

A photograph of two children, a girl and a boy, in a classroom setting. The girl, on the left, is wearing a purple and white striped shirt and is looking down at a small glass container. The boy, on the right, is wearing a green shirt and is pouring a purple liquid from a small bottle into a glass funnel. In the background, there is a green chalkboard with some faint writing. The text 'Wetenschap & technologie in het basis- en speciaal onderwijs' is overlaid on the right side of the image, preceded by three white circles.

Wetenschap & technologie in het basis- en speciaal onderwijs

Richtinggevend leerplankader bij het
leergebied Oriëntatie op jezelf en de wereld

SLO • nationaal expertisecentrum leerplanontwikkeling



Wetenschap & technologie in het basis- en speciaal onderwijs

Richtinggevend leerplankader bij het leergebied Oriëntatie op jezelf
en de wereld

2^e gew. druk

Februari 2018

slo

nationaal
expertisecentrum
leerplan-
ontwikkeling

Verantwoording



2018 SLO (nationaal expertisecentrum leerplanontwikkeling), Enschede

Mits de bron wordt vermeld, is het toegestaan zonder voorafgaande toestemming van de uitgever deze uitgave geheel of gedeeltelijk te kopiëren en/of verspreiden en om afgeleid materiaal te maken dat op deze uitgave is gebaseerd.

Auteurs: Marja van Graft, Martin Klein Tank

Met bijdragen van: Theo Beker, Annette van der Laan en Mariel Cordang (SLO) en Anton Bakker (Katholieke Pabo Zwolle).

Informatie

SLO

Afdeling: primair onderwijs

Postbus 2041, 7500 CA Enschede

Telefoon (053) 4840 664

Internet: www.slo.nl

E-mail: so-po@slo.nl

AN: 1.7215.680

Inhoud

Voorwoord	5
Overzicht van tabellen en figuren	7
Samenvatting	9
1. Inleiding	11
1.1 Aanleiding voor de ontwikkeling van het leerplankader	11
1.2 Werkwijze bij de totstandkoming van het leerplankader	12
1.3 Leeswijzer	13
2. Uitgangspunten bij het leerplankader	15
2.1 Overzicht van de uitgangspunten	15
2.2 Toelichting op de uitgangspunten	16
3. De inhoud	23
3.1 Componenten van W&T-onderwijs	23
3.2 Houding	26
3.3 Vaardigheden	28
3.4 Kennis	38
4. Uitwerking van leerlijnen voor Wetenschap en technologie	47
4.1 Definiëring van het begrip leerlijn	47
4.2 Leerlijnen en uitwerkingen	47
5. W&T-onderwijs in de praktijk	59
5.1 De rol van de leraar bij onderzoekend en ontwerpen leren	59
5.2 Evaluatie en toetsing	64
Referenties	67
Bijlagen	73
Bijlage 1 Deelnemers veldraadpleging en individuele gesprekken	75
Bijlage 2 Aspecten van W&T in de kerndoelen primair onderwijs	77
Bijlage 3 Aspecten van W&T in de kerndoelen speciaal onderwijs	81
Bijlage 4 Domeinen voor Nederlands	87
Bijlage 5 Subdomeinen voor rekenen	89
Bijlage 6 Evalueren van vaardigheden en houding	91
Bijlage 7 Concepten / begrippen bij W&T	93
Bijlage 8 Ondersteuning bij onderwijsvragen van leerlingen nl/ml	99

Voorwoord

Voor u ligt het richtinggevend leerplankader wetenschap en technologie (W&T) voor het basis- en speciaal onderwijs. Dit leerplankader komt voort uit het advies dat in 2013 is uitgebracht door de Verkenningcommissie wetenschap & technologie primair onderwijs aan het Ministerie van OCW met als doel om de aandacht voor W&T in het primair onderwijs structureel te vergroten. Het leerplankader beschrijft componenten waaraan bij W&T-onderwijs in samenhang aandacht wordt besteed. W&T-onderwijs start vanuit voor leerlingen inspirerende en relevante contexten. Daarnaast beschrijft het leerplankader W&T de componenten houding, vaardigheden en kennis. De vaardigheden kunnen breed worden opgevat. Naast vakspecifieke denk- en werkwijzen biedt W&T-onderwijs ruimte voor de ontwikkeling van taal- en rekenen-wiskunde vaardigheden en brede, vakoverstijgende vaardigheden, de zogenaamde 21e eeuwse vaardigheden.

Het leerplankader W&T sluit goed aan bij de herziening van de kerndoelen uit 2006. Bij deze curriculumherziening staat de vraag centraal wat leerlingen nodig hebben om uit te groeien tot volwassenen die bijdragen aan de samenleving, economisch zelfstandig zijn én met zelfvertrouwen in het leven staan (<http://curriculum.nu/>). Een belangrijk aspect daarbij is het vaststellen van kernconcepten vanuit het perspectief wat leerlingen zouden moeten kennen en kunnen. Daarnaast krijgen schoolteams ruimte om zelf een deel van hun curriculum in te vullen dat aansluit bij hun leerlingen, visie en omgeving. Het bevorderen van samenhang en het terugdringen van overladenheid zijn twee andere belangrijke aspecten.

W&T-onderwijs sluit naadloos aan op deze aspecten. Een inspirerende context biedt mogelijkheden om aandacht te schenken aan relevante kennis. Door dat te doen vanuit voor leerlingen inspirerende voorbeelden en de mogelijkheden van de schoolomgeving biedt W&T ruimte aan eigen keuzen van leerlingen en schoolteams. Inhoudelijke samenhang wordt bevorderd doordat bij W&T-onderwijs vanuit verschillende perspectieven op de inhoud kan worden ingegaan. Omdat leerlingen ook kennis en vaardigheden van taal- en rekenen-wiskunde nodig hebben, kan W&T-onderwijs bijdragen aan beperking van een overladen onderwijsaanbod.

We hopen dat dit leerplankader u stimuleert om inspirerend en passend onderwijs aan te bieden die een brede ontwikkeling mogelijk maakt voor alle leerlingen in het primair onderwijs.

Marja van Graft
Martin Klein Tank

Overzicht van tabellen en figuren

Tabel 1.	De relatie tussen activiteiten bij onderzoeken en ontwerpen en beeldende vorming	20
Tabel 2.	Wetenschappelijke houding uitgewerkt in aspecten, dimensies en gedragsindicatoren (naar Van der Rijst et al., 2007)	26
Tabel 3.	Beschrijving van activiteiten in de stappen bij de vaardigheid onderzoeken	30
Tabel 4.	Beschrijving van activiteiten in de stappen bij de vaardigheid ontwerpen	31
Tabel 5.	Vakvaardigheden bij aardrijkskunde en de relatie met W&T-vaardigheden	33
Tabel 6.	Vakvaardigheden bij geschiedenis en de relatie met W&T-vaardigheden	34
Tabel 7.	Vakvaardigheden bij natuur en techniek en de relatie met W&T-vaardigheden	34
Tabel 8.	Voorbeelden van generieke vaardigheden en een W&T gerelateerde uitwerking	36
Tabel 9.	Overzicht van concepten en onderliggende begrippen op hoofdlijnen	39
Tabel 10.	Dimensies voor inperking van concepten en onderliggende begrippen	41
Tabel 11.	Voorbeelden van vragen van kinderen aansluitend op de vakken aardrijkskunde, geschiedenis, natuur en techniek en thema's uit mens en samenleving	43
Tabel 12.	Overzicht van leefwereldcontexten met relevante activiteiten voor een kind	44
Tabel 13.	Overzicht van relevante kernvragen per activiteit in een leefwereldcontext	45
Tabel 14.	Leerlijn onderzoeken	48
Tabel 15.	Leerlijn ontwerpen	51
Tabel 16.	Uitwerking bij denkwijzen hanteren	54
Tabel 17.	Uitwerking bij observeren en meten	55
Tabel 18.	Uitwerking bij bronnen, materialen en gereedschap gebruiken	56
Tabel 19.	Uitwerking bij reflecteren, waarderen en oordelen	57
Tabel 20.	Onderzoekend en ontwerpend leren: van een gesloten naar een open onderwijssituatie (naar Van Graft, 2006)	60
Figuur 1.	De componenten van W&T-onderwijs en hun onderlinge samenhang	24
Figuur 2.	Weergave van het onderwijsproces	25
Figuur 3.	Onderzoeken en ontwerpen in stappen met bijbehorende vaardigheden	29
Figuur 4.	Inhoudelijke begrippen redenerend vanuit een activiteit van de leerling	46
Figuur 5.	De divergerende en convergerende fase in relatie tot de stappen bij onderzoeken en ontwerpen	62

Samenvatting

Hoewel de afgelopen jaren veel lesmateriaal voor onderwijs in wetenschap en techniek is ontwikkeld en (aanstaande) leraren cursussen hebben gevolgd over het uitvoeren van wetenschaps- en techniekonderwijs, blijft het aantal scholen dat wetenschap en techniek aanbiedt beperkt. Voor het Platform Bèta Techniek en de PO-raad was dat eind 2012 aanleiding om een Verkenningcommissie wetenschap en technologie primair onderwijs in te stellen met als doel te bevorderen dat in 2020 op alle basisscholen wetenschap en technologie¹ wordt gegeven. Tegelijkertijd koerst het ministerie van OCW op het sneller herkennen van bètatalent door voor het primair onderwijs uitwerkingen te laten maken voor wetenschap en technologie. Voor de pabo's zijn tijdelijk extra middelen beschikbaar gesteld om een integrale aanpak van wetenschap en technologie in de opleiding te optimaliseren. Recent is daar de discussie over onderwijs voor de toekomst bijgekomen. De focus ligt daarin naast kennisoverdracht op persoonlijke ontwikkeling en voorbereiding op deelname aan de maatschappij. Dit vraagt om onderwijs waarin de ontwikkeling van houding, vaardigheden en kennis in balans is.

Onderwijs in wetenschap en technologie

Wetenschap en technologie (W&T) is een manier van kijken naar en benaderen van de wereld. Door het stellen van vragen, of door oplossingen te bedenken voor problemen of behoeften, maar ook vanuit eigen fantasie, leren kinderen over gebeurtenissen, gebieden, organismen, verschijnselen en voorwerpen die in de wereld om hen heen voorkomen, hier en daar, en vroeger, nu of in de toekomst. Bij W&T zijn verwondering en nieuwsgierigheid startpunt voor onderwijs, waarbij veel ruimte is voor de brede ontwikkeling van leerlingen, niet alleen op het gebied van kennis, maar juist ook op persoonlijk en maatschappelijk vlak. De W&T-benadering sluit aan bij hoe kinderen zich verhouden tot hun leef- en fantasiewereld. Kinderen stellen veel vragen en ze houden ervan om vanuit hun fantasie iets te maken of te bouwen of uit te vinden. Dit richtinggevende leerplankader voor W&T is een eerste stap op weg naar leerlijnen voor W&T in het basisonderwijs, het speciaal basisonderwijs en het speciaal onderwijs (normaal/moeilijk lerende leerlingen (nl/ml)), hier verder aangegeven als basis- en speciaal onderwijs. Ook dient het leerplankader als uitgangspunt voor de opleiding tot leraar basisonderwijs bij de uitwerking van de kennisbases voor aardrijkskunde, geschiedenis en natuur & techniek en bij de implementatie van W&T in hun curriculum. Methodeontwikkelaars, musea, bedrijven en andere organisaties uit de schoolomgeving met een aanbod voor leerlingen basis- en speciaal onderwijs, kunnen dit leerplankader en de aansluitende leerlijnen gebruiken als richtinggevend document bij de ontwikkeling van hun aanbod.

¹ Wetenschap en *techniek* is door de Verkenningcommissie gewijzigd in wetenschap en *technologie*, omdat techniek een negatieve connotatie heeft en te zeer verwijst naar het aanleren van technieken en minder naar innovatieve ontwikkelingen.

Uitgangspunten bij W&T-onderwijs

In het leerplankader zijn elf uitgangspunten beschreven, die als vertrekpunt dienen voor de leerlijnen W&T in het basis- en speciaal onderwijs (hoofdstuk 2). Een aantal uitgangspunten is gestoeld op de kerndoelen basis- en speciaal onderwijs en hebben betrekking op inhoud, samenhang, integratie en kwaliteit van het aanbod (uitgangspunten 2, 5, 6 en 11). Andere uitgangspunten komen voort uit ontwikkelingen in onderwijsbeleid en -praktijk (uitgangspunten 1, 3, 4, 7, 8, 9 en 10):

- betekenis van W&T voor talentontwikkeling;
- betekenis van W&T voor onderwijs van de toekomst;
- voorkomen van een overladen programma, onder andere door integratie van vakken;
- zorg voor afstemming met de lerarenopleiding;
- meer inzicht in de ontwikkeling van leerlingen en de leeropbrengst;
- inbreng van inspirerende voorbeelden uit de wereld buiten de school.

Inhoudelijke componenten van W&T-onderwijs

Vanuit leerplankundig perspectief zijn drie inhoudelijke componenten te onderscheiden aan W&T-onderwijs: houding, vaardigheden en kennis. Hoewel deze componenten in de onderwijspraktijk moeilijk zijn te scheiden, zijn ze als aparte paragrafen op hoofdlijnen beschreven en geven als zodanig het richtinggevend karakter aan van dit leerplankader. De drie componenten vormen de basis voor leerlijnen voor W&T-onderwijs in het basis- speciaal onderwijs.

De component houding is beschreven aan de hand van een zestal houdingsaspecten. Deze aspecten, die samen een wetenschappelijke houding vertegenwoordigen, zijn uitgewerkt in gedragsindicatoren waarop bij kinderen tijdens W&T-onderwijs een beroep wordt gedaan en die leraren bij hen kunnen waarnemen.

Bij W&T-onderwijs gebruiken kinderen een grote diversiteit aan vaardigheden. Onderzoeken en ontwerpen worden in het leerplankader W&T als leidende vaardigheden gepositioneerd.

Daarnaast gebruiken ze generieke (basis- en 21e eeuwse) vaardigheden. Sommige van deze vaardigheden komen aan de orde bij het taal- en reken-wiskundeonderwijs, waardoor integratie van vakken op een vanzelfsprekende wijze plaats vindt.

De kenniscomponent komt terug in de vragen van kinderen, die gaan over een onderwerp uit de wereld om hen heen. Inhoudelijk vinden de vragen hun basis in het leergebied Oriëntatie op jezelf en de wereld. Daarom is er in dit leerplankader voor gekozen om de component kennis uit te werken voor dit leergebied. De vragen van kinderen laten zich echter niet altijd indelen in vakken of leergebieden. Dit betekent enerzijds dat vragen of problemen vakoverstijgend kunnen worden benaderd en anderzijds, dat vragen of problemen uit andere leergebieden, zoals kunstzinnige oriëntatie of bewegingsonderwijs, onderwerp voor W&T-onderwijs kunnen zijn.

Weergavevorm van de leerlijnen bij W&T-onderwijs

De vaardigheden onderzoeken en ontwerpen zijn uitgewerkt in leerlijnen. Bij elke stap in het onderzoeks- en ontwerpproces is een doel geformuleerd. Deze doelen zijn uitgewerkt in kenmerken van het kind in drie fasen: *aanvankelijk*, *vervolgens* en *ten slotte*. Om de beschrijvingen concreet te maken voor leraren zijn op de website

<http://wetenschapentechnologie.slo.nl/> voorbeelden uit de onderwijspraktijk toegevoegd.

1. Inleiding

1.1 Aanleiding voor de ontwikkeling van het leerplankader

Al twee decennia wordt in het basisonderwijs meer aandacht gevraagd voor techniek. Techniek is immers niet weg te denken uit het dagelijks leven. Onderwijs in techniek is nodig om kinderen inzicht te geven in de betekenis van techniek in hun eigen leven. Daarnaast zullen kinderen die in het basisonderwijs al kennis hebben gemaakt met techniek, eerder geneigd zijn een technische vervolgopleiding of een technisch beroep te kiezen. Dit zou een mogelijke oplossing kunnen zijn voor het gebrek aan technisch geschoolden in Nederland (TechniekPact, 2015). De aandacht voor techniek in het basisonderwijs komt onder meer tot uiting in de formulering van twee expliciete kerndoelen voor techniek in 1998 en 2006 (Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap [OCW], 1998, 2006). Twee landelijke projecten² hebben in twintig jaar belangrijke bijdragen geleverd aan de ontwikkeling van techniek in het basisonderwijs en de opleiding tot leraar basisonderwijs. In die periode is veel lesmateriaal ontwikkeld en in (natuuronderwijs-) methoden zijn technieklessen opgenomen.

Sinds 2005 is er echter een verschuiving opgetreden in de visie op techniekonderwijs. Aanvankelijk was techniek op de basisschool gericht op het maken van voorwerpen waarbij kinderen kennismaakten met gereedschap, materialen en technische inzichten. In het visierapport dat in 2005 verscheen werd daar een dimensie aan toegevoegd, namelijk het stimuleren van de interesse voor en beheersing van (natuur)wetenschappelijke kernbegrippen. Daarnaast richtte het visierapport zich op het aanspreken en verder ontwikkelen van de ontdekkende en onderzoekende competenties van kinderen (Expertgroep Wetenschap en Techniek Basisonderwijs, 2005).

Het visierapport is uitgewerkt in het basisdocument 'Onderzoekend en Ontwerpend Leren bij Natuur en techniek' (Van Graft & Kemmers, 2007). Een belangrijk verschil met dit basisdocument is dat in het leerplankader W&T de inhoudelijke focus is verbreed. Immers, onderzoeken en ontwerpen zijn generieke werkwijzen en beperken zich niet tot natuurwetenschappen en technologie. De inhoudelijke focus is verbreed naar het gehele leergebied Oriëntatie op jezelf en de wereld. Dit heeft ertoe geleid dat de componenten vaardigheden en kennis uitgebreider zijn beschreven om recht te doen aan de inhoud en het karakter van de verschillende vakgebieden. W&T-onderwijs kan worden ingezet bij natuur- en techniekonderwijs, aardrijkskunde- en geschiedenisonderwijs en bij thema's zoals burgerschap.

Hoewel de afgelopen jaren veel (aanstaande) leraren cursussen hebben gevolgd in wetenschap en techniek, is het aantal scholen dat onderzoekend en ontwerpend leren toepast tot nu toe beperkt. De periodieke peilingsonderzoeken (PPON) van Cito laten zien dat leraren steeds minder aandacht besteden aan vakken als aardrijkskunde (Notté, Van der Schoot, & Hemker, 2011), geschiedenis (Wagenaar, Van der Schoot, & Hemker, 2010), biologie (Thijssen, Van der Schoot, & Hemker, 2011) en natuurkunde en techniek (Kneepkens, Van der Schoot, & Hemker, 2011). Noodzakelijke ontwikkelingen in het basis- en speciaal onderwijs ten behoeve van wetenschap en techniek zijn de afgelopen jaren op de achtergrond geraakt, mede door de

² Stimulering Techniek Primair Onderwijs (1995 – 2000) en Verbreding Techniek Basisonderwijs (VTB, 2001 – 2011)

nadruk die er lag en ligt op de ontwikkeling van de basisvaardigheden taal en rekenen-wiskunde. Dat heeft het Platform Bèta Techniek samen met de PO-Raad in 2012 doen besluiten om de Verkenningcommissie wetenschap en technologie primair onderwijs in te stellen met als doel om vanaf 2020 tot implementatie van W&T in het basisonderwijs te komen.

Deze Verkenningcommissie heeft in het voorjaar 2013 advies uitgebracht hoe W&T duurzaam in het primair onderwijs geïmplementeerd kan worden (Advies Verkenningcommissie wetenschap en technologie primair onderwijs, 2013). Een van de adviezen is om SLO een curriculum te laten ontwikkelen met duidelijke leerlijnen en exemplarisch materiaal voor W&T in het basis- en speciaal onderwijs. In dezelfde periode zijn in de Tweede Kamer vragen gesteld over het onderwijs in natuur en techniek. Deze hebben geleid tot beleidsmaatregelen door de minister en staatssecretaris van OCW³. Een van de maatregelen is een opdracht gericht aan SLO. Deze opdracht sluit aan bij het advies van de Verkenningcommissie wetenschap en technologie primair onderwijs en bestaat uit een aantal met elkaar samenhangende onderdelen. Onderdelen van het advies van de Verkenningcommissie wetenschap en technologie primair onderwijs zijn opgenomen in het Techniekpact ("Nationaal Techniekpact 2020", 2013).

Voor SLO betekende de opdracht van het ministerie van OCW concreet dat ten behoeve van het **basis- en speciaal onderwijs**:

1. in een leerplankader inzichtelijk wordt gemaakt hoe enerzijds wetenschap en technologie, en anderzijds generieke en basisvaardigheden voor taal en rekenen met elkaar kunnen worden verweven in leerlijnen bij het leergebied Oriëntatie op Jezelf en de Wereld (OJW) (met name voor de vakken aardrijkskunde, geschiedenis en natuur en techniek);
2. ondersteuning in de vorm van richtinggevende handreikingen wordt gegeven aan scholen en schoolbesturen voor borging van W&T bij het leergebied OJW, geïntegreerd met taal en rekenen-wiskunde.

Ten behoeve van de **lerarenopleidingen** betekent het dat:

1. inzichtelijk gemaakt wordt wat startende leraren nodig hebben om op wetenschap en technologie georiënteerd onderwijs in OJW uit te kunnen voeren;
2. inzichtelijk gemaakt wordt welke verdere inhoudelijke en didactische kennis, vaardigheden en attitude nodig zijn voor een expertfunctie binnen de school.

In overleg met het ministerie van OCW zijn de opdrachten uitgewerkt in twee verschillende projecten: een voor het basisonderwijs en een voor de opleidingen. Voor het basis- en speciaal onderwijs is dit leerplankader ontwikkeld met daarin de uitgangspunten voor de uitwerking van leerlijnen voor W&T bij het leergebied OJW. Het kader omvat tevens een beschrijving van de inhoud van de leerlijnen en de manier waarop de leerlijnen worden vormgegeven.

Op basis van het leerplankader worden verdere uitwerkingen ontwikkeld voor specifieke doelgroepen waaronder opleidingen, schoolleiders en schoolbesturen.

1.2 Werkwijze bij de totstandkoming van het leerplankader

Bij de totstandkoming van het leerplankader is ondersteuning verleend door een ontwikkelgroep bestaande uit vakexperts op het gebied van inhoud en didactiek van W&T, aardrijkskunde, geschiedenis en natuur en techniek, die affiniteit hebben met de doelgroepen en kennis hebben van het basis- en speciaal onderwijs. Voor het creëren van een breed draagvlak en borging van kwaliteit en implementatie, zijn ketenpartners betrokken bij de uitwerking. Daartoe zijn in individuele gesprekken en tijdens veldraadplegingen leraren en lerarenopleiders, vakexperts en andere partners die een rol spelen bij de uitvoering van het onderwijs geraadpleegd over opzet,

³ Kamerstukken II 2012/13, 27 923, nr. 151, p. 2-3.

uitgangspunten, mate van detaillering en vormgeving van het in ontwikkeling zijnde leerplankader en de daarop gebaseerde leerlijnen voor W&T (bijlage 1). Verder heeft de ontwikkelgroep overleg gevoerd met de opdrachtgever, het ministerie van OCW. De opbrengsten uit deze bijeenkomsten zijn in het leerplankader verwerkt.

1.3 Leeswijzer

De uitgangspunten voor het leerplankader zijn beschreven in hoofdstuk 2. Hoofdstuk 3 gaat in op de componenten bij W&T-onderwijs, te weten houding, vaardigheden en kennis. In hoofdstuk 4 zijn de vaardigheden uitgewerkt in doelen, waarbij voor onderzoeken en ontwerpen leerlijnen zijn geformuleerd. Tenslotte wordt in hoofdstuk 5 ingegaan op W&T in de onderwijspraktijk. Op de website <http://wetenschapentechnologie.slo.nl/> zijn de leerlijnen en uitwerkingen aangevuld met vakinhoudelijke voorbeelden.

2. Uitgangspunten bij het leerplankader

2.1 Overzicht van de uitgangspunten

Voor de ontwikkeling van leerlijnen voor W&T bij het leergebied OJW voor het basis- en speciaal onderwijs, is als eerste stap een leerplankader ontworpen, dat als basis dient voor de te ontwikkelen leerlijnen. De opdracht van het ministerie van OCW is om daarin verbindingen met de basisvaardigheden taal en rekenen/wiskunde op te nemen en waar mogelijk ook met andere leergebieden, zoals kunstzinnige oriëntatie en bewegingsonderwijs. Samen met de context van het basis- en speciaal onderwijs leidt dit tot elf uitgangspunten waarmee bij de ontwikkeling van het leerplankader en de leerlijnen rekening moet worden gehouden. In het overzicht met de elf uitgangspunten hieronder, zijn belangrijke begrippen waar later op wordt terugkomen vet gedrukt. In paragraaf 2.2 worden deze uitgangspunten afzonderlijk toegelicht.

Het leerplankader:

1. sluit aan bij de **begripsbepaling van wetenschap en technologie** zoals verwoord in het advies van de Verkenningscommissie wetenschap en technologie primair onderwijs;
2. is een uitwerking van de **kerndoelen voor po en so-nl/ml** die behoren tot het leergebied OJW, te weten de kerndoelen 34 tot en met 53 (po) en 3 tot en met 5 en 49 tot en met 69 (so-nl/ml). Daarbij wordt opgemerkt dat de kerndoelen so betrekking hebben op normaal/moeilijk lerende kinderen (so-nl/ml) en de kerndoelen voor zeer moeilijk lerende of meervoudig gehandicapte leerlingen vooralsnog niet worden meegenomen;
3. houdt rekening met de **ontwikkeling en verschillende talenten** van kinderen;
4. biedt mogelijkheden voor de **persoonlijke ontwikkeling en maatschappelijke toerusting** van kinderen;
5. geeft aangrijpingspunten weer voor een **geïntegreerde aanpak of samenhang** van de wereldoriënterende vakken met wetenschap en technologie als basis;
6. geeft aangrijpingspunten weer voor **verbinding/integratie van wetenschap en technologie bij OJW** enerzijds **met taal en rekenen-wiskunde** en/of met andere leergebieden zoals **kunstzinnige oriëntatie** anderzijds;
7. bepleit inhoudelijke **keuzen** om
 - overladenheid van het programma te voorkomen;
 - doorlopende leerlijnen naar onderbouw voortgezet onderwijs te realiseren;
8. sluit aan op en stemt af met de **kennisbasis voor de lerarenopleiding** primair onderwijs en implementatie van en nascholingsinitiatieven voor W&T;
9. geeft een eerste **indicatie van toets- en evaluatiemogelijkheden** met enkele voorbeelden van instrumenten die de ontwikkeling in kaart brengen van voor wetenschap en technologie relevante vaardigheden, houding en kennis van leerlingen bij de vakken aardrijkskunde, geschiedenis en natuuronderwijs en techniek;
10. biedt **bedrijven en relevante educatieve instellingen** voor OJW en W&T voor zowel buitenschoolse als binnenschoolse activiteiten handvatten voor afstemming van de inhoud van hun aanbod op de kerndoelen;
11. biedt mogelijkheden voor een doorvertaling naar **verantwoording over borging en kwaliteit** van het W&T-onderwijs bij de zaakvakken voor inspectie (extern) en schooldirecties en schoolbesturen (intern).

2.2 Toelichting op de uitgangspunten

2.2.1 Uitgangspunt 1: begripsbepaling van wetenschap en technologie

In het advies van de Verkenningcommissie wetenschap en technologie primair onderwijs (2013) is wetenschap en technologie als volgt verwoord:

"Wetenschap en technologie is een manier van kijken naar de wereld. Wetenschap en technologie begint bij de verwondering: waarom is de wereld zoals zij is? Vanuit die attitude komen vragen op of worden problemen gesignaleerd. De zoektocht naar antwoorden op die vragen en problemen leidt tot oplossingen in de vorm van kennis en/of producten. Deze oplossingen zijn tegelijk weer uitgangspunt voor nieuwe vragen. Onderwijs in wetenschap en technologie stimuleert en bestendigt een nieuwsgierige, onderzoekende en probleemoplossende houding bij kinderen. Het gaat om onderzoekend en ontwerpend leren, waarmee '21ste-eeuwse' vaardigheden worden ontwikkeld zoals creativiteit, ondernemingszin, kritisch denken, kunnen samenwerken en ICT-geletterdheid. En het brengt kinderen kennis bij over de wereld. Thema's die daarbij aan bod komen zijn gezondheid, natuur en ruimte, de technologische, bebouwde en maatschappelijke omgeving, hoe die in het verleden tot stand zijn gekomen en hoe we daar nu en in de toekomst op een duurzame en veilige manier mee om kunnen gaan" (p. 6).

In deze begripsbepaling van wetenschap en technologie worden drie belangrijke aspecten van onderwijs genoemd en geduid. Het gaat om de ontwikkeling van *kennis over de wereld*, van *vaardigheden* die kinderen nodig hebben in de 21e eeuw en om de ontwikkeling van een nieuwsgierige, onderzoekende en probleemoplossende *houding*.

Een ander belangrijk aspect van W&T is dat het een cyclisch karakter heeft. Het beantwoorden van een vraag over het nieuwe product dat is gemaakt, roept altijd weer nieuwe vragen en problemen op.

Verwondering zal in de praktijk niet altijd het startpunt van W&T-onderwijs zijn. Ook interesse van leerlingen in een bepaald onderwerp of een thema dat door de leraar wordt aangedragen kan als startpunt dienen. W&T-onderwijs biedt mogelijkheden voor verdieping en verrijking van onderwerpen die aan de orde komen, maar ook van de vaardigheden waarop een beroep wordt gedaan: praktische vaardigheden naast abstract denken en metacognitieve vaardigheden. In het leerplankader zijn de inhoudelijke aspecten op hoofdlijnen uitgewerkt in hoofdstuk 3.

W&T-onderwijs gaat gepaard met integratie van en verbinding tussen vakken. Zo zullen leerlingen bij W&T-activiteiten kennis en vaardigheden toepassen die ze hebben opgedaan bij taal- en rekenlessen en bij het onderzoeken van een vraag die op het eerste gezicht behoort bij geschiedenis, kunnen ook aardrijkskundige onderwerpen of technische aspecten aan de orde komen. Bij meer techn(olog)isch georiënteerde onderwerpen maken leerlingen gebruik van rekenen als ze een voorwerp of model op schaal nabouwen. De uitgangspunten 5 en 6 hebben hier betrekking op.

2.2.2 Uitgangspunt 2: kerndoelen po en so

In het basis- en het speciaal onderwijs zijn de kerndoelen leidend voor het onderwijsaanbod. Het speciaal onderwijs kent twee sets kerndoelen: een set voor normaal/moeilijk lerende leerlingen (nl/ml) en een set voor zeer moeilijk lerende en meervoudig gehandicapte leerlingen (zml/mg). Omdat laatstgenoemde doelgroep een eigen en andere uitwerking nodig heeft ten aanzien van uitwerkingen van OJW en het ook kerndoelen betreffen die inhoudelijk anders zijn dan die voor po en so-nl/ml, wordt deze set kerndoelen vooralsnog niet meegenomen. Dit leerplankader richt zich op de normaal/moeilijk lerende leerlingen binnen het speciaal onderwijs (so-nl/ml)), omdat deze kerndoelen heel dicht liggen bij de kerndoelen po. So kent een aanvullende set doelen voor leergebiedoverstijgende thema's. Vooral de thema's 3 (sociaal

gedrag), 4 (leren leren) en 5 (omgaan met media en technologische hulpmiddelen) zijn vanuit het perspectief van W&T relevant. Voor po zijn geen leergebiedoverstijgende kerndoelen geformuleerd. Er wordt vanuit gegaan dat deze thema's geïntegreerd worden aangeboden in de leergebieden of vakken Letschert, 1998).

Wat betreft kennis ligt de focus van het leerplankader op het leergebied OJW. Het betreft de vier domeinen Mens en samenleving, Natuur en techniek, Ruimte en Tijd. Voor so-nl/ml gelden dezelfde OJW domeinen en kerndoelen als geformuleerd voor po. Een uitzondering is het domein Mens en samenleving waar voor so-nl/ml één extra doel is geformuleerd, het kerndoel 55 (bijlage 3).

Vanuit het perspectief van W&T zijn voor po en so-nl/ml zowel de relevante kerndoelen als de onderdelen uit de karakteristiek en de preambule van belang om mee te nemen bij de uitwerking van de leerlijnen. De karakteristiek bij so-nl/ml is opgenomen in het Besluit kerndoelen WEC⁴ en komt in grote lijnen overeen met de beschrijving voor po (Ministerie van OCW, 2006, 2010). Bijlagen 2 en 3 geven een overzicht van de kerndoelen voor het leergebied OJW met de karakteristiek en preambules voor po en so-nl/ml. De relevante passages met aanknopingspunten voor W&T zijn hierin onderstreept.

W&T wordt in sterke mate geassocieerd met onderzoeken en ontwerpen. De kerndoelen 42 en 45 bij Natuur en Techniek verwijzen expliciet naar onderzoeken, respectievelijk ontwerpen. Hoewel de kerndoelen bij Ruimte en Tijd geformuleerd zijn in 'leren over' (weten dat), zijn ook daar aanknopingspunten voor onderzoeken te vinden. Bij Ruimte zijn dat kerndoel 47 (leren vergelijken) en kerndoel 50 (leren omgaan met kaart en atlas); bij geschiedenis kerndoel 51 (leren gebruiken van eenvoudige historische bronnen en leren hanteren van tijdsaanduidingen en tijdsindelingen). Deze constatering is een punt van aandacht bij het realiseren van de integratie van vakken/domeinen ten behoeve van de leerlijnen voor W&T.

Geconcludeerd kan worden dat er duidelijke aanknopingspunten zijn voor W&T binnen de bestaande kerndoelen, inclusief de preambule en de karakteristiek bij OJW. Keerzijde is dat de huidige kerndoelen uit 2006 globaal zijn geformuleerd. Enerzijds geven ze daarmee ruimte aan leraren om hun onderwijs inhoud en vorm te geven, anderzijds maakt diezelfde ruimte ook veel leraren handelingsverlegen bij de uitvoering van onderwijs over het leergebied OJW

2.2.3 Uitgangspunt 3: rekening houden met de ontwikkeling en verschillende talenten van kinderen

De leerlijnen voor wetenschap en technologie worden uitgewerkt voor leerlingen in so-nl/ml en po. Bij de uitwerking van de leerlijnen zal rekening worden gehouden met de verschillen in ontwikkeling en competenties. Voor leerlingen uit het so-nl/ml zullen de uitwerkingen aansluiten bij de specifieke beperking en/of stoornis van leerlingen. Bij W&T-onderwijs kunnen begaafde leerlingen meer relaties leggen naar andere vakken en aan achterstandsleerlingen kunnen door leraren meer praktijkgerichte opdrachten worden aangeboden. De leerlijn zal zich richten op de cognitieve, creatieve, motorische, sociaal-emotionele en zintuiglijke ontwikkeling van leerlingen. Door te reflecteren op leren, ontwikkelen leerlingen inzicht in hun eigen competenties. W&T-onderwijs biedt kansen voor deze brede ontwikkeling, zoals blijkt uit de beschrijving van de houding en vaardigheden in hoofdstuk 3.

⁴ Staatsblad 2009, nr. 248

2.2.4 Uitgangspunt 4: ruimte voor persoonlijke ontwikkeling en maatschappelijke toerusting

Dit uitgangspunt sluit aan bij de ruimte die W&T-onderwijs biedt aan leerlingen om verschillende houdingsaspecten en sociale vaardigheden te ontwikkelen. Met name het in groepjes samenwerken bij onderzoekend en ontwerpend leren, waarbij leerlingen verschillende rollen krijgen, draagt daar aan bij. Door met leerlingen individueel of in een groepje te reflecteren op de bijdrage die ze leveren aan het onderzoeks- en ontwerpproces, ontwikkelen ze inzicht in hun eigen gedrag en vaardigheden. Dit sluit goed aan bij het belang dat het Platform Onderwijs2032 stelt aan persoonsvorming en de maatschappelijke vorming van leerlingen (Platform Onderwijs2032, 2016).

2.2.5 Uitgangspunt 5: verbinding tussen de wereldoriënterende vakken

Dit uitgangspunt sluit aan bij de karakteristiek van OJW in de kerndoelen po (zie uitgangspunt 2):

"Waar mogelijk worden onderwijsinhouden over mensen, de natuur en de wereld in samenhang aangeboden. Dit komt het 'begrijpen' door leerlingen ten goede en draagt voorts bij aan vermindering van de overladenheid van het onderwijsprogramma." (Ministerie van OCW, 2006, p. 48-49).

Hoewel het Platform Onderwijs2032 (2016) een iets andere indeling hanteert van de kennisgebieden dan de huidige kerndoelen (Ministerie OCW, 2006), pleit ook het platform ervoor kennis in samenhang aan te bieden zodat leerlingen leren dat zij kennis uit verschillende disciplines kunnen toepassen bij het oplossen van vraagstukken.

Voorbeeld

Bij technologische ontwikkelingen (bijvoorbeeld nieuwe medicijnen, voedingsmiddelen, ICT, ruimtevaart) en in maatschappelijke thema's (bijvoorbeeld sociale cohesie, veiligheid, duurzaamheid, gezondheid) gaat het altijd om kennis uit meer dan één vakgebied. Bij duurzaamheid spelen onderwerpen en denkwijzen uit aardrijkskunde, biologie en techniek een rol, denk bijvoorbeeld aan het omgaan met bodemschatten. Bij sociale cohesie gaat het om onderwerpen uit geschiedenis, aardrijkskunde en biologie, zoals samenleven in de buurt (bestuur, gedrag en cultuur van mensen, inrichting van de leefruimte).

Om kinderen inzicht te geven in ontwikkelingen en maatschappelijke thema's en om ze onderlinge verbanden te laten zien is het belangrijk om onderwijs (ook) in samenhang aan te bieden, en die samenhang voor de leerlingen te verduidelijken. Dat kan door in het onderwijs te zorgen voor verbinding tussen de vakken. Mogelijke vormen hiervoor zijn:

- verwijzen in bijvoorbeeld een aardrijkskundeles naar een onderwerp dat bij geschiedenis aan bod is gekomen of het benaderen van een thema in een serie opeenvolgende lessen vanuit verschillende vakken. Van belang is wel dat de eigenheid van een vak niet verloren gaat en er voldoende aandacht is voor vakspecifieke uitwerking in vaardigheden (zie par. 3.3.3).
- projectonderwijs: een vorm waarin verschillende vakken aan bod kunnen komen. Onderwerpen uit de verschillende vakken worden zodanig geordend dat er een logische opbouw ontstaat waarmee verschillende aspecten van een thema aan de orde komen (Geraedts, Boersma, & Eijkelhof, 2006).
- onderzoekend en ontwerpend leren, dat mogelijkheden biedt voor onderwijs in samenhang. Door leerlingen als 'onderzoeker' en 'ontwerper' te laten werken ontwikkelen ze hun begrip van concepten uit natuur en techniek.

Voorbeeld

Leerlingen kunnen een product ontwerpen en maken waarmee ze een probleem oplossen of in een behoefte voorzien. Kennis over materiaal en technische principes zijn nodig om het product te realiseren. Of ze onderzoeken wat een dier nodig heeft om te overleven in een dierentuinverblijf. Kennis over relaties van een dier met zijn omgeving (biologie), klimaat en voorkomen op aarde (aardrijkskunde) komen daarbij aan de orde

Evenals bij thematisch - en projectonderwijs kan door W&T-onderwijs de overladenheid van het aanbod verminderen en is er meer ruimte voor het toepassen en ontwikkelen van vaardigheden en houding. De manier van werken, het onderzoeks- en ontwerpproces, is daarbij ook een leerdoel waar leraren met leerlingen op metacognitief niveau op kunnen reflecteren. Voor leerlingen moet inzichtelijk worden dat deze processen niet vakgebonden zijn, maar overal kunnen worden toegepast, ook in de dagelijkse praktijk (transfer). De W&T-benadering vraagt van leraren dat zij hun onderwijsinhoud kunnen concretiseren. Daarvoor moeten zij over een passend repertoire aan houding en vaardigheden beschikken. Ook moeten zij om de samenhang tussen de vakken te kunnen hanteren, over voldoende inzicht beschikken om de vakinhoudelijke kennis wendbaar (in verschillende contexten en vanuit verschillende perspectieven) te kunnen gebruiken.

2.2.6 Uitgangspunt 6: verbinding van wetenschap en technologie bij OJW met taal, rekenen-wiskunde en andere leergebieden

Zoals uit de begripsbepaling van wetenschap en technologie blijkt (zie uitgangspunt 1), staan bij W&T-onderwijs vragen en interesses van kinderen en door hen gesignaleerde problemen en behoeften centraal. Voorbeelden uit de onderwijspraktijk waarin W&T is geconcretiseerd, laten zien dat bij deze manier van werken een beroep wordt gedaan op taal- en reken-wiskundevaardigheden van leerlingen. W&T zorgt voor betekenisvolle inhoud. Taal en rekenen leveren vaardigheden die bijdragen aan kennisontwikkeling, denkvaardigheden, communicatie, samenwerking en andere vaardigheden bij W&T. Ook het Platform Onderwijs2032 (2016) verwijst in het voorstel naar het belang van de koppeling tussen interdisciplinair werken en vakoverstijgende vaardigheden.

Vragen, problemen en behoeften zorgen voor authentieke situaties voor taalonderwijs. Binnen W&T gaat het veelal om betekenisverlening van ervaringen uit de leefwereld en fantasieën van kinderen. Taal is daar onlosmakelijk mee verbonden als middel om deze betekenis te beschrijven (labelen) met vaktaal, woorden die het onderzoeks- en ontwerpproces beschrijven. Leerlingen formuleren onderzoeksvragen, zoeken informatie op en verwerken die en ze discussiëren, redeneren en argumenteren met elkaar. Ook presenteren leerlingen voor hun eigen of een andere groep de (diepere) betekenis van begrippen en leren een inhoudelijke tekst of verslag te schrijven. Anders gezegd: deze onderwijssituaties doen een beroep op vaardigheden uit de domeinen mondelinge taalvaardigheid, lezen, schrijven en taalbeschouwing en –verzorging (Expertgroep Doorlopende Leerlijnen Taal en Rekenen, 2008a) en sluiten aan bij de kerndoelen voor Nederlandse taal. Een overzicht van de domeinen Nederlands en de bijbehorende vaardigheden zijn te vinden in bijlage 4.

Naast taal zullen leerlingen bij W&T leerinhouden uit de subdomeinen van rekenen-wiskunde aan de orde komen, zoals meten en verhoudingen. Daarbij leren leerlingen specifieke begrippen uit de rekentaal te gebruiken. Hiermee wordt tevens de verwevenheid van taal met rekenen zichtbaar. Een overzicht van de subdomeinen voor het reken-wiskundeonderwijs (Expertgroep Doorlopende leerlijnen Taal en Rekenen, 2008b) en bijbehorende vaardigheden is te vinden in bijlage 5.

Voorbeelden (zie ook Van Graft, Klein Tank, & Van Zanten, 2015)

Taal

Bij het uitvoeren van een onderzoek of het ontwerpen leren kinderen gesprekken voeren. Ze zullen zich begrijpelijk moeten uitdrukken en leren naar elkaar te luisteren. Ze zullen voorspellingen doen over uitkomsten van een onderzoek en leren onderzoeksvragen te stellen. Ze zullen informatie moeten opzoeken en deze verwerken in een tekst. Ook zullen ze over hun vorderingen verslag uitbrengen, mondeling in een presentatie of schriftelijk, in de vorm van een eindverslag.

Rekenen-wiskunde

Bij techniek, met name tijdens het ontwerpen en maken van producten, krijgen leerlingen te maken met besef (en schatten) van grootte, patronen, verhoudingen (schaal), met meten en met het verwerken van meetgegevens in tabellen of grafieken. Maar ook binnen aardrijkskunde speelt besef van grootte een rol, bijvoorbeeld bij het benoemen van afstanden tussen plaatsen, oppervlakte van landen en steden en het aantal inwoners per land of een andere geografische eenheid. Bij geschiedenis gaat het om chronologie, periodisering en de tijdlijn.

Reken-wiskundetaal

Hierbij gaat het om:

- het juist formuleren van relaties (bijvoorbeeld groter dan, als – dan redeneringen);
- uitdrukken in grootheden (bijvoorbeeld in eenheden van gewicht (gram), volume (liter) of tijd (minuten));
- beschrijven van meetresultaten in een grafiek of tabel

Een overeenkomst in de onderwijsaanpak met het leergebied kunstzinnige oriëntatie ligt in het gebruik van een ontwerpcyclus (tabel 1). Bij beeldende vorming wordt op een vergelijkbare manier als bij natuur en techniek (Van Graft & Kemmers, 2007) gebruik gemaakt van een ontwerpcyclus. Het 'basisplan voor een beeldende activiteit' bevat vergelijkbare proces- en productcomponenten: betekenis, vorm, materiaal, beschouwing, werkwijze en onderzoek. De reflectieschil om de cyclus geeft aan dat kinderen met argumenten redeneren over hun eigen werk en dat van anderen, waarbij ze kritisch vermogen ontwikkelen (Van Onna & Jacobse, 2013; www.kunstzinnigeorientatie.slo.nl, 2015).

Tabel 1. *De relatie tussen activiteiten bij onderzoeken en ontwerpen en beeldende vorming*

Onderzoeken		Ontwerpen		Basisplan beeldende activiteit
Verkennen: inhoudelijke kwestie signaleren en beschouwen Onderzoeksvraag formuleren	Reflecteren, waarderen en oordelen	Verkennen: probleem of behoefte signaleren en beschouwen Programma van eisen formuleren	Reflecteren, waarderen en oordelen	Oriënteren: welke inhoud en associatiemogelijkheden zijn er? Beschouwing: verkennen van de inhoud
Onderzoek opzetten		Ontwerpschetsen maken		Vorm: welke beeldaspecten geven vorm aan de inhoud?
Onderzoek uitvoeren: Onderzoeksmateriaal of bronnen opzoeken en meetapparatuur opzoeken		Ontwerp uitvoeren: Materiaal: passend materiaal en gereedschap zoeken		Idee uitvoeren, rekening houden met eigen criteria en criteria van de opdracht
Werkwijze: materiaal en meetapparatuur op juiste manier gebruiken		Werkwijze: materiaal en gereedschap op juiste manier gebruiken Product/dienst realiseren en toetsen		Werkwijze: materiaal en gereedschap op een juiste manier gebruiken

2.2.7 Uitgangspunt 7: naar een realistisch aanbod in po en so

Dit uitgangspunt heeft betrekking op het uitgevoerde curriculum: hoeveel tijd wordt er aan de verschillende vakken besteed en is er sprake van een doorlopende leerlijn naar de onderbouw van het voortgezet onderwijs? Uit de laatste PPON-onderzoeken van Cito (Kneepkens et al., 2010; Notté et al., 2010; Thijssen et al., 2011 en Wagenaar et al., 2010) blijkt dat de tijd die in het basisonderwijs aan aardrijkskunde, geschiedenis en natuur & techniek wordt besteed rond 1 uur per week is. Uitgaande van 40 lesweken per jaar zou dat neerkomen op 40 uur per jaar per vak. In de praktijk zal dit op veel scholen, in verband met o.a. themaweken en lesuitval, minder zijn.

Het aantal lessen in methoden aardrijkskunde, geschiedenis en natuur en techniek gaat ook uit van minder lesweken. Het aantal lessen varieert tussen de 25 en 35 lessen van 50 – 60 minuten per methode, waarbij de trend is dat het aantal en de lengte van de lessen afneemt. Voor het speciaal onderwijs zijn geen gegevens bekend over het uitgevoerde en het gerealiseerde aanbod voor de OJW-vakken.

Dit leerplankader gaat uit van gemiddeld 30 lessen van 60 minuten per vak per groep. Doordat bij W&T-onderwijs de mogelijkheid zich voordoet om de inhoud in samenhang (par. 2.2.5) of geïntegreerd (par. 2.2.6) aan te bieden is het mogelijk om de overladenheid te beperken. Maar, doordat leerlingen binnen W&T-onderwijs ook taal- en reken-wiskundeactiviteiten toepassen, kan de beschikbare tijd voor W&T meer zijn dan 3 uur per week.

Het leerplankader heeft ook als doel om zorg te dragen voor doorlopende leerlijnen van po en so naar de onderbouw van het voortgezet onderwijs. Dit vraagt om afstemming met de kerndoelen voor de onderbouw. Bij de totstandkoming van dit leerplankader is daarom aangesloten bij de uitwerking van kennis en vaardigheden voor de onderbouw voortgezet onderwijs op de website [Leerplan in Beeld](#) (2015) en bij de *Kennisbasis natuurwetenschappen en technologie voor de onderbouw vo* (Ottevanger et al., 2014). Daarnaast is afstemming met de onderwijspraktijk belangrijk, met name met leraren in de onderbouw voortgezet onderwijs.

2.2.8 Uitgangspunt 8: afstemming tussen lerarenopleiding en de onderwijspraktijk in po en so

De invoering van wetenschap en technologie heeft ook consequenties voor lerarenopleidingen. Pabodocenten zullen hun studenten op een adequate wijze voor moeten bereiden op lesgeven in W&T. Ze zullen dus zelf geschoold moeten zijn of worden in houdingsaspecten en vaardigheden die voor wetenschap en technologie relevant zijn (Vermunt, 1992). In die zin draagt de invoering van W&T bij aan bij de kwaliteitsverbetering van de pabo's, die in 2008 in gang is gezet in het beleidsprogramma *Werken aan kwaliteit* (HBO-raad, 2008, 2009). In dat kader zijn kennisbases voor aardrijkskunde, geschiedenis en natuur en techniek ontwikkeld (Commissie Kennisbasis Pabo, 2012). In deze kennisbases zijn aanknopingspunten te vinden voor W&T, bijvoorbeeld over de structuur en de samenhang van een vak met andere vakken. Er is een handreiking ontwikkeld om pabo's te ondersteunen bij de implementatie van W&T in hun curriculum. Deze is beschikbaar op de website <http://wetenschapentechnologie.slo.nl/>.

Om studenten ervaring op te laten doen met W&T-onderwijs is het belangrijk dat zij tijdens stages in het basis- en speciaal onderwijs niet alleen goede voorbeeldlessen zien van hun mentor, maar ook gelegenheid krijgen om zelf W&T-lessen te verzorgen. Bij de uitvoering van die lessen moeten ze deskundig begeleid worden door zowel mentoren als pabodocenten. Dit betekent dat mentoren die studenten bij W&T-lessen begeleiden ook deskundig moeten zijn op het gebied van W&T. Specifieke begeleidingsinstrumenten kunnen hen daarbij ondersteunen en zullen moeten worden ontwikkeld. Ook zal rekening moeten worden gehouden met de beschikbare tijd die studenten hebben voor de verschillende vakken en zal er een duidelijke afbakening moeten komen wat een startbekwame leraar en wat een vakbekwame leraar moet kunnen en kennen op het gebied van W&T.

2.2.9 Uitgangspunt 9: mogelijkheden voor toetsing en evaluatie

Omdat bij W&T naast kennis ook vaardigheden en houding belangrijke onderdelen zijn van het curriculum, zullen die ook getoetst en geëvalueerd moeten worden. Een voorbeeld van een instrument hiervoor is het *Observatieformulier Brede ontwikkeling vaardigheden en houding* (zie bijlage 6; Kemmers, Klein Tank, & Van Graft, 2007), dat is ontwikkeld bij de onderwijsleerstrategie *Leren onderzoekend en ontwerpen leren* (Van Graft & Kemmers, 2007). Andere vormen om de ontwikkeling van kennis, vaardigheden en houdingen bij kinderen in beeld te brengen zijn portfolio's en rubrics. Rubrics worden gebruikt om vaardigheden te evalueren: een vaardigheid wordt verdeeld in een aantal criteria waarbij elk criterium prestatieniveaus beschrijft die aangeven wat een leerling kan (Kerkhoffs, Stark, & Zeelenberg, 2006). Deze instrumenten kunnen op basis van de inhoudelijke componenten die in hoofdstuk 3 zijn beschreven, worden aangepast of nieuw ontwikkeld.

2.2.10 Uitgangspunt 10: bijdragen uit bedrijfsleven en educatieve instellingen

Omdat wetenschap en technologie naast concrete objecten en verschijnselen ook betrekking heeft op innovatieve ontwikkelingen, kan een bezoek aan een bedrijf, museum of andere instelling die raakt aan W&T een verrijkende aanvulling zijn op het schoolse curriculum. Zo'n bezoek, waar kinderen actief in participeren, kan zorgen voor verbreding en verdieping van het aanbod op school. Tegelijkertijd kunnen kinderen zich een beeld vormen van mogelijk toekomstige beroepen en geïnteresseerd raken in innovatieve ontwikkelingen. Bij buitenschoolse activiteiten zijn een goede voorbereiding en nazorg in school vereist voor echt rendement. Musea en bedrijfsleven kunnen realistische, authentieke opdrachten aanbieden, waarbij scholen de kans krijgen om invulling te geven aan contextrijk W&T-onderwijs.

Bij de uitwerking van de leerlijn wordt uitgegaan van goede contacten met voor scholen relevante bedrijven en educatieve instellingen. De door hen aangereikte onderwijsactiviteiten zijn daarom geen ad hoc situaties, maar worden geïntegreerd bij W&T in het OJW-curriculum. Dit leerplankader biedt bedrijven en relevante educatieve instellingen handvatten voor afstemming van hun W&T-aanbod op binnen- en buitenschoolse activiteiten en ondersteunt daarmee de uitgangspunten van het Techniekpact ("Nationaal Techniekpact 2020", 2013).

2.2.11 Uitgangspunt 11: interne en externe verantwoording van de kwaliteit

Het leerplankader biedt mogelijkheden voor de borging van aanbod en kwaliteit van het W&T-onderwijs. De beschrijvingen van de W&T-inhoud in hoofdstuk 3 dienen als uitgangspunt om instrumenten te ontwikkelen die zowel de schoolleiding en het schoolbestuur (interne verantwoording), als de Onderwijsinspectie (externe verantwoording), kunnen gebruiken om inzicht te krijgen in het aanbod en kwaliteit van W&T-onderwijs in de klas en op de school.

3. De inhoud

3.1 Componenten van W&T-onderwijs

Waarom wetenschap en technologie in het basis- en speciaal onderwijs? Daarvoor zijn verschillende redenen te noemen.

- Kinderen komen in het dagelijks leven in aanraking met de verworvenheden van wetenschap en technologie. Meestal zonder erbij stil te staan, totdat er een gebeurtenis plaats vindt die hen heel expliciet meeneemt in de wereld van wetenschap en technologie. Bijvoorbeeld toen Andre Kuipers zijn beide ruimtereizen maakte, of de ontwikkeling van nieuwe technologieën zoals smartphones en games. W&T hoort bij de wereld van de kinderen, en vanuit dat perspectief heeft het een logische koppeling met het leergebied Oriëntatie op jezelf en de wereld (Ministerie van OCW, 2006).
- Het is belangrijk om de natuurlijke belangstelling van kinderen in W&T te behouden en te vergroten. Als kinderen in het basisonderwijs hierin niet worden gevoed, verdwijnt de interesse voor W&T en zullen kinderen minder geneigd zijn om een technische vervolgopleiding of een technisch beroep te kiezen. Zo blijft er een tekort aan technologisch geschoolde personen in de maatschappij (Turner & Ireson, 2010).
- Deelnemen aan de huidige maatschappij vraagt om W&T-geletterdheid. Door W&T-onderwijs ontwikkelen kinderen deze geletterdheid op een natuurlijke manier.

In dit hoofdstuk wordt de inhoud van W&T-onderwijs uiteengezet. Wat maakt onderwijs in wetenschap en technologie anders dan het onderwijs dat nu op veel scholen wordt uitgevoerd? De begripsbepaling in Uitgangspunt 1 (zie paragraaf 2.2.1) geeft hierop een antwoord. In 2005 verwoordt de Expertgroep Wetenschap en Techniek Basisonderwijs (2005, p. 2) het als volgt.

"Wat is wetenschap en techniek op de basisschool? Wat is nu het wezen, de essentie van wetenschap in het basisonderwijs? De term 'wetenschap' wordt al gauw geassocieerd met hoog-intellectuele arbeid. Een aangelegenheid die voor veel kinderen buiten de interessesfeer en waarschijnlijk ook buiten het intellectuele bereik valt. In hoofdstuk 2 'Doelstelling van wetenschap –en techniekonderwijs in de basisschool' plaatst de Expertgroep wetenschap en techniek in het hart van de pedagogisch-didactische opgave van het basisonderwijs. Die opgave behelst het kinderen vertrouwd te maken met de werkelijkheid om hen heen en om de daarvoor noodzakelijke geesteshouding en sleutelvaardigheden verder tot ontwikkeling te brengen. Startend vanuit de verwondering en exploratiedrang, die eigen zijn aan alle kinderen, kunnen op een natuurlijke manier kerncompetenties op het gebied van onder meer ontdekken, analyseren, interpreteren en toepasbaar maken van fenomenen worden aangesproken en verder tot ontwikkeling worden gebracht. Dat is geen exclusieve aangelegenheid voor researchmedewerkers-in-de-dop maar een uitdaging voor alle kinderen."

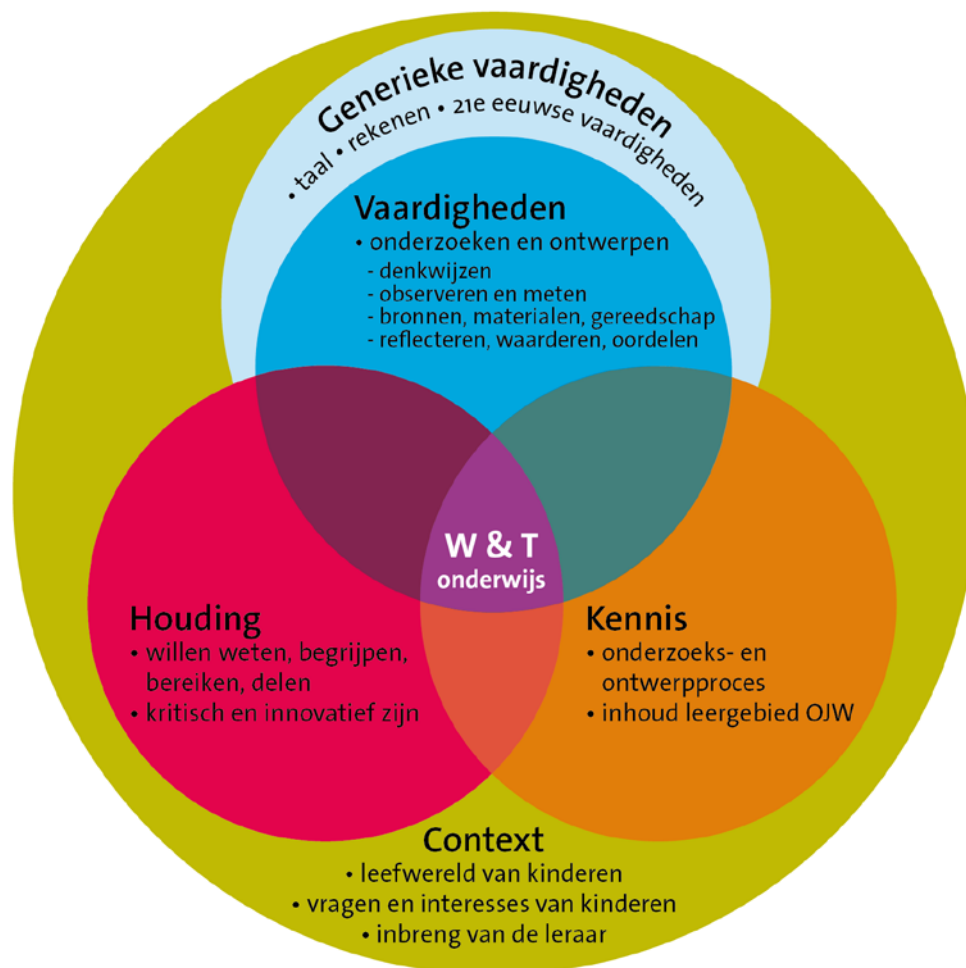
Kinderen leven in een kennisintensieve samenleving waar in een snel tempo nieuwe kennis wordt gegenereerd. Ze zullen daarom in de toekomst moeten beschikken over vaardigheden en een houding om flexibel met deze kennis om te kunnen gaan. Deze vaardigheden, houding en overzicht van de kennissystemen zullen onderdeel moeten zijn van het onderwijsaanbod (zie ook Wetenschappelijke Raad voor het Regeringsbeleid [WRR], 2013, p. 270-271). Op basis van deze gedachtegang is een model gemaakt waarin de componenten van W&T-onderwijs in

samenhang zijn gevisualiseerd (figuur 1). Centraal in het model staat het W&T-onderwijs, waarin aspecten van de drie componenten samenkomen.

Bij W&T-onderwijs zijn onderzoeken en ontwerpen de leidende vaardigheden. Daarbinnen gebruiken onderzoekers en ontwerpers nog andere vaardigheden. Ze observeren en meten, hanteren verschillende denkwijzen, gebruiken bronnen, materialen en gereedschap en reflecteren, waarderen en oordelen over de inhoud en het proces. Deze vaardigheden kunnen, afhankelijk van het onderwerp, een heel eigen, vakspecifieke invullingen krijgen, of een meer generiek karakter hebben als het gaat om taal- en rekenvaardigheden en de zogenaamde 21e eeuwse vaardigheden. De onderzoeks- en ontwerppraktijk vragen daarnaast om een bepaalde houding, die tot uiting komt in concrete gedragingen, zoals:

- nieuwsgierig zijn;
- tegenslagen kunnen verwerken;
- kritisch zijn;
- een *open mind* hebben;
- creatief zijn.

Ten slotte heeft het onderzoek of het ontwerp ook altijd een kennisaspect: het onderzoek kan gaan over planten, dieren, een historisch, een fysisch of sociaal geografisch of een natuurkundig verschijnsel, in een gebied, een situatie of over een historische bron. Bij het ontwerpen doen leerlingen kennis op over de eigenschappen van materialen, over natuurkundige verschijnselen en over technische principes als constructies en verbindingen.



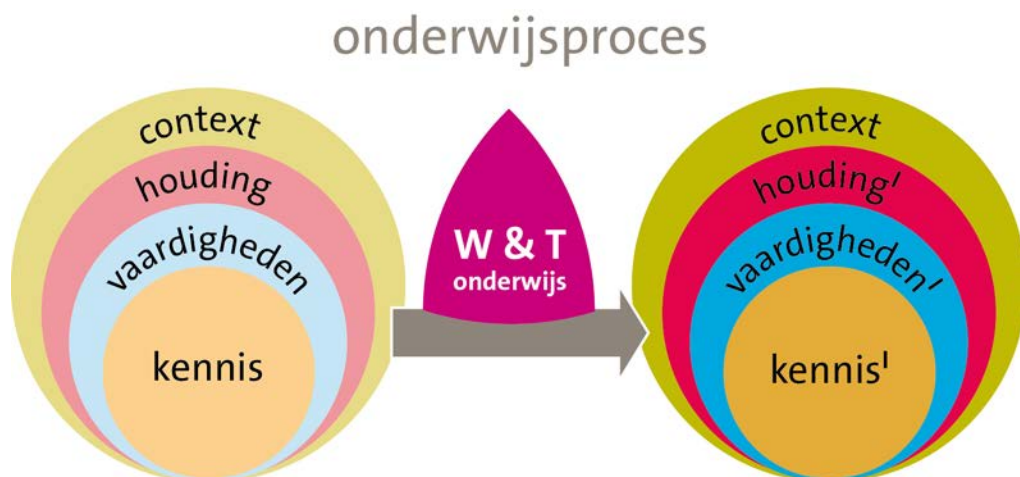
Figuur 1. De componenten van W&T-onderwijs en hun onderlinge samenhang

Bij W&T zijn twee invalshoeken te onderscheiden: de wetenschappelijke invalshoek met de onderzoekspraktijk en de technologische invalshoek met de ontwerppraktijk, waarin vaardigheden en denkwijzen van respectievelijk onderzoekers en ontwerpers centraal staan. In de praktijk zijn onderzoeken en ontwerpen echter moeilijk te scheiden. Onderzoekers onderzoeken niet alleen, maar ontwerpen bijvoorbeeld een experiment of een plan of instrument om hun onderzoek uit te kunnen voeren. Op basis van een vergelijkbare redenering kan worden gesteld dat ontwerpers onderzoek uitvoeren, bijvoorbeeld naar geschikte materialen of een type verbinding om het prototype of product te maken dat zij hebben ontworpen. In figuur 1 is er daarom voor gekozen om uit te gaan van één invalshoek voor W&T. Binnen deze invalshoek worden de W&T-activiteiten verder ingekleurd door de vragen en interesses van de leerlingen of door een onderwerp dat de leraar inbrengt.

Het doel van W&T-onderwijs (zie figuur 2) is dat leerlingen tijdens W&T-activiteiten:

- hun houding en vaardigheden verder ontwikkelen;
- hun aanwezige kennis over het onderzoeks- en ontwerpproces naast vakinhoudelijke kennis, uitbreiden.

In figuur 2 is de ontwikkeling van houding en vaardigheden en uitbreiding van kennis van leerlingen tijdens W&T-activiteiten weergegeven door het plaatsen van een accent en door een toename van de kleurintensiteit.



Figuur 2. Weergave van het onderwijsproces

W&T-onderwijs biedt leerlingen de mogelijkheid om deze ontwikkelingen geïntegreerd te realiseren. De context van een vraag of probleem bepaalt welke houding, vaardigheden, concepten en begrippen nodig zijn bij W&T-activiteiten. De rol van de leraar is hierbij van essentieel belang. Hij/zij maakt (eventueel met input van leerlingen) afgewogen keuzen in context, vaardigheden en kennis met een daarbij passende didactiek. Zo kunnen W&T-activiteiten een wetenschappelijke houding ontlokken en bijdragen aan de brede ontwikkeling van kinderen. Maar ook ouders kunnen een bijdrage leveren aan W&T-onderwijs. Zij kunnen vanuit hun competenties of hun werk een inhoudelijke inbreng hebben of extra handen leveren in de klas. Archer, Dawson, DeWitt, Seakins, & Wong (2015) suggereren daarnaast dat de betrokkenheid van ouders bij het W&T-onderwijs ook kan leiden tot meer bekendheid met wetenschap, dat ze een 'hoog wetenschapsvermogen' noemen. Dit zou een positief effect hebben op bekendheid en belangstelling voor wetenschap waardoor later meer leerlingen participeren in beroepen met een W&T component.

In de volgende paragrafen worden houding, vaardigheden en kennis bij W&T-onderwijs verder toegelicht.

3.2 Houding

Een belangrijke kern van het onderwijs in wetenschap en technologie is om de verwondering, nieuwsgierigheid en de exploratieve houding van kinderen te behouden en verder te ontwikkelen. Deze natuurlijke houding van kinderen sluit aan bij de beschrijving van een wetenschappelijke houding door Van der Rijst, Van Driel, Kijne, & Verloop (2007). Zij hebben in een empirisch onderzoek aan academici gevraagd wat zij onder een wetenschappelijke houding verstaan. Van der Rijst et al. (2007) onderscheiden in dat onderzoek een aantal 'neigingen':

- willen begrijpen;
- willen bereiken;
- willen delen;
- kritisch willen zijn;
- vernieuwend willen zijn;
- willen weten.

Deze houdingsaspecten worden binnen verschillende onderzoeksgebieden onderkend, hoewel er soms verschillende aspecten worden benadrukt. Wetenschappers in meer toegepaste en experimentele onderzoeksgebieden leggen meer nadruk op vernieuwend en kritisch willen zijn. Wetenschappers in meer theoretisch georiënteerde domeinen leggen meer nadruk op willen bereiken en willen begrijpen (Van der Rijst, 2009). Hierbij wordt expliciet onderscheid gemaakt tussen willen weten, in de zin van nieuwsgierigheid, en willen begrijpen, in de zin van het verwerven van dieper inzicht in fenomenen (Van der Rijst et al., 2007). Van deze houdingsaspecten is een aangepaste uitwerking gemaakt voor het basisonderwijs.

De uitwerking van de houdingsaspecten in dimensies en gedragsindicatoren laat zien dat de wetenschappelijke houding geoperationaliseerd kan worden in termen van gedrag dat bij leerlingen is waar te nemen tijdens W&T-activiteiten. Bij het aspect *willen weten* en de dimensie *nieuwsgierig* zijn de gedragsindicatoren: verwondering, initiële interesse, brede interesse, zich afvragen, belangstelling voor veel vragen, leergierig en verbazen over zaken (tabel 2).

Tabel 2. *Wetenschappelijke houding uitgewerkt in aspecten, dimensies en gedragsindicatoren (naar Van der Rijst et al., 2007)*

Houding	
Dimensies	Gedragsindicatoren
Willen weten	
nieuwsgierig	• verwondering, initiële interesse, brede interesse, zich afvragen, belangstelling voor veel vragen, leergierig, verbazen over zaken
gemotiveerd	• passie en plezier in werk, intrinsieke motivatie, geconcentreerd, onverstoortbaar
Willen begrijpen	
begrijpen	• zoekt naar oorzaak, reden van iets (waarom, waardoor, waartoe), uitpluizen, doorgronden
overzicht	• overziet het werk, plaatst het in een kader
Vernieuwend willen zijn	
origineel	• gaat eigen richting, werkt eigen ideeën uit
onconventioneel	• denkt buiten kaders, heeft lef, staat open voor onbekende
innovatief	• voegt vernieuwende elementen toe, oorspronkelijke, originele gedachten, nieuwe ideeën, vernieuwend willen zijn, anders durven zijn
associatief	• is creatief, intuïtief en flexibel

Kritisch willen zijn

observerend	• oplettendheid, opmerkzaam, merkt vreemde verschijnselen op, actieve houding tijdens observeren, verkennend en manipulerend handelen (opstelling, meetperiode, objecten, materialen)
objectief	• open staan voor invloeden van buiten, nieuwe ideeën, bereid om te leren van de ander, onbevooroordeeld, objectief omgaan met eigen onderzoek
nauwkeurig	• netjes, nauwgezet (technisch, mathematisch, taalgebruik), consciëntieus, drang naar perfectie
kritisch naar anderen	• kritische instelling naar groepsleden, bronnen en bestaande ideeën, naar leraar, antiautoritair • bekijkt zaken van verschillende kanten, verschillende opvattingen willen kennen
kritisch op zichzelf	• kritisch naar eigen werk, kritisch op eigen ideeën, zichzelf bevragen, staat open voor kritiek van anderen, twijfelen • kan omgaan met onzekerheid en onwetendheid

Willen bereiken

initiatiefrijk	• begint en probeert steeds opnieuw
persistent	• werkt hard, is een doorzetter
geduld	• verwacht niet te snel resultaat
ambitieuus	• stelt eigen doelen
energiek	• gaat er voor
gedreven	• is vastberaden, zoekt vasthoudend naar oplossingen

Willen delen

sociaal	• gericht op samenwerking • verdeelt taken en houdt zich aan afspraken • wil leren van anderen, is 'open minded'
overtuigend	• maakt problemen kenbaar, legt ideeën overtuigend uit • stelt plenair vragen

De gedragsindicatoren zijn zowel intrapersoonlijk als interpersoonlijk van aard. Intrapersoonlijke gedragsindicatoren zijn vooral te vinden bij willen weten (leerling toont interesse, passie), willen bereiken (leerling toont geduld en is een doorzetter), willen begrijpen (leerling wil iets doorgronden) en willen innoveren (leerling treedt buiten kaders, durft anders te zijn). Kritisch zijn en willen delen geven meer inzicht in de interpersoonlijke houding van leerlingen. Zo kan samenwerken in groepjes bij W&T-onderwijs bijdragen aan de interpersoonlijke houding van kinderen.

Op basis van de uitwerking van de houdingsaspecten in dimensies en gedragsindicatoren kunnen observatieinstrumenten worden ontwikkeld die leraren (en leerlingen) inzicht geven over deze persoonlijke ontwikkeling en accenten leggen bij de begeleiding tijdens het onderwijs (zie par. 3.6). Op onderdelen is deze uitwerking toegepast in onderzoek naar de relatie tussen leraargedrag en de houding van leerlingen bij een lessenreeks over onderzoekend en ontwerpend leren (Van Graft, Klein Tank, & Verheijen, 2011).

3.3 Vaardigheden

Centraal bij W&T-onderwijs staan de vaardigheden:

- onderzoeken (het zoeken naar antwoorden op vragen over actuele of historische gebeurtenissen, situaties, organismen, verschijnselen en voorwerpen en het antwoord verwerken tot een verslag);
- ontwerpen (het bedenken van oplossingen voor een probleem of behoefte en het realiseren van een oplossing in een product, prototype, model of dienst).

Tijdens het onderzoeken en ontwerpen gebruiken leerlingen ook andere vaardigheden:

- denkwijzen hanteren;
- observeren en meten;
- reflecteren, waarderen en oordelen;
- bronnen, materialen en gereedschap gebruiken.

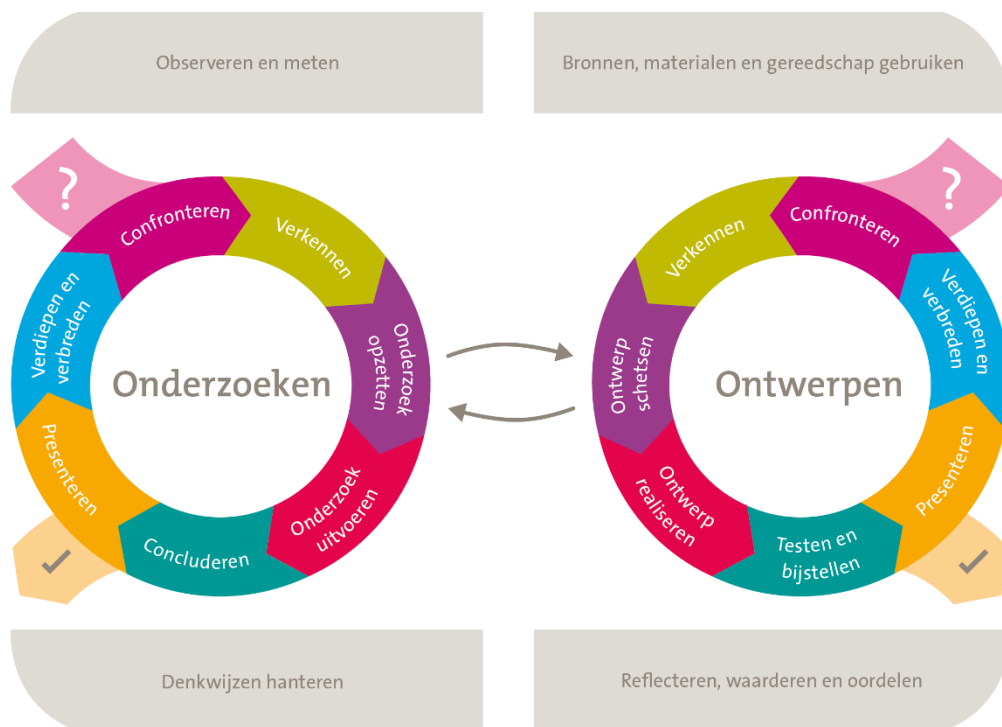
Deze vaardigheden zijn beschreven in paragraaf 3.3.1. In paragraaf 3.3.2 zijn de W&T-vaardigheden voorbeeldmatig uitgewerkt per vakgebied, waarbij met name de denkwijzen vakinhoudelijke zijn uitgewerkt. De generieke vaardigheden die leerlingen bij W&T-onderwijs gebruiken worden toegelicht in paragraaf 3.3.3.

3.3.1 W&T-vaardigheden

Voor het beschrijven van W&T-vaardigheden zijn verschillende bronnen voor het basisonderwijs gebruikt (College voor Examens, 2012; Drake, 2007; Expertgroep Doorlopende Leerlijnen Taal en Rekenen, 2008a; Van Graft, Boersma, Goedhart, Van Oers, & De Vries, 2009; Van Graft, 2009; Van den Heuvel-Panhuizen, & Buys, 2004; Kamer-Peeters, 1991). Daarnaast zijn ook bronnen gebruikt voor het voortgezet onderwijs (Boersma, Kamp, Van den Oever, & Schalk, 2010; Commissie Vernieuwing Natuurkundeonderwijs havo/vwo, 2010). Geprobeerd is om de uitwerkingen die zijn gebaseerd op bronnen uit het voortgezet onderwijs te vertalen naar de inhoud en de context van het basisonderwijs. Waar dat niet of minder goed mogelijk was, moeten de uitwerkingen worden gelezen vanuit het perspectief van *aanvankelijke* vaardigheden. Leerlingen maken er in het basisonderwijs kennis mee en in het voortgezet onderwijs worden ze verder ontwikkeld.

Onderzoeken en ontwerpen

De leerlingen leren door de aanpak van onderzoekend en ontwerpend leren (OOL) over de manier van werken van onderzoekers en ontwerpers (figuur 3). Aan de hand van zeven stappen doorlopen zij de onderzoeks- en ontwerpcyclus en maken ze op een planmatige manier kennis met het proces van onderzoeken en ontwerpen.



Figuur 3. Onderzoeken en ontwerpen in stappen met bijbehorende vaardigheden

Onderzoekers en ontwerpers maken bij het uitvoeren van hun onderzoeks- of ontwerpactiviteiten gebruik van bronnen, organismen, omgevingssituaties, verschijnselen of voorwerpen. Ze kunnen daar modellen voor gebruiken of bedenken, die ze eerst ontwikkelen en aanpassen op basis van de resultaten. Ook maken ze gebruik van meetinstrumenten, materialen, gereedschap en apparatuur. Tijdens het onderzoeks- en het ontwerpproces reflecteren onderzoekers en ontwerpers op de keuzes die ze maken, op voor- en nadelen van hun onderzoeks- of ontwerpopbrengst en op de meetresultaten. In tabel 3 is het onderzoeksproces per stap beschreven. Tabel 4 geeft een beschrijving van de stappen van het ontwerpproces.

De onderzoeks- en ontwerpcyclus bestaan elk uit zeven stappen. Bij onderzoeken en ontwerpen worden alle stappen doorlopen, maar er wordt ook wel eens teruggegaan naar een voorafgaande stap of een stap overgeslagen. Zo kunnen er tijdens het verkennen van de onderzoeksvraag redenen zijn om de eerder vastgestelde onderzoekssituatie (confrontatie) opnieuw te bekijken. Of bij het realiseren van het ontwerp kan het nodig zijn om de ontwerptekening aan te passen omdat de constructie niet voldoet. Maar het kan ook zijn dat het tijdens het onderzoek nodig is om een ontwerp te maken (model, instrument, onderzoeksplan). Of dat bij het ontwerpen tijdens het realiseren van het ontwerp een onderzoekje moet worden uitgevoerd of aan de eisen die gesteld worden aan het materiaal dat gebruikt zou gaan worden, wordt voldaan. Zo niet, dan moet er worden gezocht naar materiaal dat wel aan de eisen voldoet.

Met andere woorden, het ontwerp- en het onderzoeksproces kunnen wel worden onderscheiden, maar zijn niet te scheiden. Dit vraagt om flexibiliteit van de leraar bij de voorbereiding en uitvoering van de lessen (zie paragraaf 5.1).

Tabel 3. Beschrijving van activiteiten in de stappen bij de vaardigheid onderzoeken

ONDERZOEKEN

Confronteren met object, verschijnsel of situatie

Vaak komen leerlingen vanuit hun verwondering of nieuwsgierigheid met vragen over een onbekend(e) verschijnsel, voorwerp, organisme, gebeurtenis of situatie. Maar ook de leraar kan iets inbrengen, als hij of zij vermoedt dat het de belangstelling van leerlingen heeft en vragen bij hen oproept. Op zo'n moment worden leerlingen uitgedaagd en gemotiveerd om op onderzoek uit te gaan om een antwoord te vinden op hun vraag.

Verkennen en vragen formuleren

Het onderzoeken begint met een aanruffase. Door brede verkenning en vrije exploratie doen leerlingen - individueel en in een groepje - indrukken op, halen ze voorkennis op en wisselen ze ervaringen uit over het onderwerp dat is ingebracht. In deze aanruffase wordt het divergent denken bij leerlingen gestimuleerd en worden ze uitgedaagd hun creativiteit te gebruiken. Het is belangrijk voor het oproepen van allerlei vragen, ideeën, en/of voorspellingen en voor het kennisnemen en leren van elkaars (pre-)concepten. Leerlingen voorspellen mogelijke uitkomsten en formuleren ten slotte een onderzoeksvraag uit de verschillende vragen (convergent denken).

Onderzoek opzetten en bronnen, materiaal en instrumenten verzamelen

Leerlingen maken een plan van aanpak voor het uit te voeren onderzoek. Daarin staat wat, waar en hoe ze gaan observeren en meten, welke personen ze gaan interviewen of welke bronnen ze gaan raadplegen. Ze maken een lijst met materialen en (meet)instrumenten die hiervoor nodig zijn en maken een plan hoe ze de uitkomsten verzamelen. Ten slotte verdelen ze de taken: wie gaat wat wanneer waarmee en waar doen.

Onderzoek uitvoeren en resultaten verwerken

De leerlingen voeren het onderzoek volgens plan uit. Ze gebruiken een logboek om metingen, observaties en antwoorden van geïnterviewden of gegevens uit andere bronnen in te noteren. Ze ordenen en bespreken de onderzoeksgegevens en verwerken ze tot een tabel, grafiek, schematische tekening (model) of anderszins. Op basis hiervan formuleren ze hun onderzoeksresultaat.

Conclusie(s) trekken en verslagleggen

Leerlingen beoordelen hun resultaten en trekken conclusies. Ze vergelijken de conclusies met de onderzoeksvraag en beargumenteren of de conclusies een antwoord zijn op hun onderzoeksvraag. Wat betekent het als de vraag niet of gedeeltelijk is beantwoord? Is het onderzoek goed uitgevoerd, zijn er misschien vervolgvragen? Dat kunnen aanleidingen zijn tot het opnieuw uitvoeren van de eerste vier stappen van de onderzoekscyclus. Leerlingen verwerken de onderzoeksvraag en -opzet, resultaten en conclusies tot een presentatie in de vorm van tekeningen, foto's, teksten, filmpje en tabellen of grafieken.

Onderzoek presenteren

Het te onderzoeken onderwerp, de onderzoeksvraag, de aanpak en de uitkomst van het onderzoek worden gepresenteerd. Leerlingen beargumenteren waarom de conclusies de onderzoeksvraag wel, deels of niet beantwoorden. Ze vertellen welke verklaringen ze hebben gevonden, wat ze te weten zijn gekomen en wat ze hebben geleerd. Klasgenoten kunnen kritisch reageren op de onderzoeksaanpak en de conclusies beoordelen en waarderen. Eventueel geven ze suggesties voor vervolgonderzoek. Het plenair uitwisselen van opgedane ervaringen en kennis met klasgenoten is belangrijk voor de ontwikkeling van eigen en andermans kennis.

Verdiepen en verbreden

De gesprekken en presentaties geven een beeld van het begripsniveau van de leerlingen. In deze fase verzilvert de leraar de leeropbrengst (houding, vaardigheden en kennis) door met hen te reflecteren op het onderzoeksproces, de activiteiten die ze hebben ondernomen en hun rol daarin. Daarnaast zoekt de leraar vanuit ideeën en ervaringen van leerlingen naar inhoudelijke verbreding en verdieping in andere contexten door begrippen die in het onderzoek aan de orde kwamen, te verbinden met andere begrippen.

Tabel 4. Beschrijving van activiteiten in de stappen bij de vaardigheid ontwerpen

ONTWERPEN

Confronteren met vraag of probleem

De aanleiding voor het ontwerpen is vaak een probleem of een mismatch tussen een bestaand voorwerp en de behoefte(n) van een opdrachtgever of doelgroep. Maar in het basisonderwijs kunnen leerlingen ook worden uitgedaagd om een probleem uit een verhaal of uit de fantasie van leerlingen het beginpunt van ontwerpen te laten zijn. In deze fase bakenen leerlingen het probleem af en stellen een programma van eisen op waaraan het ontwerp moet voldoen.

Verkennen en oplossingen bedenken

Leerlingen worden uitgedaagd om - individueel en in een groepje - creatieve oplossingsmogelijkheden te verkennen, informatie te zoeken en te beoordelen (divergent denken). Ze opperen verschillende ideeën en gaan na in hoeverre de ideeën aan het programma van eisen voldoen en een oplossing zijn voor het probleem. Daarbij gebruiken ze relevante biologische, fysische, geografische en historische kennis. Ten slotte kiezen ze de oplossing die het beste past bij het programma van eisen (convergent denken).

Ontwerp schetsen en materiaal en gereedschap verzamelen

De leerlingen werken de beste oplossing uit in een ontwerpschets. Ze stemmen de keuze van de vorm en de materialen af met de manier waarop het ontwerp wordt gebruikt. Als het programma van eisen is verwerkt in de ontwerpschets, tekenen ze (op schaal) een definitief ontwerp. Ze verzamelen materialen en gereedschappen waarmee ze het ontwerp uit gaan voeren. Ze verdelen de taken en maken een planning wie wat wanneer waarmee en waar maakt.

Ontwerp realiseren

Van het ontwerp maken leerlingen - meestal op schaal - een product (prototype, model of maquette). Ze gebruiken daarbij gereedschap en materialen op de juiste manier en passen natuurkundige en technische inzichten toe, zoals kracht, beweging, constructies, verbindingen, overbrenging en energiebronnen. Bij problemen in de uitvoering gaan ze terug naar eerdere stappen zoals Verkennen of Ontwerp schetsen.

Testen en bijstellen

De leerlingen testen of wat ze gemaakt hebben voldoet aan het programma van eisen. Het product is goed (genoeg) wanneer het daaraan, en dus aan de opdracht, voldoet. Als het niet voldoet gaan leerlingen terug naar voorafgaande stappen in het ontwerpproces en stellen hun product bij. Ze bereiden een presentatie voor waarin ze uiteenzetten wat de opdracht was, met welke eisen ze rekening moesten houden en hoe hun product werkt.

Product presenteren

Tijdens de presentatie tonen de leerlingen het product aan de klasgenoten en de leraar. Ze vertellen hoe het product een oplossing is voor het probleem of de behoefte. Vanuit de relatie tussen vorm en functie beredeneren ze hoe het product werkt en of het voldoet aan de opdracht. De andere leerlingen en de leraar worden gestimuleerd om kritisch te reageren en het product te beoordelen en te waarderen.

Verdiepen en verbreden

Tijdens de presentaties krijgt de leraar een beeld van het begripsniveau van de leerlingen. In deze fase verzilvert de leraar de leeropbrengst (houding, vaardigheden en kennis). De leraar gaat plenair met de leerlingen in gesprek over het ontwerpproces en de taken die ze hebben vervuld. Ze discussiëren over verbeteringen, veranderingen, vernieuwingen en uitbreidingen van het product, waarbij relevante begrippen worden gebruikt. De leraar zorgt voor verdieping en verbreding, bijvoorbeeld door het product te vergelijken met echte producten (denk aan apparaten, kaarten, modellen) die zijn gemaakt om het probleem op te lossen. Wat hebben wij anders gedaan dan de ontwerpers en uitvoerders? Wat is hetzelfde? Ook het iken van (ontworpen) instrumenten (denk aan weermeetinstrumenten) kan hier aan de orde komen.

Tijdens het onderzoeken en ontwerpen maken onderzoekers en ontwerpers, en dus ook de leerlingen, gebruik van andere vaardigheden. Deze zijn hieronder uitgewerkt.

Denkwijzen hanteren

Deelnemers aan de onderzoeks- en ontwerppraktijk maken ook gebruik van denkwijzen.

De volgende denkwijzen worden onderscheiden:

- denken in continuïteit en verandering;
- denken in kringlopen;
- denken in patronen en ordeningen;
- denken vanuit perspectieven;
- denken in oorzaak en gevolg;
- denken in schaalniveaus;
- denken in systemen;
- denken in vorm-functie en materiaal-functie relatie.

Denkwijzen krijgen een vakinhoudelijke invulling die afhankelijk is van het onderwerp van onderzoek of type probleem waarvoor naar oplossingen wordt gezocht.

Voorbeelden

Denkwijzen, die relevant zijn voor het vakgebied waarin het onderzoek of het ontwerp zich afspeelt, zijn het omgaan met tijd en chronologie (patronen of structuren in tijdsindelingen en tijdsaanduidingen herkennen en ordenen bij geschiedenis) of vorm- en functie denken (bij biologie, over de relatie tussen de vorm en functie van een snavel of bij techniek, over de relatie tussen de vorm en de functie van een opruimrobot) en materiaal-functie denken (bijvoorbeeld bij aardrijkskunde, over de relatie tussen materiaal en functie van een stroomgoot waarmee ze het gedrag van water gaan onderzoeken) (Boersma et al., 2007; Boerwinkel, Waarlo, & Boersma, 2009; Ottevanger et al., 2014; Van Wessel, Kleinhans, Van Keulen, & Baar, 2014).

Observeren en meten

Het verzamelen van gegevens vraagt om zorgvuldig en doelgericht waarnemen en meten over het onderwerp van onderzoek of over het probleem waarvoor een oplossing voor moet worden bedacht. Daarbij worden zintuigen, maar ook (meet-)instrumenten en apparatuur ingezet om waarnemingen te doen aan organismen, voorwerpen, verschijnselen of situaties. Bij veel onderzoek, maar ook bij het bedenken en uitvoeren van een ontwerp wordt meetapparatuur gebruikt, die nauwkeurig en correct moet worden afgelezen.

Bronnen, materialen en gereedschap gebruiken

Bij W&T-onderwijs is het van belang dat kinderen op een verantwoorde manier omgaan met de bron waar onderzoek aan wordt gedaan, zoals een oud voorwerp of een kaart, een verschijnsel of een organisme, of een situatie uit de omgeving. Kinderen leren meetinstrumenten en gereedschap op de juiste manier en veilig te gebruiken. Ook leren ze materialen bij het maken van een prototype of model op een juiste en verantwoorde manier toe te passen. Kinderen leren hun weg te vinden naar informatieve bronnen en deze te raadplegen. Denk aan boeken, internet en kaarten, maar ook aan deskundigen of doelgroepen die ze kunnen interviewen.

Reflecteren, waarderen en oordelen

Tijdens alle stappen in het onderzoeks- en ontwerpproces reflecteren leerlingen op hun taak: is de onderzoeksvraag onderzoekbaar? Meten we de juiste variabele(n) op de juiste wijze? Stellen we de juiste interviewvragen en raadplegen we de juiste bronnen? Is het ontwerpprobleem voldoende geanalyseerd en hebben we alle eisen waar de oplossing aan moet voldoen in kaart gebracht? Leerlingen beoordelen hun keuzen, hun waarnemingen, de opbrengsten en de verwerking ervan in een verslag: is de onderzoeksvraag voldoende beantwoord (onderzoeken)?

Voltoet het prototype of model aan de gestelde eisen (ontwerpen)? Ze spreken hun waardering uit, bijvoorbeeld over de samenwerking in het groepje of over de kwaliteit en de duurzaamheid van het ontworpen product.

3.3.2 Vakspecifieke invulling van W&T-vaardigheden

Bij W&T zullen de onderwerpen afkomstig zijn uit het leergebied OJW. De W&T-vaardigheden zijn gekoppeld aan de vaardigheden die horen bij de vakken aardrijkskunde (domein Ruimte), geschiedenis (domein Tijd) en natuur & techniek (naar het gelijknamige domein) van het leergebied OJW. Per vak zijn in een tabel deze vaardigheden voorzien van voorbeelden. De hier gebruikte vakvaardigheden zijn afgestemd op de denk- en werkwijzen beschreven in de *Kennisbasis natuurwetenschappen en technologie voor de onderbouw voortgezet onderwijs* (Ottevanger et al., 2014) en met de beschrijvingen van de vaardigheden bij de vakken in [Leerplan in Beeld](#) (2015). Daarnaast zijn verschillende vakdidactische bronnen gebruikt (Berg, 2009; Van Boxtel, 2009; Commissie Historische en maatschappelijke vorming, 2001; Steenstra & Van der Schee, 2008; Wilschut, 2005; Wilschut, 2013).

Aardrijkskunde

Tabel 5. Vakvaardigheden bij aardrijkskunde en de relatie met W&T-vaardigheden

Vakvaardigheden	W&T-vaardigheden	Voorbeelden
Geografische denk- en werkwijzen hanteren	Denken in patronen en ordeningen	– gebieden indelen op basis van een kenmerk of verschijnsel; – bij gebieden en verschijnselen relaties leggen tussen het algemene en het bijzondere.
	Denken in schaalniveaus	– gebieden en verschijnselen op verschillende schaalniveaus beschrijven.
	Denken vanuit perspectieven	– gebieden en verschijnselen waarnemen vanuit verschillende perspectieven (politiek, cultuur, natuur, sociaaleconomisch).
	Denken in continuïteit en verandering	– gebieden en verschijnselen vergelijken in ruimte en tijd.
	Denken in kringlopen	– redeneren vanuit een kringloop, bijvoorbeeld water.
Gebruiken en ontwerpen van kaarten	Ontwerpen	– kaarten ontwerpen en maken.
	Bronnen gebruiken	– kaarten selecteren als informatiebron voor het beantwoorden van een geografische vraag: • kaarten gebruiken (kaartlezen, kaartvisualisatie, kaartselectie, kaartanalyse, kaartinterpretatie); – (digitale) atlassen gebruiken als informatiebron: • informatie uit verschillende kaartlagen combineren tot kaarten die nieuwe informatie geven.

Geschiedenis

Tabel 6. *Vakvaardigheden bij geschiedenis en de relatie met W&T-vaardigheden*

Vakvaardigheden	W&T-vaardigheden	Voorbeelden
Omgaan met tijd en processen uit het verleden	Denken in patronen en ordeningen	– omgaan met tijd en chronologie door gebeurtenissen uit het eigen leven en verschijnselen, gebeurtenissen en personen uit de geschiedenis met behulp van een tijdbalk te ordenen en de volgende aanduidingen van tijd en tijdsindelingen te gebruiken: dagen, weken, maanden, jaargetijden, jaren, eeuwen, tijdvakken, perioden en jaartelling.
	Denken in oorzaak en gevolg	– bij historische gebeurtenissen, verschijnselen en ontwikkelingen oorzaken en gevolgen te onderscheiden.
	Denken in continuïteit en verandering	– bij het vergelijken en onderscheiden van historische en hedendaagse situaties aangeven wat is veranderd of wat hetzelfde is gebleven.
Interpreteren van het verleden	Reflecteren, waarderen en oordelen	– het gedrag van mensen (denken en doen) verklaren vanuit opvattingen (normen en waarden) in een bepaalde tijd en op een bepaalde plaats.
Betekenis geven aan het verleden	Denken vanuit perspectieven	– vanuit verschillende perspectieven de betekenis van historische gebeurtenissen, verschijnselen en ontwikkelingen voor het verleden herkennen.

Natuur en techniek

Tabel 7. *Vakvaardigheden bij natuur en techniek en de relatie met W&T-vaardigheden*

Vakvaardigheden	W&T-vaardigheden	Voorbeelden
Patronen herkennen en ordenen	Denken in patronen en ordeningen	– organismen, materialen of voorwerpen indelen op basis van kenmerken.
Vorm- functie denken	Denken in vorm-functie relatie	– een verband leggen tussen de vorm van (een onderdeel van) een organisme of voorwerp en de functie ervan; – een verband leggen tussen gedrag van een organisme en de functie ervan; – een verband leggen tussen de vorm en functie van (een onderdeel van) een organisme en de vorm en functie van een voorwerp.
	Denken in materiaal-functie relatie	– een verband leggen tussen eigenschappen van materialen aan de toepassing ervan in een voorwerp; – een verband leggen tussen eigenschappen van (onderdelen van) organismen en de toepassing ervan in een voorwerp.
Ecologisch denken	Denken in kringlopen	– uitleggen dat interacties tussen planten, dieren en de mens invloed hebben op de samenstelling van een levensgemeenschap; – uitleggen dat niet-levende (a-biotische) factoren de samenstelling van een levensgemeenschap beïnvloeden.

Vakvaardigheden	W&T-vaardigheden	Voorbeelden
Evolutionair denken	Denken in continuïteit en verandering	– uitleggen dat eigenschappen van organismen worden overgedragen op hun nakomelingen en dat deze eigenschappen van generatie op generatie kunnen veranderen; – aan de hand van eigenschappen van organismen uitleggen dat ze zijn aangepast aan hun leefomgeving; – uitleggen dat eigenschappen van organismen onder invloed staan van de verandering van gebieden en verschijnselen in ruimte en tijd.
Systeem denken	Denken in systemen	– uitleggen dat een organisme of voorwerp (systeem) bestaat uit onderdelen en dat de samenwerking van die onderdelen nodig is voor eigenschappen (bijv. stevigheid) en het functioneren ervan.

3.3.3 Generieke vaardigheden

Naast de W&T-vaardigheden en de vakvaardigheden worden generieke vaardigheden onderscheiden. Het zijn vakoverstijgende vaardigheden die leerlingen bij alle vakken nodig hebben en kunnen toepassen. W&T-onderwijs fungeert als een betekenisvolle, authentieke context, die enerzijds generieke vaardigheden ontlokt en anderzijds fungeert als omgeving waarin leerlingen deze vaardigheden doelgericht verder kunnen ontwikkelen. Generieke vaardigheden zijn bijvoorbeeld de vaardigheden die leerlingen bij taal- en reken-wiskunde leren, zoals informatie verzamelen, ordenen en verwerken, betekenis toekennen aan informatie (betekenisverlening, verklaren), schriftelijk en mondeling communiceren en gegevens verwerken in een tabel of grafiek. (Van Graft & Kemmers, 2007: p. 38 en 39). Maar ook de 21e eeuwse vaardigheden zoals communiceren, samenwerken, probleemoplossen en digitale geletterdheid worden ertoe gerekend. Hierbij moet worden opgemerkt dat er overlap is tussen de 21e eeuwse vaardigheden en W&T-vaardigheden (probleemoplossen) en tussen de 21e eeuwse vaardigheden en taal- en reken-wiskunde vaardigheden (bij communiceren gebruik van taalvaardigheden op het gebied van mondelinge en schriftelijke communicatie). In feite vindt tijdens W&T-onderwijs integratie plaats van de hierbovengenoemde verschillende typen vaardigheden. In tabel 8 zijn enkele voorbeelden opgenomen. Daarbij is gebruik gemaakt van de referentiekaders voor taal en rekenen (Expertgroep Doorlopende Leerlijnen Taal en Rekenen, 2008a, 2008b), een praktische uitwerking in lesmateriaal (Van Graft, Klein Tank, & Van Zanten, 2015) en van de 21e eeuwse vaardigheden zoals die zijn beschreven door Thijs, Fisser, & Van der Hoeven (2014).

Tabel 8. Voorbeelden van generieke vaardigheden en een W&T gerelateerde uitwerking

Voorbeelden		
Taal	Informatievaardigheden	– het informatieprobleem vaststellen; – bepalen welke informatie nodig is; – betrouwbare bronnen selecteren; – informatie opzoeken in duidelijk geordende (digitale) naslagwerken, zoals woordenboeken, telefoongids en dergelijke; – schematisch informatie lezen en relaties met de tekst expliciteren; – eenvoudige informatieve teksten lezen en begrijpen, zoals (digitale) zaakvakteksten in naslagwerken, op internet en in eenvoudige schematische overzichten; – informatie selecteren, ordenen (bijv. met <i>mind map</i>) en verwerken; – omgaan met media en technologische hulpmiddelen, waaronder hulpmiddelen en aanpassingen voor de beperking, die de redzaamheid vergroten (kerndoel 5 so).
	Communiceren, en daarbij vaktaal gebruiken	– korte eenvoudige teksten schrijven over alledaagse onderwerpen of over onderwerpen uit zijn of haar eigen directe leefwereld; – informatie, mondeling of schriftelijk, gestructureerd weergeven en daarbij gebruik maken van relevante begrippen (vaktaal); – zich naar vorm en inhoud uitdrukken bij het geven en vragen van informatie, het uitbrengen van verslag, het geven van uitleg, het geven van instructie en bij het discussiëren; – eigen gedachten en gevoelens en die van anderen kunnen uitdrukken; – respectvol luisteren en kritiseren van anderen; – informatie beoordelen in discussies en in een gesprek dat informatief of opiniërend van karakter is leren met argumenten te reageren; – redeneren vanuit waarnemingen en door deze te koppelen aan conceptuele kennis argumenten verzamelen voor een conclusie of verklaring; – vaktaal en notaties toepassen bij het maken van een presentatie of verslag van een onderzoek of ontwerp.
Rekenen-wiskunde	Getallen	– maken gebruik van verschillende handige en efficiënte rekenstrategieën. – voeren op een juiste en kritische manier bewerkingen uit op een rekenmachine. – begrijpen en passen begrippen uit reken-wiskunde toe in de context waarin ze werken. – vertalen een situatie (oppervlakte van onderdelen van een ontwerp) naar een berekening. – redeneren en beoordelen oplossingsmanieren bij rekenproblemen. – ontwikkelen begrip voor afmetingen.

Voorbeelden		
21e eeuwse vaardigheden	Verhoudingen	– doen inzicht op in rekenen met breuken in praktische context; – redeneren en rekenen verhoudingsgewijs (waaronder ook vermeerderen, verminderen en verdelen); – werken met verhoudingstabel (werkelijkheid op schaal weergeven: van m naar cm); – werken met een schaallijn; ze schatten de verhoudingen in tussen en in/op de werkelijkheid, de weergave van de schets en de grootte van het uiteindelijke ontwerp en rekenen en redeneren daarbij met schaal; – maken berekeningen aan de hand van een plattegrond; – redeneren en lossen problemen op rond het begrip <i>schaal</i>.
	Meten en meetkunde	– kennen begrippen en hun notaties zoals km, m, cm, kunnen deze aan elkaar relateren en in betekenisvolle context gebruiken; – voeren metingen uit en stellen lengtes vast met behulp van meetinstrumenten (liniaal, meetlat, rolmaat); – houden rekening met meetnauwkeurigheid, schatten afmetingen in en gebruiken meetreferenties. – noteren lengtes in eenheden (cm, m, m²) en maten (omtrek, oppervlakte, inhoud); – maken een tweedimensionale schets en ontwerptekening (plattegrond) van een driedimensionaal te bouwen product en maken daarbij gebruik van een legenda (representeren). Ze schakelen om tussen het platte vlak (de tweedimensionale schets en ontwerptekening) en het ruimtelijke (het driedimensionale denken over het ontwerp) en redeneren met niet evenredige vergrotingen of verkleiningen ruimtelijk redeneren; – verkleinen van driedimensionale vormen en denken na over het verband met verhoudingen (lengte, oppervlakte, inhoud).
21e eeuwse vaardigheden	Zelfregulering	– realistische doelen stellen; – zowel in positieve als in negatieve zin op eigen handelen en leren reageren; – ontwikkeling van eigen kennis en inzichten verwoorden; – hiaten in kennis signaleren; – ontwikkeling van eigen leerproces verwoorden.
	Samenwerken	– rol(len) herkennen; – hulp vragen, geven en ontvangen; – onderhandelen en afspraken maken; – verschillen respecteren tussen groepsleden; – functioneren in heterogene groepen; – leren omgaan met conflictsituaties (thema 4 so).

3.4 Kennis

W&T is niet alleen een benadering, een manier van kijken, maar heeft altijd betrekking op de betekenis van het betreffende onderwerp, thema of verschijnsel uit de wereld om leerlingen heen. Daarom is W&T uitgewerkt voor het leergebied Oriëntatie op jezelf en de wereld. Als basis hiervoor zijn concepten en begrippen verzameld waarmee de kenniscomponent bij OJW kan worden ingevuld. Deze kennis kan in de praktijk vanuit verschillende contexten aan de orde komen en op verschillende wijzen worden benaderd. De leraar introduceert relevante begrippen en stimuleert de leerlingen deze te gebruiken.

3.4.1 Concepten en begrippen bij OJW

De basis voor de kennis voor W&T-onderwijs bij het leergebied OJW is afgeleid van begrippen uit de onderliggende vakken aardrijkskunde, geschiedenis, natuur en techniek en thema's uit mens en samenleving. Bij het uitwerken in concepten en onderliggende begrippen is ervoor gekozen om deze inhoudelijk te groeperen, aangezien de onderwerpen waaraan bij W&T wordt gewerkt al snel de afzonderlijke vakken overstijgen. Daarbij zijn de kerndoelbeschrijvingen voor po en so leidend geweest en zijn de kerndoeluitwerkingen in Tule (Klein Tank, 2009) en begrippen uit andere relevante uitwerkingen zoals de domeinbeschrijvingen van Cito (Boeijen, Kneepkens, & Thijssen, 2011; College voor Examens, 2012; Notté, 2008; Schimmel, Thijssen, & Wagenaar, 2002; Thijssen, 2002; Van Keulen, 2010; Wagenaar, 2008) en [Leerplan in Beeld](#) (SLO, 2015) toegevoegd. De zo ontstane lijst geeft een overzicht van concepten en begrippen waarvan in bovengenoemde documenten wordt aangegeven dat ze aan de orde kunnen komen in het basis- en speciaal onderwijs. Deze begrippenlijst is alleen bedoeld als werkdocument bij de invulling van de leerlijnen en dient als startpunt voor de uitwerking van het kennisdeel van de leerlijn W&T. Voor het kennisdeel zullen inzichten worden geformuleerd. Deze inzichten verwoorden welke kennis kinderen moeten opdoen. Hierbij zal steeds worden toegelicht op welke wijze de andere W&T-componenten geïntegreerd kunnen worden. Tabel 9 geeft deze lijst van concepten en onderliggende begrippen op hoofdlijnen weer. In bijlage 7 is een uitgebreidere lijst opgenomen waarin de relatie met de kerndoelen en de vakken aardrijkskunde, geschiedenis, natuur en techniek en thema's uit mens en samenleving is aangegeven.

Tabel 9. Overzicht van concepten en onderliggende begrippen op hoofdlijnen

AARDE		
Positie in het heelal	Energie	Bestaansmiddelen
• zonnestelsel • draaiing om de zon en om de eigen as • tijdsindeling • ruimte-indeling	• energiebron • energievorm • energieomzetting • warmtebron • warmte • geleiding en -isolatie	• jagen en verzamelen • landbouw • productie • transport • industrie • dienstverlening • consumptie • werk en beroep
Bouw van de aarde	Elektriciteit	Samenleving
• atmosfeer • gesteente • water • biosfeer • natuurlandschap	• elektriciteitsbron • stroomkring • geleiding en -isolatie	• maatschappelijke positie • staatsinrichting en staatsvormen • besturen • macht • levensbeschouwing • wetenschap • duurzaamheid
Processen van de aarde	Magnetisme	Burgerschap
• endogene kracht • exogene kracht • natuurramp	• magnetisch veld • elektromagneet	• (grond)recht • emancipatie • onderwijs en opleiding • regel (plicht) • wetgeving, handhaving • leefbaarheid • wereldburgerschap
Weer en seizoenen	Geluid	Inrichting tijd
• weeraspect • lucht • weersverwachting	• geluidsbron • geluidstrilling • geluidshinder • gehoorschade • geleiding en -isolatie	• periodisering • tijdszone
Klimaat	Licht	Ingrenen in natuurlijke omgeving
• klimaattype • klimaatkenmerk	• lichtbron • lichtstraal • weerkaatsing of doorlaten van licht • lens	• waterbeheer • grondstofbeheer • natuurbeheer
NATUUR		
levende natuur	Kracht en beweging	Techniek
Biologische eenheid	• soorten van krachten • eigenschappen van krachten • beweging	• functie, werking en vorm • bewerking van materiaal • constructie • verbinding • overbrenging en beweging • geautomatiseerd systeem
Instandhouding	MENS/MAATSCHAPPIJ	
• stofwisseling • stevigheid • gezondheid	Bevolking	Technologie
Interactie	• bevolkingsgroep • bevolkingsontwikkeling • geboorteoverschot • sterfteoverschot • leeftijdsopbouw • welvaart • welzijn	• uitvinding • technologische ontwikkeling
Voortplanting	Wonen	
• levenscyclus • seksualiteit • erfelijkheid	• bevolkingsspreiding • locatie • migratie • woonruimte	
Evolutie	Inrichting ruimte	
• fossiel	• cultuurlandschap • infrastructuur • stad en dorp • openbare voorziening	
Evenwicht	Grens en identiteit	
• ecosysteem • voedselrelaties • duurzaamheid	• internationalisering • cultuur en taal • schrijven/schrift	
niet-levende natuur		
Materiaal		
• materialen, stoffen, mengsels en ingrediënten • materiaaleigenschap • materiaalverandering • materiaalgebruik		

Dimensies voor het inperken van concepten en onderliggende begrippen

De concepten en onderliggende begrippen bepalen de onderwerpen die in het curriculum aan bod komen. Maar welke (kern-)informatie bij een onderwerp aan de orde komt, wordt begrenst door antwoorden op de vragen *wanneer?*, *waar?*, *welke eigenschappen?* en, indien relevant, *wat is het organisatieniveau?* Deze vragen behoren respectievelijk bij de dimensies *tijd*, *plaats*, *eigenschappen* en *organisatieniveau*.

Afhankelijk van het vakgebied zal één van de dimensies een leidend perspectief zijn. Dit sluit aan op de indeling van OJW in de vakken aardrijkskunde, geschiedenis en natuur en techniek. Bij aardrijkskunde is de dimensie *plaats* in veel gevallen leidend door situaties, objecten, gebeurtenissen lokaal, nationaal en/of internationaal te bekijken (vgl. in Nederland, in Europa, in de wereld). Bij geschiedenis is de benadering vanuit de dimensie *tijd* leidend, bijvoorbeeld door uit te gaan van een bepaalde periode of tijdvak. Bij natuur en techniek ligt de eerste invalshoek in een combinatie van de dimensies *eigenschappen* en *organisatieniveau*. Bij natuur betekent dit dat de systeemconcepten en ordeningsniveaus als uitgangspunt zullen worden gebruikt en bij techniek kunnen dat technische principes zijn.

Voorbeelden

In de klas komt het onderwerp 'aardbeving' aan de orde. Dit vanuit de context dat er de afgelopen jaren aardbevingen zijn voorgekomen in Groningen. Het meest voor de hand ligt het om met dit onderwerp bij aardrijkskunde aan de slag te gaan. Het basisperspectief is dan de dimensie *plaats*, al snel gecombineerd met de dimensie *eigenschappen*. We zoeken antwoorden op vragen als: waar vinden aardbevingen plaats (in Nederland, in Europa en op de aarde)? Wat zijn aardbevingsgevoelige plekken op de aarde en waarom daar? Hoe kan een aardbeving ontstaan? Welke gevolgen hebben aardbevingen voor natuur en mens? Hoe kunnen wij ons 'verdedigen' tegen aardbevingen? Een kleiner onderdeel bij dit onderwerp is de informatie die voortkomt uit vragen bij de dimensie *tijd*. Bijv. als antwoord op de vraag: wat zijn bekende aardbevingen die in de geschiedenis hebben plaatsgevonden en wat waren de gevolgen hiervan?

De school krijgt zonnepanelen op het dak. Dat is aanleiding om het over energie en de energievoorziening te hebben. Vanuit Natuur en techniek wordt dit onderwerp in eerste instantie ingevuld via de dimensie *eigenschappen*. Vragen hierbij zijn: waar denk je aan bij energie? Welke andere energiebronnen hebben we naast zonnepanelen? Waarvoor gebruiken we al die energie? En (in eenvoudige bewoordingen) hoe werken zonnepanelen? Op de dimensie *ruimte* hebben vragen betrekking als: waar vind je energiebronnen in het land, de wereld? Hoe komt energie bij iedereen thuis? Tenslotte kun je vanuit de dimensie *tijd* (historisch perspectief) kijken naar de energievoorziening: hoe leefden mensen toen men nog geen olie, gas en elektriciteit had? Hoe is de mens omgegaan met energiebronnen tot nu toe? En hoe zal dat in de toekomst gaan?

Tabel 10 geeft een overzicht van mogelijke vragen die vanuit elke dimensie gesteld kunnen worden. Met het bepalen van welke vragen bij het onderwerp aan de orde komen, worden keuzes gemaakt voor het kennisaanbod. Het is goed om te beseffen dat bij het werken vanuit vakken veelal vanzelf keuzes worden gemaakt door het leidende perspectief bij dat vak. Bij het werken vanuit thema's zullen deze keuzes bewuster worden gemaakt.

Tabel 10. *Dimensies voor inperking van concepten en onderliggende begrippen*

EIGENSCHAPPEN OBJECT ⁵ (dimensie)		kerndoel (po)
–	Hoe ziet het eruit?/hoe is het vormgegeven?	40, 41, 44,
–	Waarvan is het gemaakt?	41
–	Hoe ontstaat het?	42, 43
–	Hoe is/wordt het gemaakt?	45
–	Wat is de functie?	41, 44
–	Hoe werkt het?	42, 44, 45
–	Wat is de relatie tussen de vorm en de functie?	41, 44
–	Wat is de relatie tussen het materiaal en de functie?	44
–	Wat is het verband met ...?	41, 42, 43, 44
–	Welke kenmerkende aspecten?	52
–	Welke historische persoon?	53
–	Welke historische gebeurtenis?	53
–	Welke (historische) bron?	51
–	etc. ...	
TIJD (dimensie)		
–	wanneer?	nu, straks, meteen, morgen, overmorgen, gisteren, eergisteren, heden, verleden, toekomst, vroeger
	• welk tijdvak?	tijd van jagers en boeren, tijd van Grieken en Romeinen, tijd van monniken en ridders, tijd van steden en staten, tijd van ontdekkers en hervormers, tijd van regenten en vorsten, tijd van pruiken en revoluties, tijd van burgers en stoommachines, tijd van wereldoorlogen, tijd van televisie en computer
	• welke periode?	prehistorie, oudheid, middeleeuwen, nieuwe tijd, nieuwste tijd
–	tijdsomvang?	periode, leeftijd, eeuw
ORGANISATIENIVEAU (dimensie)		
–	organisatieniveau?	cel, orgaansysteem, organisme, populatie, levensgemeenschap/ecosysteem, biosfeer
PLAATS (dimensie)		
–	plaats?	thuis, straat, wijk, dorp, stad, regio, provincie, land, Nederland, werelddeel, Europa, wereld

Voorkomen van overladenheid van het programma

Gezien de omvang van de lijst met concepten en onderliggende begrippen is het risico voor overladenheid van het onderwijs bij OJW reëel aanwezig (zie ook uitgangspunt 7 in par. 2.2.7). Zoals eerder gezegd vormen de concepten en begrippen het vertrekpunt bij het formuleren van essenties of relevante inzichten en noties. Bij de verdere uitwerking van de kenniscomponent zullen scherpe keuzes moeten worden gemaakt over doorlopende leerlijnen van basis- en speciaal onderwijs naar het voortgezet (speciaal) onderwijs: vmbo en havo/vwo. Daarnaast moet worden bepaald welke begrippen wel of niet worden aangeboden in het basis- en speciaal onderwijs en waarop in het voortgezet (speciaal) onderwijs kan worden voortgebouwd. De inventarisatie van concepten en begrippen kan verder ook het inzicht geven in extra stof voor snelle leerlingen.

3.4.2 Contexten en benaderingswijzen van kennis bij OJW

Binnen de breed geformuleerde kerndoelen zijn er verschillende manieren om kennis te benaderen en om inhoudelijke keuzes te maken over het onderwijsaanbod en wanneer dat

⁵ Hoewel de eigenschapsvragen bij elk onderwerp, bij elk vak en bij elk kerndoel toepasbaar zijn, wordt in sommige kerndoelen expliciet gewezen op een of meerdere van de genoemde vragen. Dit is in deze tabel aangegeven.

wordt aangeboden. Naast de methodische aanpak waarbij de kennisinhoud wordt bepaald door de onderwerpen in de methode, zijn andere benaderingswijzen het redeneren vanuit expliciete vragen en interesse van een leerling of vanuit activiteiten in leefwereldcontexten van de leerling. Hieronder worden deze benaderingswijzen nader toegelicht.

Inhoudelijke begrippen redenerend vanuit vragen van de leerling

Bij wetenschap en technologie staat de onderzoekende houding en de verwondering van het kind centraal. Die verwondering uit zich in allerlei vragen die een kind stelt. Vragen kunnen voortkomen uit bijvoorbeeld:

- een eigen ervaring of waarneming ('Waar blijft het water in de plassen na een regenbui?');
- een confrontatie met een beeldvormer ('Hoe komt het dat er op de top van een hoge berg sneeuw ligt?').

Bijna altijd spelen bij deze vragen een of meerdere vakken een rol en zijn het vragen die onderzocht kunnen worden. Onderzoeken kan o.a. betekenen: onderzoek door observeren ('Waar blijft het water in de plassen na een regenbui?', 'Is mijn woonplaats een stad of een dorp?'), onderzoeken door te meten ('Hoeveel bioscopen, stations, inwoners, etc. zijn er in mijn stad/dorp?'), onderzoeken door te kijken naar feiten en meningen ('Is er genoeg voedsel voor iedereen?').

Voor deze benadering kunnen in de richting van de vier domeinen bij de kerndoelen voor het leergebied OJW vragen worden verzameld/geformuleerd die leerlingen (kunnen) stellen. Het overzicht in tabel 11 geeft een voorbeeld van enkele mogelijke vragen van leerlingen die aansluiten op de vakken aardrijkskunde, geschiedenis, natuur en techniek en thema's uit mens en samenleving.

Tabel 11. Voorbeelden van vragen van kinderen aansluitend op de vakken aardrijkskunde, geschiedenis, natuur en techniek en thema's uit mens en samenleving

Voorbeeldvragen van kinderen	Mogelijke begrippen	Kerdoelen ⁶
Mens en samenleving		
Is er genoeg voedsel voor iedereen?	– landbouw – biotechnologie – voedingstechnologie – (voedings)industrie – transport(technologie) – duurzaamheid	39, 54 (47, 49, 50)
Kunnen we zonder het buitenland?	– globalisering – samenwerkingsverdragen – grens – infrastructuur – duurzaamheid – energiebron	36, 51 (47, 49, 50)
Natuur en techniek		
Hoe werkt een streepjescode?	– informatietechnologie – communicatietechnologie – regelsysteem	44, 60
Kun je geluid ook zien of voelen?	– geluidsbron – geluidstrilling	42, 58
Hoe komt het dat er in de winter geen bladeren aan de boom zijn?	– organisme – klimaatkenmerken – seizoenen	41, 43, 46, 57, 59, 62
Wat zit er achter je navel?	– organisme – voortplanting – groei – bloedsomloop	41, 57
Aardrijkskunde		
Is mijn woonplaats een stad of een dorp?	– wonen – vestigen – ruimtelijke ordening – infrastructuur – locatiefactoren	47, 49, 50, 63, 65, 66
Hoe komt het dat er op de top van een hoge berg vaak sneeuw ligt? (je komt toch steeds dichterbij de zon?)	– atmosfeer – gletsjer – waterkringloop – warmte	(43) 49, 50, 65, 66
Geschiedenis		
Waarom is deze straat recht en zijn de straten in het centrum krom?	– wonen – vestigen – verstedelijking – ruimtelijke ordening	51, 52, 67, 68
Waarom wonen er veel mensen van Marokkaanse en Turkse afkomst in Nederland?	– migratie – globalisering – multiculturaliteit – godsdiensten	53, 69

⁶ Nummering is kerndoelen po, cursief kerndoelen so en tussenhaakjes relevante kerndoelen uit de andere vakken.

Inhoudelijke begrippen redenerend vanuit activiteiten van de leerling

Vanuit de leerling kan aan de hand van de concept-contextbenadering worden uitgegaan van de relevante leefwereldcontexten van het kind. Deze leefwereldcontexten zijn geformuleerd in de *Leerlijn biologie van 4 tot 18 jaar* (Boersma et al., 2007) en uitgewerkt voor het basisonderwijs (Van Graft et al., 2009; Van Graft, 2009). De leefwereldcontexten kunnen worden verruimd naar de andere wereldoriënterende domeinen en leiden voor een kind tot relevante aangrijpingspunten en activiteiten (Van Graft, 2009) (zie tabel 12).

Tabel 12. *Overzicht van leefwereldcontexten met relevante activiteiten voor een kind*

Leefwereldcontext	Relevante activiteiten
Excursie/vakantie	– op vakantie gaan – een museum bezoeken
Gezin	– eten en drinken – kleden – maken/spelen (muziek, voorstelling) – luisteren/bekijken (muziek, voorstelling) – samen leven – slapen – spelen
Gezondheidszorg	– naar de tandarts
Modelbouw	– maken
Natuuronderzoek	– onderzoeken (natuur/bebouwde omgeving/geschiedenis)
School	– naar school gaan – samen leven – spelen
Sport	– sporten
Uitgaansleven	– uitgaan – luisteren/bekijken (muziek, voorstelling)
Verkeer en vervoer	– onderweg zijn
Winkel	– boodschappen doen

Redenerend vanuit de leefwereldcontexten en de activiteiten van kinderen kunnen begrippen worden geclusterd op basis van de relevante kernvragen bij de activiteiten. Tabel 13 geeft een overzicht van vragen per activiteit.

Tabel 13. Overzicht van relevante kernvragen per activiteit in een leefwereldcontext

ik:

	wanneer?	waar?	hoe?	met wie?	waarom?	waarmee?	waartoe?	wat?	waarheen?
...leef samen									
...speel									
...kleed me									
...slaap									
...eet en drink									
...ga naar school									
...sport									
...ga uit									
...onderzoek									
...maak/speel en luister/bekijk									

De concepten en onderliggende begrippen bij de activiteiten kunnen worden weergegeven in een mindmap. Figuur 4 geeft een voorbeeld van de uitwerking voor *samen leven*.

Door de toevoeging van een kleurcodering toont deze benaderingswijze goed de samenhang die er is in de onderwerpen voor het onderwijsaanbod, geredeneerd vanuit vakgerelateerde kennis.

4. Uitwerking van leerlijnen voor Wetenschap en technologie

4.1 Definiëring van het begrip leerlijn

Een vervolgstap op het eerste deel van dit leerplankader is een uitwerking van de inhoud in leerlijnen voor W&T. Het begrip leerlijn wordt veelvuldig gebruikt in onderwijssituaties en op evenzoveel manieren ingevuld. In de basis beschrijft een leerlijn een beredeneerde opbouw van inhoud en tussendoelen die is gericht op een einddoel (Strijker, 2010). Van den Heuvel-Panhuizen & Buys (2004) gebruiken voor het ontwerpen van leerlijnen de volgende uitgangspunten:

"Een leerlijn heeft drie vervlochten betekenissen:

- een 'leer-lijn' of lijn van de lerende, doordat een globaal overzicht wordt gegeven van de leerprocessen van leerlingen
- een 'onderwijs-lijn', doordat met vakdidactische aanwijzingen wordt aangegeven hoe het onderwijs op het leerproces van kinderen kan aansluiten;
- een 'leerstof-lijn', doordat wordt aangegeven welke kerninhouden van een leergebied aan bod moeten komen."

Boland (1999) zegt het op een vergelijkbare manier:

"Een leerlijn beschrijft het ontwikkelingsproces dat kinderen doorlopen op basis van gegeven onderwijs. Zo'n leerlijn heeft altijd drie componenten:

- het gaat om het leren van kinderen. Een leerlijn geeft een overzicht van wat kinderen leren;
- het gaat om het 'doen leren' of het onderwijzen. Een leerlijn geeft aan hoe het onderwijs dat leren van kinderen kan beïnvloeden;
- het gaat om wát geleerd en onderwezen wordt, de onderwijsinhoud of leerstof. Een leerlijn zegt welke inhoud en achtereenvolgens aan bod komen."

Boland maakt in de leerlijnbeschrijving dus onderscheid tussen respectievelijk gerealiseerd, uitgevoerd en beoogd curriculum.

In dit leerplankader wordt bij de ontwikkeling van leerlijnen voor onderzoeken en ontwerpen voor zover mogelijk aangesloten op de interpretaties van Van den Heuvel-Panhuizen & Buys (2004), Boland (1999) en Strijker (2010).

4.2 Leerlijnen en uitwerkingen

De inhoud van onderzoeken en ontwerpen is uitgewerkt in leerlijnen. De leerlijnen zijn opgebouwd uit een einddoelstelling en tussendoelen in drie fasen: *aanvankelijk*, *vervolgens* en *ten slotte*. Hierbij is bewust een vaste koppeling aan groepen of leeftijden weggelaten. Het werken aan of bereiken van een tussendoel voor onderzoeken en ontwerpen wordt beïnvloed door de (school-)situatie en/of de ontwikkeling van de kinderen. Op basis hiervan kan een eigen passende koppeling worden gemaakt tussen groepen en de drie genoemde fasen. Zo is een globale indeling te maken waarbij *aanvankelijk* aansluit op de groepen 1, 2 en mogelijk ook nog 3, *vervolgens* de middenbouw omvat met de groepen 3, 4, 5 en eventueel ook nog 6 en *ten slotte* de laatste groepen (6), 7 en 8 van het basisonderwijs betreft.

De andere te gebruiken vaardigheden zijn uitgewerkt in doelstellingen met daarbij kenmerken van het kind. De basis is opgenomen in de tabellen 14 tot en met 19.

Tabel 14. *Leerlijn onderzoeken*

ONDERZOEKEN

De leerling kan volgens een stappenplan een onderzoek uitvoeren aan een object (bron, organisme, persoon, voorwerp), verschijnsel of een situatie

Kenmerken van het kind:

	<i>aanvankelijk</i>	<i>vervolgens</i>	<i>ten slotte</i>
Confronteren met object, verschijnsel of situatie			
De leerling kan doelgericht en met oog voor detail concrete en abstracte onderzoeksobjecten exploreren (vanuit verwondering en nieuwsgierigheid)	– signaleert opvallende kenmerken, onderdelen of gedragingen van concrete onderzoeksobjecten met alle zintuigen – signaleert vooral verschillen tussen onderzoeksobjecten – exploreert meer associatief en vanuit fantasie – verwoordt hardop wat hij waarneemt	– signaleert concrete kwesties meer bewust en met meer oog voor detail – signaleert steeds meer detail in onderzoeksobjecten – exploreert vanuit een bewuste observatie en meer doelgericht	– signaleert concrete en abstracte kwesties bewust en met oog voor relevante aspecten – stelt vragen om een probleem of vraag te verduidelijken – exploreert doelgericht met oog voor detail
Verkennen en vragen formuleren			
De leerling kan een onderzoekbare vraag formuleren en van één of twee factoren het effect voorspellen	– verwoordt observatie in als-dan relaties	– voorspelt voorafgaand aan eigen onderzoek wat er gebeurt als één factor verandert – geeft een voorspelling tekstueel of via pictogrammen weer	– voorspelt voorafgaand aan eigen onderzoek wat er gebeurt als twee factoren veranderen – formuleert op basis van een voorspelling een onderzoeksvraag
Onderzoek opzetten en bronnen, materiaal en instrumenten verzamelen			
De leerling kan bij de onderzoeksvraag een passend onderzoek bedenken en een onderzoeksplan opstellen	– start het onderzoeken zonder vooropgezet plan	– bedenkt een passende manier van onderzoeken bij de voorspelling of onderzoeksvraag – bedenkt met aanwijzingen van de leraar een werkplan	– bedenkt een passend type onderzoek bij de geformuleerde onderzoeksvraag – stelt samen met andere leerlingen een onderzoeksplan op

Onderzoek uitvoeren en resultaten verwerken

De leerling kan een onderzoek gericht en volgens plan uitvoeren en observeert, noteert en verwerkt gegevens op geordende wijze	– onderzoekt niet planmatig, maar vooral associatief – benoemt meetgegevens in eigen gekozen lengte-eenheden	– houdt een gerichte werkvolgorde aan tijdens het onderzoek – verandert bewust iets om een effect waar te nemen – voert op een handige manier een onderzoek uit met één variabele – geeft onderzoeksgegevens in getallen en meeteenheden weer	– neemt planmatig en zorgvuldig waar, noteert waarnemingen geordend in een logboek – voert een onderzoek uit met primaire en secundaire bronnen (data) – bepaalt de invloed van een factor door deze geleidelijk te veranderen – voert op een handige manier een onderzoek uit met twee variabelen – ordent, verwerkt en interpreteert de verzamelde onderzoeksgegevens en beschrijft de gevonden resultaten
--	---	--	--

Conclusie(s) trekken en verslagleggen

De leerling kan verbanden leggen tussen de onderzoeksvraag en de onderzoeksopbrengst en deze verklaren	– brengt resultaten die bij elkaar passen met elkaar in verband	– beschrijft gebeurtenissen in de juiste volgorde – formuleert oorzaak-gevolg redeneringen	– legt verbanden tussen gevonden informatie, observatie- en meetgegevens en de onderzoeksvraag – legt verbanden tussen waargenomen verschijnselen en verklaart deze – interpreteert waarnemingen die een tegengestelde of geen verandering laten zien, als een resultaat – trekt betrouwbare conclusies en relateert deze aan voorspellingen, hypothese of vraag – vergelijkt en toetst informatie, beweringen en onderzoeksresultaten op betrouwbaarheid en representativiteit
--	---	---	---

Onderzoek presenteren

De leerling kan schriftelijk en mondeling en schriftelijk verslag doen van de onderzoeksresultaten in rapport of presentatie	– vertelt in eigen woorden waarnemingen aan leraar en klasgenoten	– licht uitkomsten van een onderzoek mondeling toe tijdens een presentatie	– verwerkt het onderzoek (vraag, onderzoeksapproach en uitkomsten) in een mondelinge presentatie of schriftelijk in een verslag of rapport
--	---	--	--

Verdiepen en verbreden

De leerling kan over de onderzoeksresultaten verdiepende vragen stellen en de conclusies verbreden naar andere context(en)	– herkent en verwoordt over vergelijkbare situaties in andere contexten	– verbreedt de onderzoeksopbrengst naar andere contexten/situaties	– stelt over de onderzoeksuitkomst vragen die tot een vervolgonderzoek kunnen leiden, en/of legt relaties naar andere contexten
--	---	--	---

Tabel 15. *Leerlijn ontwerpen***ONTWERPEN**

De leerling kan volgens een stappenplan een ontwerp maken en uitvoeren voor het oplossen van een probleem of het realiseren van een behoefte in een product of dienst

Kenmerken van het kind:

	<i>aanvankelijk</i>	<i>vervolgens</i>	<i>ten slotte</i>
Confronteren met vraag of probleem			
De leerling kan een probleem afbakenen tot een ontwerpvraag en daarbij ontwerpeisen formuleren	– signaleert opvallende kenmerken met alle zintuigen – stelt open vragen – formuleert de ontwerpvraag meer in termen van directe oplossingen	– signaleert concrete kwesties meer bewust en met meer oog voor detail – stelt meer gericht vragen	– signaleert concrete en abstracte kwesties bewust en met oog voor relevante aspecten – stelt specifieke vragen en vraagt door – definieert de ontwerpvraag in detail – formuleert ontwerpeisen waarbij met relevante aspecten rekening wordt gehouden
Verkennen en oplossingen bedenken			
De leerling kan voor de ontwerpvraag verschillende oplossingen zoeken, uitwerken en beoordelen en op basis van de eisen komen tot een best passende oplossing	– exploreert meer associatief en vanuit fantasie – komt met een antwoord als oplossing op de ontwerpvraag	– exploreert vanuit een bewuste observatie en meer doelgericht – komt tot minimaal twee mogelijke oplossingen en kiest de beste uit – kan ten minste één reden aangeven voor de gekozen oplossing	– exploreert doelgericht met oog voor detail – genereert meerdere mogelijke oplossingen met in achtneming van de ontwerpeisen – weegt verschillende oplossingen tegen elkaar af en maakt een keuze voor de best passende – kan de gekozen oplossing verantwoorden

Ontwerp schetsen en materiaal en gereedschap verzamelen

De leerling kan de ontwerpoplossing uitwerken in een schets en een (bouw-)tekening en daarbij geschikte materialen verzamelen	– tekent de ontwerpoplossing met veel fantasie	– tekent de ontwerpoplossing met duidelijk aangegeven details – verzamelt mogelijke materialen om het ontwerp uit te voeren	– tekent de ontwerpoplossing gedetailleerd en op schaal – laat in het ontwerp duidelijk de oplossingen voor de gestelde eisen terugkomen – verzamelt passende materialen om het ontwerp uit te voeren
---	--	--	---

Ontwerp realiseren

De leerling kan het ontwerp planmatig en gestructureerd uitwerken (realiseren) in een model of prototype	– maakt een product met fantasiedetails – versiert het product naar eigen inzicht	– maakt een product waarin de eisen in duidelijke kenmerken tot uiting komen – maakt gebruik van meer verschillende passende technieken om (onderdelen van) het product te realiseren	– werkt het product op schaal uit en hanteert daarbij relevante rekenwiskundige en technische principes – controleert of de oplossingen voor de ontwerpeisen terugkomen in het gerealiseerde product
--	--	--	---

Testen en bijstellen

De leerling kan de uitwerking testen en evalueren en verbeterpunten voorstellen en/of doorvoeren	– gebruikt het product in spel	– probeert uit of het product naar behoren werkt en maakt waar nodig eenvoudige aanpassingen	– test het product en realiseert verbeteringen voor problemen die in de test naar voren komen om zo het product te optimaliseren
--	--------------------------------	--	--

Product presenteren

De leerling kan de werking van de ontwerpoplossing toelichten en het proces er naar toe verwoorden in een verslag	– kan vertellen wat hij heeft gemaakt, waarvoor het dient en hoe het werkt	– kan in een verhaal met tekeningen weergeven wat het product is, waarvoor het dient en hoe het werkt – kan het verhaal op een begrijpelijke wijze presenteren aan anderen	– kan een verslag maken van de ontwerpervaringen – kan in een presentatie het resultaat en de ontwerpervaringen toelichten
---	--	---	---

Verdiepen en verbreden

De leerling kan, n.a.v. het ontwerpproces en het product, de ontwerp vraag verbreden en verdiepen naar andere contexten of naar vervolgvragen	– bekijkt en bespreekt samen een echt apparaat voor het ontwerp probleem (indien beschikbaar)	– kan een ontwerp vraag formuleren als vervolg op het ontwikkelde product	– kan verwoorden wat er mogelijk beter kan aan de ontwerpaanpak en het product – kan een vernieuwd ontwerp maken waarbij rekening wordt gehouden met nieuwe gebruikssituaties en mogelijk aanvullende eisen – kan vergelijkbare situaties aangeven waarvoor een soortgelijke oplossing denkbaar is
---	---	---	--

Op de website <http://wetenschapentechnologie.slo.nl/> worden de leerlijnen voor onderzoeken en ontwerpen en de uitwerkingen voor observeren en meten, bronnen, materialen en gereedschap gebruiken, denkwijzen hanteren, reflecteren, waarderen en oordelen voorzien van praktijkvoorbeelden bij de verschillende vakgebieden.

Tabel 16. *Uitwerking bij denkwijzen hanteren*

DENKWIJZEN HANTEREN

Kenmerken van het kind:

Denken in oorzaak en gevolg (causaal)

- | | |
|---|--|
| De leerling kan denken en redeneren in termen van oorzaak en gevolg | – zoekt naar verklaringen voor een verschijnsel, proces of gebeurtenis en redeneert in termen van: 'als (oorzaak = waargenomen verschijnsel, onderdeel van een proces of gebeurtenis), dan (gevolg = waargenomen effect) |
|---|--|

Denken in continuïteit en verandering

- | | |
|---|--|
| De leerling kan denken en redeneren in termen van continuïteit en verandering | – onderzoekt of observeert gedurende een bepaalde tijd een proces, gebeurtenis of situatie en vergelijkt veranderingen die zijn opgetreden en/of er dingen hetzelfde zijn gebleven |
|---|--|

Denken in systemen

- | | |
|------------------------------------|---|
| De leerling kan denken in systemen | – onderscheidt onderdelen van een apparaat of organen van een plant, dier, of mens en verklaart de werking ervan door de wederzijdse beïnvloeding |
|------------------------------------|---|

Denken in perspectieven

- | | |
|--|---|
| De leerling kan een standpunt innemen, zich verplaatsen in een ander standpunt en wisselen van perspectieven | – verkent een probleem en bekijkt de consequenties van mogelijke oplossingen vanuit verschillende perspectieven (een cultureel, economisch, historisch, individueel, natuurlijk, politiek, ruimtelijk, sociaal en/of technisch perspectief) |
|--|---|

Denken in patronen

- | | |
|---|--|
| De leerlingen kan informatie/gegevens ordenen en waar relevant patronen herkennen | – zoekt voorwerpen, (onderdelen van) organismen met overeenkomstige kenmerken of vergelijkbare verschijnselen bij elkaar |
|---|--|

Denken in schaalniveaus

- | | |
|--|--|
| De leerling kan denken en redeneren in schaalniveaus | – zoekt naar verklaringen en houdt rekening met de schaal waarop een verschijnsel zich voordoet. Dat kan op mondiaal niveau, maar ook op individueel niveau en vele schalen daartussen |
|--|--|

Denken in kringlopen

- | | |
|--------------------------------------|---|
| De leerling kan denken in kringlopen | <ul style="list-style-type: none"> – redeneert over de wisselwerking tussen planten, dieren en de mens (de biotische factoren) en tussen de relaties van deze organismen en de leefomgeving (bodem, klimaat: de abiotische milieufactoren) – redeneert over de waterkringloop, waarbij het oppervlaktewater (bijv. zeewater) verdampt en in de atmosfeer wolken vormt waaruit neerslag valt die terugkomt op aarde in waterwegen, of wegzakt als grondwater en waarbij een groot deel zich weer verzamelt als oppervlaktewater – redeneert over grondstoffen voor een product via het gebruik, afdanken en afval naar het terugwinnen van grondstoffen voor hergebruik |
|--------------------------------------|---|

Denken in structuur-functie en vorm-functie relaties

- | | |
|--|---|
| De leerling kan denken en redeneren in relaties tussen vorm (structuur) en functie | <ul style="list-style-type: none">– redeneert hoe een gegeven vorm van een (deel van een) product of organisme de functie ervan bepaalt of andersom hoe een gegeven functie de vorm bepaalt– redeneert hoe de structuur van materiaal de functie of toepassing ervan in een product bepaalt of andersom hoe de functie of de eis van een product de keuze voor het materiaal bepaalt |
|--|---|

NB Voor alle denkwijzen geldt dat deze zich met het toenemen van de leeftijd verder ontwikkelen.

Tabel 17. *Uitwerking bij observeren en meten*

OBSERVEREN EN METEN

Kenmerken van het kind:

Waarnemen en signaleren

- | | |
|--|--|
| De leerling kan doelgericht en nauwkeurig waarnemen en opvallende kenmerken en/of onderdelen van een verschijnsel, voorwerp, organisme, persoon of situatie signaleren | <ul style="list-style-type: none">– gebruikt bij het waarnemen alle zintuigen op een juiste en veilige wijze– gebruikt passende observatie- en registratie-instrumenten zoals een loep, een microscoop of een enquête (bij veldwerk)– werkt met een (digitaal) logboek voor het registreren van waarnemingen en gegevens |
|--|--|

Metten

- | | |
|--|--|
| De leerling kan nauwkeurig en op de juiste wijze metingen verrichten | <p><i>bij Onderzoeken</i></p> <ul style="list-style-type: none">– gebruikt meetinstrumenten bij een experiment op de juiste manier– gebruikt eenheden zoals °C, kg, l, m, m², min, s. bij het noteren van de resultaten– herhaalt de meting of breidt het aantal metingen uit om de betrouwbaarheid te vergroten en bij afwijkende meetresultaten <p><i>bij Ontwerpen</i></p> <ul style="list-style-type: none">– zet een idee voor een ontwerp (met beeld in 3D) om naar een schets op het platte vlak (in 2D)– werkt op schaal en maakt gebruik van liniaal, centimeter en verhoudingsberekeningen bij een definitieve ontwerptekening– maakt materiaal voor een prototype precies op maat (knippen, snijden, (figuur-)zagen)– zoekt schattenderwijs passend materiaal voor het te maken/bouwen product– berekent nauwkeurig hoeveel materiaal nodig is voor het te maken product |
|--|--|

Tabel 18. *Uitwerking bij bronnen, materiaal en gereedschap gebruiken*

BRONNEN, MATERIALEN EN GEREEDSCHAP GEBRUIKEN

Kenmerken van het kind:

Bronnen

- | | |
|---|---|
| De leerling kan passende en betrouwbare bronnen selecteren en hiermee op de juiste wijze omgaan | <ul style="list-style-type: none"> – selecteert geschikte kaart(-en) als informatiebron voor het beantwoorden van een geografische vraag – selecteert een bron die relevante informatie levert voor het beantwoorden van een historische vraag – zoekt informatie op in duidelijk geordende (digitale) naslagwerken, zoals woordenboeken en encyclopedieën |
|---|---|

Materiaal

- | | |
|---|---|
| De leerling kan materiaal als onderzoeksobject op een verantwoorde wijze kiezen en er zorgvuldig mee omgaan | <ul style="list-style-type: none"> – kiest geschikte materialen voor de uitvoering van een experiment. – gaat respectvol om met levende onderzoeksmaterialen |
| De leerling kan bij het uitvoeren van een ontwerp passende materialen selecteren | <ul style="list-style-type: none"> – bekijkt en beoordeelt materialen onder andere op sterkte, buigzaamheid en bewerkingsmogelijkheden in relatie tot het gebruiksdoel |

Gereedschap

- | | |
|---|--|
| De leerling kan bij het uitvoeren van een onderzoek meetinstrumenten en apparatuur correct, nauwkeurig en veilig hanteren | <ul style="list-style-type: none"> – leest gebruikte meetinstrumenten correct en nauwkeurig af – kan zich bij wandelen of fietsen oriënteren met behulp van kompas, kaart of atlas |
| De leerling kan bij het uitvoeren van een ontwerp de juiste gereedschappen kiezen en deze correct en veilig hanteren | |

Tabel 19. *Uitwerking bij reflecteren, waarderen en oordelen*

REFLECTEREN, WAARDEREN EN OORDELEN

Kenmerken van het kind:

Reflectie

De leerling kan reflecteren op zijn eigen handelen en dat van medeleerlingen, zowel tijdens het onderzoeks- en ontwerpproces als achteraf

bij Onderzoeken

vraagt zich af:

- is de onderzoeksvraag onderzoekbaar?
- wordt de juiste variabele op de juiste manier gemeten?
- leveren interviewvragen de gewenste informatie op?
- worden de juiste bronnen geraadpleegd?

bij Ontwerpen

vraagt zich af:

- is het probleem voldoende geanalyseerd?
- zijn alle eisen voor de oplossing wel geformuleerd?
- worden de juiste materialen en gereedschappen gebruikt?

algemeen

- verwoordt de ontwikkeling van eigen kennis en inzichten
- signaleert hiaten in eigen kennis
- reflecteert op het onderzoeks- en ontwerpproces in relatie tot het eigen leerproces (metacommunicatie)
- reflecteert op waarderen en oordelen

Waarderen en oordelen

De leerling kan het onderzoeks- en ontwerpproces en de daarbij bereikte resultaten waarderen en beoordelen

bij Onderzoeken

- vergelijkt de onderzoeksopbrengst met de onderzoeksvraag
- beoordeelt of de onderzoeksvraag voldoende is beantwoord
- toont waardering voor gevonden patronen en wetmatigheden
- geeft een beargumenteerd oordeel over een situatie (in bijv. de omgeving) of over een technische toepassing
- onderscheidt en benoemt maatschappelijke en persoonlijke overwegingen bij het oordeel

bij Ontwerpen

- vergelijkt het eindproduct met de eisen van het ontwerp
- beoordeelt of het eindproduct voldoet aan de gestelde eisen
- waardeert producten van anderen

algemeen

- waardeert de oordelen van anderen en geeft een gefundeerde mening

5. W&T-onderwijs in de praktijk

5.1 De rol van de leraar bij onderzoekend en ontwerpen leren

In Nederland maken de meeste leraren tijdens hun opleiding kennis met de onderwijsleerstrategie onderzoeken(d) en ontwerpen(d leren) (OOL) bij natuur- en techniekonderwijs. Op de meeste opleidingen wordt sinds 1994 het boek *Praktische didactiek voor natuuronderwijs* (De Vaan & Marell, 2012) gebruikt. Vanaf het begin is daarin het vijfstappenplan over ontdekkend leren opgenomen. In de latere versies is daar door de auteurs het zevenstappenplan van OOL aan toegevoegd. Ook in didactiekboeken voor aardrijkskunde zijn aanknopingspunten voor OOL te vinden, zowel bij de geografische benadering, waarin het gaat om geografische vragen stellen en een eenvoudig geografisch onderzoek uitvoeren (Van den Berg, 2009; Van der Schee & Vankan, 2007), als bij de geografische vierslag (Peters & Westerveen, 2010). Ondanks de aandacht tijdens de opleiding en in professionaliseringstrajecten (VTB-pro) wordt OOL in slechts 5% van de scholen in Nederland gehanteerd (Martin et al, 2012). Hiervoor zijn verschillende oorzaken aan te dragen. De beperkte aandacht van voor zaakvakonderwijs komt voort uit de nadruk op taal- en rekenwiskundeonderwijs. Bovendien blijkt uit onderzoek dat leraren zichzelf ten aanzien van natuur- en techniekonderwijs onvoldoende bekwaam vinden. Omdat leraren weinig praktijkervaring hebben met OOL, en omdat instructie aan leerlingen en reflectie op het proces hierbij cruciaal is, wordt de rol van leraren bij deze onderwijsleerstrategie kort toegelicht.

Uit een recent literatuuroverzicht blijkt dat onderzoekend leren een effectievere onderwijsleerstrategie kan zijn dan instructiemethoden. Dit geldt zeker voor de ontwikkeling van domeinspecifieke kennis. Onduidelijk is of dat ook geldt voor de leeractiviteiten en de kwaliteit van de producten, omdat de beoordeling daarvan minder aandacht heeft gekregen in de studies die zijn onderzocht. Verder blijkt de effectiviteit van onderzoekend leren bijna volledig afhankelijk te zijn van de beschikbaarheid van passende begeleiding van leerlingen (Lazonder, & Harmsen, 2016). Uit dit onderzoek blijkt de rol van de leraar als begeleider, in ieder geval bij onderzoekend leren, van cruciaal belang te zijn. Hoe worden leraren daar op voorbereid?

Van een gesloten naar een open onderwijssituatie

OOL is voor zowel leraren als leerlingen een nieuwe manier van werken. Als leraren en leerlingen deze manier van werken een paar keer hebben ervaren, herkennen ze de aanpak en raken ze ermee vertrouwd. Omdat de doelen bij OOL zijn gericht op de ontwikkeling van houding, vaardigheden en proces- en vakinhoudelijke kennis, kwalificeren leraren die ervaring hebben met OOL deze manier van werken als een rijke leeromgeving. Het vereist een goede voorbereiding en vraagt om instructies die bij de individuele leerling en/of bij een groepje passen. OOL kan op een gesloten en een open manier worden aangeboden (tabel 20).

Tabel 20. *Onderzoekend en ontwerpend leren: van een gesloten naar een open onderwijssituatie (naar Van Graft, 2006)*

	Gesloten	→	Half open	→	Open
Onderzoeken	Gesloten leraargestuurd onderzoek, waarbij de leraar de onderzoeksvraag levert, presenteert of demonstreert en de leerlingen volgend of toeschouwer zijn.	Gesloten leraargestuurd onderzoek, waarbij de leraar de onderzoeksvraag levert en leerlingen de weg naar de oplossing aangeeft.	Half open onderzoek, waarbij de leraar de onderzoeksvraag levert en de leerlingen voorspellingen en oplossingen bedenken.	Open, door leerlingen gestuurd onderzoek, waarbij de leerlingen zelf de onderzoeksvraag, voorspellingen en oplossingen bedenken.	
Ontwerpen	Gesloten leraargestuurde activiteit waarbij de leraar de oplossing voor het probleem formuleert, het ontwerp levert, maakt en demonstreert en de bruikbaarheid bespreekt met de kinderen.	Gesloten leraargestuurde activiteit waarbij de leraar de oplossing voor het probleem formuleert en het ontwerp levert. De kinderen voeren het ontwerp uit en testen het product op bruikbaarheid.	Half open aanpak, waarbij de leraar het probleem levert. De kinderen bedenken oplossingen en een ontwerp dat ze uitvoeren. Ze testen het product op bruikbaarheid en verbeteren eventueel het ontwerp.	Open, door leerlingen gestuurde aanpak. De kinderen signaleren een probleem, ze bedenken oplossingen, maken een ontwerp en voeren dat uit. Ze testen het product op bruikbaarheid en verbeteren eventueel het ontwerp.	

Leraren die nog weinig ervaring hebben kunnen OOL op een gesloten manier aanbieden. In deze uitvoering stuurt de leraar de leeractiviteiten aan. Bij leerlingen die regelmatig volgens OOL werken is de rol van de leraar meer gericht op het ontlocken van deze leeractiviteiten bij leerlingen. Leraren met meer ervaring zullen bij OOL vanuit hun professionaliteit en hun kennis over de leerlingen, steeds vaker de sturing van het proces aan leerlingen overlaten zonder de begeleidende taak uit het oog te verliezen. Peeters, Van Baren-Nawrocka, & Verhoeff (2015) spreken over een groeimodel. Ook de opbrengst en uitkomst van W&T-onderwijs zullen verschillen: bij een meer open vorm van onderzoeken en ontwerpen zullen leerlingen, gevoed door hun creativiteit en andere capaciteiten een grotere verscheidenheid aan producten laten zien (Kemmers & Van Graft, 2007).

Flexibel omgaan met (de stappen van) OOL

In paragraaf 3.3.1 zijn de onderzoeks- en ontwerpcycli beschreven. Hoewel bij onderzoeken en ontwerpen alle stappen worden doorlopen, wordt ook wel eens teruggedaan naar een voorafgaande stap of wordt een stap overgeslagen. Ook kan er tussen de cycli worden geswitcht als het nodig blijkt om een onderzoekje te doen tijdens het maken van een product of omgekeerd, als er bij een onderzoek een ontwerp moet worden gemaakt van een vragenlijst. Dit vraagt om een zekere mate van flexibiliteit van de leraar tijdens de uitvoering van de lessen. In tegenstelling tot ontwerpen, waarbij leerlingen voor de oplossing van een probleem vaak iets maken, is het doen van onderzoek voor leerlingen vrij abstract. Door in een lessenreeks het onderzoeken te koppelen aan een ontwerp opdracht ervaren leerlingen dat het doen van onderzoek nodig is om tot een goed ontwerp te komen (Van Graft, Klein Tank, & Van Zanten, 2015).

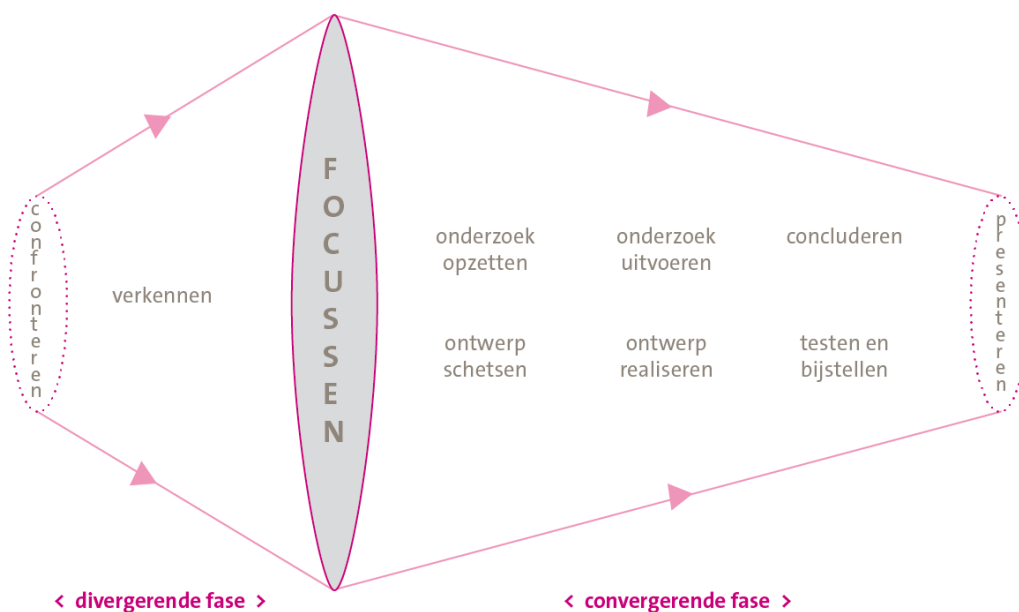
De leraar als proces- en inhoudelijk begeleider bij onderzoeken en ontwerpen

Waarmee begint onderzoeken en ontwerpen in de klas? Leerlingen komen vanuit verwondering, nieuwsgierigheid of fantasie met vragen, ze signaleren problemen, ze hebben een ontdekking gedaan of iets uitgevonden. Een professionele leraar herkent de verwondering en nieuwsgierigheid van leerlingen, staat open voor vragen, problemen, ontdekkingen of uitvindingen van die leerlingen en speelt daarop in om tot een mogelijk onderwerp voor onderzoeken of ontwerpen te komen. Hiervoor is zelfvertrouwen van de leraar nodig en overzicht over het inhoudelijk aanbod. Om dit zelfvertrouwen te ontwikkelen kunnen leraarontwikkelteams (LOT) met ondersteuning van een externe begeleider een rol spelen. Samen werken zij W&T-onderwijs uit voor hun school en hun groep. (Velthuis, 2014). Belangrijk is dat de leraar zijn eigen nieuwsgierigheid en verwondering toont aan leerlingen, plezier heeft in het op zoek gaan naar antwoorden en oplossingen en dat probeert over te brengen op de leerlingen (Walma van der Molen, 2013). Vanuit de eigen nieuwsgierigheid kan de leraar ook zelf een vraag of probleem introduceren in de klas.

Kirschner, Sweller & Clark (2006) bepleiten dat binnen open vormen van onderwijs begeleiding door de leraar van cruciaal rol belang is. Enerzijds om te zorgen voor procesbegeleiding om het onderzoeks- en ontwerpproces te focussen en om leerlingen daarbij te ondersteunen en ze taakgericht bezig te laten zijn en blijven, anderzijds bij het reflecteren op het proces en de leeropbrengst. Recente reviewstudies ondersteunen de begeleidende rol van de leraar in *inquiry-based learning* (Lazonder & Harmsen (2016)) of bij *discovery learning* (Alfieri, Brooks, Aldrich, & Tenenbaum, 2011). Lazonder & Harmsen (in press) geven als aanbeveling uit hun studie een viertal adviezen aan leraren.

1. Ondersteuning van leerlingen is niet alleen belangrijk bij lessenreeksen, maar ook bij OOL-lessen met een omvang van slechts één lesuur.
2. Leerlingen hebben ruimte nodig. Gedetailleerde aanwijzingen over hoe leerlingen te werk moeten gaan (proces) blijken geen beter resultaat te geven dan minder gedetailleerde aanwijzingen.
3. Om leerprestaties te verbeteren zijn wél specifieke gedetailleerde en concrete aanwijzingen nodig als het eindproduct van leerlingen wordt beoordeeld. Een voorbeeld daarvan zijn de werkbladen bij de lessenreeks *Ontwerp en bouw je eigen dierentuin* (Van Graft, Klein Tank, & Van Zanten, 2015).
4. Jonge leerlingen hoeven niet bij de hand te worden genomen. Ze hebben, net als oudere leerlingen, baat bij minder directe aanwijzingen omdat ze dan uitgedaagd worden eerst zelf na te denken.

Een kenmerk van onderwijs waarbij op een open manier van OOL wordt gewerkt, is dat er een divergerende en convergerende fase wordt onderscheiden. In de divergerende fase wordt zoveel mogelijk informatie verzameld om het fenomeen of het probleem te onderzoeken of de situatie of de gebeurtenis in kaart te brengen. In het basisonderwijs wordt er vaak over de *aanrommelfase* gesproken. Het is een belangrijke fase waarin kinderen onbelemmerd, vanuit verschillende perspectieven en gebruikmakend van hun creativiteit, naar het fenomeen of probleem kunnen kijken. Vanuit hun aanwezige kennis en ervaringen vindt vrije associatie plaats en redeneren en fantaseren de leerlingen. Door hen te vragen met zoveel mogelijk ideeën en oplossingen te komen stimuleert de leraar het divergent denken. Deze fase kan zich ontpoppen als een ongerichte fase, waarin kinderen van de hak op de tak redeneren en het leerdoel uit het oog verliezen. De leraar heeft als taak om voor een zekere focus te zorgen. In figuur 5 zijn deze fasen in het zogenaamde *lensmodel* weergegeven (naar Van Graft & Kemmers, 2007; zie ook Tassoul, 2009).



Figuur 5. De divergerende en convergerende fase in relatie tot de stappen bij onderzoeken en ontwerpen

Gebruikmakend van de creativiteit van de leerlingen worden aan het eind van de divergerende fase alle associaties, ideeën, vragen en oplossingen *gefocust* naar een of meerdere onderzoeksvragen (onderzoeken) of oplossingen (ontwerpen). De leraar begeleidt de leerlingen bij het maken van keuzes voor een vraag, die onderzoekbaar is. Of, als het om ontwerpen gaat, voor het kiezen van de meest realistische en maakbare oplossing om daar uiteindelijk een prototype of een model voor te maken. In de volgende stappen zal er steeds meer convergentie in het denken plaatsvinden. In deze stappen gaan de leerlingen systematisch aan het werk met observeren, gegevens verzamelen en ordenen en verwerken. Of, bij het maken van een product, keuzes maken in bijvoorbeeld materiaal, type constructie en verbinding of energiebron. De resultaten die dat oplevert, vormen al dan niet bewijs voor de voorspellingen. Of voor een werkzaam product als oplossing voor een probleem. Na de presentatie van antwoorden en producten, kunnen leerlingen tijdens het verdiepen en verbreden nieuwe vragen en problemen signaleren. Dit kan het begin zijn van een nieuwe ontwerp- en onderzoekscyclus met een volgende divergerende fase.

OOL is een interactief proces

In voorbeeldlessen waarin OOL is toegepast, werken leerlingen in groepjes van 3-4 leerlingen. Leerlingen krijgen verschillende rollen in het groepje, zoals rapporteur, verzamelaar van bronnen, materiaal en gereedschap en voorzitter. Bij de samenstelling van de groepjes en bij het verdelen van de rollen en taken is het belangrijk om rekening te houden met (grote) verschillen die er tussen leerlingen kunnen zijn. De leraar kan met deze rollen spelen door de ene leerling een rol of taak te geven waarin hij/zij goed is, terwijl een andere leerling juist een rol of taak krijgt waarin het kind minder goed is en uitgedaagd wordt. De leraar brengt evenwicht in sturing van zijn kant en ruimte voor de eigen inbreng (zelfsturing) van leerlingen. Tijdens het groepswerk is er ook ruimte voor individuele activiteiten van leerlingen, waardoor ze op hun eigen niveau kunnen werken. De opbrengst daarvan brengen ze in in hun groepje. Als het samenwerken in drie- of viertallen niet lukt, kan de leraar er voor kiezen om het groepje te splitsen in tweetallen.

Het werken in groepjes wordt afgewisseld met plenaire momenten. Tijdens deze plenaire momenten

- geeft de leraar instructie over de activiteiten in de stappen van het onderzoeks- en ontwerpproces;
- inventariseert de leraar de opbrengsten in de groepjes;
- reflecteert de leraar met de leerlingen op die opbrengsten met focus op de gestelde onderwijsdoelen;
- worden leerlingen aan het denken gezet doordat de leraar prikkelende vragen stelt.

Tijdens het werken met voorbeeldlesmateriaal waarin leraren OOL hanteerden, bleek dat de leraar leerlingen op een stimulerende manier door de stappen van het onderzoeks- en ontwerpproces kan leiden door zowel de inhoud als het proces te bespreken. De leraar geeft aandacht op maat door niet alleen tijdens groepswork, maar ook plenair open vragen te stellen, leerlingen uit te nodigen om te reageren en hun inbreng te bespreken. Door de open opstelling van de leraar is er ruimte voor leerlingen om te reflecteren op hun ideeën en problemen, zowel inhoudelijk als over het proces. Tijdens zo'n reflectiegesprek kijken leerlingen met de leraar terug en verwoorden ze de vaardigheden en manieren van denken, de kennis- en houdingaspecten die aan bod zijn gekomen en die ze hebben ervaren tijdens de les en na afloop van de hele lessenreeks. Samen met leerlingen bespreekt de leraar wat ze van het proces en de inhoud van het onderwerp van onderzoek of ontwerp hebben geleerd. Eventueel kan de leraar na afloop een inhoudelijke toets afnemen (Van Graft, Klein Tank en Verheijen, 2010).

OOL vraagt veel van leraren, vooral als zij weinig ervaring hebben. Ze kunnen een beroep doen op ouders om hen in de lessen te ondersteunen. Een goede communicatie naar ouders over de W&T-activiteiten in de school kan betrokkenheid van ouders en hun motivatie om mee te helpen bij de uitvoering vergroten.

Begeleiden van leerlingen met een beperking

Ook leerlingen met een beperking kunnen, afhankelijk van de zwaarte van hun beperking, gewoon leren en ook onderzoeken en ontwerpen. Misschien kan zo'n leerling niet exact dezelfde stappen in de onderzoeks- en ontwerpcyclus volgen, maar ze kunnen wel voldoende leerdoelen halen. In principe volgen ze de fasen van de ontwikkeling (aanvankelijk, vervolgens, ten slotte) zoals beschreven bij de leerlijnen in paragraaf 4.2.

Leerlingen met een speciale onderwijsbehoefte vragen om specifieke aanpassingen. Algemene richtlijnen hiervoor zijn niet te geven, daarvoor zijn de beperkingen van deze leerlingen te divers. Wel kunnen vanuit meerdere speciale onderwijsbehoeften aanbevelingen worden gedaan richting OOL. Deze aanbevelingen zijn geënt op de mate van cognitieve en sociaalemotionele ontwikkeling van de desbetreffende leerling. De aanbevelingen in dit leerplankader gelden voor de doelgroep nl/ml en gaan uit van de onderwijsbehoeften van leerlingen en niet van stoornissen of handicaps.

In een aantal gevallen wordt voor individuele leerlingen met een speciale onderwijsbehoefte een zorgplan geschreven of indien nodig, een Onderwijs Ontwikkelings Plan, ook OPP genoemd. Op de meeste basisscholen worden groepsplannen geschreven voor handelingsgericht werken. Binnen deze documenten wordt beschreven wat een leerling met een speciale onderwijsbehoefte nodig heeft om goed te kunnen functioneren. Handelingsgericht werken (HGW) is gericht op systematisch en cyclisch werken aan de onderwijsbehoefte van een leerling. Door observatie en informatie uit diverse bronnen wordt bepaald wat de onderwijsbehoefte van een leerling is, daarbij rekening houdend met belemmerende en stimulerende factoren en de kwaliteiten van de leerling. De pedagogische aanpak en onderwijsondersteuning worden hierop afgestemd en vervolgens wordt er

geëvalueerd of de werkwijze een positief effect heeft gehad. Binnen een cyclisch proces van waarnemen, begrijpen, plannen en realiseren worden binnen het groeps- en individuele proces de plannen bijgesteld.

HGW kan richtlijnen en doelen stellen voor het onderzoekend en ontwerpend leren. Zowel de kenmerken van een leerling, als de factoren die de ontwikkeling kunnen bevorderen of belemmeren worden middels HGW in kaart gebracht. Tijdens het formuleren van de doelen voor W&T zijn het deze kenmerken en factoren die het proces kunnen beïnvloeden. Het is aan de leraar om hiermee rekening te houden en/of in te zetten voor een positief effect.

Bijna alle leerlingen met speciale onderwijsbehoeften kunnen binnen hun eigen niveau wetenschappelijke vaardigheden ontwikkelen op het gebied van onderzoeken en ontwerpen. Hoewel bij dit leerplankader wordt uitgegaan van de doelgroep nl/ml, geven Boswinkel & Cordang (2012) aan dat ook leerlingen met een verstandelijke beperking, mits op de juiste wijze begeleid, in staat zijn om te onderzoeken. Deze leerlingen volgen een eigen leerlijn gebaseerd op de kerndoelen voor zeer moeilijk lerenden (zml) en worden in dit leerplankader niet besproken. Zij hebben echter wel potentie hebben om te onderzoeken en te ontwerpen. Voor bijna alle leerlingen geldt dat de juiste onderwijssteuning kan leiden tot leren.

5.2 Evaluatie en toetsing

Onderwijs in wetenschap en technologie focust niet alleen op kennisontwikkeling. OOL, zeker als er sprake is van een open aanpak, biedt een scala aan ontwikkelmogelijkheden voor leerlingen. Tijdens OOL worden houdingsaspecten van leerlingen zichtbaar en passen leerlingen verschillende vaardigheden toe. In deze rijke leeromgeving worden houding, vaardigheden en kennis in samenhang ontwikkeld. De leraar kan leerlingen op maat, en rekening houdend met hun voorkeuren, in bepaalde richtingen (bege-) leiden. Hierdoor wordt het mogelijk dat elk kind zowel uit het basis- als het en speciaal onderwijs een eigen leertraject heeft. Dit maakt de noodzaak tot het evalueren van activiteiten van kinderen en het vastleggen daarvan evident. Daarmee kan de leraar de verschillende ontwikkelingen in de gaten houden om, als het nodig is, in een vroeg stadium de ontwikkeling van een leerling bij te sturen. Het gebruik van een evaluatie-instrument maakt ontwikkelingen van kinderen zichtbaar.

Formatieve evaluatie

Het doel van onderwijs is dat kinderen zich ontwikkelen. De aangeboden onderwijsactiviteiten zullen de ontwikkeling van het kind optimaal moeten ondersteunen. Het evalueren van die ontwikkeling is daarbij van cruciaal belang. Evalueren is een middel om inzicht te krijgen in de ontwikkeling van het kind en deze te optimaliseren. De ontwikkelende, of vormende manier van evalueren wordt aangeduid als formatief evalueren.

Evalueren is niet iets dat alleen na afloop van een les wordt gedaan, maar juist tijdens de les kunnen houding en vaardigheden, twee wezenlijke componenten van W&T-onderwijs, worden waargenomen en vastgelegd. Vooraf geformuleerde ontwikkelingsdoelen bij een les zorgen voor efficiënte en effectieve registratie van gedragsaspecten en de mate van beheersing van vaardigheden die leerlingen laten zien. De verkregen informatie kan de leraar inzetten in de volgende situaties:

- in de lespraktijk. De informatie kan direct tijdens het begeleiden van de leerling worden gebruikt.
- in een reflectiegesprek tussen leraar en leerling. De informatie kan de leerling inzicht geven in haar of zijn eigen ontwikkeling en bij oudere leerlingen handvatten geven voor zelfsturing.
- bij vervolgactiviteiten. De informatie wordt gebruikt als leraar en leerling afspraken maken over vervolgactiviteiten en het aanpassen van de vorm en mate van instructie. De leerling krijgt zo hulp op maat bij zijn ontwikkeling.
- in gesprekken met collega's en ouders. De informatie geeft hen inzicht in de ontwikkeling van de leerling.

Naast het evalueren van de ontwikkeling van houding en vaardigheden, is ook evaluatie van de opgedane kennis relevant. Bij W&T-onderwijs gaat het om de ontwikkeling van zowel procedurele kennis (onderzoeken en ontwerpen) als declaratieve kennis over het leergebied OJW. Bij OOL bestaat kennis niet uit het aanleren van losstaande feiten, die eenmalig 'geleerd' en vervolgens 'onthouden' worden. In plaats daarvan worden begrippen tijdens OOL van verschillende kanten bekeken en onderzocht in een betekenisvolle context. Door het stellen van vragen, het voorspellen van antwoorden en het zoeken naar bewijzen voor de voorspellingen, ontwikkelen leerlingen met als beoogd doel om tot de ontwikkeling van diepere kennis te komen (Harlen, 2006).

Voor OOL zijn een aantal evaluatie-instrumenten ontwikkeld waarmee de leraar een brede ontwikkeling kan bijhouden. Kemmers, Klein Tank & Van Graft (2007) hebben een instrument ontwikkeld dat bestaat uit twee onderdelen. Het onderdeel voor kennis is domeinspecifiek. Het andere onderdeel, waarin houding en vaardigheden worden vastgelegd, heeft een generiek karakter omdat het domein-onafhankelijk kan worden gebruikt. Voor het observeren van de houding zijn vier aspecten opgenomen in het instrument, waarin de houdingsaspecten uit tabel 2 (par. 3.2) terug zijn te vinden. De vaardigheden daarentegen komen minder goed overeen met de doelen die beschreven zijn in de leerlijnen voor onderzoeken en ontwerpen en zullen voor gebruik moeten worden aangepast (zie tabel 3 en 4. Par. 3.3). (bijlage 6).

Boonstra, Gielen, & Joosten (2012) ontwierpen de Vaardigheden Lijst Onderzoekend en Ontwerpend leren (VLOO), een eenvoudig instrument waarmee de leraar vanuit zes categorieën kan scoren of een leerling een bepaalde vaardigheid of houding laat zien. Door de eenvoud kan een leraar snel scoren en een globaal overzicht krijgen van wat er in de klas gebeurt. Om een beter inzicht te krijgen in de ontwikkeling van de leerling is VLOO verder ontwikkeld tot een rubric, VROO (Van Keulen & Slot, 2014). In deze rubric is kenmerkend leerlinggedrag per deelvaardigheid op drie niveaus beschreven (groep 1-2, 3-5 en 6-7). Daardoor is het mogelijk om de ontwikkeling van vaardigheden van leerlingen in de tijd te volgen. Ook zijn houdingsaspecten opgenomen in het instrument.

De Radboud Universiteit Nijmegen en het Expertisecentrum Nederlands hebben samen een evaluatie-instrument voor de bovenbouw van het basisonderwijs ontwikkeld, waarin wetenschappelijk besef (WeB) en de academische woordenschat worden getoetst. Het instrument is beschikbaar op www.samenonderzoeken.nl/Sections/meten_1181.html. De WeB-vragenlijst bestaat uit een aantal vragen op het gebied van natuur, techniek en rekenen-wiskunde en bevraagt vier vaardigheden die leerlingen bij onderzoekend leren gebruiken:

- de juiste vragen kunnen stellen;
- een experiment kunnen opzetten;
- bewijs kunnen interpreteren en evalueren;
- logisch redeneren.

De academische woordenschattoets bestaat uit een selectie van 64 items waarin woorden zijn opgenomen die veel voorkomen binnen de W&T-context in lesboeken voor de bovenbouw. Deze lijst is tot stand gekomen met leraren basisonderwijs op hun passendheid en geschiktheid voor deze leerlingen. Daarnaast is in dit samenwerkingsproject een studie gedaan bij kleuters. Daarin is nagegaan in hoeverre zij een experiment kunnen opzetten en uitvoeren, waarbij ze de strategie leren hanteren dat niet meer dan een factor (variabele) tegelijk aangepast mag worden om conclusies te mogen trekken over de oorzaak van een verandering. Bij dit onderzoek is gebruik gemaakt van een dynamisch assessment, waarbij een leerling tijdens de test passende aanwijzingen kreeg om verder te gaan met de opdracht. Deze vorm van assessment levert betrouwbare informatie op over de ontwikkeling van W&T-vaardigheden. Echter, omdat het assessment telkens met een leerling wordt uitgevoerd vraagt het om een behoorlijke

tijdsinvestering. Dit betekent dat leraren afwegingen zullen moeten maken bij het gebruik ervan in de onderwijspraktijk.

Referenties

- Alfieri, L., Brooks, P.J., Aldrich, N.J., & Tenenbaum, H. (2011). Does Discovery-Based Instruction Enhance Learning? *Journal of Educational Psychology*, 103(1), 1-18.
- Archer, L., Dawson, E., DeWitt, J., Seakins, A., & Wong, B. (2015). "Science Capital": A Conceptual, Methodological, and Empirical Argument for Extending Bourdieusian Notions of Capital Beyond the Arts. *Journal of Research in Science Teaching*, 52(7), 922-948.
- Berg, G. van den. (Red.). (2009). *Handboek vakdidactiek aardrijkskunde*. Amsterdam: Landelijk Expertisecentrum Mens- en Maatschappijvakken.
- Boeijen, G., Kneepkens, B., & Thijssen, J. (2011). *Natuurkunde en techniek voor de basisschool. Een domeinbeschrijving als resultaat van een cultuurpedagogische discussie*. Arnhem: Cito.
- Boersma, K. Th., Graft, M. van, Harteveld, A., Hullu, E. de, Knecht - van Eekelen, A. de, Mazereeuw, M., Zande, P.A.M. van der. (2007). *Leerlijn biologie van 4 tot 18 jaar. Uitwerking van de concept-contextbenadering tot doelstellingen voor het biologieonderwijs*. Utrecht: CVBO.
- Boersma, K.Th., Kamp, M.J.A., Oever, L. van den, & Schalk, H.H. (2010). *Naar actueel, relevant en samenhangend biologieonderwijs*. Utrecht: CVBO.
- Boerwinkel, D.J., Waarlo, A.J., & Boersma, K. (2009). A designer's view: The perspective of form and function. *Journal of Biological Education*, 44(1), 12-18.
- Boland, Th. (1999). Een leerlijn lezen met tussendoelen: Kinderen op weg naar geletterdheid. *JSW*, 83(3), 8-11.
- Boland, Th., Letschert, J.F.M., & Dijk, W. van. (1999). *Basisonderwijs in Nederland. Een basisschool in beeld*. Enschede: SLO.
- Boonstra, M., Gielen, M., & Joosten, F. (2012). *Vaardigheden Lijst Onderzoekend en Ontwerpend leren. Handleiding*. Rotterdam: CED-groep.
- Boswinkel, N., & Cordang, M. (2012). *Talent in het zml*. Den Haag: Platform Bèta Techniek.
- Boxtel, C. van. (Red.). (2009). *Vakintegratie in de Mens- en Maatschappijvakken*. Amsterdam: Landelijk Expertisecentrum Mens- en Maatschappijwetenschappen.
- College voor Examens. (2012). *Toetswijzer bij de centrale eindtoets po. Wereldoriëntatie. Inhoudsverantwoording van de centrale eindtoets voor de wereldoriënterende vakken aardrijkskunde, geschiedenis en natuur en techniek*. Utrecht: CvE.
- Commissie Historische en maatschappelijke vorming. (2001). *Verleden, heden en toekomst*. Enschede: SLO.

Commissie Kennisbasis Pabo. (2012). *Een goede basis. Advies van de Commissie Kennisbasis Pabo*. Den Haag: HBO-raad.

Commissie Vernieuwing Natuurkundeonderwijs havo/vwo. (2010). *Nieuwe natuurkunde, advies-examenprogramma's voor havo en vwo*. Amsterdam: Nederlandse Natuurkundige Vereniging.

Drake, S. (2007). *Creating standards-based integrated curriculum. Aligning curriculum, content, assessment, and instruction* (2nd edition). Thousands Oaks, California: Corwin Press.

Expertgroep Doorlopende Leerlijnen Taal en Rekenen. (2008a). *Over de drempels met taal. De niveaus voor de taalvaardigheid*. Verkregen op 8 oktober 2013 van <http://www.taalenrekenen.nl/downloads/over-de-drempels-taal.pdf/>

Expertgroep Doorlopende Leerlijnen Taal en Rekenen. (2008b). *Over de drempels met rekenen. Consolideren, onderhouden, gebruiken en verdiepen*. Verkregen op 8 oktober 2013 van <http://www.taalenrekenen.nl/downloads/over-de-drempels-taal.pdf/>

Expertgroep Wetenschap en Techniek Basisonderwijs. (2005). *Visie op wetenschap en techniek in het basisonderwijs*. Den Haag: Platform Bèta Techniek.

Finnish National Board of Education. (2004). *National Core Curriculum for Basic Education 2004. 7.20 Optional subjects. Educational and vocational guidance*. Verkregen op 13 juli 2013 van http://www.oph.fi/download/47673_core_curricula_basic_education_4.pdf

Geraedts, C., Boersma, K.T., & Eijkelhof, H.M.C. (2006). Towards coherent science and technology education. *Journal of Curriculum Studies*, 38(3), 307-325.

Graft, M. van. (Red.). (2006). *Natuur en techniek op de Pabo: Didactiekontwikkeling in fasen*. Enschede: SLO.

Graft, M. van. (2009). *De conceptcontextbenadering in het primair onderwijs. Deel II. Voorbeeldes materiaal voor natuur en techniek*. Enschede: SLO.

Graft, M. van, Boersma, K., Goedhart, M., Oers, B. van, & Vries, M. de. (2009). *De concept-contextbenadering in het primair onderwijs. Deel I. Een conceptueel kader voor natuur en techniek*. Enschede: SLO.

Graft, M. van, & Kemmers, P. (2007). *Onderzoekend en ontwerpend leren bij natuur en techniek. Basisdocument over de didactiek voor onderzoekend en ontwerpend leren in het primair onderwijs*. Enschede: SLO.

Graft, M. van, Klein Tank, M., & Verheijen, S. (2011). *Animal survival: learning by inquiry and design in primary science education*. In A. Yarden & G. S. Carvalo (Eds.), *Authenticity in Biology Education: Benefits and Challenges. Proceedings of the eight conference of ERIDOB* (pp. 151–161). Braga: CIEC, Universidade do Minho.

Graft, M. van, Klein Tank, M., & Zanten, M. van. (2015). *Ontwerp en bouw je eigen dierentuin. Wetenschap en technologie verbindt vakken*. Enschede: SLO.

Harlen, W. (2006). *Teaching, Learning & Assessing Science 5 – 12*. Fourth Edition. London: SAGE Publications.

HBO-raad. (2008). *Werken aan kwaliteit. Projectplan Kennisbasis fase 1: 2008-2009*. Den Haag: HBO-raad.

HBO-raad. (2009). *Werken aan kwaliteit. Projectplan Kennisbasis fase 2: 2009-2012*. Den Haag: HBO-raad.

Heuvel-Panhuizen, M. van den, & Buys, K. (Red.) (2004). *Jonge kinderen leren meten en meetkunde. Tussendoelen annex leerlijnen*. Groningen: Wolters-Noordhoff.

Kamer-Peeters, T. (1991). *Natuuronderwijs in grote lijnen: een voorstel voor een leerplan*. Enschede: SLO.

Kemmers, P. & Graft, M. van. (2007). *Onderzoekend en ontwerpend leren bij natuur en techniek. Lesmateriaal*. Enschede: SLO.

Kemmers, P., Klein Tank, M., & Graft, M. van. (2007). *Onderzoekend en Ontwerpend Leren bij Natuur en Techniek. Evalueren van de brede ontwikkeling van leerlingen in open onderwijsvormen*. Enschede: SLO.

Kerkhoffs, J., Stark, E., & Zeelenberg, T. (2006). *Rubrics als beoordelingsinstrument voor vaardigheden*. Enschede: SLO.

Keulen, H. van. (2010). *Wetenschap en techniek. IJkpunten voor een domein in ontwikkeling*. Den Haag: Platform Bèta Techniek.

Keulen, H. van, & Slot, E. (2014). *Excellentiebevordering door middel van onderzoekend en ontwerpend leren: vaardigheden rubrics onderzoeken en ontwerpen (VROO)*. Den Haag: School aan Zet.

Kirschner, P.A., Sweller, J., & Clark, R.E. (2006). Why minimal guidance during instruction does not work: an analysis of the failure of constructivist, discovery, problem-based, experiential, and inquiry-based teaching. *Educational Psychologist*, 41(2), 75-86.

Klein Tank, M. (Eindred.). (2009). *TULE, uitwerking van de kerndoelen in inhouden en activiteiten*. Enschede: SLO. Verkregen op 16 oktober 2013 van <http://tule.slo.nl/>

Kneepkens, B., Schoot, F. van der, & Hemker, B. (2011). *Balans van het natuurkunde- en techniekonderwijs aan het einde van de basisschool 4*. Arnhem: Cito.

Lazonder, A.W., & Harmsen, R. (2016). Meta-Analysis of Inquiry-Based Learning: Effects of Guidance. *Review of Educational Research*, 86, 681-718.

Leerplan in beeld. (2015). Verkregen op 11 november 2015 van <http://leerplaninbeeld.slo.nl/primaironderwijs/orientatie-op-jezelf-en-de-wereld/>

Leerplankader kunstzinnige oriëntatie. Verkregen op 1 februari 2018 van <http://kunstzinnigeorientatie.slo.nl/uitgangspunten/acht-aandachtspunten>.

Letschert, J.F.M. (1998). *Wieden in een geheime tuin: Een studie naar kerndoelen in het Nederlandse basisonderwijs*. (Proefschrift). Utrecht: Universiteit Utrecht.

Martin, M.O., Mullis, I.V.S., Foy, P., & Stanco, G.M. (2012). *TIMSS 2011 International Results in Science*. Chestnut Hill, MA: Boston College, TIMSS & PIRLS International Study Center.

Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap. (1998). *Kerdoelen basisonderwijs 1998*. Verkregen op 23 juli 2014 van <http://www.rijksoverheid.nl/documenten-en-publicaties/rapporten/2005/10/14/kerndoelen-basisonderwijs-1998.html>

Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap. (2006). *Kerdoelen Primair Onderwijs*. Den Haag: Ministerie van OCW.

Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap. (2010). *Kerdoelen speciaal onderwijs*. Den Haag: Ministerie van OCW.

Nationaal Techniekpact 2020. Verkregen op 20 juni 2014 van http://techniekpact.nl/wp-content/uploads/2014/03/TP_PACT_2020_6-2013-DEF.pdf

Nationaal Techniekpact 2020 (2015). Rapportage Nationaal techniekpact 2020. De tussenstand in 2015. Verkregen op 02 december 2015 van <http://techniekpact.nl/cdi/files/e88db07acdd2abac23135d7f46b423ccc220f385.pdf>

Notté, H. (Red.). (2008). *Aardrijkskunde voor de basisschool. Een domeinbeschrijving als resultaat van een cultuurpedagogische discussie*. Arnhem: Cito.

Notté, H., Schoot, F. van der, & Hemker, B. (2011). *Balans van het aardrijkskundeonderwijs aan het einde van de basisschool 4*. Arnhem: Cito.

Onna, J. van, & Jacobse, A. (2013). *Laat maar zien* (4e druk). Groningen: Noordhoff.

Ottevanger, W., Oorschot, F., Spek, W., Boerwinkel, D.J., Eijkelhof, H., Vries, M. de, Van der Hoeven, M., & Kuiper, W. (2014). *Kennisbasis natuurwetenschappen en technologie voor de onderbouw vo*. Enschede: SLO.

Peeters, M., Baren-Nawrocka, J. van, & Verhoeff, R. (2015). *Wetenschappelijke doorbraken de klas in! Higgsdeeltje, Netwerken in het brein en Wonderkind*. Nijmegen: Wetenschapsknooppunt Radboud Universiteit Nijmegen.

Peters, A., & Westerveen, F. (2010). *Geowijzer. Kennisbasis inhoud en didactiek*. Groningen/Houten: Noordhoff Uitgevers.

Platform Onderwijs2032. (2016). *Ons onderwijs2032. Eindadvies*. Den Haag: Ministerie van OCW.

Rijst, R.M. van der. (2009). *The research-teaching nexus in the sciences: Scientific research dispositions and teaching practice* (Proefschrift). Leiden: Universiteit Leiden.

Rijst, R.M. van der, Driel, J.H. van, Kijne, J.W., & Verloop, N. (2007, August). *Scientific research dispositions in research, teaching and learning*. In J.H. van Driel (chair), *University teachers' conceptions of relations between teaching and disciplinary research*. Symposium conducted at the biennial meeting of the European Association of Research in Learning and Instruction, Budapest, Hungary.

Ros, A. (2007). *Werken met kernconcepten*. Den Bosch: KPC Groep.

Schee, J. van der, & Vankan, L. (2007). *Meer leren denken met aardrijkskunde*. (tweede herz. Druk). Nijmegen: Stichting Omgeving en Educatie.

Schimmel, J.H., Thijssen, J.M.W., & Wagenaar, H.B. (2002). *Techniek voor de basisschool. Een domeinbeschrijving als resultaat van een cultuurpedagogische discussie*. Arnhem: Cito.

Steenstra, C., & Schee, J. van der. (2008). *Waar vandaan en waar naar toe? Leerlijnen in het aardrijkskundeonderwijs van basisschool tot eindexamen*. Verkregen op 1 februari 2018 van http://www.expertisecentrum-mm.v.nl/cms_data/LeerlijnenAK2009.pdf.

Strijker, A. (2010). *Leerlijnen en vocabulaires in de praktijk*. Enschede, SLO.

Tassoul, M. (2009). *Creative facilitation* (3e druk). Delft: VSSD.

Thijs, A., Fisser, P., & Hoeven, M. van der. (2014). *Digitale geletterdheid en 21e eeuwse vaardigheden in het funderend onderwijs: een conceptueel kader*. Enschede: SLO.

Thijssen, J. (Red.). (2002). *Natuuronderwijs voor de basisschool. Een domeinbeschrijving als resultaat van een cultuurpedagogische discussie*. Arnhem, Cito.

Thijssen, J., Schoot, F. van der, & Hemker, B. (2011). *Balans van het biologieonderwijs aan het einde van de basisschool 4*. Arnhem: Cito.

Turner, S., & Ireson, G. (2010). Fifteen pupils' positive approach to primary school science: When does it decline? *Educational Studies*, 36(2), 119-141.

Vaan, E. de, & Marell, J. (2012). *Praktische didactiek voor natuuronderwijs*. Bussum: Coutinho.

Velthuis, C. (2014). *Collaborative curriculum design to increase science teaching self-efficacy*. Proefschrift. Enschede: Universiteit Twente

Verkeningscommissie wetenschap en technologie primair onderwijs. (2013). *Advies Verkeningscommissie wetenschap en technologie primair onderwijs*. Utrecht: PO-raad; Den Haag: Platform Bèta Techniek.

Vermunt, J. (1992). *Leerstijlen en sturen van leerprocessen in het hoger onderwijs*. Amsterdam: Swets & Zeitlinger.

Wagenaar, H. (Red.). (2008). *Geschiedenis voor de basisschool. Een domeinbeschrijving als resultaat van een cultuurpedagogische discussie* (2e gew. dr.). Arnhem: Cito.

Wagenaar, H., Schoot, F. van der, & Hemker, B. (2010). *Balans van het geschiedenisonderwijs aan het einde van de basisschool 4*. Arnhem: Cito.

Walma van der Molen, J. (2013). *Verwondering en vindingrijkheid als motor voor leren*. Oratie. Enschede: Universiteit Twente.

Wessel, T. van, Kleinhans, M.G., Keulen, H. van, & Baar, A. (2014). *Wetenschapper in de klas*. Den Haag: Platform Bèta Techniek.

Wetenschappelijke Raad voor het Regeringsbeleid. (2013). *Naar een lerende economie. Investeren in het verdienvermogen van Nederland*. (WRR-rapportnr. 90). Amsterdam: Amsterdam University Press.

Wilschut, A. (Red.). (2005). *Zinvol. Leerbaar, Haalbaar. Over geschiedenisonderwijs en de rol van een canon daarin*. Amsterdam: Vossiuspers UvA.

Wilschut, A. (2013). *De taal van burgerschap*. Amsterdam: Vossiuspers UvA.

Bijlagen

Bijlage 1 Deelnemers

veldraadpleging en individuele gesprekken

De volgende personen hebben deelgenomen aan de adviesbijeenkomsten die geleid hebben tot de hiervoor beschreven input voor het leerplankader Wetenschap en technologie bij het leergebied Oriëntatie op jezelf en de wereld.

A. Adang (docent aardrijkskunde, Hogeschool Utrecht)
T. Baarspul (bioloog, Naturalis, Leiden)
R. Baltus (docent aardrijkskunde, Hogeschool Utrecht)
K. van de Belt (leraar techniek, speciaal onderwijs, cluster 4, Dr. A. Verschoorschool, Nunspeet)
E. Besselink (docent aardrijkskunde, Saxion, Deventer)
C. Booy (directeur, VHTO, Amsterdam)
M. Bos (uitgever, Zwijsen, Tilburg)
M. Bouten (leraar basisonderwijs, regio Helmond)
L. Delgijer (uitgever, Zwijsen, Tilburg)
A. Denessen (leraar basisonderwijs, regio Helmond)
P. van Dort (uitgever, PMOT, Scheemda)
H. van Eelderen (uitgeverij Malmberg, 's-Hertogenbosch)
A. van Galen – Derks (docent natuur en techniek, Fontys pabo, 's-Hertogenbosch)
A. Gilara (leraar en ontwerper kosmisch onderwijs, Anninksschool, Hengelo)
A. Goos (leraar speciaal onderwijs, cluster 3, Openluchtschool Izk, Breda)
E. Groenenberg (docent natuur en techniek, Thomas Moore)
J. de Groen (senior projectleider, Platform Bèta techniek, Den Haag)
T. van Heel (docent natuur en techniek, Hogeschool van Rotterdam)
F. van Herwaarden (docent natuur en techniek, Marnix Academie, Utrecht)
P. Hilferink (docent geschiedenis, Saxion, Deventer)
E. Holla (projectleider, Wetenschapsknooppunt TU Delft)
S. Hooijmaijers (uitgeverij Malmberg, 's-Hertogenbosch)
Y. Houben (projectleider, Wetenschapsknooppunt TU Eindhoven)
L. de Koning (ontwikkelaar en opleider, De Activiteit, Alkmaar)
A. Kooijman (leraar basisonderwijs, regio Helmond)
P. Kruysen (toetsontwikkelaar, bioloog, Cito, Arnhem)
M. van Laar (projectmanager educatie, NEMO, Amsterdam)
H. Lokhoff (leraar en techniekcoördinator, SBO Westerhage, Breda)
E. Louman (docent natuur en techniek, IPabo, Alkmaar – Amsterdam)
J. Marell (docent natuur en techniek, Hogeschool Arnhem Nijmegen)
Y. Matteman (hoofd educatieve ontwikkeling, bioloog, Naturalis, Leiden)
M. Meijer (directeur, chemicus, Stichting C3, Den Haag)
W. Meijer (projectmedewerker Stichting C3, Den Haag)
J. Nawijn (docent aardrijkskunde, Hogeschool Edith Stein, Hengelo)
H. Nooij (projectleider JetNet, TaTa Steel, IJmuiden)
H. Notté (toetsontwikkelaar, geograaf, Cito, Arnhem)
B. Nuijters (onderwijsassistent, SBO Westerhage, Breda)

M. Peeters (projectleider, Wetenschapsknooppunt Radboud Universiteit Nijmegen)
M. Perdon (uitgeverij Noordhoff, Groningen/Houten)
M. Raijmakers (hoogleraar UvA namens NEMO, Amsterdam)
M. Reichwein (projectleider wetenschapsknooppunt, Universiteit Utrecht)
L. Reinders (directeur speciaal basisonderwijs, SBO de Blinker, Geleen en secretaris Landelijk Werkverband SBO)
J. van der Schee (hoogleraar didactiek geografie, VU Amsterdam en UU Utrecht)
F. Siemensma (leraar en methodeontwikkelaar Noordhoff, Groningen/Houten)
R. Slakhorst (docent natuur en techniek, De Kempel, Helmond)
L. Slangen (docent natuur en techniek, Nieuwste Pabo, Roermond)
A. Smits (uitgeverij Zwijsen, Tilburg)
L. Spinhoven - van Oosten (uitgeverij DaVinci, Enschede)
G. Talens (docent natuur en techniek, Saxion, Deventer)
C. Velthuis (docent natuur en techniek, Hogeschool Edith Stein, Hengelo)
R. Verberne (leraar basisonderwijs, regio Helmond)
F. Vossen (W&T-coördinator speciaal basisonderwijs, SBO de Blinker, Geleen)
E. Wassman (opleidingscoördinator, Hogeschool Arnhem Nijmegen)
S. van der Zee (lector Wetenschap en Techniek, Saxion, Deventer)

Bijlage 2 Aspecten van W&T in de kerndoelen primair onderwijs

Overzicht van de kerndoelen primair onderwijs en relevante onderdelen uit de preambule en de karakteristiek bij deze kerndoelen waarin aanknopingspunten, die voortvloeien uit de begripsbepaling W&T, zijn onderstreept.

Preambule	[.....] De kerndoelen doen geen uitspraken over didactiek. Gezien het karakter van het basisonderwijs dienen leraren een beroep te doen op de <u>natuurlijke nieuwsgierigheid en de behoefte aan ontwikkeling en communicatie</u> van kinderen en deze te stimuleren. Door een <u>gestructureerd en interactief onderwijsaanbod, vormen van ontdekkend onderwijs, interessante thema's en activiteiten</u>, worden kinderen uitgedaagd in hun ontwikkeling. [.....] dienen <u>inhouden en doelen zo veel mogelijk op elkaar te worden afgestemd, verbinding te hebben met het dagelijks leven en in samenhang te worden aangeboden</u>. In concreet onderwijs zijn doorgaans doelen uit verschillende hoofdstukken tegelijk van belang. <u>Taal bijvoorbeeld komt voor bij alle vakken</u>. Aandacht voor cultuur is niet beperkt tot het kunstzinnige domein. Omgaan met <u>informatietechnologie geldt voor alle gebieden</u>. [.....] dient er aandacht te worden besteed aan doelen die voor alle leergebieden van belang zijn: goede werkhouding, gebruik van leerstrategieën, <u>reflectie op eigen handelen en leren, uitdrukken van eigen gedachten en gevoelens, respectvol luisteren en kritiseren van anderen, verwerven en verwerken van informatie, ontwikkelen van zelfvertrouwen, respectvol en verantwoordelijk omgaan met elkaar en zorg voor en waardering van de leefomgeving</u>.
Karakteristiek	Oriëntatie op jezelf en de wereld In dit leergebied oriënteren leerlingen zich op zichzelf, op hoe mensen met elkaar omgaan, hoe ze <u>problemen oplossen</u> en hoe ze zin en betekenis geven aan hun bestaan. Leerlingen oriënteren zich op de natuurlijke omgeving en op verschijnselen die zich daarin voordoen. Leerlingen oriënteren zich ook op de wereld, dichtbij, veraf, toen en nu en maken daarbij gebruik van cultureel erfgoed. <u>Kinderen zijn nieuwsgierig</u>. Ze zijn voortdurend op zoek om zichzelf en <u>de wereld te leren kennen en te verkennen</u>. Die ontwikkelingsbehoefte is een aangrijpingspunt voor dit leergebied. Tegelijk stelt de samenleving waarin kinderen opgroeien haar eisen. Kinderen vervullen nu en straks taken en rollen, waarop ze via onderwijs worden voorbereid. Het gaat om rollen als consument, als verkeersdeelnemer en als burger in een democratische rechtstaat. Kennis over en inzicht in belangrijke waarden en normen en weten hoe daarnaar te handelen, zijn voorwaarden voor samenleven. Respect en tolerantie zijn er verschijningsvormen van. Bij het leren kennen van de wijze waarop mensen hun omgeving inrichten, spelen <u>economische, politieke, culturele, technische en sociale aspecten</u> een belangrijke rol. Het

	gaat daarbij om datgene wat van belang is voor betekenisverlening aan het bestaan, om <u>duurzame ontwikkeling, om (voedsel)veiligheid en gezondheid en om technische verworvenheden</u>. Bij het oriënteren op de natuur gaat het om jezelf, om dieren en planten en natuurverschijnselen. Bij de oriëntatie op de wereld gaat het om de vorming van een wereldbeeld in ruimte en tijd. Leerlingen ontwikkelen een geografisch wereldbeeld aan de hand van gebieden en met behulp van <u>kaartvaardigheden</u>. Ze ontwikkelen een historisch wereldbeeld. Dat betekent dat ze kennis hebben van historische verschijnselen in delen van de wereld en van chronologie. Leerlingen leren hun wereldbeeld (over henzelf en de wereld) aan de hand van actuele onderwerpen voortdurend 'bij de tijd' te brengen. Waar mogelijk worden onderwijsinhouden over mensen, de natuur en de wereld <u>in samenhang</u> aangeboden. Dit komt het 'begrijpen' door leerlingen ten goede en draagt voorts bij aan vermindering van de overladenheid van het onderwijsprogramma. Ook <u>inhouden uit andere leergebieden</u> worden betrokken op de 'oriëntatie op jezelf en de wereld'. Te denken valt aan het lezen en maken van teksten (begrijpend lezen), het meten en het verwerken van informatie in onder andere tabellen, tijdlijn en grafieken (rekenen/wiskunde) en het gebruik van beelden en beeldend materiaal (kunstzinnige oriëntatie). Onderwijs is er immers vooral op gericht om leerlingen zicht te geven op betekenis en samenhang.
Kerdoelen	Oriëntatie op jezelf en de wereld MENS EN SAMENLEVING 34 De leerlingen leren zorg te dragen voor de lichamelijke en psychische gezondheid van henzelf en anderen. 35 De leerlingen leren zich redzaam te gedragen in sociaal opzicht, als verkeersdeelnemer en als consument. 36 De leerlingen leren hoofdzaken van de Nederlandse en Europese staatsinrichting en de rol van de burger. 37 De leerlingen leren zich te gedragen vanuit respect voor algemeen aanvaarde waarden en normen. 38 De leerlingen leren hoofdzaken over geestelijke stromingen die in de Nederlandse multiculturele samenleving een belangrijke rol spelen, en ze leren respectvol om te gaan met seksualiteit en met diversiteit binnen de samenleving, waaronder seksuele diversiteit. 39 De leerlingen leren met zorg om te gaan met het milieu. NATUUR EN TECHNIEK 40 De leerlingen leren in de eigen omgeving veel voorkomende planten en dieren onderscheiden en benoemen en leren hoe ze functioneren in hun leefomgeving. 41 De leerlingen leren over de bouw van planten, dieren en mensen en over de vorm en functie van hun onderdelen. 42 De leerlingen leren onderzoek doen aan materialen en natuurkundige verschijnselen, zoals licht, geluid, elektriciteit, kracht, magnetisme en temperatuur. 43 De leerlingen leren hoe je weer en klimaat kunt beschrijven met behulp van temperatuur, neerslag en wind.

	44 De leerlingen leren bij producten uit hun eigen omgeving relaties te leggen tussen de werking, de vorm en het materiaalgebruik. 45 De leerlingen leren oplossingen voor technische problemen te ontwerpen, deze uit te voeren en te evalueren. 46 De leerlingen leren dat de positie van de aarde ten opzichte van de zon, seizoenen en dag en nacht veroorzaakt. RUIMTE 47 De leerlingen leren de ruimtelijke inrichting van de eigen omgeving te vergelijken met die in omgevingen elders, in binnen- en buitenland, vanuit de perspectieven landschap, wonen, werken, bestuur, verkeer, recreatie, welvaart, cultuur en levensbeschouwing. In ieder geval wordt daarbij aandacht besteed aan twee lidstaten van de Europese Unie en twee landen die in 2004 lid werden, de Verenigde Staten en een land in Azië, Afrika en Zuid-Amerika. 48 Kinderen leren over de maatregelen die in Nederland genomen worden/werden om bewoning van door water bedreigde gebieden mogelijk te maken. 49 De leerlingen leren over de mondiale ruimtelijke spreiding van bevolkingsconcentraties en godsdiensten, van klimaten, energiebronnen en van natuurlandschappen zoals vulkanen, woestijnen, tropische regenwouden, hooggebergten en rivieren. 50 De leerlingen leren omgaan met kaart en atlas, beheersen de basistopografie van Nederland, Europa en de rest van de wereld en ontwikkelen een eigentijds geografisch wereldbeeld. TIJD 51 De leerlingen leren gebruik te maken van eenvoudige historische bronnen en ze leren aanduidingen van tijd en tijdsindeling te hanteren. 52 De leerlingen leren over kenmerkende aspecten van de volgende tijdvakken: jagers en boeren; Grieken en Romeinen; monniken en ridders; steden en staten; ontdekkers en hervormers; regenten en vorsten; pruiken en revoluties; burgers en stoommachines; wereldoorlogen en holocaust; televisie en computer. De vensters van de canon van Nederland dienen als inspiratiebron voor de behandeling van de tijdvakken. 53 De leerlingen leren over de belangrijke historische personen en gebeurtenissen uit de Nederlandse geschiedenis en kunnen die voorbeeldmatig verbinden met de wereldgeschiedenis.
--	--

Bijlage 3 Aspecten van W&T in de kerndoelen speciaal onderwijs

Overzicht van de kerndoelen speciaal onderwijs (nl/ml) met de voor W&T relevante onderdelen uit de preambule (uit het besluit van de WEC-Raad) en de karakteristiek waarin aanknopingspunten zijn onderstreept die voortvloeien uit de begripsbepaling W&T. Toegevoegd zijn de voor W&T relevante leergebiedoverstijgende kerndoelen en de kerndoelen voor OJW.

Preambule	UIT: BIJLAGE 1 BIJ BESLUIT KERNDOELEN WEC De eerste generatie kerndoelen speciaal onderwijs met uitzondering van kerndoelen voor zeer moeilijk lerende leerlingen of meervoudig gehandicapte leerlingen. <i>Preambule</i> Deze kerndoelen zijn van toepassing voor het onderwijs aan leerlingen met een enkelvoudige beperking en/of stoornis in de basisschoolleeftijd, met uitzondering van zeer moeilijk lerenden. Het onderwijs aan deze groep leerlingen bevordert <u>brede vorming</u>. Het onderwijsaanbod richt zich in elk geval op de emotionele en de verstandelijke ontwikkeling, op het <u>ontwikkelen van creativiteit</u>, het verwerven van kennis en van sociale, culturele en lichamelijke vaardigheden. Het onderwijs gaat er mede vanuit dat de leerlingen opgroeien in een multiculturele samenleving. Het onderwijs omvat waar mogelijk in <u>samenhang</u>: zintuiglijke oefening, lichamelijke oefening, Nederlandse taal, rekenen en wiskunde, enkele kennisgebieden (waarbij in elk geval aandacht besteed wordt aan aardrijkskunde, geschiedenis, de natuur, waaronder biologie, maatschappelijke verhoudingen, waaronder staatsinrichting en geestelijke stromingen), expressieactiviteiten (waarbij in elk geval aandacht wordt besteed aan de bevordering van het taalgebruik, tekenen, muziek, handvaardigheid, spel en beweging) en bevordering van de sociale redzaamheid (waaronder gedrag in het verkeer, bevordering van gezond gedrag). De kerndoelen zijn een operationalisering hiervan. Het geheel van kerndoelen geeft een beeld van het inhoudelijk aanbod van het onderwijs. De kerndoelen zijn ingedeeld in leergebiedoverstijgende en leergebiedspecifieke kerndoelen. De leergebiedoverstijgende kerndoelen zijn gegroepeerd in de volgende thema's: zintuiglijke en motorische ontwikkeling, <u>sociaal-emotionele ontwikkeling</u>, <u>leren leren</u> en <u>omgaan met media en technologische hulpmiddelen</u>. De thema's ruimtelijke oriëntatie en mobiliteit en praktische redzaamheid zijn specifiek van toepassing voor leerlingen met een visuele beperking, leerlingen met een lichamelijke beperking en langdurig zieke leerlingen.
-----------	--

	De leergebiedspecifieke kerndoelen zijn ingedeeld in Nederlandse taal, Engels, Friese taal, rekenen/wiskunde, oriëntatie op jezelf en de wereld, kunstzinnige oriëntatie en bewegingsonderwijs. Kerndoelen geven een beschrijving van de kwaliteiten van leerlingen op het gebied van kennis, inzicht en vaardigheden die de overheid minimaal belangrijk acht voor leerlingen. Kerndoelen omschrijven het eind van een leerproces, niet de wijze waarop ze bereikt worden. Om de leerlingen in staat te stellen die kwaliteiten te verwerven, is de school verantwoordelijk voor het aanbieden van een passend onderwijsaanbod. Dit aanbod dient te worden afgestemd op de ontwikkelingsmogelijkheden van de leerling en is zo ingericht dat de leerling een ononderbroken ontwikkelingsproces kan doorlopen. De kerndoelen zijn richtinggevend voor de scholen bij het maken van hun keuzes over hun onderwijsprogramma, maar bieden de scholen gelijker tijd voldoende ruimte om hun onderwijsactiviteiten tegemoet te laten komen aan de individuele mogelijkheden en beperkingen van de leerlingen. De grote verscheidenheid tussen leerlingen maakt deze vrijheidsgraden noodzakelijk. Kerndoelen doen bijvoorbeeld geen uitspraken over de ordening van inhouden, de te volgen didactiek, de keuze voor onderwijsleermiddelen, de vormgeving van het onderwijs, de toekenning van tijd of de keuze voor levensbeschouwelijk onderwijs.
Karakteristiek	Oriëntatie op jezelf en de wereld. In dit leergebied oriënteren leerlingen zich op: • zichzelf, op hoe mensen met elkaar omgaan, hoe ze <u>problemen oplossen</u> en hoe ze zin en betekenis geven aan hun bestaan. • de natuurlijke omgeving en op verschijnselen die zich daarin voordoen. • de wereld, dichtbij, veraf, toen en nu en maken daarbij gebruik van cultureel erfgoed. Ontwikkelingsbehoefte Belangrijk is dat leerlingen geprikkeld worden tot <u>nieuwsgierigheid</u>. Dat ze op zoek gaan om zichzelf en <u>de wereld te leren kennen en te verkennen</u>. Die ontwikkelingsbehoefte is een aangrijpingspunt voor dit leergebied. Tegelijk stelt de samenleving waarin leerlingen opgroeien haar eisen. Leerlingen vervullen nu en straks taken en rollen, waarop ze via onderwijs worden voorbereid. Het gaat om rollen als consument, als verkeersdeelnemer, als burger in een democratische rechtstaat. Kennis over en inzicht in belangrijke waarden en normen, en weten hoe daarnaar te handelen, zijn voorwaarden voor samenleven. Respect en tolerantie zijn er verschijningsvormen van. Bij het leren kennen van de wijze waarop mensen hun omgeving inrichten spelen <u>economische, politieke, culturele, technische en sociale aspecten</u> een belangrijke rol. Het gaat daarbij om het verlenen van betekenis aan het bestaan, <u>duurzame ontwikkeling, (voedsel)veiligheid en gezondheid en technische verworvenheden</u>.

	Oriënteren op de natuur en de wereld Bij het oriënteren op de natuur gaat het om jezelf, om dieren en planten en natuurverschijnselen. Bij de oriëntatie op de wereld gaat het om de vorming van een wereldbeeld in ruimte en tijd. Leerlingen ontwikkelen een geografisch wereldbeeld aan de hand van gebieden en met behulp van kaartvaardigheden. Ze ontwikkelen een historisch wereldbeeld. Dat betekent dat ze kennis hebben van historische verschijnselen in delen van de wereld en van chronologie. Leerlingen leren hun wereldbeeld (over henzelf en de wereld), aan de hand van actuele onderwerpen, voortdurend 'bij de tijd' te brengen. Waar mogelijk wordt de inhoud van lessen over mensen, de natuur en de wereld in <u>samenhang</u> aangeboden. Dit is beter te begrijpen voor leerlingen en zorgt ervoor dat het onderwijsprogramma niet wordt overladen. Ook <u>stof uit andere leergebieden</u> wordt betrokken op de 'oriëntatie op jezelf en de wereld'. Dit geeft leerlingen zicht op betekenis en samenhang. Te denken valt aan informatie uit de volgende leergebieden: • Begrijpend lezen: het lezen en maken van teksten. • Rekenen/wiskunde: het meten en het verwerken van informatie in onder andere tabellen, tijdlijn en grafieken. • Kunstzinnige oriëntatie: het gebruik van beelden en beeldend materiaal.
Kerdoelen	Leergebiedoverstijgende kerndoelen [.....] Sociaal gedrag 3. De leerlingen leren naar algemeen geaccepteerde normen en waarden omgaan met anderen en leren samenwerken aan een gezamenlijke taak of gezamenlijk spel en leren omgaan met conflictsituaties. Leren leren 4. De leerlingen leren belangstelling te hebben voor de wereld om hen heen, deze leren deze gemotiveerd onderzoeken en daarin taken uitvoeren, waarbij ze gebruik maken van informatie, strategieën en vaardigheden en ze leren reflecteren op eigen handelen. Omgaan met media en technologische hulpmiddelen 5. De leerlingen leren omgaan met media en technologische hulpmiddelen, waaronder hulpmiddelen en aanpassingen voor de beperking, die de redzaamheid vergroten. [.....] Oriëntatie op jezelf en de wereld MENS EN SAMENLEVING 49. De leerlingen leren zorg te dragen voor de lichamelijke en psychische gezondheid van henzelf en anderen. 50. De leerlingen leren zich redzaam te gedragen in sociaal opzicht, als verkeersdeelnemer en als consument. 51. De leerlingen leren hoofdzaken van de Nederlandse en Europese staatsinrichting en hun rol als burger.

52. De leerlingen leren zich te gedragen vanuit respect voor algemeen aanvaarde waarden en normen.
53. De leerlingen leren hoofdzaken over geestelijke stromingen die in de Nederlandse multiculturele samenleving een belangrijke rol spelen, en ze leren respectvol om te gaan met verschillen in opvattingen van mensen.
54. De leerlingen leren met zorg om te gaan met het milieu.
55. De leerlingen leren gebruik maken van organisaties en personen die belangrijk zijn voor de dovensamenleving en het culturele erfgoed van doven en leren zich oriënteren op de bijdrage die zij op verschillende gebieden kunnen leveren aan de dovensamenleving.

NATUUR EN TECHNIEK

56. De leerlingen leren in de eigen omgeving veel voorkomende planten en dieren onderscheiden en benoemen en leren hoe ze functioneren in hun leefomgeving.
57. De leerlingen leren over de bouw van planten, dieren en mensen en over de vorm en functie van hun onderdelen.
58. De leerlingen leren onderzoek doen aan materialen en natuurkundige verschijnselen, zoals licht, geluid, elektriciteit, kracht, magnetisme en temperatuur.
59. De leerlingen leren hoe je weer en klimaat kunt beschrijven met behulp van temperatuur, neerslag en wind.
60. De leerlingen leren bij producten uit hun eigen omgeving relaties te leggen tussen de werking, de vorm en het materiaalgebruik.
61. De leerlingen leren oplossingen voor technische problemen te ontwerpen, deze uit te voeren en te evalueren.
62. De leerlingen leren dat de positie van de aarde ten opzichte van de zon leidt tot natuurverschijnselen, zoals seizoenen en dag-/nachtritme.

RUIMTE

63. De leerlingen leren de ruimtelijke inrichting van de eigen omgeving te vergelijken met die in omgevingen elders, in binnen- en buitenland, vanuit de perspectieven landschap, wonen, werken, bestuur, verkeer, recreatie, welvaart, cultuur en levensbeschouwing. In ieder geval wordt daarbij aandacht besteed aan twee lidstaten van de Europese Unie en twee landen die in 2004 lid worden/werden, de Verenigde Staten en een land in Azië, Afrika en Zuid-Amerika.
64. Leerlingen leren over de maatregelen die in Nederland genomen worden/werden om bewoning van door water bedreigde gebieden mogelijk te maken.
65. De leerlingen leren over de mondiale ruimtelijke spreiding van bevolkingsconcentraties en godsdiensten, van klimaten, energiebronnen en van natuurlandschappen zoals vulkanen, woestijnen, tropische regenwouden, hooggebergten en rivieren.
66. De leerlingen leren omgaan met kaart en atlas, beheersen de basistopografie van Nederland, Europa en de rest van de wereld en ontwikkelen een eigentijds geografisch wereldbeeld.

TIJD

67. De leerlingen leren gebruik te maken van eenvoudige historische bronnen, zoals aanwezig in ons cultureel erfgoed, en ze leren aanduidingen van tijd en tijdsindeling te hanteren.

	68. De leerlingen leren over kenmerkende aspecten van de volgende tijdvakken: jagers en boeren; Grieken en Romeinen; monniken en ridders; steden en staten; ontdekkers en hervormers; regenten en vorsten; pruiken en revoluties; burgers en stoommachines; wereld-oorlogen en Holocaust; televisie en computer. De vensters van de canon van Nederland dienen als inspiratiebron voor de behandeling van de tijdvakken. 69. De leerlingen leren over de belangrijke historische personen en gebeurtenissen uit de Nederlandse geschiedenis en kunnen die met voorbeelden verbinden aan de wereldgeschiedenis.
--	--

Bijlage 4 Domeinen voor Nederlands

Algemene omschrijvingen van het 1F-niveau van de domeinen voor Nederlands*.

Domein	Algemene omschrijving	Niveau 1F	Niveau 2F
<i>Mondelinge vaardigheid</i>	Gesprekken	Kan eenvoudige gesprekken voeren over vertrouwde onderwerpen in het dagelijks leven op en buiten school.	Kan gesprekken voeren over alledaagse en niet alledaagse onderwerpen uit dagelijks leven, werk en opleiding. Kan uiting geven aan persoonlijke meningen, kan informatie uitwisselen over vertrouwde onderwerpen en gevoelens onder woorden brengen.
	Luisteren	Kan luisteren naar eenvoudige teksten over alledaagse, concrete onderwerpen of over onderwerpen die aansluiten bij de leefwereld.	Kan luisteren naar teksten over alledaagse onderwerpen, onderwerpen die aansluiten bij de leefwereld van de leerling of die verder van de leerling af staan
	Spreken	Kan in eenvoudige bewoordingen een beschrijving geven, informatie geven, verslag uitbrengen, uitleg en instructie geven in alledaagse situaties in en buiten school.	Kan redelijk vloeiend en helder ervaringen, gebeurtenissen, meningen, verwachtingen, gevoelens onder woorden brengen uit het alledaagse leven of interessegebied.
<i>Leesvaardigheid</i>	Lezen zakelijke teksten	Kan eenvoudige teksten lezen over alledaagse onderwerpen en over onderwerpen die aansluiten bij de leefwereld.	Kan teksten lezen over alledaagse onderwerpen, onderwerpen die aansluiten bij de leefwereld van de lezer en over onderwerpen die verder van de lezer afstaan
	Lezen fictionele en literaire teksten	Kan jeugdliteratuur belevend lezen.	Kan eenvoudige adolescentenliteratuur en zeer eenvoudige volwassenenliteratuur belevend en herkenkend lezen.
<i>Schrijfvaardigheid</i>	Schrijven	Kan korte, eenvoudige tekstenschrijven over alledaagse onderwerpen of over onderwerpen uit de directe leefwereld van de schrijver.	Kan samenhangende teksten schrijven met een eenvoudige, lineaire opbouw, over uiteenlopende vertrouwde onderwerpen binnen school, werk en maatschappij.

*: Het 1F-niveau is het niveau dat 75% van de leerlingen in het primair onderwijs beheerst. Daarbij wordt gestreefd om leerlingen die eerder dan in groep 8 op 1F functioneren, verder te brengen naar het volgende niveau 2F. (Expertgroep Doorlopende Leerlijnen Taal en Rekenen, 2008a, p. 25-26).

Bijlage 5 Subdomeinen voor rekenen

Algemene omschrijvingen van de subdomeinen voor rekenen en wiskunde op 1F-niveau*.

Subdomein	Algemene omschrijving	Niveau 1F
Getallen	A Notatie, taal en betekenis	Uitspraak, schrijfwijze en betekenis van getallen, symbolen en relaties Wiskundetaal gebruiken
	B Met elkaar in verband brengen	Getallen en getalrelaties Structuur en samenhang
	C Gebruiken	Memoriseren, automatiseren Hoofdrekenen (notaties toegestaan) Hoofdbewerkingen (+, -, ×, :) op papier uitvoeren met gehele getallen en decimale getallen Bewerking met breuken (+, -, ×, :) op papier uitvoeren Berekeningen uitvoeren om problemen op te lossen Rekenmachine op een verstandige manier inzetten
Verhoudingen	A Notatie, taal en betekenis	Uitspraak, schrijfwijze en betekenis van getallen, symbolen en relaties Wiskundetaal gebruiken
	B Met elkaar in verband brengen	Verhouding, procent, breuk, decimaal getal, deling, 'deel van' met elkaar in verband brengen
	C Gebruiken	In de context van verhoudingen berekeningen uitvoeren, ook met procenten en verhoudingen
Meten en Meetkunde	A Notatie, taal en betekenis	Maten voor lengte, oppervlakte, inhoud en gewicht, temperatuur Tijd en geld Meetinstrumenten Schrijfwijze en betekenis van meetkundige symbolen en relaties
	B Met elkaar in verband brengen	Meetinstrumenten gebruiken Structuur en samenhang tussen maateenheden Verschillende representaties, 2D en 3D
	C Gebruiken	Meten Rekenen in de meetkunde
Verbanden	A Notatie, taal en betekenis	Analysen en interpreteren van informatie uit tabellen, grafische voorstellingen en beschrijvingen Veel voorkomende diagrammen en grafieken
	B Met elkaar in verband brengen	Verschillende voorstellings-vormen met elkaar in verband brengen Gegevens verzamelen, ordenen en weergeven Patronen beschrijven
	C Gebruiken	Tabellen, diagrammen en grafieken gebruiken bij het oplossen van problemen Rekenvaardigheden gebruiken

*: Leerlingen in groep 8 voor wie het 1F-niveau het optimum is, stromen doorgaans door naar vmbo-bb en -kb. De streefkwaliteit 1S is bedoeld voor leerlingen in groep 8 met een rekenpotentie voor vmbo-t en havo-vwo (Expertgroep Doorlopende Leerlijnen Taal en Rekenen, 2008a, p. 50). Voorbeelden van 1F- en 1S-niveau zijn opgenomen in *Over de drempels met rekenen* (Expertgroep Doorlopende Leerlijnen Taal en Rekenen, 2008b).

Bijlage 6 Evalueren van vaardigheden en houding

Voor het evalueren van de brede ontwikkeling van leerlingen, met name hun vaardigheden en houding, zijn gedragsindicatoren beschreven. Voor het observeren van kinderen tijdens de les is een observatieformulier voor de leraar ontwikkeld (volgende pagina) (Kemmers, Klein Tank & Van Graft, 2007).

V: Vaardigheden		
	Doel	Als indicator zien we dat leerlingen:
V1	Vragen stellen	zich inleven in problemen; ideeën opperen; vragen formuleren; experimenten herkennen als bron van antwoord; voorspellingen doen
V2	Experimenteren	inzien dat volgorde van handelen belangrijk is; werken met hulpmiddelen; variabelen toepassen; handelingen herhalen; overeenkomsten en verschillen, herhaling en patronen constateren
V3	Verwerken en concluderen	waarnemingen opschrijven, vertellen, tekenen; als dan relaties aangeven; waarnemingen in juiste volgorde beschrijven; verslag doen van waargenomen feiten; argumenteren
V4	Ontwerpen	eenvoudige problemen verwoorden; een oplossing met impliciete eisen formuleren; producten categoriseren naar gebruiksomgeving en functie
V5	Maken	al doende oplossing uitvoeren; materialen onderscheiden op basis van eigenschappen; ervaring opdoen met gereedschappen; onderdelen van een oplossing/product kennen
V6	Gebruiken	op oplossingen en producten reflecteren en beoordelen; eenvoudige producten uit- en in elkaar zetten; energiebronnen gebruiken
H: Houding		
	Doel	Als indicator zien we dat leerlingen:
H1	Cognitief-kritisch	hoofd- en bijzaken onderscheiden; iets over het onderwerp vertellen; met aandacht de omgeving waarnemen.
H2	Nieuwsgierig	meer willen weten van onbekende, tegenstrijdige en mysterieuze dingen en gebeurtenissen; zoeken naar nieuwe uitdagingen.
H3	Creatief	verrassende oplossingen bedenken; op originele wijze gebruik maken van verworven vaardigheden en inzichten.
H4	Sociaal-emotioneel	initiatief nemen tot samenwerking; volhardend zijn; op hun beurt wachten; hulp vragen en accepteren als hij er zelf niet uitkomt.

[illegible]

Bijlage 7 Concepten / begrippen bij W&T

Deze lijst geeft een overzicht van begrippen die bij onderwijs in OJW aan de orde kunnen komen. In de kolommen is aangegeven bij welk vak of thema dat over het algemeen gebeurt (aardrijkskunde [AK], geschiedenis [GS], natuur en techniek [NT], mens en samenleving [MS]) en tot welk kerndoel of kerndoelen het behoort. Uit de tabel is op te maken dat veel begrippen bij verschillende vakken aan de orde kunnen komen. De samenhang binnen het leergebied OJW wordt daardoor zichtbaar. Groepering, ordening en volgorde in het overzicht zijn niet bindend. Deze kennislijst is dan ook bedoeld als werkdocument bij de invulling en uitwerking van de leerlijnen.

<i>concepten en onderliggende begrippen</i>	<i>vak</i>	<i>kerndoel po</i>
AARDE		
Positie in het heelal	– zonnestelsel	AK, GS, NT 46, 52/53
	– draaiing om de zon en om de eigen as	AK, NT 46
	▪ schijngestalten van de maan	
	– tijdsindeling	GS, NT 51, 46
	– ruimte-indeling	AK, NT 46, 47, 49,50
Bouw van de aarde	– atmosfeer	AK 49, 50
	– gesteente	AK 47
	– water	AK, GS 48, 49, 50
	▪ grondwater	
	▪ rivieren en meren	
	▪ zeeën en oceanen	
	▪ waterkringloop	
	– biosfeer	AK, NT 40, 49
	– natuurlandschap	AK, NT 40, 48, 49
Processen van de aarde	– endogene kracht	AK 49, 50
	▪ vulkanisme	
	▪ plattectoniek	
	– exogene kracht	AK 48, 49, 50
	▪ afzetting	
	▪ erosie, verwerking	
	– natuurramp	AK 49
Weer en seizoenen	– weeraspect	AK, NT 43, 49, 50
	– lucht	AK, NT 42, 43
	– weersverwachting	AK, NT 43, 49, 50
Klimaat	– klimaattype	AK 49, 50
	– klimaatkenmerk	AK 43, 49

NATUUR**Levende natuur**

Biologische eenheid	– cel	NT	41
	– orgaan	NT	41
	– organisme	NT	40, 41
	▪ plant, dier en mens ▪ levenskenmerk		
Instandhouding	– stofwisseling	MS, NT	34, 41
	▪ vertering en uitscheiding		
	▪ ademhaling en bloedsomloop		
	– stevigheid	NT	41
	– gezondheid	MS, NT	34, 41
	▪ voeding		
Interactie	– aanpassing	NT	40, 41
	– waarneming	NT	40, 41
	▪ zintuigen		
	– beweging	MS, NT	34, 40, 41
	– gedrag	MS, NT	34, 35, 37, 38, 39, 40
Voortplanting	– levenscyclus	NT	41
	▪ voortplanting		
	– seksualiteit	MS, NT	34, 35, 38, 41
	– erfelijkheid	NT	41
Evolutie	– fossiel	NT	40
Evenwicht	– ecosysteem	AK, NT	40, 41, 47
	– voedselrelaties	AK, NT	40, 41, 47, 49
	▪ relatie tussen plant, dier, de mens en de omgeving		
	– duurzaamheid	AK, MS, NT	39, 40, 47, 49

Niet-levende natuur

Materiaal	– materiaal, stof, mengsel, ingrediënt	AK, GS, MS,	42, 44, 45, 49,
	▪ materiaaleigenschap	NT	52
	▪ materiaalverandering		
	– materiaalgebruik	GS, MS, NT	39, 44, 45, 52
Energie	– energiebron	AK, GS, MS,	39, 42, 44, 45,
	▪ energievorm	NT	49, 52
	▪ energieverbruik		
	– energieomzetting		
	– warmtebron	NT	42, 44, 45
	– warmtegeleiding en -isolatie	NT	42, 44, 45

<i>concepten en onderliggende begrippen</i>		<i>vak</i>	<i>kerndoel po</i>
Elektriciteit	– elektriciteitsbron	AK, GS, NT	42, 44, 49, 52
	– stroomkring	NT	42, 44, 45
	– elektriciteitsgeleiding en –isolatie	NT	42, 44, 45
Magnetisme	– magnetisch veld	NT	42, 44
	– elektromagneet	NT	42, 44, 45
Geluid	– geluidsbron	NT	42, 44, 45
	– geluidstrilling	NT	42, 44
	– geluidshinder	AK, MS, NT	35, 42, 47
	– gehoorschade	MS	34
	– geluidsgeleiding en –isolatie	NT	42, 44, 45
Licht	– lichtbron	GS, NT	42, 52, 53
	– lichtstraal	NT	42
	– weerkaatsing of doorlaten van licht	NT	42, 44, 45
	– lens	MS, NT	34, 42, 44, 45
Kracht en beweging	– soorten van krachten	AK, NT	42, 44, 45, 49
	– eigenschappen van krachten	NT	42, 44, 45
	– beweging	NT	42, 44, 45

MENS/MAATSCHAPPIJ

Bevolking	– bevolkingsgroep	AK, GS	49, 50, 52
	– bevolkingsontwikkeling	AK, GS	49, 52
	– geboorteoverschot	AK	49,52
	– sterfteoverschot	AK	49, 52
	– leeftijdsopbouw	AK	49, 52
	– welvaart	AK, GS	47, 52
	– welzijn	AK, GS, MS	35, 35, 37, 38, 47
Wonen	– bevolkingsspreiding	AK, GS	49, 52
	– locatie	AK, GS	49, 52
	▪ nomadisch bestaan		
	▪ vestigen in dorp, stad		
	▪ ontstaan van steden		
	– migratie	AK, GS	49, 52
Inrichting ruimte	▪ verstedelijking		
	▪ ontvolking		
	– woonruimte	AK, GS, NT	44, 45, 49, 52
	– cultuurlandschap	AK, GS	47, 48, 50, 52
	– infrastructuur	AK, GS, NT	44, 45, 47, 48, 50, 52
	▪ transport van mens, goederen, energie, data, water		
Grens en identiteit	▪ kunstwerken, wegen en leidingen		
	– stad en dorp	AK	47
	– openbare voorziening	AK	47
	– internationalisering	AK, GS, MS	36, 37, 38, 47, 49, 50, 52
	▪ expansie, ontdekkingsreizen		
	▪ globalisering en wereldeconomie		
	▪ samenwerkingsverbanden en verdragen, o.a. Verenigde Naties, Europa, NAVO		
	– cultuur en taal	AK, GS, MS	36, 37, 38, 47, 49, 50, 52
	▪ (massa)media en sociale media		
	▪ kunstuiting		
	▪ taal, dialect		
	▪ erfgoed		
	▪ multiculturaliteit		
	– schrijven/schrift	GS	53

<i>concepten en onderliggende begrippen</i>	<i>vak</i>	<i>kerndoel po</i>
Bestaansmiddelen		
– jagen en verzamelen	GS	52
– landbouw	AK, GS, MS, NT	39, 40, 47, 52
▪ tuinbouw en veeteelt, bosbouw, visserij		
▪ telen, fokken, vangen, productie		
– productie	AK, GS, NT	45, 47, 52
– transport	AK, GS, NT	45, 47, 49, 52
– industrie	MS, NT, AK, GS	39, 44, 45, 47, 49, 52
▪ grondstoffen, industriële revolutie		
– dienstverlening	NT, AK, GS	44, 45, 47, 52
– consumptie	MS	35
– werk en beroep	MS, NT, AK, GS	35, 45, 47, 52
▪ ambachten		
▪ werkomstandigheden		
Samenleving		
– maatschappelijke positie	AK, GS	47, 52
▪ slavernij, hofstelsel en horigheid		
– staatsinrichting en staatsvormen	MS, GS	36, 38, 52
▪ Nederlandse staat,		
▪ republiek		
▪ monarchie		
– besturen	MS, AK, GS	36, 37, 38, 47, 52
▪ burgerlijk bestuur		
▪ democratie, parlement		
▪ besturen van Nederland en Europa		
▪ kolonialisme		
– macht	MS, AK, GS	36, 37, 38, 47, 52
▪ vrede		
▪ oorlog, revolutie, overheersing, vervolging		
▪ Eerste en Tweede wereldoorlog		
▪ Koude oorlog		
▪ polderen		
– levensbeschouwing	MS, AK, GS	36, 38, 49, 52
▪ geestelijke stromingen		
▪ ontstaan en verspreiding van godsdiensten zoals christendom en islam		
▪ reformatie, humanisme en atheïsme		
– wetenschap	AK, GS, MS	42, 44, 45, 50, 51, 52
▪ kennisontwikkeling		
▪ ontdekkingen		
– duurzaamheid	MS, AK, GS	36, 39, 47, 49, 52
▪ ecologische voetafdruk		
▪ vervuiling, aantasting en uitputting		
▪ bescherming, zorg voor het milieu		

concepten en onderliggende begrippen		vak	kerndoel po
Burgerschap	– (grond)rechten – emancipatie – vrijheid van meningsuiting – onderwijs en opleiding – regels (plichten) – wetgeving, handhaving – leefbaarheid – wereldburgerschap	- GS, MS - GS, MS - GS, MS - GS, MS - MS - GS, MS - AK, MS - AK, GS, MS	36, 38, 52 35, 37, 38, 52 36, 37, 38, 52 36, 37, 38, 52 35, 36, 37, 38 36, 37, 38, 52 37, 38, 39, 49 36, 38, 47, 52
Inrichting tijd	– periodisering – tijdzone	- AK, GS - AK, GS	39, 47, 48, 52 39, 49
Ingrepen in natuurlijke omgeving	– waterbeheer ▪ watergebruik (drinkwater en irrigatie) ▪ bescherming tegen water (Deltawerken) ▪ waterzuivering – grondstofbeheer – natuurbeheer	- AK, GS, MS - AK, MS - AK, MS, NT	39, 47, 48, 52 39, 49 39, 40, 47, 49
Techniek	– functie, werking en vorm – bewerking van materiaal ▪ gereedschap – constructie ▪ stabiliteit en stevigheid – verbinding – overbrenging en beweging ▪ katrollen, tandwielen, hefbomen ▪ hydrauliek, pneumatiek – geautomatiseerd systeem	- GS, NT - GS, NT - GS, NT - GS, NT - GS, NT - GS, NT	44, 45, 52 44, 45, 52 44, 45, 52 44, 45, 52 44, 45, 52 44, 45
Technologie	– uitvinding – technologische ontwikkeling ▪ (bio-)medische technologie ▪ informatie- en communicatietechnologie ▪ logistiek ▪ proces- en voedingsmiddelen technologie ▪ nano- en ruimtevaarttechnologie ▪ huishoudelijke en autotechnologie	- GS, NT - AK, GS, MS, NT	44, 45, 53 34, 39, 41, 42, 45, 47, 52, 53

Bijlage 8 Ondersteuning bij onderwijsvragen van leerlingen nl/ml

Hieronder zijn belangrijke beperkingen beschreven die voorkomen bij leerlingen nl/ml. Daarbij worden vanuit leerlingbehoeften suggesties voor aanpassingen gegeven die leraren kunnen inzetten bij de begeleiding van deze leerlingen bij OOL.

Respons-inhibitie

Sommige leerlingen hebben moeite met na te denken voor ze iets doen, ze zijn impulsief. Dat kan met onderzoeken of ontwerpen heel onhandig en zelfs gevaarlijk zijn omdat ze delen van het proces missen. Deze leerlingen hebben vaak behoefte aan extra afstemming over de stappen die ze gaan zetten. Met de leraar of met een maatje. Het kan goed zijn om met deze leerling een strategie af te spreken hoe ze eerst gaan na denken, daarna opschrijven, tekenen of vertellen wat ze gaan doen. Dit kan visueel ondersteund worden in bijvoorbeeld genummerde kaarten of met behulp van de Maichenbaum methode.

Werkgeheugen

Als leerlingen moeite hebben met het werkgeheugen mag het werkgeheugen, ook wel het kortetermijngeheugen genoemd, niet belast worden met zaken die ook op een andere manier geregeld kunnen worden. Het werkgeheugen kan in feite maar weinig (zeven) items opslaan. Houd de verbale instructie kort en maak alles wat mogelijk is visueel, zodat de leerlingen die zaken niet hoeven te onthouden. Dan is er namelijk meer tijd en ruimte voor onderzoeks- en ontwerpvaardigheden.

Emotieregeling

Onderzoeken en ontwerpen kunnen allerlei emoties oproepen, zoals teleurstelling of boosheid. Leerlingen die extra ondersteuning nodig hebben omdat ze snel ontregeld zijn, hebben baat bij een rustige leraar die begrip heeft en ze helpt om te gaan met die emoties. Daarnaast hebben deze leerlingen ook extra succeservaringen nodig.

Planning van het werk tijdens OOL

Leerlingen nl/ml hebben voor het volgen van stappen in een cyclus visuele ondersteuning nodig. Door inzichtelijk te maken wat, wanneer en waar iets van ze verwacht wordt, kunnen ze leren gebruik te maken van een plan en leren ze uiteindelijk ook zelf te plannen. Dat geldt ook voor taakinitiatie (op tijd en efficiënt aan een taak beginnen). Een time-timer, zandloper of klokje kan helpen om te tijd te structureren. Het efficiënt starten van een onderzoekje of het maken van een product, kan door met de leerling vóór de stappen door te nemen en deze zo nodig te visualiseren met een lijstje of pictogrammen.

Organisatie

Sommige leerlingen werken niet overzichtelijk. Ze zijn steeds alles kwijt en het organiseren van hun werk kost ze moeite. Leer ze te ordenen door steeds samen te checken, wat en wanneer iets nodig is tijdens het uitvoeren van het onderzoek of het ontwerp.

Time management

Leerlingen kunnen vaak niet inschatten hoe lang ze over iets doen. Met OOL kan de leerling daar gefrustreerd over raken. Ze zijn niet op tijd klaar en komen steeds tijd te kort. Deze leerlingen vragen om ondersteuning, zodat ook zij op tijd een resultaat kunnen halen. Ze kunnen in kleinere stappen, door bijvoorbeeld vaker te checken, of met hulp van een kookwekker of mobieltje kortere tijdsperioden maken om toch hun doel te leren halen.

Vragen stellen

Deze leerlingen hebben soms moeite met vragen stellen. Ze kunnen deze vaardigheid leren door met hulpmiddelen, bijvoorbeeld een kleurensymbool, aan te geven dat ze niet verder kunnen met hun onderzoek of ontwerp.

Concentratie

Leerlingen die snel zijn afgeleid, hebben baat bij een rustig maatje of werken meer geconcentreerd op een rustige plaats in de klas. Als het onderzoek of het oplossen van een probleem aansluit bij de belevingswereld van de leerling zal de concentratie meestal sterker zijn. Als dat niet het geval is, kan het onderzoek of het oplossen van het probleem worden ingedeeld in kleinere stappen. Dat werkt meestal motiverend omdat het werk afgewisseld kan worden met ontspanning, maar toch steeds wordt afgesloten met een behaald doel.

Doelgericht gedrag

Het kunnen formuleren en realiseren van een doel is voor een aantal leerlingen moeilijk. NI/ml-leerlingen gaan soms aan de haal met hele andere dingen. Leer ze focussen en geef ze tussendoor extra feedback door heel kort te checken of ze nog op het rechte pad zitten. Het maken van een (stappen)plan helpt om meer doelgericht te werken. Dat geeft ook leerlingen met weinig doorzettingsvermogen steun.

Flexibiliteit

Soms lukken onderzoekjes niet door materiaal- of tijdgebrek of omdat iets kapot gaat. Niet alle leerlingen gaan daar gemakkelijk mee. Spreek daarom tijdens het onderzoeken of ontwerpen af wat er kan gebeuren en wat er eventueel fout kan gaan. Van fouten maken leer je. Bied de leerlingen een veilige omgeving waarin dit kan.

Metacognitie

Niet voor alle leerlingen is het eenvoudig om te begrijpen wat en hoe ze kunnen leren. De zorg voor een effectieve instructie waarin kennis wordt opgehaald, aangevuld met nieuwe kennis en waarin het leren wordt geëvalueerd, kan zorgen voor een actief en constructief leerproces.

Intelligentie

Onderzoeks- en ontwerpvaardigheden hebben onder andere te maken met intelligentie. Afhankelijk van de mate van intelligentie zal een leerling niet, minder of meer in staat zijn om een onderzoek op te zetten. Ze kunnen wel een onderzoek op hun niveau uitvoeren en resultaten verwerken. Ze zijn in staat om concrete conclusies te trekken en deze te presenteren. Leerlingen die moeite hebben met leren en/of een lager IQ hebben, zijn niet altijd in staat om onderzoeksvragen te bedenken en uit te voeren. Afhankelijk van hun verbale en performale vermogens kunnen zij meestal wel *wat*, *waar* en *wie* vragen stellen, ze hebben meestal meer moeite met *hoe* en *waarom* vragen.

Leerlingen met een motorische intelligentie zijn meestal wel in staat om al handelend oplossingen te bedenken. Door leerlingen een onderzoek aan te bieden in de naaste zone van hun ontwikkeling en door een concreet probleem aan te reiken dat aansluit bij hun belevingswereld, is de kans op succes meestal groter. Er liggen ook mogelijkheden op gebied van didactiek en werkvormen. De doelen kunnen worden beperkt en in plaats van zelf vragen en antwoorden te bedenken, kunnen er ook keuzemogelijkheden worden geboden. Afhankelijk van hun intelligentie en bijbehorende minder ontwikkelde planningsvaardigheden, hebben leerlingen bij de verschillende stappen in OOL ondersteuning nodig. Dit kan in de vorm van ondersteuning waarbij de leraar in het begin veel begeleiding aanbiedt en deze tijdens het proces langzaam afbouwt. Leerlingen leren meestal ook van samenwerken met een leerling die qua niveau handiger en intelligenter is.

Samenwerken

Leerlingen die vanuit een beperking/stoornis of fysieke handicap, deze vaardigheid missen, kunnen meestal wel onder begeleiding samenwerken. In enkele gevallen, bijvoorbeeld wanneer leerlingen voortdurend hinder hebben van andermans gedrag of zelfs van iemands aanwezigheid, kunnen ze beter in hun eentje een onderzoek uitvoeren. Denk bijvoorbeeld aan leerlingen met klassiek autisme.

Soms helpt het ook om leerlingen partieel te laten deelnemen. Dit kan worden opgenomen in het plan van aanpak. Het verdient wel aanbeveling om in de presentatie de groepsdynamiek te laten terugkomen en de leerling hierin een plek te geven.

Meestal is de groepssamenstelling van invloed op het gedrag van de leerlingen. Het kan positief werken maar soms ook negatief, bijvoorbeeld als leerlingen impulsief of druk zijn of als een leerling geïrriteerd is door een ander. Houd hier rekening mee.

Handelingen vanuit fysieke problemen

Er zijn leerlingen die beperkt worden door een lichamelijke handicap of langdurige ziekte, visuele problemen hebben of problemen met hun gehoor of met hun spraak en/of taalontwikkeling. Afhankelijk van de mate waarin dit zich manifesteert en waarover onderzoeken en ontwerpen gaan, kan dat wel of niet problemen opleveren. Deze fysieke beperkingen zijn zó verschillend per leerling, dat het niet zinvol is om dit te gaan benoemen en uit te werken. Leerlingen met een fysiek probleem kunnen onderzoek doen dat rekening houdt met hun mogelijkheden. De begeleiding richt zich dan vooral daarop en ondersteunt de leerling in het proces met de juiste en met eventueel aangepaste middelen.

Taal

Vanuit verschillende achtergronden kunnen leerlingen problemen hebben met taal. Omdat taal in alle stadia van OOL nodig is kan dit voor problemen zorgen. Sommige zijn relatief makkelijk op te lossen. Voor kinderen met dyslexie kan een spellingsprogramma worden ingezet, en leerlingen die het Nederlands niet als moedertaal hebben kunnen met hulp en door vertalingen ook gewoon meedoen aan OOL.

Bij taalontwikkelingsstoornissen ligt dat anders. Zowel taalproductie als taalbegrip kunnen zwak zijn. Moeite met spreken en begrijpen van taal, spelling en lezen kan leiden tot leerproblemen en belemmert OOL wanneer vaardigheden aan bod komen als onderzoeksvragen stellen, programma van eisen formuleren, schriftelijke en verbale informatie verwerven, redeneren en begrijpen en verwerken.

Afhankelijk van de zwaarte van deze beperking kan OOL worden aangeboden op een meer gesloten, gestructureerd of een begeleid niveau in plaats van in een open setting. De open vorm van OOL, waarbij leerlingen geheel zelfstandig werken, is waarschijnlijk te hoog gegrepen, tenzij het onderzoek eenvoudig van aard is of vooral praktisch inzicht vraagt.

Een advies op maat

In samenwerking met ouders, school, leerling en begeleiders kunnen passende doelen gesteld worden ten aanzien van onderzoekend en ontwerpend leren. Afhankelijk van de onderwijsvraag zal expertise vanuit de verschillende kenniscentra een waardevolle aanvulling kunnen bieden op de ervaring en kennis van alle betrokkenen.

Handelingsgericht werken (HGW)

HGW is een manier van werken waarbij uitgegaan wordt van leerlingkenmerken en factoren die het functioneren van leerlingen kunnen belemmeren of bevorderen. Een leerling met bijvoorbeeld ADHD heeft moeite met systematisch onderzoeken: de leerling is te snel afgeleid en werkt te haastig of te slordig. Belemmerende factoren zijn bijvoorbeeld onhandigheid en het hebben van faalangst. Bevorderende factoren zijn bijvoorbeeld interesse hebben, nieuwsgierig zijn, graag willen knutselen, geïnteresseerde en liefhebbende ouders hebben.

Op basis van een compleet beeld van de leerling kunnen voor W&T doelen worden gesteld die rekening houden met deze kenmerken en factoren. In een plan voor HGW kan een onderwijsaanbod worden geformuleerd dat gericht is op het opwekken van interesses en nieuwsgierigheid bij de leerling. Er kunnen maatregelen worden getroffen die de leerling ondersteunen bij het onderzoeken en ontwerpen, zoals het geven van extra tijd en het creëren van een prikkelarme omgeving.

Als landelijk kenniscentrum leerplanontwikkeling richt SLO zich op de ontwikkeling van het curriculum in het primair, speciaal en voortgezet onderwijs in Nederland. We werken met het onderwijsveld aan de doelen, kaders en instrumenten waarmee scholen hun opdracht vanuit een eigen visie kunnen vervullen.

We brengen praktijk, beleid, maatschappelijke ontwikkelingen en onderzoek samen en stellen onze expertise beschikbaar aan onderwijs en overheid, bijvoorbeeld in de vorm van leerplannen, tools, voorbeeldlesmaterialen, conferenties en rapporten.

slo

slo

Hoofdlocatie
Piet Heinstraat 12
7511 JE Enschede

Nevenlocatie
Aidadreef 4
3561 GE Utrecht

Postadres
Postbus 2041
7500 CA Enschede

T 053 484 08 40
E info@slo.nl
www.slo.nl

 [company/slo](https://www.linkedin.com/company/slo)
 [SLO_nl](https://twitter.com/SLO_nl)