoordelen.

Het uitgangspunt van het gebruik van modellen in de onderbouw havo en vwo is het hanteerbaar maken van de werkelijkheid door deze te vereenvoudigen. Vaak wordt dat gedaan door de werkelijkheid te verkleinen of juist te vergroten (maquette, tekening van een cel), door een symbool (bijvoorbeeld een kracht voorgesteld door een vector), door een schema (kringloop, schakeling) of door een digitale simulatie (fileprobleem, menselijk lichaam).

Voorbeelden

Zonnestelsel	Planetarium
Blad van een plant	Tekening, afbeelding
Kracht	Vector
Formule	$U = I * R$
Autofiles	Simulatie, formule
Lichtstralen door lens	Tekening
Satellietfoto	Plattegrond
Bloedsomloop	Tekening met kleurtjes
Het weer	Weerkaart, tekeningen
Molecuul	Deeltjesmodel (2D en 3D)

6.2 Fasen bij de vaardigheid modelvorming

De vaardigheid modelvorming is onderverdeeld in een aantal fasen.

Fase 1: Kenmerken

Een model is meestal een vereenvoudiging van de werkelijkheid en heeft bepaalde kenmerken. Van leerlingen wordt verwacht dat zij de kenmerken van een gebruikt model kunnen aangeven wat van de werkelijkheid wel en niet is meegenomen.

Fase 2: Functie

Een model kan verschillende functies hebben met als uitgangspunt dat een model een vereenvoudigde weergave is van de werkelijkheid. Met een model is het mogelijk een (te) grote werkelijkheid hanteerbaar te maken door deze werkelijkheid te verkleinen of te vergroten, door een verschijnsel uit de werkelijkheid uit te leggen, door veranderingen in de werkelijkheid te begrijpen of door voorspellingen te doen over de werkelijkheid.

Fase 3: Gebruik

Met een model kan een deel van een theorie uitgelegd worden, zij geeft niet de volledige werkelijkheid weer. De beperkingen van het model moeten altijd meegenomen en beschreven worden. Ook in meer abstracte situaties gelden beperkingen. Leerlingen leren in deze fase het model met zijn beperkingen gebruiken.

Fase 4: Evaluatie en reflectie

Belangrijk is, dat met een model nooit de gehele waarheid wordt verteld. Leerlingen moeten leren dit te herkennen en benoemen. Bij een model moet uitgelegd kunnen worden wat is weggelaten en welke conclusies er wel en niet mogen getrokken. Soms is een model niet bruikbaar en moet het verbeterd worden of voor een ander model worden gekozen.

6.3 Leerlijn modelvorming

		Startniveau	Instapniveau klas 4		Plusniveau
1	Kenmerken	Ik kan de kenmerken van een model benoemen.	Ik kan de kenmerken van een model benoemen en daarbij aangeven wat wel en niet meegenomen is in het model.	Ik kan een lijstje maken van kenmerken van de werkelijkheid en het model en in concrete situaties aangeven wat wel en niet is meegenomen in het model.	Ik kan een lijstje maken van kenmerken van de werkelijkheid en het model en in abstracte situaties aangeven wat wel en niet is meegenomen in het model.
2	Functie	Ik kan uitleggen dat een model een vereenvoudigde weergave van de werkelijkheid is. Ik kan de werkelijkheid die te groot of te klein is met een model visualiseren.	Ik kan een model gebruiken om een verschijnsel uit de werkelijkheid uit te leggen.	Ik kan veranderingen aanbrengen in het model en nadenken over het effect in de werkelijkheid.	Ik kan met een gekozen model voorspellingen doen over een verschijnsel in de werkelijkheid. Ik kan bij een verandering in de werkelijkheid een voorspelling doen voor een verandering in het model.
3	Gebruik	Ik kan met behulp van een model een aspect van de werkelijkheid uitleggen en/of verklaren. Ik kan aantonen dat ik met een model de werkelijkheid hanteerbaar kan maken.	Ik kan onderscheiden wat wel en wat niet uitgelegd kan worden met een gekozen model.	Ik kan in concrete situaties de beperkingen van het model uitleggen.	Ik kan in meer abstracte situaties de beperkingen van het model uitleggen.
4	Evaluatie en reflectie	Ik kan uitleggen wat een model wel en niet kan.	Ik kan uitleggen wat is weggelaten in het model en aangeven welke conclusies ik wel en niet mag trekken naar aanleiding van dit model.	Ik kan bepalen of het (gekozen) model bruikbaar is en op welke manier het verbeterd kan worden.	Ik kan een ander model kiezen om een aangrenzende theorie te verklaren.

		Startniveau			Instapniveau klas 4
	Voorbeelden	schaalmodel planetarium dinky toy satellietfoto plattegrond maken looplijnen kaart kamer	elektriciteitsschema krachten bloedsomloop kaart looplijnen zichtlijnen stromend water lichtbreking analogie: stroom/water elektrische stroom voorstellen als stromend water $U = I \cdot R$	applet bloedsomloop het weer	<ul style="list-style-type: none"> • atoommodel • beweging van sterren en planeten (oerkrnal, gravitatie) • ontstaan van leven (evolutie, creationisme of scheppingsverhaal) • Doppler effect • licht (golfmodel en/of deeltjes model) • gasmodel

7. Redeneren

In dit hoofdstuk is er aandacht voor de vaardigheid redeneren. In 7.1 wordt de relatie met de eindtermen havo en vwo toegelicht. In 7.2 de uitwerking in fasen voor de onderbouw havo en vwo. In 7.3 volgt het schema, waarin modelvorming is uitgewerkt in verschillende fasen en niveaus.

7.1 Uitgangspunten bij redeneren

De vaardigheid redeneren wordt in de examenprogramma's van de natuurwetenschappelijke vakken als eindterm als volgt beschreven:

A2.4 Redeneren

De kandidaat kan met gegevens van wiskundige en natuurwetenschappelijke aard consistente redeneringen opzetten van zowel inductief als deductief karakter.

Redeneren heeft samenhang met kerndoel 21 uit de onderbouw van wiskunde, dat luidt: de leerling leert een wiskundige argumentatie op te zetten en te onderscheiden van meningen en beweringen en leert daarbij met respect voor ieders denkwijze wiskundige kritiek te geven en te krijgen.

Verder is er raakvlak met redeneren bij Nederlands in de bovenbouw examenprogramma's. Subdomein: Analyseren van een betoog

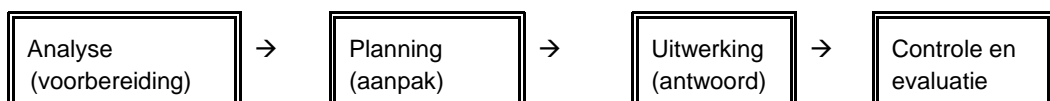
De kandidaat kan:

- standpunten en argumenten herkennen en onderscheiden; verschillende argumenten zijn dan argumenten op basis van feiten, geloof, gevolgen, gezag, intuïtie, nut of wetenschap;
- typen redeneringen onderkennen op basis van:
 - oorzaak en gevolg;
 - voor- en nadelen;
 - overeenkomst en vergelijking.

Voor leerlingen in de onderbouw wordt uitgegaan van het oplossen van een probleem. Dit probleem wordt geanalyseerd en volgens een systematische gedachtengang komt de leerling tot een bepaalde oplossing.

Een goede manier om dat op te lossen is via een systematische aanpak.

Het is gebruikelijk bij het probleem oplossen de volgende vier fasen te onderscheiden:



Het voordeel van deze methode is dat er een systematische opbouw inzit.

Deze methode die in de onderbouw wordt aangeleerd, is een goede opmaat voor redeneringen in de tweede fase, die meer een inductief en deductief karakter hebben.

Bovendien sluit deze opbouw aan bij alle andere vakken in de onderbouw.

7.2 Fasen bij redeneren

Analyse (voorbereiding)

Analyse van het probleem. Het moet duidelijk worden wat precies het probleem is en wat de leerling al weet van het probleem.

Planning (aanpak)

Deze fase gaat over de 'oplosroute' en is het moeilijkst. Vaak is het handig om het probleem in stappen uiteen te rafelen. Tekeningen en schema's kunnen behulpzaam zijn.

Uitwerking (antwoord)

Dit is de uitvoering van het oplossingsplan. Wat geeft het beste antwoord?

Controle en evaluatie

Is de vraag beantwoord en is er niets vergeten?

Is de gevolgde methode ook toepasbaar op andere problemen?

7.3 Leerlijn redeneren

	Onderdeel van redeneren	Startniveau	Instapniveau klas 4	Plusniveau	
1	Analyse	Ik kan het probleem in eigen woorden weergeven. Ik kan bij een probleem aangeven wat ik er al van weet en wat ik nog moet weten.	Ik kan het probleem schematisch weergeven. Ik kan het probleem vergelijken met soortgelijke problemen. Ik kan een voorlopig antwoord geven voor het probleem.	Ik kan bronnen (literatuur, modellen, concrete voorbeelden) zoeken over het probleem.	Ik kan de gegevens van het probleem op een rijtje zetten of in een schema plaatsen. Ik kan bronnen zoeken om het probleem te analyseren. Ik kan aangeven aan welke voorwaarden de oplossing voor het probleem moet voldoen en ik kan het antwoord vooraf inschatten.
2	Aanpak kiezen	Ik kan de aanpak van anderen (bijvoorbeeld de docent) in eigen woorden weergeven.	Ik ben op de hoogte van verschillende oplossingsmethodes. (bijvoorbeeld: vereenvoudigen, schematiseren, kiezen van een theorie, zoeken van bronnen) Ik kan alle gegevens bij elkaar zoeken om een aanpak te kiezen.	Ik kan het probleem vereenvoudigen. Ik kan het probleem schematiseren Ik kan de juiste theorie kiezen om het probleem op te lossen.	Ik kan door het mezelf stellen van vragen komen tot de juiste aanpak/oplossingsmethode.
3	Uitwerking Aanpak uitvoeren	Ik kan een mogelijke oplossing geven voor het probleem. Ik kan de gegeven aanpak uitvoeren en rapporteren.	Ik kan een aanpak kiezen en uitvoeren.	Ik kan de (zelf)gekozen aanpak uitvoeren en nauwkeurig rapporteren.	Ik kan de zelf gekozen aanpak uitvoeren en nauwkeurig rapporteren.

	Onderdeel van redeneren	Startniveau	Instapniveau klas 4	Plusniveau	
4	Controle en evaluatie	<p>Ik kan controleren of het probleem is opgelost.</p> <p>Ik kan aangeven hoe ik tot de oplossing ben gekomen.</p>	<p>Ik kan aangeven of het probleem volledig is opgelost. Ik kan oplossingen van anderen en van mezelf waarderen als wel of niet passende oplossingen.</p> <p>Ik kan controleren of mijn antwoord via een goede oplossingsstrategie is verkregen.</p>	<p>Ik kan oplossingen controleren (ook wat betreft eenheden en grootheden).</p> <p>Ik kan aangeven of het probleem via een geldige oplossingsstrategie is opgelost. Ik kan dit probleem plaatsen in een ander verband.</p>	<p>Ik kan met hulp nadenken over dit probleem en de oplossingen in een ander verband.</p> <p>Ik kan aangeven welke andere aanpak gebruikt kan worden om oplossingen te vinden voor het probleem. Ik kan aangeven wat ik verder nog kan leren van dit probleem en/of deze oplossing.</p>

8. Waarderen en oordelen

In dit hoofdstuk is er aandacht voor de vaardigheid waarderen en oordelen. In 8.1 wordt de relatie met de eindtermen havo en vwo toegelicht. In 8.2 de uitwerking in fasen voor de onderbouw havo en vwo. In 8.3 volgt het schema, waarin onderzoeken is uitgewerkt in verschillende fasen en niveaus.

8.1 Uitgangspunten bij waarderen en oordelen

De eindterm voor havo en vwo is als volgt beschreven:

A2.5 Waarderen en oordelen

De kandidaat kan een beargumenteerd oordeel over een situatie in de natuur of een technische toepassing geven en daarin onderscheid maken tussen wetenschappelijke argumenten en persoonlijke uitgangspunten.

Deze vaardigheid heeft een zekere overlap met kerndoelen in de onderbouw wat betreft een standpunt innemen, een mening vormen en onderbouwen van een standpunt of mening. Hieronder twee kerndoelen, één van wiskunde en een kerndoel uit het leergebied mens en maatschappij.

De leerling leert een wiskundige argumentatie op te zetten en te onderscheiden van meningen en beweringen en leert daarbij met respect voor ieders denkwijze wiskundige kritiek te geven en te krijgen.

De leerling leert betekenisvolle vragen te stellen over maatschappelijke kwesties en verschijnselen, daarover een beargumenteerd standpunt in te nemen en te verdedigen en daarbij respectvol met kritiek om te gaan.

Bij waarderen en oordelen voor de natuurwetenschappelijke vakken in de onderbouw gaat het om het geven van een waardering of oordeel over natuurwetenschappelijke onderwerpen in het bereik van leerlingen in de onderbouw.

Voor de onderbouw gaan we uit van de volgende thema's die in aanmerking komen voor waarderen en oordelen:

- een bepaald probleem
- een natuurwetenschappelijk gesprekstema
- een natuurwetenschappelijke toepassing
- een bepaald (nieuw) product.

8.2 Fasen bij de vaardigheid waarderen en oordelen

De eindterm waarderen en oordelen is voor de onderbouw uitgewerkt in de volgende fasen.

- Verhelderen van het onderwerp waarover een oordeel wordt gegeven.
- Wegen en waarderen van verschillende belangen rond het onderwerp.
- Kiezen van een eigen waardering/oordeel en dit kunnen onderbouwen.
- Eigen waardering/oordeel kunnen communiceren en/of rapporteren naar anderen.
- Waarderen van de oordelen van anderen.
- Reflecteren op waarderen en oordelen.

Een belangrijk onderdeel van deze fasen is het reflecteren. Docenten en leerlingen kunnen de reflectie gebruiken om duidelijk te krijgen wat deze vaardigheid kan opleveren in het leerproces van leerlingen.

8.3 Leerlijn waarderen en oordelen

	Onderdeel van waarderen en oordelen	Startfase	Instapniveau klas 4	Plusniveau	
1	Verhelderen van het onderwerp waarover een oordeel wordt gegeven.	Ik kan het thema verkennen met behulp van mijn aanwezige kennis van mezelf of de kennis van de groep (opfrissen van kennis).	Ik kan het onderwerp verkennen en verhelderen met behulp van vakinhoudelijke kennis. Ik kan hiervoor goede zoekvragen stellen. Ik kan de kennis afbakenen, ik weet wat wel en niet nodig is. Ik kan de verkregen informatie beoordelen op kwaliteit en bruikbaarheid (zie ook bijlage 3 over informatievaardigheden).	Ik kan het onderwerp verhelderen door het vanuit verschillende perspectieven te beschrijven. Ik kan verschillende perspectieven onderscheiden. Perspectieven kunnen zijn: <ul style="list-style-type: none"> • wetenschappelijk perspectief • economisch perspectief • maatschappelijk perspectief • duurzaamheidsperspectief • ethisch perspectief • historisch en/of toekomst - perspectief • perspectief van de doelgroep. 	Ik kan het onderwerp verhelderen en verkennen door vragen te stellen. Ik kan knelpunten identificeren vanuit verschillende perspectieven. Ik kan aangeven welke kennis ik nog mis.
2	Wegen en waarderen van verschillende belangen rond het onderwerp.	Ik kan verschillende argumenten of criteria geven om te komen tot een waardering of oordeel over het thema.	Ik kan verschillende vakinhoudelijke argumenten of criteria geven om te komen tot een waardering voor het onderwerp. Ik kan vakinhoudelijke en persoonlijke argumenten onderscheiden.	Ik kan vanuit verschillende perspectieven argumenten en/of criteria geven om te komen tot een waardering voor het onderwerp.	Ik kan begrijpen dat mensen met dezelfde belangen toch verschillend argumenten wegen of criteria gebruiken en een andere waardering toekennen.

	Onderdeel van waarden en oordelen	Startfase	Instapniveau klas 4		Plusniveau
		Ik kan argumenten en/of criteria analyseren en een volgorde van belangrijkheid eraan geven.	Ik kan vakinhoudelijke argumenten en/of criteria analyseren en een volgorde van belangrijkheid eraan geven.	Ik kan vanuit verschillende perspectieven argumenten en/of criteria analyseren. Ik kan een volgorde aangeven. Ik kan me inleven in verschillende belangengroepen.	Ik kan argumenten en/of criteria van anderen begrijpen omdat ik inzie dat niet iedereen hetzelfde perspectief heeft. (voorbeeld: de een vindt het belangrijk dat het individu alle vrijheid heeft, een ander vindt dat de vrijheid van een individu ondergeschikt mag zijn aan een gemeenschap.)
3	Kiezen van een eigen oordeel/waardering en dit kunnen onderbouwen.	Ik kan eigen argumenten vertalen naar een standpunt en deze keuze onderbouwen.	Ik kan eigen argumenten vertalen naar een standpunt en deze keuze met wetenschappelijke kennis onderbouwen. Ik kan daarbij mijn bronnen aangeven.	Ik kan van de wetenschappelijke kennis gebruikt in mijn argumenten aangeven hoe betrouwbaar die kennis is. Ik kan aangeven hoe betrouwbaar mijn bronnen zijn.	Ik kan argumenten vertalen naar een keuze en aangeven wat wel en niet meegenomen is bij de afweging voor een keuze. Ik kan de betrouwbaarheid van wetenschappelijke kennis aangeven.
4	Eigen oordeel/waardering kunnen communiceren en/of rapporteren naar anderen.	Ik kan mijn keuzes uitleggen aan anderen en daarbij een toelichting geven. Ik kan luisteren en anderen uit laten spreken.	Ik kan mijn keuzes uitleggen aan anderen en daarbij een toelichting geven.	Ik kan mijn keuzes uitleggen aan anderen en aangeven waarom ik juist deze keuze heb gemaakt. Ik kan mijn gemaakte keuzes toelichten. Ik kan de regels van communiceren gebruiken voor mezelf en anderen.	Ik kan aangeven wat de redenen zijn waarom niet alle gewogen argumenten mee genomen worden in mijn keuze.

	Onderdeel van waarden en oordelen	Startfase	Instapniveau klas 4		Plusniveau
5	Waarderen van de oordelen van anderen.	Ik kan mijn mening geven over de argumenten en/of criteria van klasgenoten.	Ik kan de argumenten en/of criteria van klasgenoten ten aanzien van een thema dat ik heb bestudeerd beargumenteerd beoordelen.	Ik kan de argumenten en/of criteria van klasgenoten ten aanzien van een natuurwetenschappelijk thema beargumenteerd beoordelen en aangeven of deze relevant zijn voor dit onderwerp.	Ik kan de argumenten en/of criteria van anderen ten aanzien van het thema dat ik heb bestudeerd beargumenteerd beoordelen en aangeven of deze relevant zijn voor dit onderwerp.
6	Reflecteren op waarden en oordelen.	Ik kan aangeven welke stappen ik heb gezet om te komen tot een waardering of oordeel over een thema. Ik kan aangeven welke kennis nodig is om te komen tot een waardeoordeel over een bepaald thema. Ik kan uitleggen hoe waarden en oordelen zorgt voor een betere afweging van argumenten.	Ik kan uitleggen welke stappen nodig zijn om te komen tot een waardering of oordeel over een bepaald thema en ik kan deze stappen onder begeleiding zelf uitvoeren. Ik kan aangeven dat kennis op verschillende manieren wordt gewaardeerd. Ik kan uitleggen hoe waarden en oordelen zorgt voor een betere afweging van argumenten voor mij persoonlijk.	Ik kan uitleggen hoe het komt dat de waardering of het oordeel dat ikzelf heb over een bepaald thema bij anderen tot andere waardering of oordelen kan leiden. Ik kan aangeven welke eigen waarden ikzelf heb over bepaalde thema's en hoe ik deze inzet bij het afwegen van belangen. Ik kan uitleggen wat het belang is van waarden en oordelen voor mij persoonlijk en voor het afwegen van natuurwetenschappelijke argumenten.	Ik kan uitleggen dat bij dezelfde thema's mensen vanuit verschillende perspectieven en belangen komen tot andere waardering en/of oordelen. Ik kan aangeven of het proces van waarden en oordelen is verlopen volgens regels. Ik kan uitleggen wat het belang is van waarden en oordelen voor natuurwetenschappelijke onderwerpen.

9. Instrumentele vaardigheden

In dit hoofdstuk is er aandacht voor de vaardigheid instrumentele vaardigheden. In 9.1 wordt de relatie met de eindtermen havo en vwo toegelicht. In 9.2 aandacht voor veiligheid bij het gebruik van verschillende instrumenten. In 9.3 de uitwerking in fasen voor de onderbouw havo en vwo. In 9.4 volgt het schema, waarin instrumentele vaardigheden is uitgewerkt in verschillende fasen en niveaus.

9.1 Uitgangspunten bij instrumentele vaardigheden

Binnen de examenprogramma's van de tweede fase wordt aangegeven welke onderdelen voor deze vaardigheid van belang zijn.

Onder 'Gebruik maken van stoffen, instrumenten en apparaten' staan in de syllabi van de bètavakken de volgende vaardigheden:

- het uitvoeren van experimenten en technische ontwerpen voor zover veiligheid, milieueisen, kosten en beschikbaar instrumentarium dit toelaten;
- het raadplegen, verwerken en presenteren van informatie en bij het inzichtelijk maken van processen gebruik maken van toepassingen van ICT;
- gebruik maken van micro-elektronicasystemen voor meten, sturen en regelen;
- aangeven met welke technieken en apparaten de belangrijkste grootheden uit de natuurwetenschappen worden gemeten;
- verantwoord omgaan met stoffen, instrumenten en organismen, zonder daarbij schade te berokkenen aan mensen, dieren en milieu.

Deze eindtermen dienen als uitgangspunten voor het formuleren van de tussendoelen. Daarbij spelen aspecten als doelmatig en veilig werken een belangrijke rol, maar ook het kiezen van de juiste instrumenten met een passende meetnauwkeurigheid.

Instrumentele vaardigheden komen voor bij alle natuurwetenschappelijke vakken, biologie, natuurkunde, scheikunde en techniek.

Met stoffen wordt daarom ook bedoeld organismen, materialen, verbruiksmaterialen, enzovoort. Met instrumenten wordt ook bedoeld gereedschappen.

9.2 Veilig werken

Bij practica en werkzaamheden in een lokaal voor de natuurwetenschappelijke vakken worden voorzorgsmaatregelen genomen. Uiteenlopend van het geven aan voorlichting van leerlingen, voor het geven van demonstraties en proeven tot en met het uitsluitend uitvoeren van werkzaamheden in de zuurkast en de aanwezigheid van een oogdouche. Het lokaal moet voldoen aan eisen omdat er demonstraties worden gegeven en door leerlingenproeven praktische activiteiten worden uitgevoerd die een risico voor de leerlingen en werknemers kunnen opleveren.

Het Montessori Lyceum te Rotterdam heeft een uitgebreid rapport gemaakt met de titel 'Veiligheidsinstructies voor de BINAST-vakken', te downloaden met de link www.rml2.nl/natuurkunde/bin/veiligheidsboekje.pdf.

Hierna een deel van het rapport.

De minimumeisen voor het werken in een lokaal voor natuurwetenschappelijke vakken.

- In het lokaal is recente informatie over de risico's van de aanwezige stoffen en materialen.
- Beschadigd glaswerk wordt verwijderd.
- Er wordt beschermende kleding en een bril gedragen.
- Eten, drinken en het opbrengen van cosmetica is niet toegestaan.
- Bloed aanprikken wordt niet gedaan.
- Leerlingen zijn op de hoogte van risico's van chemicaliën waarmee ze werken.
- Bij het vacuümtrekken wordt geschikt glaswerk gebruikt.
- De volgende werkzaamheden vinden uitsluitend plaats in de zuurkast:
 - werken met stoffen die hinderlijk of schadelijk zijn voor de gezondheid;
 - werken met giftige stoffen, ook als de kans op verspreiding in de lucht klein is;
 - werken met geconcentreerde sterke zuren en logen;
 - werkzaamheden waarbij explosieve mengsels van damp/lucht kunnen ontstaan (bijvoorbeeld benzine en aceton);
 - werken met zeer reactieve stoffen of combinaties van stoffen.
- Bij het werken met stoffen in de zuurkast waarbij explosiegevaar aanwezig is, worden aanvullende maatregelen getroffen, zoals het gebruik van een gelaatsscherm.
- De vloer wordt zoveel als nodig doch tenminste eenmaal per week nat gereinigd om resten chemicaliën afdoende te verwijderen.
- De tafels worden direct na gebruik nat gereinigd om resten chemicaliën afdoende te verwijderen.
- Er is een handdouche en oogdouche aanwezig.
- Er is een branddeken en een brandblusser.
- Er is een noodknop voor elektriciteit.
- Er is een vluchtroute uit het lokaal bij calamiteiten.

Het practicumreglement kan bijvoorbeeld de volgende onderwerpen bevatten.

- Gebruik bril en (stof)jas of overall.
- Handschoenen dragen bij bepaalde werkzaamheden.
- Opbinden van lang haar.
- Indien een hoofddoek wordt gedragen is deze gemaakt van niet ontvlambaar materiaal: katoen of wol.
- Verbod op eten, drinken, cosmetica opbrengen.
- Niet pipetteren met de mond.
- Verbod op open vuur.
- Verplicht handen wassen.
- Melden van gevaar.
- Opruimen.

Advies: dit practicumreglement laten tekenen door de leerling en voor minderjarige leerlingen ook door de ouders.

9.3 Deelvaardigheden bij instrumentele vaardigheden

Instrumentele vaardigheden zijn onderverdeeld in vier deelvaardigheden.

1. Doelmatig gebruik van instrumenten

Dit gaat over de keuze van instrumenten en het gebruik daarvan. Leerlingen leren verschillende instrumenten gebruiken en komen in de latere leerjaren tot het zelf verantwoord kiezen en gebruiken ervan.

2. Veiligheid

Bij veiligheid komen drie aspecten aan de orde, namelijk de bekendheid met de veiligheidsmaatregelen passend bij instrumenten, het zich houden aan de veiligheidsmaatregelen en de procedures en werkwijzen voor het gebruik van instrumenten.

3. Duurzaamheid/Ethiek

Bij dit onderdeel wordt het duurzaam gebruik van instrumenten beschreven, als ook het respectvol omgaan met bijvoorbeeld organismen. Het gaat om het niet onnodig verbruiken en regels rondom kapotte instrumenten

4. Nauwkeurigheid

Bij nauwkeurigheid gaat het om de nauwkeurigheid van metingen, de nauwkeurigheid van observaties en de vergelijkbaarheid van metingen.

9.4 Leerlijn instrumentele vaardigheden

		Startfase	Instapniveau klas 4		Plusniveau
1	Doelmatig gebruik van instrumenten.	Ik kan uitleggen wat de functie van het instrument is. Ik kan de onderdelen van een instrument benoemen. Ik kan het instrument gebruiken onder leiding van een docent.	Ik kan uitleggen wat het instrument wel en niet kan. Ik kan het instrument zelfstandig gebruiken. Ik kan uitleggen hoe het instrument werkt.	Ik weet welk instrument ik kan kiezen om de gevraagde grootte en bijbehorende eenheid te meten. Ik kan controleren dat ik heb gemeten wat ik wilde meten.	Ik kan zelfstandig het instrument kiezen dat past bij de soort meting die ik wil verrichten.
2	Veiligheid Veilig omgaan met instrumenten rekening houdend met jezelf, anderen en de omgeving.	Ik kan van instrumenten de gevaren voor mezelf benoemen. Ik houd me aan de veiligheidsregels bij het gebruiken van instrumenten onder leiding van de docent. Ik kan instrumenten veilig gebruiken volgens een aangegeven werkwijze (voorbereiden, uitvoeren volgens procedure, schoonmaken, opruimen).	Ik kan van instrumenten de gevaren voor mezelf, anderen en de omgeving benoemen. Ik houd me aan veiligheidsregels die horen bij het gebruik van instrumenten. Ik kan instrumenten veilig gebruiken volgens deels aangegeven werkwijze.	Ik kan benoemen hoe een instrument wordt gebruikt en welke veiligheidsmaatregelen bij het instrument horen. Ik kan uitleggen waarom bepaalde veiligheidsregels worden genomen bij instrumenten die ik gebruik. Ik kan instrumenten veilig gebruiken volgens een eigen opgezette werkwijze.	Ik kan bij het gebruik van nieuwe instrumenten zelf uitzoeken welke veiligheidsmaatregelen daarbij horen. Ik kan verantwoordelijkheid nemen voor de veiligheid van mezelf, anderen en de omgeving van instrumenten die ik gebruik. Ik kan in een nieuwe situatie instrumenten veilig gebruiken volgens een eigen opgezette werkwijze.

		Startfase	Instapniveau klas 4		Plusniveau
3	<p>Duurzaamheid/Ethiek</p> <p>Duurzaam omgaan met instrumenten en apparaten.</p> <p>Respectvol omgaan met organismen, materialen en stoffen (doelmatig gebruiken....).</p>	<p>Ik kan een instrument functioneel gebruiken.</p> <p>Na gebruik kan ik een instrument opbergen volgens afgesproken regels.</p> <p>Ik houd me aan de regels van de docent of toa wat betreft het gebruik van stoffen (bijvoorbeeld de hoeveelheid van de te gebruiken stoffen).</p>	<p>Ik kan een instrument functioneel gebruiken en uitleggen hoe ik het instrument op een zo duurzaam mogelijke manier kan gebruiken.</p> <p>Ik meld het als een instrument kapot is of als iets vervangen moet worden.</p> <p>Ik kan aangeven welke stoffen nodig zijn voor de praktische opdracht en gebruik daarvan niet meer dan nodig is.</p>	<p>Ik kan uitleggen hoe een instrument functioneel en duurzaam wordt gebruikt en pas dit toe bij eigen gebruik.</p> <p>Ik kan aangeven hoeveel van de stoffen nodig zijn en welke afvalstoffen dat oplevert. Ik kan de stoffen efficiënt gebruiken en het kostenaspect in de gaten houden.</p>	<p>Ik kan uitleggen wat het effect is van het gebruik van instrumenten op de omgeving.</p> <p>Ik kan aangeven welke stoffen nodig zijn en denk daarbij na over hergebruik van de stoffen.</p>
4	<p>Nauwkeurigheid</p> <p>Nauwkeurigheid van metingen (met instrumenten).</p> <p>Nauwkeurigheid van observaties.</p> <p>Vergelijkbaarheid van de metingen (bij opnieuw meten of bij opvallend afwijkende metingen).</p>	<p>Ik kan metingen doen passend bij de meetnauwkeurigheid van het gebruikte instrument.</p> <p>Ik kan bij observaties subjectief en objectief waarnemen onderscheiden.</p> <p>Ik kan een eerlijke meting uitvoeren door bij het meten steeds slechts één variabele te veranderen.</p>	<p>Ik houd rekening met de regels van meetnauwkeurigheid bij het verwerken van gegevens.</p> <p>Ik kan bij observaties een aantal voorgeschreven regels voor objectief waarnemen toepassen.</p> <p>Ik kan een verklaring geven voor afwijkende metingen.</p>	<p>Ik kan bij metingen fouten opsporen.</p> <p>Ik kan bij observaties zelf kiezen voor de meest objectieve methode.</p> <p>Ik kan uitleggen hoe een meting een eerlijk en betrouwbaar resultaat kan opleveren.</p>	<p>Ik kan voor de vereiste nauwkeurigheid zelf de passende instrumenten kiezen.</p> <p>Ik kan bij observaties de subjectieve waarneming beschrijven en corrigeren.</p> <p>Ik kan uitleggen wat eerlijk en betrouwbaar meten is en dit toepassen bij het kiezen en gebruiken van instrumenten.</p>

10. Toelichting bij de vaardigheden

In dit hoofdstuk wordt een aantal hiervoor uitgewerkte vaardigheden verder inhoudelijk toegelicht per fase.

10.1 Onderzoeken

10.2 Ontwerpen

10.3 Reken- en wiskundige vaardigheden

10.4 Modelvorming.

Dit is bedoeld als ondersteuning voor docenten die minder bekend zijn met een bepaalde vaardigheid of zich hier extra in willen verdiepen. Per vak is het verschillend welk belang er aan een vaardigheid wordt gehecht.

10.1 Toelichting bij onderzoeken

Een toelichting bij de fasen van onderzoeken. Er is vooraf aandacht voor oriëntatie op het onderzoek.

Stap vooraf: oriëntatie op het onderzoek

Afhankelijk van de mate van vrijheid die de leerlingen krijgen is het van belang dat leerlingen zich oriënteren op het thema/onderwerp van het onderzoek. Van belang is om de onderstaande componenten steeds in het achterhoofd te houden.

Onderzoeken valt uiteen in drie samenhangende componenten (Valk en Van Soest, 2004):

- willen weten of nieuwsgierigheid: willen weten hoe iets werkt of iets willen maken dat werkt en dat aan bepaalde eisen voldoet. Erbij hoort ook: weten waarom je iets wilt weten of maken;
- willen delen: hierbij gaat het ook om het inzicht dat kennis geconstrueerd wordt door personen die met elkaar communiceren. Daarom is samenwerken tijdens een onderzoek en het rapporteren aan een 'onderzoeksforum' (dat de klas kan zijn) van belang. Ook de andere kant van het willen delen, het kennis nemen van resultaten van anderen (klasgenoten, maar ook dat wat bijvoorbeeld in boeken is vastgelegd) en erop voortbouwen is een belangrijk aspect;
- kritische houding: daarbij gaat het vooral om de kwaliteit van de kennis of van het ontwerp. Is het onderzoeksresultaat waar? Voldoet het ontwerp aan het programma van eisen? Belangrijke onderdelen daarvan zijn 'zou een ander dat ook vinden?' (betrouwbaarheid) en 'zijn mijn begrippen duidelijk, eenduidig en meet ik wat ik wil meten?' (validiteit).

De leerlingen hebben een oriëntatie nodig om te kunnen komen tot het opstellen van onderzoeksvragen, deelvragen en eventueel een hypothese. Een belangrijk onderdeel van deze oriëntatie is het zoeken van informatie.

De leerlijn informatievaardigheden (Van der Kaap en Schmidt, 2007) kan hierbij ondersteunen. Deze is te vinden in bijlage 3.

Functies van onderzoek

Als opstap naar het opstellen van de onderzoeksvraag nog een beschrijving van verschillende indeling van onderzoek. Dit is overgenomen uit de vakdossiers voor de natuurwetenschappelijke vakken voor de tweede fase.

<http://www.slo.nl/voortgezet/tweedefase/schoolexamen/vakdossiers/>

Onderzoek kan verschillende functies hebben. Uit de onderzoeksvraag moet de onderzoeksfunctie blijken. Er zijn verschillende indelingen bekend van onderzoeksfuncties. De beschrijvingen van die functies hebben doorgaans betrekking op een breed spectrum van onderzoek.

Een veel gebruikte indeling maakt onderscheid tussen de volgende onderzoeksfuncties:

- **Beschrijvend** onderzoek, gericht op het geven van een beschrijving. Dat kan de beschrijving van een voorwerp of situatie zijn, maar ook de beschrijving van gedrag of van een verband. Beschrijvend onderzoek hoeft niet altijd kwalitatief te zijn, maar kan (net als alle andere onderzoeksfuncties) ook kwantitatief van karakter zijn. *Voorbeeld:* Hoeveel procent van de leerlingen in de brugklas op onze school draagt een bril of contactlenzen? Een onderzoek naar het verband tussen twee zaken is beschrijvend van aard, als het verband onderzocht wordt, zonder dat er op voorhand sprake is van een theorie die dat verband zou kunnen verklaren. *Voorbeeld:* Is er een verband tussen de leeftijd en brilsterkte bij brildragende leerlingen op onze school?
- **Vergelijkend** onderzoek, gericht op het onderzoeken van overeenkomsten en verschillen. Een vergelijkend onderzoek vertoont soms overeenkomsten met een beschrijvend onderzoek, maar nu wordt er specifiek gezocht naar verschillen en overeenkomsten tussen de onderwerpen van de beschrijving. *Voorbeeld:* Is er een verschil tussen jongens en meisjes in het percentage leerlingen in de brugklas op onze school dat een bril of contactlenzen draagt?
- **Verklarend** onderzoek, gericht op het testen (of ontwikkelen) van een theorie. Verklarend onderzoek kan gebruikt worden om een theorie te testen: uit de theorie volgt een antwoord op de onderzoeksvraag (de hypothese) die in een onderzoek getoetst wordt. *Voorbeeld:* Welk verband is er bij niet-brildragende mensen tussen de leeftijd en de ligging van het nabijheidspunt?
Ook als je nog geen theorie hebt, maar wel vermoedt dat er een bepaald verband tussen twee zaken bestaat (en dus een hypothese kunt opstellen), kan er sprake zijn van verklarend onderzoek.
- **Evaluerend** onderzoek, gericht op het geven van een onderbouwd (waarde)oordeel. Consumentenonderzoek is een voorbeeld van evaluerend onderzoek. *Voorbeeld:* Welk type waxinelichtje (A, B, C) is de 'beste koop', als je kijkt naar de prijs, het aantal branduren en de warmte-opbrengst van de lichtjes?
- **Definiërend** onderzoek, gericht op het vaststellen tot welke categorie iets hoort of wat de (numerieke) waarde van iets is. Denk bijvoorbeeld aan determinatie-onderzoeken bij biologie, of aan het bepalen van de waarde van een natuurconstante. *Voorbeeld:* Welke van de te onderzoeken stoffen (A, B, C) is een metaal?
- **Ontwerpend** onderzoek, gericht op het ontwerpen van een product. Meestal wordt de vaardigheid ontwerpen apart uitgewerkt, maar er zijn overeenkomsten (en ook verschillen) in de aanpak tussen onderzoeken en ontwerpen.

Naast de hierboven genoemde worden soms nog andere onderzoeksfuncties gedefinieerd, zoals voorspellend onderzoek (gericht op het doen van een voorspelling), voorschrijvend onderzoek (gericht op het opstellen van voorschriften om bijvoorbeeld een situatie te veranderen).

Reflecteren op dit onderdeel leert de leerling het onderzoek in een breder perspectief te plaatsen en geïnteresseerd te raken voor de thema's waarin onderzoek wordt gedaan.

Fase 1: Formuleren van probleemstelling: doelstelling, onderzoeksvraag, hypothese

De onderzoeksvraag (eventueel met hypothese) geeft richting aan het onderzoek.

Er is een aantal punten waarop je moet letten, voor een goede vraagstelling:

- is het een vraag? Dus: eindigt het met een vraagteken?
- past de vraag bij de opdracht? Denk aan de functie (zie boven), het onderwerp en de omvang van de onderzoeksopdracht.
- is de vraag duidelijk gesteld? Hoe onduidelijker de vraag, hoe moeilijker te beantwoorden
- is de vraag met een onderzoek te beantwoorden?
- is de vraag haalbaar in de context waar het onderzoek zich afspeelt?

Reflecteren op deze stap door leerlingen kan gaan over de kwaliteit van onderzoeksvragen en mogelijkheden om een hypothese op te stellen. Ook vergelijken van eigen onderzoeksvragen met onderzoeksvragen uit vergelijkend onderzoek kan de kwaliteit van de eigen vragen verbeteren.

Fase 2: Voorbereiden van het onderzoek, kiezen van een onderzoeksmethode, plan van aanpak

Achtereenvolgens aandacht voor het kiezen van de onderzoeksmethode, de planning en de bronnen.

Kiezen van een onderzoeksmethode

Er zijn verschillende onderzoeksmethodes. Net als bij de onderzoeksfuncties, zijn er verschillende indelingen van onderzoeksmethodes. Belangrijk is dat de onderzoeksmethode aansluit bij de onderzoeksvraag.

Een mogelijke indeling van onderzoeksmethodes is een indeling naar het soort activiteiten dat door de onderzoeker wordt uitgevoerd. De volgende voorbeelden:

- Het bestuderen van bronnen: **literatuur- of bronnenonderzoek**.
De onderzoeker bestudeert bronnen om de onderzoeksvraag te beantwoorden. Het kan gaan om:
 - **schriftelijke** bronnen (op internet, in de bibliotheek, maar ook bijvoorbeeld gemeente-archieven en dergelijke horen hierbij);
 - **mondelijke** bronnen: het interviewen van experts of ervaringsdeskundigen op het gebied van het onderzoek.
- Het verzamelen van gegevens via **metingen en waarnemingen**.
De onderzoeker doet metingen en waarnemingen om de onderzoeksvraag te beantwoorden. Deze vorm van onderzoek doen is nog verder in te delen, naar de mate waarin de onderzoeker 'ingrijpt' in de metingen:
 - **experimenteren**: de onderzoeker voert een of meer proeven uit onder gecontroleerde omstandigheden (soms in een laboratorium). De onderzoeker beslist zelf welke omstandigheden gelijk blijven en welke in het experiment gewijzigd worden;
 - **observatie**: de onderzoeker observeert het onderzoeksobject (bijvoorbeeld gedrag van mensen in een bepaalde situatie, maar ook het weer) onder verschillende omstandigheden (waar de onderzoeker echter geen invloed op uitoefent).
- Het verzamelen van gegevens via **interviews en enquête**.
De onderzoeker interviewt mensen die tot de doelgroep van het onderzoek horen. Dit kan op straat, telefonisch of via een vragenlijst. Een meer gesloten vragenlijst die onder grotere groepen wordt afgenomen wordt een **enquête** genoemd.

Grotere onderzoeken bestaan vaak uit een combinatie van een aantal kleinere onderzoeken, bijvoorbeeld een experiment en een literatuurstudie.

Naast de keuze van de onderzoeksmethode is er aandacht voor de voor- en/of nadelen van deze onderzoeksmethode. De leerling leert hierdoor steeds beter keuzes te maken. Dit is onderdeel van de reflectie op deze stap.

Plan van aanpak

Een plan van aanpak is een chronologisch opgestelde lijst van activiteiten, waarbij per activiteit globaal is aangegeven hoelang deze duurt. Zo'n plan van aanpak is nodig om aan het begin een goed beeld te krijgen van alle activiteiten die nodig zijn om het onderzoek uit te voeren.

Tijdens deze fase is er aandacht voor:

- benoemen van taken die passen bij het onderzoek
- groepsindeling en taakverdeling
- de benodigde materialen en welke ruimte nodig is
- de tijdsplanning
- de manier waarop wordt gerapporteerd, het logboek.

Logboek

Het algemene doel van een logboek is dat later teruggelezen kan worden wat er precies gebeurd is op een bepaald moment. Op het moment van opschrijven is nog niet bekend wat men later terug wil lezen. Het is dus van groot belang dat alle details in het logboek terecht komen, zodat men later niets mist. Ook is het van belang dat de vastleggingen in een logboek authentiek zijn. De gegevens mogen niet verwijderd of ongecontroleerd gemuteerd worden (bron: Wikipedia).

Hieronder een voorbeeld van een plan van aanpak.

Er kan ook gekozen worden om dit te laten samenvallen met andere onderdelen van het onderzoek waarover de leerling rapporteert, zie verder bij onderzoeksverslag.

Plan van aanpak	
Onderzoeksvraag	
Beschrijven van de taken voor het onderzoek en een verdeling van de taken over de groepsleden	
Schema met fasen in het onderzoek en tijdstippen waarop je de verschillende fasen uitvoert en afrondt	
Tijdstippen waarop je met je docent of met de klas overlegt	
Opzet van het logboek, de rapportage van het onderzoek	
De benodigde materialen en de ruimte voor het uitvoeren van het onderzoek	
Handtekening van de docent	Eventueel

Reflectie op dit onderdeel leert leerlingen kritisch te kijken naar een eigen opgezet plan van aanpak.

Bronnen

Ook in deze voorbereidende fase aandacht voor informatie. Tijdens de oriëntatie zal informatie zijn gezocht of aangereikt, maar ook nu kunnen bronnen de onderzoeksopzet ondersteunen.

Fase 3: Uitvoeren van onderzoek en verzamelen van gegevens

Belangrijk hierbij is dat de leerling doet wat hij/zij heeft gepland te gaan doen. En mocht dit erg afwijken van het plan van aanpak dat dan een bijgesteld plan wordt gemaakt.

Een paar punten voor leerlingen om te onthouden:

- zo nodig, met name bij experimenten aan de veiligheid van jezelf en van anderen denken, **voortdurend rekening houden met de veiligheidseisen en -voorschriften** die je hebt gevonden;
- steeds wat je doet en wat je waarneemt in je logboek noteren;
- spullen klaarzetten, opstelling bouwen, materialen bij de hand houden, afspraken hierover nakomen;
- volgens planning/plan van aanpak werken;
- tijdig begeleiding inschakelen, maar toch proberen zelfstandig te werken;
- onderzoeksvraag op grond van resultaten zo nodig bijstellen, eventueel onderzoek iets uitbreiden.

Op deze punten kan de leerling reflecteren om het onderzoek doen te verbeteren.

Fase 4: Verwerken gegevens

Als een onderzoek is uitgevoerd beschikt de leerling over een (soms groot) aantal ruwe data. Om aan de hand van deze gegevens een uitspraak te kunnen doen over de probleemstelling/het onderzoeksonderwerp/de opgestelde hypothese én om geïnteresseerden te informeren over de resultaten is het van groot belang dat de data worden geordend. Voor deze ordening kunnen de volgende afspraken gelden. Bij een goede uitvoering vergroten deze afspraken de kwaliteit van het verslag.

Het weergeven van de gegevens in schema's, tekeningen, tabellen en grafieken en diagrammen. Tips om dit uit te werken.

Schema's

- Gebruik juiste, duidelijke symbolen.

Tekeningen

- Geef alleen weer wat van belang is voor het begrijpen van het uitgevoerde experiment.
- Geef, indien van toepassing, de schaal van de tekening weer, maak de tekening niet te klein.
- Benoem de onderdelen (met nummertjes + toelichting, met tekst in de tekening of met rechte aanwijslintjes).
- Geef de tekening een titel.
- Gebruik bij dit alles een scherp potlood.

Tabellen

- Zet de gegevens van de linker kolom in een logische volgorde (vaak van klein naar groot).
- Zet in de kop van de tabel de grootte met, tussen haakjes, de eenheid.
- Geef de tabel een titel.

- Zorg voor een goede opmaak.
- Zet (bij een verticale) tabel links de door jou ingestelde grootte, daarnaast de door jou gemeten grootte en daarnaast eventuele bewerkingen van deze getallen, waarbij je de formule van deze bewerking in de kop van deze kolom vermeldt.

Bijvoorbeeld:

<i>gemiddelde snelheid = afstand/tijd</i>		
<i>tijd (s)</i>	<i>afstand (m)</i>	<i>gemiddelde snelheid (m/s)</i>
0	0	-
1,0	15	15,0
2,0	35	17,5
3,0	60	20,0

Grafieken en diagrammen

- Kies voor een type diagram (lijn-, staaf-, sector) en leg uit waarom je deze keuze gemaakt hebt.
- Geef het diagram goede afmetingen (niet te klein, houd rekening met de kleinste en grootste waarde op beide schalen).
- Geef het diagram een titel die duidelijk maakt wat het diagram weergeeft.
- Zet goede informatie bij de assen.
- Zet langs de horizontale as de door jou ingestelde grootte, langs de verticale as de gemeten grootte.
- Als er meerdere grafieken in één diagram staan, geef dan weer welke grafiek waar bij hoort.
- Geef de assen een handige schaalverdeling (met niet teveel getalletjes).
- Zorg ervoor dat na het tekenen van de grafiek de eigenlijke meetpunten goed zichtbaar blijven.
- Trek een (echt) rechte lijn of een (echt) vloeiende lijn, waarbij je sterk afwijkende (waarschijnlijk foute) meetpunten niet meeneemt.
- Gebruik bij dit alles een scherp potlood of maak gebruik van aanwezige software.

Fase 5: Trekken van conclusies, vergelijken met onderzoeksvraag en hypothese

Voordat conclusies getrokken kunnen worden is het leggen van verbanden van belang.

- Als twee verschijnselen tegelijkertijd optreden hoeft er geen oorzakelijk verband te zijn. Er kan een gemeenschappelijke oorzaak zijn of toeval speelt een rol.
- Maak een goed onderscheid tussen oorzaak en gevolg.
- Gebruik hierbij de juiste gegevens.

Dan kunnen conclusies getrokken worden.

- Beantwoord de onderzoeksvraag, waarbij je verwijst naar je resultaten.
- Wees objectief (eerlijk), je conclusie moet in overeenstemming zijn met je waarnemingen.
- Zorg dat je conclusie volledig is, dat je niets 'vergeet'.
- Herken en erken meetfouten.
- Geef aan of je onderzoeksvraag correct was.

Commentaar geven op de (onderzoeks-)resultaten, als reflectie op deze fase van onderzoeken.

- Toetsing van de hypothese, klopt je veronderstelling?
- Eventuele verklaring van een uitkomst die anders is dan je had verwacht.
- Suggestie voor verbetering van en/of vervolg op het experiment.
- Schatting van de grootte van de meetfout(en).
- Voorstellen voor vervolgonderzoek.

Fase 6: Maken van een onderzoeksrapport en presentatie

Verslaglegging in een onderzoeksrapport

Om te voorkomen dat er verwarring bestaat over een aantal termen, definiëren we een aantal begrippen met betrekking tot het rapporteren over onderzoek. Deze termen worden in de literatuur door elkaar gebruikt en dit kan een vorm van afspreken zijn binnen de school. Doel van het rapport is niet om leerlingen veel te laten schrijven, maar om een ordening te maken in de verkregen data. Deze gedachte kan helpen om de juiste keuze te maken voor een type verslaglegging.

Onderzoeksrapport en/of onderzoeksverslag

Een onderzoeksverslag of rapport bestaat doorgaans uit de volgende onderdelen:

1. (titelblad met) titel, gegevens (naam, klas) van de auteurs; datum
2. (samenvatting)
3. (voorwoord)
4. inleiding, met daarin de aanleiding, de onderzoeksvraag en de opbouw van het rapport
5. theorie, met daarin de voor de onderzoeksvraag relevante theorie en de hypothese
6. methode van onderzoek
7. resultaten
8. discussie en conclusies
9. bronvermelding.

Practicumverslag

Een practicumverslag is doorgaans een beknoptere versie van een onderzoeksverslag met als mogelijke indeling:

1. (titelblad met) titel, gegevens (naam, klas) van de auteurs; datum
2. doel/onderzoeksvraag
3. hypothese
4. opstelling en benodigdheden
5. methode
6. resultaten
7. conclusie
8. (discussie).

Het maken van een rapport geeft over het algemeen een structurering van alle verzamelde gegevens voor de leerlingen. Het maken van een structuur biedt mogelijkheden om te reflecteren.

Presentatie

In bijlage 4 een ondersteuning voor leerlingen om onderzoek te presenteren. Reflectie op de presentatie kan gaan over de inhoud of de vorm van de presentatie.

Fase 7: Evaluatie en reflectie op onderzoek

Reflecteren is vooral de leerling naar zichzelf laten kijken. De leerling houdt zichzelf een spiegel voor om stil te staan bij hoe de verschillende vaardigheden werken en op welke manier deze vaardigheden zijn te gebruiken in het leerproces. Het doel van het op deze manier kijken is om te leren van de ervaringen die opgedaan zijn met het uitvoeren van de vaardigheid. In bijlage 2 staat verdere informatie over reflecteren.

Een voortdurende reflectie geeft het grootste leereffect voor leerlingen.

10.2 Toelichting bij ontwerpen

Ontwerpen leer je al doende.

Voor een succesvol ontwerp kan het ontwerpproces het beste systematisch worden aangepakt. Het is belangrijk dat leerlingen de fasen van ontwerpen herkennen en kunnen inzetten. Van leerlingen wordt verwacht dat ze tijdens het ontwerpproces een ontwerpprobleem analyseren, alternatieve uitwerkingen bedenken, een ontwerpvoorstel formuleren en vervolgens een eerste prototype bouwen en testen aan de hand van de geformuleerde eisen en randvoorwaarden, dat ze hier verslag van kunnen doen en hierop kunnen reflecteren.

Het is van belang voor het aanleren van vaardigheden dat leerlingen de cyclus meerdere keren doorlopen.

Op de website: www.techniek12plus.nl zijn allerlei voorbeelden te vinden van lesmateriaal om ontwerpen op verschillende niveaus in te zetten in de klas.

Hieronder volgt een korte toelichting per fase.

Fase 1: Het analyseren en beschrijven van het ontwerpprobleem

Elk ontwerp begint met een ontwerpprobleem. Het analyseren van het probleem is bedoeld om zo goed mogelijk zicht te krijgen op het ontwerpprobleem. Een gebruiker van een product of een opdrachtgever komt met een probleem of een opdracht. Als dat probleem wordt geanalyseerd gaat de leerling zich vragen stellen om er achter te komen hoe het probleem precies in elkaar zit.

Voorbeelden van dergelijke vragen zijn: Wie hebben dit probleem? Waar wordt het door veroorzaakt? Zijn er problemen die hier op lijken? Ken je daar oplossingen van?

Ontwerpen is groepswerk. Samen komen leerlingen vaak op meer en betere ideeën dan wanneer ze alleen werken. Het is ook zeker aan te raden om de leerlingen van elkaar te laten leren en in groepen samen te laten werken.

Daarnaast is het van belang dat leerlingen zich met de inhoud van de opdracht kunnen identificeren (een opdracht die past bij de leerling) en zo gesignaleerde behoeften en wensen beter kunnen vertalen in ontwerpeisen.

Fase 2: Het opstellen van een programma van eisen waaraan het ontwerp moet voldoen

Een programma van eisen (PvE) is als een lijst waarop alle toetsbare voorwaarden staan waaraan het product moet voldoen. Daarbij staan de wensen en eisen van de opdrachtgever natuurlijk voorop. Leerlingen moeten ontwerpeisen uit een gegeven context kunnen afleiden en geformuleerde behoeften zo nodig kunnen (her)formuleren in toetsbare eisen.

Fase 3: Het bedenken van ideeën voor de taken en eigenschappen waaraan het ontwerp moet voldoen

Ontwerpproblemen kennen geen unieke oplossingen. Het gaat veelal om het zoeken van het beste alternatief uit meerdere mogelijke uitwerkingen. Leerlingen leren om meerdere alternatieve uitwerkingen voor het gegeven ontwerpprobleem te verzinnen.

In het schema wordt gesproken over een ideeëntabel. Een *ideeëntabel* is een tabel waarin voor elke taak en eigenschap minstens drie verschillende ideeën of (deel)uitwerkingen kunnen worden genoteerd.

Fase 4: Het formuleren van een ontwerpvoorstel op basis van een goede combinatie van deelsluitwerkingen

Een ontwerpvoorstel formuleren betekent dat met behulp van tekeningen en tekst duidelijk wordt hoe het product er precies uit komt te zien en waar het van gemaakt is.

Om dit te bereiken wordt de optimale (= best haalbare) combinatie van deeloplossingen gekozen uit de ideeëntabel.

Let op: dit betekent niet dat *per taak/eigenschap* de beste deeloplossing is gekozen. Het gaat erom dat alle gekozen deeloplossingen het best bij elkaar passen!

Fase 5: Het realiseren van het ontwerp als prototype of model

Een *prototype* is een handgemaakte eerste versie van het product, een soort proefproduct. In deze fase wordt het ontwerp dus echt uitgevoerd (gerealiseerd).

Hierbij wordt onderscheid gemaakt in een prototype en een model. Een prototype is een werkende versie van het product. Een model is een op schaalgemaakte versie en hoeft niet te werken. Afhankelijk van de opdracht wordt gekozen voor een prototype of model.

Fase 6: Het testen en evalueren van het ontwerp en zo nodig met verbetervoorstellen komen

Als het prototype en/of model klaar is, kan het getest worden. Bij het evalueren van de testresultaten wordt bekeken in hoeverre het product voldoet aan de gestelde eisen. Wordt aan sommige eisen onvoldoende voldaan, dan wordt bekeken waar dat aan ligt. De leerling is dan als het ware het probleem opnieuw aan het analyseren. Om voorstellen voor verbetering te doen moet de ontwerpcyclus (gedeeltelijk) opnieuw doorlopen worden.

Fase 7: Het maken van een rapport en het ontwerp (proces en product) presenteren

Het schrijven van een rapport en het presenteren van het ontwerp zorgen voor een ordening in de bovenstaande systematische aanpak.

Doel is niet om lange verslagen te (laten) maken, wel om op systematische wijze verslag te leggen van het proces van ontwerpen. Dit verslag kan ten dienste staan van de presentatie.

Niet alles hoeft vastgelegd te worden. Leerlingen kunnen hun eerdere uitwerkingen van fasen ordenen en delen hiervan gebruiken voor het verslag.

Het presenteren is met name bedoeld als mogelijkheid om de opdrachtgever te informeren. Ook hierin kan de leerling het totale proces van ontwerpen meenemen of delen daarvan, afhankelijk van de eisen van de opdracht/opdrachtgever.

Fase 8: Het reflecteren op het ontwerpproces

Reflecteren is bedoeld om terug en vooruit te kijken. Maar ook om aan te geven wat het leereffect is voor de leerling en zijn/haar enthousiasme voor deze vaardigheid.

Binnen het reflecteren is ruimte om sterke en zwakke punten van het ontwerpproces te benoemen en te waarderen. Ook kan de leerling voornemens voor de toekomst formuleren, wat betreft de vaardigheid ontwerpen. In een volgende ontwerpcyclus kan dit verder worden uitgevoerd.

Reflecteren hoeft niet alleen aan het eind te gebeuren als de hele cyclus al is doorlopen.

Reflecteren kan ook tijdens het ontwerpproces of aan het begin van een nieuwe opdracht rondom ontwerpen (zie ook bijlage 2 over reflecteren of de informatie beschreven bij 10.1).

10.3 Toelichting bij reken- en wiskundige vaardigheden

Verdere toelichting is te vinden op de website www.taalenrekenen.nl.

Deze site wordt steeds aangepast naar de nieuwste ontwikkelingen op het gebied van rekenen en taal.

Getallen, bewerkingen, rekenregels, operatoren

Dit domein krijgt al veel aandacht in het basisonderwijs en betreft daar zowel getalbegrip als de bewerkingen met getallen. Samengevat omvat dit domein de volgende kennis en vaardigheden:

- getallen (geheel, decimaal, breuken, machten en wortels);
- de bewerkingen ermee (+, -, x, : en machtsverheffen, worteltrekken);
- toepassingen.

De bewerkingen met getallen kunnen met het hoofd, op papier of met de rekenmachine worden uitgevoerd.

In de onderbouw wordt ook gerekend met negatieve getallen en bijzondere getallen zoals π .

Verhoudingen, breuken, procenten

Verhoudingen kunnen beschreven worden in:

- verhoudingentaal, zoals bij 'één op de tien Nederlanders' of 'het aantal fietsers is twee keer zo groot als het aantal automobilisten';
- in breukentaal, bijvoorbeeld 'driekwart van de inwoners is ouder dan 25 jaar';
- met procenten, zoals '70 procent van de mensen is voor aanleg van een randweg'.

In de onderbouw komen verhoudingen aan de orde in de vorm van:

- een verhouding omzetten in een breuk, decimaal getal of percentage;
- bij berekeningen een verhoudingstabel gebruiken;
- verhoudingen vergelijken.

De verhoudingentaal sluit aan bij de terminologie zoals die in de science-vakken gebruikt wordt.

Metten en rekenen met grootheden en eenheden

Bij het meten gaat het meestal om een combinatie van kennis, begrip en vaardigheden. Meten doen we wanneer we verschijnselen in de werkelijkheid willen kwantificeren. Daarbij spelen grootheden en de daarbij behorende eenheden een belangrijke rol.

Aan de orde zijn:

- maten (eenheden) voor diverse grootheden als lengte, oppervlakte, massa, gewicht, kracht, et cetera;
- adequaat gebruik van meetinstrumenten;
- structuur en samenhang tussen eenheden;
- rekenen met eenheden.

Verbanden, tabellen, grafieken, formules

Dit domein gaat over het omgaan met tabellen, grafieken, formules en vuistregels. Tabellen en grafieken worden frequent gebruikt om kwantitatieve gegevens op een compacte en overzichtelijke manier weer te geven. Aflezen en interpreteren van de verschillende representatievormen, grafisch weergeven van informatie en het herkennen en beschrijven van een onderliggend verband (als dat er is) zijn belangrijke vaardigheden. In de bètavakken komen deze vaardigheden veelvuldig voor, onder andere bij het doen van onderzoek.

Daarnaast speelt het werken met formules een belangrijke rol. Formules geven het verband aan tussen grootheden. Op grond van onderzoek kunnen verbanden tussen grootheden ontdekt, dan wel bevestigd worden.

10.4 Toelichting bij modelvorming

Fase 1: Kenmerken

Een model is meestal een vereenvoudiging van de werkelijkheid en heeft bepaalde kenmerken. Een model is, eenvoudig gezegd, iets bekend dat benut wordt om iets onbekend en ingewikkelds te leren kennen. Het is een hulpmiddel om feiten te kunnen ordenen. In een model worden doorgaans zaken weggelaten die voor het doel waarvoor het model gebruikt gaat worden, er niet toe doen. Hiermee wordt de werkelijkheid hanteerbaar, kan een probleem wellicht beter worden gedefinieerd en met behulp van het model wellicht ook opgelost. Met een model kan het onbekende worden doorzien: een maquette, die inzicht verschaft in een ingewikkeld stadsplan, een meetkundige voorstelling waarvan alle verhoudingen, afstanden, relaties bekend zijn. De infrastructuur van een land of een stad kan bijvoorbeeld worden

weergegeven door een plattegrond te tekenen. Met zo'n plattegrond kan de weg beter worden gevonden. Ook kan de plattegrond gebruikt worden om een bestemmingsplan uit te tekenen, waarmee gecommuniceerd kan worden met burgers. In beide gevallen zullen de kenmerken van de plattegrond verschillend zijn. In het eerste geval zullen de wegen op de plattegrond goed tot uiting komen, in het tweede geval de terreingesteldheid, belangrijke objecten en toekomstige plannen. Kortom een model helpt het denken door met het model te 'spelen', te oefenen en te imiteren om de (complexe) werkelijkheid inzichtelijk, beheersbaar en begrijpbaar te maken, met inachtneming van wat wel en wat niet is meegenomen in het model.

Fase 2: Functie

Een model kan verschillende functies hebben met als uitgangspunt dat een model een vereenvoudigde weergave is van de werkelijkheid. Met een model is het mogelijk een (te) grote werkelijkheid hanteerbaar te maken door deze werkelijkheid te verkleinen. Van een zonnestelsel wordt een planetarium gemaakt, van een stad een maquette, van een auto een modelauto.

Een model kan ook dienst doen om een verschijnsel uit de werkelijkheid uit te leggen.

Bijvoorbeeld een gas door een grote hoeveelheid deeltjes, het kleinste deeltje van een stof door een molecuul, het fileprobleem door een simulatie.

Een model kan in sommige gevallen helpen veranderingen in de werkelijkheid te begrijpen.

Wanneer in het geval van het fileprobleem er een extra rijbaan wordt aangelegd, dan kan een simulatie uitkomst bieden; in een simulatie kan het effect van een extra rijbaan gemeten worden. Ook kan met een gekozen model voorspellingen worden gedaan over de werkelijkheid. Aan de hand van het model van ons zonnestelsel is het bestaan van een planeet voorspeld; later werd de planeet Pluto ontdekt.

Fase 3: Gebruik

Met een model kan een deel van een theorie uitgelegd worden. In de natuurkunde worden krachten voorgesteld als vectoren met een grootte, een richting en een aangrijpingspunt.

Wanneer er twee krachten op een voorwerp werken wordt met dit model de resulterende kracht bepaald door vectoren op te tellen (samen te stellen). Zo'n model geeft niet de volledige werkelijkheid weer. Bij dit model wordt vaak de voorwaarde toegevoegd, dat de wrijvingskracht als nihil kan worden beschouwd. De beperkingen van het model moeten altijd meegenomen en beschreven worden. Een planetarium geeft vrijwel nooit de werkelijke groottes en afstanden weer. Ook in meer abstracte situaties gelden beperkingen. Het molecuulmodel, zoals dat wordt gehanteerd in de onderbouw, wordt weergegeven als een deeltjesmodel omdat de werkelijkheid daarmee (voorlopig) begrepen kan worden.

Fase 4: Evaluatie en reflectie

Belangrijk is, dat met een model nooit de gehele waarheid wordt verteld. Leerlingen moeten leren dit te herkennen en benoemen. In een plattegrond zijn de wegen en rivieren relatief te breed weergegeven. De weergegeven breedtes kunnen dus geen rol spelen bij bijvoorbeeld het berekenen van het aantal vierkante kilometers snelweg. Bij een model moet uitgelegd kunnen worden wat is weggelaten en welke conclusies er wel en niet mogen worden getrokken. Bij veel formules die bij natuurkunde gebruikt worden is vaak sprake van een ideale situatie, waarbij bijvoorbeeld wrijving, luchtdruk of vrijgekomen warmte geen rol spelen. Soms is een model niet bruikbaar en moet het verbeterd worden.

11. Referenties

Aarsen, M. en Valk, T. van der, Onderzoekende houding, een leerlijn. NVOX, oktober 2008.

Bertel, K. en Nauta, D. (1969): *Inleiding tot het modelbegrip*.

Doorlopende leerlijnen taal en rekenen (2009). Te downloaden van de website Taal en rekenen.
http://www.taalenrekenen.nl/referentiekader/rel_doc/

Expertgroep rekenen en taal (2007). *Over de drempels met rekenen en taal*.

Kaap, A. van der en Schmidt, V. (2007). *Naar een leerlijn informatievaardigheden*, Enschede: SLO.

Kleunen, E. van en Sniekers, J. (2010). *Vademecum*. Enschede: SLO.

Natuur, leven en technologie (NLT) (2010). *Startmodule Technisch Ontwerpen*. Te downloaden van <http://www.betavak-nlt.nl/>

NLT Toolbox of uitvoeren van vaardigheden. Te downloaden van <http://vaklokaal-nlt.nl/?cat=6>

Nationaal Expertisecentrum Leerplanontwikkeling (SLO) (2010). *Eindtermen examens havo en vwo en handreikingen*. Te downloaden van <http://www.slo.nl/voortgezet/tweedefase/schoolexamen/>

Nationaal Expertisecentrum Leerplanontwikkeling (SLO) (2010). *Eindtermen examens vmbo en handreikingen*. Te downloaden van <http://www.slo.nl/voortgezet/vmbo/kerndoelen/>

Nationaal Expertisecentrum Leerplanontwikkeling (SLO). *Vakdossiers tweede fase*. Te downloaden van: <http://www.slo.nl/voortgezet/tweedefase/schoolexamen/vakdossiers/>

Nationaal Expertisecentrum Leerplanontwikkeling (SLO). Informatie over reflecteren. Te downloaden van:
http://www.slo.nl/voortgezet/vmbo/vakken/beroepsgerichte_programma/techniek/grafische_tech_niek/algemene_karakteristieken/bijdrage/preambule/ en
http://www.slo.nl/downloads/2008/Reflecteren_20op_20maat_20webversie.pdf/ en
<http://mediageletterdheid.slo.nl/leerlijn/reflectie/>

Techniek 12+(2002). *Website met verschillende ontwerp opdrachten met ondersteuning voor docenten*. Te downloaden van <http://www.techniek12plus.nl/>

Bijlagen

Bijlage 1 Netwerkgegevens

Hieronder de docenten die betrokken zijn geweest in het netwerk.

Voor ervaringen en informatie kunt u met onderstaande docenten contact opnemen door een email te sturen.

Christelijk Lyceum, Veenendaal	Leo Penning	l.penning@clv.nl
Citadel College, Nijmegen	Jolanda van den Broek	j.vandenbroek@citadelcollege.nl
Greijdanus College, Locatie Zwolle	Klaas Beute Wim Bolks	h.n.beute@greijdanus.nl w.bolks@greijdanus.nl
Marianum, KSG voor vmbo, havo en lyceum, locatie Groenlo	Hannie Lensink Louis Vermeulen	hlensink@marianum.nl
Northgo College, Noordwijk	Corien van den Ende Frits Groen Anton Oldenbroek	corien.vandenende@northgo-college.nl
RKSG St.-Canisius, locaties Almelo en Tubbergen	Heleen Driessen Robin Kamperman	drh@canisius.nl kar@canisius.nl

Bijlage 2 Reflectie

Aan verschillende leerlijnen is de fase van reflecteren op de vaardigheid toegevoegd als een apart beschreven fase.

Reflecteren is vooral de leerling naar zichzelf laten kijken. De leerling houdt zichzelf een spiegel voor om stil te staan bij hoe de verschillende vaardigheden werken en op welke manier deze vaardigheden zijn te gebruiken in het leerproces. Het doel van het op deze manier kijken is om te leren van de ervaringen die opgedaan zijn met het uitvoeren van de vaardigheid.

De leerling kan daarbij kijken naar zijn capaciteiten, waarbij het doel is:

Ik ken mijn sterke en zwakke kanten en kan die gebruiken om keuzes te maken.

De leerling kan ook kijken naar zijn motieven omschreven in het doel:

Ik weet waar ik voor wil gaan en waar ik moeite voor wil doen.

Reflecteren kan in een gesprekscyclus.

Dat is voor het aanleren van deze vaardigheden wellicht te veel, maar ideeën zijn beschreven in bijvoorbeeld de folder reflecteren op maat te downloaden van de website van SLO.

http://www.slo.nl/downloads/2008/Reflecteren_20op_20maat_20webversie.pdf/

Vaak is reflecteren uit te splitsen in vooruitkijken, uitvoeren en beoordelen.

Bij het vooruitkijken kan de leerling zichzelf vragen stellen als:

Begrijp ik wat ik moet doen? Ken ik de fasen van de vaardigheid? Weet ik genoeg om te beginnen? Heb ik alles wat nodig is?

Bij het uitvoeren kan de leerling zichzelf vragen stellen als:

Gaat het nog goed? Als het niet goed gaat: Waarom gaat het niet goed? Wat kan ik eraan doen? Kan ik uitleggen wat ik aan het doen ben?

Bij het beoordelen, kan de leerling zichzelf vragen stellen als:

Voldoet het resultaat aan de eisen? Kan ik het nu goed? Heb ik de fasen van de vaardigheid goed doorlopen?

Tenslotte heeft reflecteren een component van kijken naar de toekomst.

Dit is een vaag omschreven doel en niet precies aan te geven hoe dat moet gebeuren. Er zijn ook geen vaste voorschriften voor reflecteren. Van belang is wel dat leerlingen vanuit de praktische ervaring met verschillende vaardigheden in de lessen ook tijd nemen om na te denken over wat deze vaardigheden voor leerlingen kunnen betekenen in hun verdere leerloopbaan.

In een reflectie bij de vaardigheid onderzoeken kunnen de volgende aandachtspunten aan de orde komen.

Het onderzoek zelf. Iedere leerling geeft voor zichzelf aan:

- de belangrijkste leerpunten;
- de waardevolle aspecten van het onderzoek;
- de fasen van het onderzoek en welke zwakke/sterke punten persoonlijk worden ervaren;
- de problemen die moesten worden opgelost tijdens het doorlopen proces;
- wat hij of zij anders zou doen bij herhaling.

De samenwerking. Iedere leerling geeft aan:

- of hij of zij tevreden is over de samenwerking;
- of hij of zij de samenwerking waardevol heeft gevonden en wat ervan is geleerd;
- wat hij of zij anders zou doen bij herhaling.

De reden van onderzoek. Iedere leerling geeft voor zichzelf aan:

- wat de wetenschappelijke relevantie is van dit onderzoek;
- wat dit onderzoek kan bijdragen aan vervolgonderzoek;
- wat hij/zij zelf het belang vindt van dit onderzoek en wat hij/zij verder zou willen onderzoeken;
- welk nut/belang dit onderzoek heeft.

Het soort/type onderzoek. Iedere leerling geeft voor zichzelf aan:

- de onderzoeksdiscipline, de kenmerken van deze discipline en zijn/haar voorkeuren voor deze discipline;
- de methode van onderzoek en wat hij/zij daarvan heeft geleerd;
- de functie van het onderzoek;
- zijn/haar voorkeuren in wetenschappelijk onderzoek met argumentatie.

Bijlage 3 Het aanleren van informatievaardigheden

Om informatievaardig te worden heb je kennis nodig, maar vaardig word je toch vooral door onderzoek gerichte opdrachten uit te voeren. Hier geldt zeker dat oefening kunst baart. De Amerikanen Mike Eisenberg en Bob Berkowitz hebben de ALA standaard voor informatievaardigheden vertaald in een stappenplan dat zij de Big6 noemen. Dit stappenplan is een prima basis voor het doen van onderzoek.

Stap 1 Taakdefinitie

Welke informatie heb ik nodig?

- Definieer het informatieprobleem. Wat zijn je onderzoeksvragen?
- Bepaal welke informatie je nodig hebt.

Een handig hulpmiddel hierbij is de woordspin, waarmee je gebruik maakt van kennis die je al over een onderwerp hebt. Ook kun je deelvragen (of deelonderwerpen) bedenken.

Stap 2 Strategieën om informatie te zoeken

- Inventariseer welke bronnen beschikbaar zijn.
- Kies de beste bronnen.
- Ga na waar de bronnen beschikbaar zijn.

Stap 3 Gebruik van de informatie

- Analyseer de informatie in een bron (lees de bron, bekijk de bron, enzovoort).
- Selecteer relevante informatie uit de bron. Let op:
 - de bruikbaarheid van de informatie
 - de betrouwbaarheid van de informatie.

Stap 4 Verwerken van de informatie

Verwerk de informatie uit de verschillende bronnen (vergelijken, rubriceren, schematiseren, enzovoort).

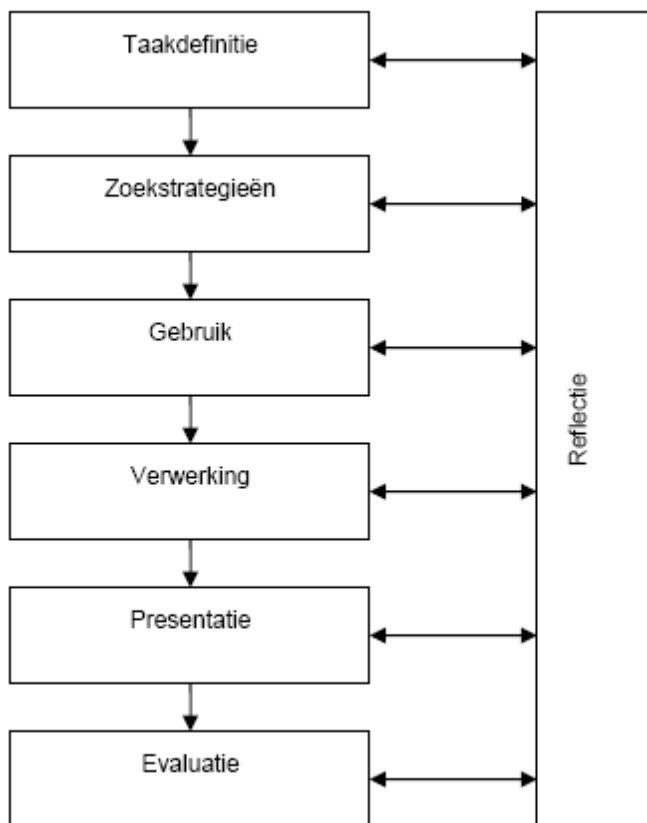
Stap 5 Presenteren van de informatie

- Presenteer de resultaten van je onderzoek.
- Vermijd plagiaat.
- Zorg voor een goede bronvermelding.

Stap 6 Evaluatie

- Beoordeel het product (ben je tevreden over het eindresultaat?).
- Beoordeel het proces (ben je tevreden over de gevolgde werkwijze?).

In de volgende figuur is het stappenplan grafisch weergegeven.



Bijlage 4 Presenteren

Voorbeeld van een taakblad voor presenteren voor leerlingen (Van Kleunen en Sniekers, 2010).

Taakblad Presenteren	
Wat is het?	Een presentatie is een spreekbeurt of een andere manier om mondelinge informatie te geven; de meeste presentaties duren 15 tot 30 minuten.
Wanneer en waarvoor gebruik je het?	Je houdt een presentatie: <ul style="list-style-type: none">- wanneer je een groep wilt informeren- wanneer je die informatie in betrekkelijk korte tijd wilt overdragen- wanneer je wat je geleerd hebt over een onderwerp met anderen wilt delen- wanneer je de mening van anderen wilt horen over dit onderwerp.
Eisen	<i>Inhoud:</i> de inhoud van je presentatie is duidelijk en begrijpelijk. <i>Opbouw:</i> je geeft de informatie in een logische volgorde. Je presentatie is voor anderen goed te volgen. <i>Hulpmiddelen:</i> je gebruikt passende hulpmiddelen. <i>Spreeken:</i> je spreekt helder en vloeiend, maakt oogcontact met de luisteraars en maakt handig gebruik van aantekeningen. <i>Vragen beantwoorden:</i> je weet genoeg van het onderwerp van je presentatie om vragen goed te kunnen beantwoorden.
De aanpak	
Vorbereiden	
Bepaal waar je presentatie over gaat	
<ul style="list-style-type: none">- Wat is het onderwerp?- Waar is je publiek vooral in geïnteresseerd?- Wat weet je publiek al over het onderwerp?- Hoe lang gaat de presentatie duren?	
<i>Resultaat:</i>	
<ul style="list-style-type: none">- Een afgebakend onderwerp voor je presentatie	
Bepaal de opbouw van je presentatie	
<ul style="list-style-type: none">- Welke vragen of ideeën wil je in de presentatie bespreken?- Hoe kun je deze vragen of ideeën gebruiken om je presentatie op te bouwen?- Welke opbouw is het meest logisch voor je publiek?	
<i>Resultaat:</i>	
<ul style="list-style-type: none">- Een globale opbouw van je presentatie.	
Bepaal wat je precies wilt vertellen of wilt laten zien	
<ul style="list-style-type: none">- Wat wil je per vraag of onderdeel vertellen, laten zien of laten ervaren?- Wat heb je daarbij aan hulpmiddelen nodig?- Op welke momenten betrek je het publiek bij je presentatie?- Waarmee open je, waarmee sluit je af?	
<i>Resultaat:</i>	
<ul style="list-style-type: none">- Een definitieve opzet waarin je per onderdeel hebt aangegeven wat je gaat doen.	

Bedenk hoe je publiek zal reageren

- Welke vragen zou het publiek na afloop kunnen stellen?
- Welke antwoorden zou je daarop geven?

Resultaat:

- *Een overzicht van vragen en antwoorden.*

Oefen je presentatie vooraf

- Oefen je presentatie met iemand anders of voor de spiegel.
- Loopt en klinkt de presentatie zoals je gedacht had?
- Blijf je binnen de gestelde tijd?

Resultaat:

- *Een uitgeprobeerde presentatie.*

Uitvoeren**Bepaal of je er klaar voor bent**

- Check: heb je alles bij je, werken alle hulpmiddelen?
- Check: zit je publiek goed, kunnen ze alles goed zien en verstaan?

Resultaat:

- *Een goede voorbereiding.*

Beginnen! Diep ademen en ontspannen!

- Meteen aan het begin even vragen of je goed te verstaan bent.
- Geef aan of je na afloop of tijdens de presentatie op vragen antwoord geeft.
- Ga niet in op vragen over dingen die later nog aan bod komen. Zeg: 'dat komt nog aan bod'.
- Kijk de mensen aan, nu eens de een, dan de ander.
- Praat niet verder als je iets rond laat gaan of laat lezen.
- Als er iets mis gaat, blijf rustig en zeg: nu gaat er iets mis, ik ga dat nu oplossen. En los het rustig op.

Resultaat:

- *Een goed uitgevoerde presentatie.*

Tussentijds en na afloop terugkijken**Bepaal tussentijds of je op de goede weg bent en achteraf hoe goed je het gedaan hebt**

- Ben je op de goede weg? Maak ter controle regelmatig gebruik van de onderstaande rubrieken en probeer je zwakke punten te omzeilen of te verbeteren.
- Wat zijn je sterke en zwakke punten in het presenteren? Gebruik na afloop de rubrieken om dat te beoordelen.

Resultaat:

- *Een helder beeld van je kunnen.*

SLO is het nationaal expertisecentrum leerplanontwikkeling. Al 35 jaar geven wij inhoud aan leren en innovatie in de driehoek beleid, wetenschap en onderwijspraktijk. De kern van onze expertise betreft het ontwikkelen van doelen en inhoud van leren, voor vele niveaus, van landelijk beleid tot het klaslokaal.

We doen dat in interactie met vele uiteenlopende partners uit kringen van beleid, schoolbesturen en -leiders, leraren, onderzoekers en vertegenwoordigers van maatschappelijke organisaties (ouders, bedrijfsleven, e.d.).

Zo zijn wij in staat leerplankaders te ontwerpen, die van voorbeelden te voorzien en te beproeven in de schoolpraktijk. Met onze producten en adviezen ondersteunen we zowel beleidsmakers als scholen en leraren bij het maken van inhoudelijke leerplankeuzes en het uitwerken daarvan in aansprekend en succesvol onderwijs.

SLO

Piet Heinstraat 12
7511 JE Enschede

Postbus 2041
7500 CA Enschede

T 053 484 08 40
F 053 430 76 92
E info@slo.nl

www.slo.nl

slo