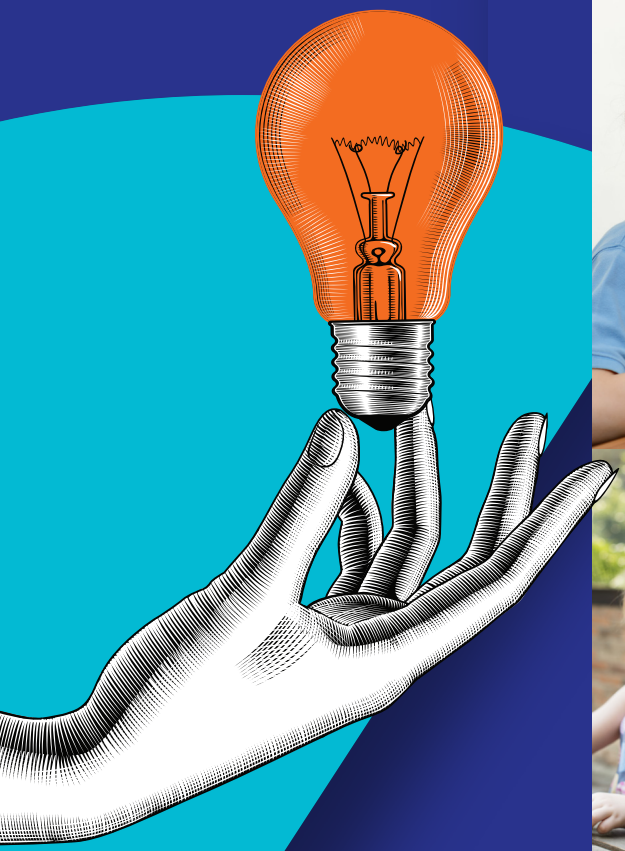
slo / een doordacht curriculum dat doen we *samen*

# Trendanalyse Wetenschap & Technologie

## Ontwikkelingen en uitdagingen bij Wetenschap & Technologie in het basisonderwijs

NOVEMBER 2022



# Trendanalyse Wetenschap & Technologie

## Ontwikkelingen en uitdagingen bij Wetenschap & Technologie in het basisonderwijs

November 2022

slo

een doordacht curriculum
dat doen we *samen*

## Verantwoording

**2022 SLO, Amersfoort**

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:**
Karianne Djoyoadhiningrat-Hol & Martin Klein Tank

**Informatie**
SLO
Postbus 502, 3800 AM Amersfoort
Telefoon (033) 4840 840
Internet: www.slo.nl
E-mail: info@slo.nl

**AN**
9.8046.861

# Inhoudsopgave


**Inleiding** 4

**Waar gaat het om bij W&T?** 6

**Organisatie van de ondersteuning van W&T in Nederland** 9

**Ontwikkelingen in de maatschappij** 11

**Trends bij W&T in het basisonderwijs** 13

**Conclusie** 29

**Bronnen** 31


slo

# Inleiding

Met een piek van 9,7 miljard mensen rond 2064 zijn we eind deze eeuw met ongeveer 8,8 miljard bewoners op deze wereldbol, tegenover bijna 8 miljard op dit moment (Vollset et al., 2020; Scientias, 2020). Al deze mensen hebben drinkwater en voedsel nodig. In Nederland komen daar nog wat uitdagingen bij: de inschatting is dat over minder dan honderd jaar het zeeniveau in Nederland 1,2 tot 2 meter is gestegen en als het smelten van het ijs op Antarctica snel gaat, kan dit oplopen tot 5 meter. Zo'n 50 procent van Nederland staat dan onder water, tenzij we daar nu iets aan doen, er iets op bedenken of voor ontwerpen (IPCC, 2021; Klompmaker, 2012; KNMI, 2021). Daarnaast vergrijst onze bevolking. Dat vraagt onder andere om meer mensen in de zorg of andere creatieve oplossingen om voldoende zorg te kunnen blijven leveren. Ook het coronavirus gaat niet meer weg, voor pandemieën hebben we een lange-termijn-strategie nodig (Putters & Bussemaker, 2022; KNAW, 2022). Nederland heeft de 17 *sustainable development goals* (SDG's), waar deze maatschappelijke uitdagingen onderdeel van uitmaken, niet voor niets getekend als onderdeel van de VN. Al deze maatschappelijke uitdagingen vragen om een generatie die probleemoplossend kan en wil handelen, kennis en kunde heeft van wetenschap en de impact beseft van de uitdagingen waar we voor staan. Bovendien hebben we een generatie nodig die creatief is en technologische oplossingen kan en durft te bedenken en te ontwerpen. De basis hiervoor leggen we in het basisonderwijs, onder andere met Wetenschap & Technologie (W&T). Hier leren kinderen zich te verwonderen over de wereld om hen heen en hoe bijzonder deze in elkaar zit. Door te onderzoeken leren ze deze wereld steeds beter kennen. Daarnaast leren kinderen dat je vooruit mag denken en kunt werken aan het ontwerpen van creatieve oplossingen om het leven makkelijker of een beetje beter te maken. W&T draagt bij aan de nieuwsgierigheid die van nature bij kinderen aanwezig is, behouden blijft en gestimuleerd wordt (Bloem, 2016; Marell, 2017; Platform Samen Onderzoeken, 2022). Kinderen ontwikkelen daarbij een kritische houding en een probleemoplossende en flexibele geest. Dat is niet alleen wat we nodig hebben om ons eigen leven, omgeving en leven van alle dag vorm te geven, maar ook exact wat we de komende decennia keihard nodig hebben om de uitdagingen waar we met z'n allen voor staan het hoofd te bieden.

In dit document nemen we je mee in de trends op het gebied van W&T in het basisonderwijs. Wat is de huidige stand van zaken? Wat gaat goed en wat kan beter?

Diverse experts, pabodocenten en leerkrachten uit het onderwijsveld leverden hiervoor input, mondeling, schriftelijk en via wetenschappelijke publicaties. Hoewel de trends apart worden benoemd, hangen ze natuurlijk ook sterk onderling samen.

## In het kort

De volgende trends zien we bij Wetenschap & Technologie in het primair onderwijs:

- De aandacht voor W&T wordt moeilijker door de afname van aandacht voor wereldoriëntatie.
- De meeste scholen weten dat er aandacht moet zijn voor W&T. Een goede aanpak gaat nog moeizaam.
- Scholen die aan W&T doen, willen er structureel mee aan de slag.
- W&T wordt nog steeds gezien als onderwijsvernieuwing.
- Scholen en instellingen hebben de behoefte om W&T niet alleen te combineren met Natuur & Techniek, maar vaker ook met andere leergebieden.
- Steeds meer scholen ontdekken dat bij W&T alle kinderen kunnen meedoen en dat W&T de sociaal emotionele ontwikkeling stimuleert.
- Bij W&T is er steeds meer nadruk op lokale initiatieven: het bedrijfsleven en andere organisaties maken werk van W&T.
- W&T heeft steeds meer de aandacht van methodemakers en andere aanbieders van leermateriaal.

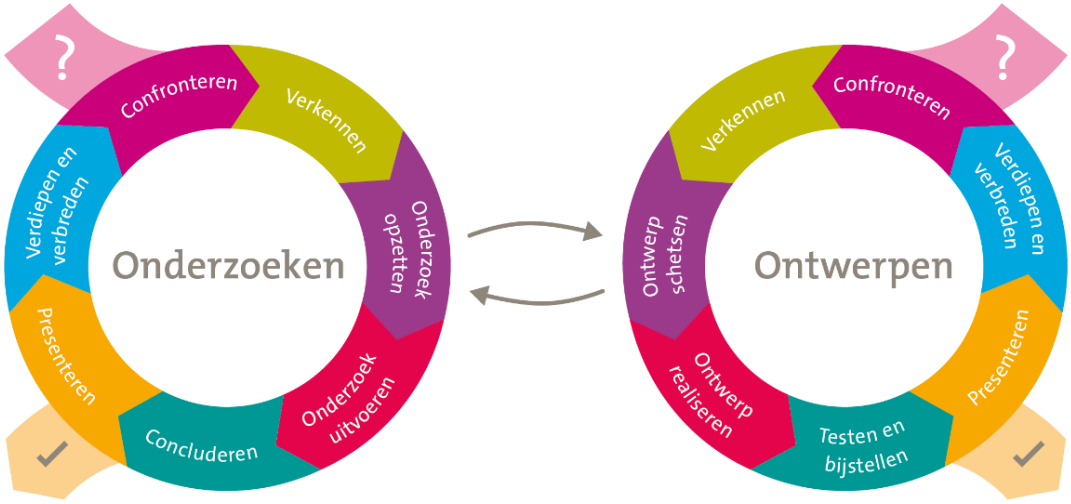
Ondanks alle initiatieven en positieve ontwikkelingen, blijft het een uitdaging om structureel aandacht te besteden aan W&T.

# Waar gaat het om bij W&T?

Bij W&T gaat het om de manier van kijken naar en benaderen van de wereld. Dit doe je door nieuwsgierig te zijn en vragen te stellen, oplossingen te bedenken voor problemen of behoeften en daarbij je eigen creativiteit te gebruiken. Zo leren kinderen over gebeurtenissen, gebieden, organismen, verschijnselen en voorwerpen in de wereld: dichtbij huis en verder weg, vroeger, nu en in de toekomst. Bij W&T zijn verwondering en nieuwsgierigheid het startpunt voor het 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.

## Onderzoeken en ontwerpen

Bij W&T leren leerlingen de kennis en vaardigheden van onderzoeken en ontwerpen en leerlingen bouwen kennis op over zichzelf en de wereld om hen heen. Hiervoor maken ze gebruik van de onderzoeks- en ontwerpcyclus, waarmee ze planmatig onderzoek leren doen en planmatig leren ontwerpen. Dit zie je in figuur 1 (Van Graft & Klein Tank, 2018).




*Figuur 1. Met de onderzoek- en ontwerpcyclus leren leerlingen de fases van onderzoeken en ontwerpen begrijpen en gebruiken.*

Ook leren leerlingen onderliggende vaardigheden bij onderzoeken en ontwerpen zoals het hanteren van verschillende denkwijzen. Leerlingen werken bij W&T aan een nieuwsgierige, kritische en innovatieve houding. In figuur 2 zie je hoe deze componenten bij W&T samenkomen.

*Figuur 2. De componenten van W&T en hun onderlinge samenhang (Van Graft & Klein Tank, 2018).*

Bij W&T onderscheiden we twee invalshoeken met bijbehorende vaardigheden en denkwijzen: de wetenschappelijke invalshoek met de onderzoekspraktijk en de technologische invalshoek met de ontwerppraktijk. In de dagelijkse werkelijkheid komen onderzoeken en ontwerpen vaak samen: onderzoekers onderzoeken niet alleen, maar ontwerpen bijvoorbeeld een experiment of een plan of instrument om hun onderzoek uit te kunnen voeren. Ontwerpers ontwerpen niet alleen, ze onderzoeken ook continu hoe ze hun ontwerp functioneel kunnen maken en of hun ontwerp aan de gewenste eisen voldoet (Van Graft & Klein Tank, 2018).

## Leren onderzoekend en ontwerpend leren

Leerlingen kunnen onderzoeken en ontwerpen gebruiken om te leren over wereldoriëntatie (Oriëntatie op jezelf en de wereld, OJW). Gelijktijdig worden ze vaardiger in onderzoeken en ontwerpen. Wanneer een leerkracht dit bewust gecombineerd inzet, spreken we over leren onderzoekend en ontwerpend leren (LOOL). Onderzoekend en ontwerpend leren kan daarmee ook als didactiek worden ingezet.

Het doen van onderzoek en het maken van ontwerpen is altijd al een vast onderdeel van natuur- en techniekonderwijs in zowel het basis- als voortgezet onderwijs. Sinds 2004 kreeg dit extra aandacht in het basisonderwijs na trajecten als Verbreding Techniek Basisonderwijs (VTB) en het vervolg in VTB pro waarbij de nadruk lag op professionalisering van leerkrachten. In 2013 adviseert een verkenningscommissie het ministerie van OCW om de aandacht voor W&T in het po structureel te vergroten.

In het leerplankader W&T (Van Graft & Klein Tank, 2018) zien we dat W&T-onderwijs en LOOL niet alleen bij natuur- en techniekonderwijs past, maar ook bij aardrijkskunde en soms bij geschiedenis: W&T is breed inzetbaar bij wereldoriëntatie en ondersteunend bij bijvoorbeeld taalontwikkeling.

## Status van W&T

Het advies van de Verkenningscommissie wetenschap en technologie primair onderwijs leidde tot het Nationale Techniekpact (Techniekpact, 2013), een gezamenlijk initiatief van de onderwijssector, het bedrijfsleven en de overheid. Namens de onderwijssector heeft de PO-Raad, die schoolbesturen van basisscholen vertegenwoordigt, dit pact ondertekend. Daarbij is afgesproken dat in 2020 op alle basisscholen structureel onderwijs in W&T wordt aangeboden. Dit sluit aan bij de huidige kerndoelen 42 en 45, waarin expliciet onderzoeken en ontwerpen al worden genoemd.

In de praktijk is een aantal scholen structureel met W&T aan de slag en is de afspraak bij steeds meer scholen bekend. Met een blik op de snel veranderende toekomst, zijn overheid, onderwijs en het bedrijfsleven het erover eens: wetenschap en technologie moeten goed verankerd zijn in het curriculum. Dit vraagt om een stevige plek van W&T in de kerndoelen. Dit kan als in het huidige actualisatietraject van de kerndoelen ook wereldoriëntatie wordt meegenomen.

# Organisatie van de ondersteuning van W&T in Nederland

De implementatie van W&T in het basis- en voortgezet onderwijs wordt ondersteund door zowel landelijk opererende als regionale organisaties. Veel scholen maken op de een of andere manier gebruik van dit aanbod (Techniekpact, z.d.).

## Landelijke ondersteuning

Diverse landelijke organisaties houden zich bezig met het aanjagen van W&T en het ondersteunen van scholen, waaronder:

- Jet-Net & TechNet - landelijk netwerk waarbinnen bedrijven en scholen samenwerken om jongeren zelf de wereld van techniek te laten ervaren. Beheren o.a. de website W&T in de klas.
- TechYourFuture - expertisecentrum voor leren en werken in bèta en technologie.
- Natuur en Techniek in het basisonderwijs - tak voor het primair onderwijs over natuur, wetenschap en techniek van het Nederlands Instituut voor Biologie (NIBI).
- Platform Talent voor technologie - zet haar kennis, expertise en netwerken in op onderwijs- en arbeidsgerelateerde vraagstukken
- (Natuurwetenschappelijke) musea zoals NEMO science museum of Naturalis.

Uit gesprekken met W&T-experts blijkt dat na jaren van verschillende subsidies om W&T te ondersteunen, landelijke organisaties steeds meer moeite moeten doen om overeind te blijven.

## Regionale ondersteuning

In Nederland waren de afgelopen jaren acht regionale W&T-netwerken actief in het primair onderwijs. Deze zijn opgericht vanuit de doelstellingen van het Techniekpact en activeren en stimuleren alle basisscholen om W&T-onderwijs aan te bieden. Deze netwerken hadden een loketfunctie en kunnen scholen helpen bij de vraagformulering en invulling van W&T-onderwijs. Sinds de subsidie hiervoor eind 2020 is gestopt, is de rol en de kracht van de netwerken echter verminderd, staan ze stil en zoeken ze naar overlevingsmogelijkheden, bijvoorbeeld met ondersteuning van de provincie. Hoewel het zijn functie duidelijk heeft laten zien, zijn de netwerken niet duurzaam geworden. In

sommige regio's of lokaal gaan deelnemende partijen zoals het bedrijfsleven, kennisinstituten en middelbare scholen ondertussen wel verder met een W&T stimuleringsprogramma voor scholen in de regio. Voorbeelden hiervan zijn Naturalis met Natuur om de hoek en Verwonder om de hoek, IVN Natuureducatie en diverse maaklabs/ontdeklabs.

## Wetenschapsknooppunten

In het landelijk netwerk wetenschapsknooppunten bundelen universiteiten hun programma's voor het basisonderwijs en onderbouw voortgezet onderwijs. Zo ondersteunen zij onderzoeken en ontwerpen in de onderwijspraktijk. Leraren, wetenschappers en andere belangstellenden kunnen hier terecht voor contacten, lesmateriaal en praktijkvoorbeelden voor inspirerende, leerzame lessen en activiteiten over W&T. De wetenschapsknooppunten hebben als doel het bevorderen van de onderzoekende houding en nieuwsgierigheid van kinderen en (aankomende) leraren. De knooppunten zetten zich in om wetenschappelijke kennis, creativiteit, empathie en probleem-oplossen vanuit alle vakgebieden toegankelijk te maken voor het (basis)onderwijs. Hiervoor hebben ze met name een regionaal aanbod voor scholen. In samenwerking met lerarenopleidingen ondersteunen ze studenten in het begeleiden van leerlingen bij onderzoeks- en ontwerpprojecten. In de afgelopen jaren is *public engagement* zichtbaarder: publieksactiviteiten met aandacht voor Wetenschap & Technologie voor alle lagen van de samenleving.

De wetenschapsknooppunten zijn in 2009 bij de universiteiten opgericht met een landelijke startsubsidie gefinancierd door OCW. Nu is de ambitie dat ze worden voortgezet door de betreffende universiteiten en dat in 2025 alle universiteiten een wetenschapsknooppunt hebben.

# Ontwikkelingen in de maatschappij

Ontwikkelingen in de maatschappij hebben invloed op het onderwijsveld en daarmee ook op W&T. Hieronder staan we kort stil bij deze ontwikkelingen.

## Impact van corona

Uit de eerste voortgangsrapportage van het Nationaal Programma Onderwijs (NPO) blijkt dat vertragingen door corona het grootst zijn bij rekenen, gevolgd door begrijpend lezen en spelling in de onderbouw. Schoolleiders maken zich zorgen over het welbevinden van leerlingen en executieve vaardigheden (NPO, 2021). Uit de onderwijspraktijk horen we dat de focus in het po verschuift naar rekenen en taal: niet alleen bij thuisonderwijs tijdens corona voerden rekenen en taal de boventoon, maar ook zodra de leerlingen weer op school waren, ging veel aandacht naar rekenen en taal. Daarnaast richtte de Staat van het Onderwijs 2021 en 2022 zich op rekenen en taal, en ziet de Inspectie na de coronacrisis de kans om het onderwijs in de basisvaardigheden van rekenen en taal structureel beter te maken. In het coalitieakkoord van 2021 staat dat door middel van een masterplan basisvaardigheden de komende jaren de basisvaardigheden van zowel rekenen en taal als digitale geletterdheid en burgerschap een impuls krijgen. Met de kamerbrief van begin mei 2022 over het masterplan basisvaardigheden heeft de minister voor primair en voorgezet onderwijs dit ook in gang gezet. Door de aandacht voor het versterken van de basisvaardigheden is er een risico dat er minder aandacht is voor onder andere W&T en de wereldoriënterende vakken. Aan de andere kant biedt W&T kansen om de basisvaardigheden juist te versterken.

## Personeelstekort

Het lerarentekort neemt toe en zal de komende jaren blijven toenemen. Dit heeft onder meer gevolgen voor de onderwijskwaliteit en de werkdruk. Aangezien W&T vaak meer voorbereiding vraagt, is het risico dat dit als eerste in de knel komt. Daarnaast zorgt een directeurentekort voor een verminderde aandacht voor W&T en een gebrek aan visie op W&T.

## Aandacht voor formatief evalueren

In de onderwijspraktijk is steeds meer aandacht voor formatief evalueren. Formatief evalueren is bedoeld om leren en ontwikkeling in kaart te brengen. De verzamelde informatie wordt gebruikt om beter onderbouwde beslissingen te nemen over passende vervolgstappen in het leerproces van de leerling en het didactische proces van de docent. Wat we zien is dat het proces van onderzoek doen en ontwerpen van nature aspecten van formatieve evaluatie in zich heeft.

Ook hier is sprake van het maken van stappen, reflecteren op het proces en resultaat en onderbouwde vervolgkeuzes maken. Het bewust zijn van stappen in een proces, onderbouwde beslissingen leren maken over een vervolgstap zoals bij W&T, kan helpend zijn om ook formatief evalueren vorm te geven. Het formatieve proces is geschikt om leerlingen leerstrategieën aan te leveren zoals vooruitkijken, bijhouden, terugkijken. Vaardigheden die leerlingen nodig hebben om uiteindelijk zelfregulerend te kunnen leren en zich een leven lang te kunnen blijven ontwikkelen.

## Emancipatie is nog steeds gaande

In Nederland is emancipatie gaande, onder andere in de techniekssector. Deze is echter nog niet ver genoeg (Geerdink, 2011). Op school wordt de basis gelegd voor W&T. Sterker nog, het is van belang om diverse groepen – en vooral meisjes – op jonge leeftijd kennis te laten maken met W&T, omdat dat de kans vergroot dat ze ervoor kiezen. De directeur van VHTO, Expertisecentrum genderdiversiteit in bèta, techniek en IT, spreekt haar zorgen hierover uit: "Het idee dat je geboren wordt met een wiskundeknobbel of technisch inzicht en dat dat samenhangt met je sekse is zeer hardnekkig aanwezig in de Nederlandse huiskamers, op de crèches en in de klaslokalen. De gevolgen van deze kolossale misvatting zijn niet alleen triest op een individueel niveau, maar ook heel kostbaar voor de samenleving; het potentieel wat daarmee onbenut blijft, is gigantisch. In een tijd waarin de energietransitie vraagt om technisch geschoolde vakmensen en we het ene na het andere algoritme hebben dat discriminerend blijkt te werken, kunnen we ons dit niet meer veroorloven," aldus Sahar Yadegari, directeur VHTO (Yadegari, 2021).

## Meer aandacht voor wetenschap

Vertrouwen in de wetenschap is hoog, maar niet onvoorwaardelijk (Rathenau, 2021). We zien dat er in de maatschappij wordt ingezet op meer kennis en kunde over wat wetenschap is, hoe het werkt en wat we ermee kunnen in onze samenleving: NWO gaat voor het bevorderen van vertrouwen in de wetenschap en wil de samenleving en wetenschap dichter bij elkaar brengen, in december 2021 is een nieuwe bijzondere hoogleraar wetenschapscommunicatie aangesteld, we krijgen een nationaal centrum voor wetenschapscommunicatie en vanaf 2023 profileert het Universiteitsmuseum Utrecht zich tot "*het eerste Onderzoeksmuseum van Nederland*". Met de benoeming van Robbert Dijkgraaf als minister OCW en zijn lezing *Wanneer kennis kritiek wordt*, kan gezegd worden dat ook op politiek niveau de urgentie wordt gevoeld om werk te maken van vertrouwen in de wetenschap.

# Trends bij W&T in het basisonderwijs

In dit hoofdstuk gaan we in op trends die we specifiek zien bij W&T-onderwijs.

## TREND 1: de aandacht voor W&T wordt moeilijker door de afname van aandacht voor wereldoriëntatie

Terwijl de aandacht weer groeit voor wetenschap in de maatschappij, vindt er de laatste jaren op politiek en het bestuurlijk niveau een afname plaats van aandacht voor wereldoriëntatie. Aangezien W&T de inhouden van wereldoriëntatie nodig heeft, wordt W&T hierin meegenomen. Deze ontwikkeling zien we terug in verschillende besluitvormingen:

### Wereldoriëntatietoets afgeschaft

Ten eerste is besloten dat Centrale Eindtoetsen (CE) doorstroomtoetsen worden. Daarmee is de functie van de toets smaller: het gaat alleen nog maar over het schooladvies. De facultatieve wo-toets heeft geen functie bij de advisering en is besloten hiermee te stoppen. In 2023 wordt deze wo-toets voor het laatst afgenomen en er is vooralsnog geen belangstelling bij Cito of bij andere commerciële aanbieders in deze toets.

### Pabo-toelatingstoets wereldoriëntatie verdwijnt

Ten tweede is de pabo-toelatingstoets voor wereldoriëntatie vanaf schooljaar 2022-2023 niet meer doorslaggevend om te mogen starten met de pabo. Met een driejarig experiment wordt onderzocht of meer tijd voor aspirant-studenten om aan de bijzondere nadere vooropleidingseisen te voldoen, de toegankelijkheid van de opleidingen tot leraar basisonderwijs kan verbeteren, zonder dat daarbij de kwaliteit van het onderwijs in het gedrang komt (OCW, 2022). In 2015 was de kwaliteit van leerkrachten een van de redenen om de toelatingstoets in te voeren: zorgen dat studenten met voldoende basiskennis beginnen en daarmee overladenheid verminderen in het eerste jaar van de pabo, kwalitatief hoger geschoolde leerkrachten afleveren en gelijktrekken van alle pabo's, en hiermee de status van de opleiding en het beroep van leerkracht verhogen (SLO, 2013; OCW, 2015).

Sinds de invoering van deze toets voor de poort is het niveau van studenten gestegen, niet alleen van wereldoriëntatie, maar ook bij de wiscat-toets. Verder blijkt dat sinds 2015 de totale instroom naar het tweede jaar lager ligt dan daarvoor. Toetsen voor de poort levert kwalitatief betere aankomende leerkrachten af, maar minder (Bolhaar & Ruiven, 2019).

De wens om iets aan het oplopende lerarentekort te doen is groot. Het is de bedoeling om met de pilot te achterhalen of en welke alternatieve toetsing

binnen de poort voor dezelfde kwaliteit kan zorgen (OCW, 2021). Het is afwachten hoe dit zich verder ontwikkeld. De gesproken experts, diverse pabodocenten en de vakverenigingen VGN, NIBI en KNAG verwachten dat het afschaffen van de toets voor de poort niet alleen meer leerkrachten oplevert, maar ook hetgeen wat men met de invoering juist wilde oplossen: risico op meer overladenheid in het eerste jaar van de pabo, de kans op meer uitval van studenten die het in hun eerste jaar toch niet blijken te redden en lagere kwaliteit van leerkrachten (KNAG, NIBI, VGN, 2022).

### Zorgen: versterken van basisvaardigheden verdringt aandacht voor W&T

Ten derde zien we dat de laatste jaren de pijlen worden gericht op het versterken van de basisvaardigheden van rekenen en taal. Dat blijkt zowel uit de Staat van het Onderwijs 2021 als het Regeerakkoord 2021. De aandacht voor rekenen en taal lijkt ten koste te gaan van aandacht voor wereldoriëntatie, inclusief W&T. Dit is de afgelopen jaren versterkt door corona en het thuisonderwijs. Uit de gesprekken met experts blijkt dat als scholen de basis van taal en rekenen op orde hebben, er ruimte komt om W&T op te pakken en men inzet op brede ontwikkeling. In 2015 sprak de Onderwijsinspectie – in het onderzoek Wereldoriëntatie in de kijker – zich voor het laatst expliciet uit dat leerlingen zich in het basisonderwijs breed moeten ontwikkelen en dat naast taal, lezen en rekenen ook bewegingsonderwijs, kunstzinnige oriëntatie en wereldoriënterende vakken daaraan bijdragen. In de adviezen voor het versterken van de basisvaardigheden van SLO wordt het belang van samenhang tussen taalvaardigheden en wereldoriëntatie benadrukt.

Ook de politieke inzet op de basisvaardigheden van rekenen en taal, burgerschap en digitale geletterdheid zoals in het masterplan basisvaardigheden (OCW, 2022) en de inzet op kansengelijkheid zorgt ervoor dat op pabo's het uitstroomprofiel onderzoekend leren of post-hbo's W&T of OOL niet meer of weinig worden gekozen: in de overladenheid is het moeilijk om de aandacht voor W&T overeind te houden. Parallel hieraan melden meerdere gesproken experts dat de focus van lectoraten verschuift van W&T naar bijvoorbeeld leiderschap, opvoeding of onderwijsvernieuwing.

Deze politieke inzet resulteert in extra zorg bij basisscholen. Er is geen ruimte in het lesrooster om alle leergebieden als losse vakken aan te bieden en leerkrachten overzien de leerlijnen van deze domeinen nog onvoldoende om deze te integreren in thematisch onderwijs, dat steeds vaker onderdeel is van de dagelijkse onderwijspraktijk in het basisonderwijs. Dit lijkt een gemiste kans, aangezien leergebieden als taal, rekenen, burgerschap en digitale geletterdheid zich juist uitstekend lenen voor integratie met W&T en leerlingen de kans biedt

om de wereld om hen heen vanuit meerdere perspectieven en vakinhouden te verkennen en ervaren.

## TREND 2: de meeste scholen weten dat er aandacht moet zijn voor W&T. Een goede aanpak gaat nog moeizaam

### W&T moet aandacht krijgen

Door de activiteiten en de communicatie van het Techniekpact, SLO, regionale netwerken, wetenschapsknooppunten en ondertussen ook aanbieders van methoden voelen veel scholen dat ze een inspanningsverplichting hebben op het gebied van W&T. Waar sommige scholen al een redelijke lijn hebben in de activiteiten voor W&T in hun schoolcurriculum, is dit op andere scholen nog niet het geval. Een van de experts die we spraken, zegt: "W&T wordt bij scholen nog gezien als vrijblijvend. Dit geldt al tien tot vijftien jaar. Ons webinar *Hoe beginnen we met W&T* kun je steeds opnieuw blijven geven. Scholen hebben er weinig focus op, een gedeelde visie van schoolteams op W&T ontbreekt en het wordt niet getoetst." Op scholen met leerkrachten die een post-hbo-opleiding hebben gevolgd op het gebied van W&T, merk je dat het wel leeft. Maar de afnemende aandacht voor W&T in de coronatijd laat nog eens zien dat W&T nog geen vaste plek heeft in het curriculum. Positieve uitzonderingen zijn dan vaak die docenten die het STEAM-lokaal of techniekatelier voor een stichting beheren en daar ook de lessen verzorgen.

Ondanks de instabiele plek van W&T in het onderwijs, dringt de afspraak vanuit het Techniekpact wel door: bij wetenschapsknooppunten, STO's, Jetnet/Technet, pabo's en instanties als TechYourFuture komen steeds meer vragen van scholen binnen. Wat houdt W&T precies in? Waar moeten we aandacht aan besteden? Hoe krijgen we een doorgaande lijn in de school? Wat zijn geschikte materialen of methoden om te gebruiken? Hoe kunnen we ondersteuning krijgen bij de implementatie? Hoe passen we W&T in het curriculum in? Daarnaast is de ervaring dat leerlingen W&T geweldig vinden en draagt het bij aan het opbouwen van een breed beroepsbeeld dat aansluit bij hun talenten. Ook ouders waarderen aandacht voor W&T. Dat blijkt bijvoorbeeld uit de vrijwillige deelname van hun kinderen aan Maakplaats 021.

### Leerkrachten zijn handelingsverlegen

Uit de gesprekken met experts blijkt unaniem dat veel leerkrachten moeite hebben met het verzorgen van W&T-lessen. Ze hebben te weinig kennis over onderzoeken en ontwerpen en hoe je kinderen onderzoekend en ontwerpend kunt laten leren. Dit heeft ook te maken met het feit dat leerkrachten niet altijd veel affiniteit met dit domein hebben. Wat het extra lastig maakt is dat hun

kennis over de wereldoriënterende onderwerpen -die kinderen onderzoeken en waarbij ze ontwerpen- ook beperkt is. Dit leidt tot misvattingen over inhouden, onderzoek doen en ontwerpen. Zo zijn er verschillende vormen van onderzoek: literatuuronderzoek is iets anders dan een experiment uitvoeren. En van de onderzoekscyclus hoef je niet per se altijd alle stappen te doorlopen.

Het blijft vaak bij proefjes doen zonder toelichting en uitleg. En als leerkrachten iets uitleggen, dragen ze soms misconcepten over. Anna Hotze zegt hierover: "Leerkrachten hebben veelal de neiging meer de nadruk te leggen op het 'hands-on' dan op 'minds-on' gedeelte van W&T-activiteiten. Het proces en het eindproduct krijgen de nadruk; terwijl het nadenken over de theorie achter het onderzoek of ontwerp er vaak bij inschiet" (Hotze, 2022). Verder zien leerkrachten te weinig in dat W&T breder is dan wereldoriëntatie. De kennis en inhouden van wereldoriëntatie worden aangevuld met onderzoeken en ontwerpen om zo een onderzoekende houding te stimuleren.

Terwijl de kinderen over het algemeen al van nature geïnteresseerd zijn en onderzoekend en ontwerpend aan de slag willen, is er bij de (aankomende) leerkrachten juist veel aandacht nodig om affiniteit voor W&T te creëren. Sommige opleidingen besteden aandacht aan goed onderwijs in W&T en deze leerkrachten doen het relatief goed in de praktijk.

Ook zijn er pabo's die nascholingstrajecten aanbieden en wetenschapsknooppunten die professionalisering aanbieden voor (aankomende) leerkrachten in het begeleiden van leerlingen bij hun eigen onderzoeks- en ontwerpprojecten. Het animo hiervoor is in de afgelopen jaren teruggelopen. Verder wordt ook onderzocht hoe leerkrachten te ondersteunen in het geven van W&T-onderwijs (Hotze, 2019), welke rol een professionele leergemeenschap (PLG) hierbij kan spelen en welke overige handvatten kunnen zorgen voor een succesvolle implementatie van W&T (TechYourFuture, 2022) en *lesson studies* om te professionaliseren rondom OOL vanuit het internationale Sell STEM project.

### Invloed van subsidiestromen op de focus op W&T

W&T heeft de afgelopen vijftien jaar een boost gekregen door verschillende subsidies en financiële ondersteuning van de overheid. Diverse scholen hebben bijvoorbeeld deelgenomen aan de trajecten VTB (verbreding techniek basisonderwijs), VTB-pro (verbreding techniek basisonderwijs professionalisering) en trajecten met regionale netwerken en kenniscentra in de periode daarna. Hierdoor zijn scholen aan de slag gegaan met W&T, kregen ze middelen om materialen aan te schaffen, ondersteuning bij de implementatie en konden leerkrachten zich professionaliseren. De aandacht voor W&T was in die

jaren aanzienlijk, zeker op de deelnemende scholen. Nu deze subsidies zijn beëindigd is te merken dat, ondanks de impulsen, W&T over het algemeen niet is geborgd in het schoolcurriculum of bij de schoolteams. Op scholen is vaak geen geld meer voor bijvoorbeeld materialen en regionale ondersteunende netwerkinstanties kunnen met moeite hun hoofd boven water houden om scholen te helpen. Volgens de experts leidt de afname van financiële middelen tot een afname van interesse in W&T. Daar komt nog bij dat in de school andere onderwerpen ook om aandacht vragen en waarvoor wél subsidies beschikbaar zijn, zoals burgerschap of muziek. Andere financiële impulsen, zoals NPO, zijn in eerste instantie gericht op taal, rekenen-wiskunde en sociaal emotionele ontwikkeling. Toch biedt dit voor sommige scholen ook een haakje om met W&T verder te gaan (Prima Onderwijs, 2022).

## TREND 3: van hapsnap naar structureel: scholen die aan W&T doen, willen er structureel mee aan de slag

### Hapsnap

Op verschillende plekken in de maatschappij zien we de behoefte om W&T minder incidenteel en meer structureel en schoolbreed aan te pakken. Scholen beginnen vaak met 'even iets doen met W&T' of 'voor de leuk' en maken daarna een beweging naar een doorgaande leerlijn. Onderzoeken bij Gelderse basisscholen (Provincie Gelderland, 2019), basisscholen in Zeeland (Van der Wel, 2020) en Overijssel (TechYourFuture, 2022) laten dit zien. Ook in gesprekken met experts van KWTG, KWTO, TYF en PTvT komt dit naar voren: interessant is dat zowel starters, ontwikkelaars als voorlopers toe zijn aan een volgende stap om W&T-onderwijs structureel in te bedden. Startende scholen staan bekend om hun hapsnap W&T-onderwijs: het is vaak weinig beredeneerd en georganiseerd. W&T-lessen worden incidenteel aangereikt en het aanbod steunt op een leerkracht die initiatief neemt, of op incidentele inhuur. Om zich op de inhoud verder te ontwikkelen, zouden starters zich erop moeten richten om W&T een vaste plek in het curriculum te geven en zo te werken aan een doorgaande leerlijn. Bij scholen die zich al wat verder hebben ontwikkeld, een visie hebben ontwikkeld op W&T en daarnaast tijd, ruimte en middelen beschikbaar hebben, zie je ook dat aan verdere borging kan worden gewerkt. Inhoudelijk hebben deze scholen het thema al wel opgenomen in het curriculum en daarbij een koppeling gemaakt met onderzoekend en ontwerpend leren.

De uitdaging zit vooral in het ontwikkelen van een doorgaande leerlijn, waarbij W&T ook wordt verbonden aan andere vakken en het gehele team en bestuur wordt meegenomen in het proces. Voorlopers hebben W&T opgenomen in het beleid en in het curriculum, meestal in een doorgaande leerlijn, gekoppeld aan

kerndoelen. W&T wordt daarbij verbonden aan andere vakken en – kenmerkend voor dit type scholen – er wordt een sterke relatie gelegd met de methodiek van onderzoekend en ontwerpend leren.

### W&T-bubbels

Wat opvalt is dat er actievere 'W&T-bubbels' zijn, zoals bijvoorbeeld rondom Eindhoven of rondom Saxion Hogeschool. Zo'n bubbel bestaat uit scholen, schoolbesturen alsmede instanties in de directe omgeving die aandacht besteden aan W&T (zie ook trend 7). Daarentegen zijn er ook hele gebieden en schoolbesturen waar W&T niet of nauwelijks leeft. Bij scholen die al aan W&T doen, is behoefte aan ontwikkelen en leren werken vanuit een leerlijn voor W&T en deze structureel in te bedden. Tegelijkertijd geven scholen aan dat de welbekende drempels – tijd, ruimte, financiële middelen, zie trend 2 – blijven bestaan en het zal met minder tot geen subsidie lastiger worden om stappen in W&T-onderwijs waar te maken. De behoefte leeft om W&T nog explicieter terug te zien in de kerndoelen waarmee de inspectie hierop kan controleren. Daarmee wordt W&T verbreed naar echt alle scholen in Nederland.

## TREND 4: W&T wordt nog steeds gezien als onderwijsvernieuwing

Hoewel W&T al jaren aanwezig is in scholen en jarenlang extra gestimuleerd is door het Techniekpact, lijkt het erop dat W&T nog steeds wordt gezien als onderwijsvernieuwing. We zien dit op verschillende manieren terug.

### W&T doet een beroep op kennis en vaardigheden van diverse leergebieden

Bij W&T leer je zowel beginselen van onderzoeken en ontwerpen, als over wereldoriënterende onderwerpen waaraan je onderzoek doet. Dit vraagt om creatief, probleemoplossend en kritisch denken. W&T-onderwijs staat nooit op zichzelf, maar doet op elk moment een beroep op kennis en vaardigheden van wereldoriëntatie of andere leergebieden. Er zijn altijd koppelingen met doelen van andere leergebieden. Bijvoorbeeld met digitale geletterdheid waar het gaat om activiteiten rond programmeren, het digitaal verzamelen van onderzoeksdata, het bouwen van een computersimulatie en het (online) presenteren van onderzoeks- en ontwerpresultaten. Koppelingen met onderwerpen van rekenen-wiskunde zijn er bij het doen van metingen, het omrekenen van gegevens en de gebruikte maatvoering bij het uitwerken van een ontwerp. Verder is het formuleren van een onderzoeksvraag, het verwoorden van het onderzoeksproces en presenteren van resultaten een en al taal. Ook zijn er koppelingen met burgerschap te maken, waar kritisch denken een rol speelt. Daarnaast wordt bij W&T-onderwijs op sociale en executieve vaardigheden een beroep gedaan. Bijvoorbeeld bij het samenwerken in

groepjes, het omgaan met succes of juist de teleurstelling als bijvoorbeeld een experiment mislukt of een ontwerp (nog) niet naar wens werkt.

### Onderzoekend en ontwerpend leren (OOL)

Bij W&T leren leerlingen op een andere en actievere manier dan bij de meeste leergebieden: ze leren namelijk op een onderzoekende en ontwerpende manier. Dit onderzoekend en ontwerpend leren (OOL), maar ook het leren onderzoeken en het leren ontwerpen, is voor veel scholen nog steeds iets nieuws. Het vindt wel meer en meer een plek in het basisonderwijs. Uit onderzoek blijkt dat OOL zelfs kan leiden tot betere leerresultaten dan directe instructie (Lazonder & Harmsen, 2014). Voorwaarde is dat er goede hulp bij geboden wordt. Dan zijn de leeractiviteiten, leerprestaties en leeruitkomsten zichtbaar beter.

Bij OOL heeft de leerkracht een meervoudige rol. Naast uitleg en instructie is dit voor een belangrijk deel het ondersteunen van de leerlingen in hun onderzoek en bij hun ontwerpactiviteiten. Dat betekent ook dat zij, als de leerlingen eraan toe zijn, hen de ruimte geven met minder specifieke aanwijzingen, waardoor ze meer zelf moeten nadenken.

OOL vraagt van leerlingen een andere en meer actieve inhoudelijk geïnteresseerde denkhouding (Tanis et al., 2014). De klas moet gaan functioneren als een onderzoeksgemeenschap: een plaats waar het gezamenlijk denken en gezamenlijke zoektochten van de leerlingen heel gewoon zijn. Bij onderzoekend leren hebben de leraar én de leerling invloed op de richting waarin het onderzoek gaat.

De overgang van een traditionele onderwijssituatie naar OOL kost tijd en vraagt van de leerkracht en leerlingen kennis, gewenning en ervaring. Het begeleiden van leerlingen in het proces van leren 'onderzoekend leren' blijkt een van de meest effectieve strategieën (Lazonder & Harmsen, 2014; Tanis et al., 2014). Leerlingen leren hoe onderzoekers denken en maken zich dit eigen. Naast het leren uitvoeren van de onderzoeks- en ontwerpcycli, wordt OOL nu steeds meer getypeerd als een dialogisch proces dat gekenmerkt wordt door verwonderen, het willen weten, het zoeken van informatie, elkaar becommentariëren, het uitwisselen van ideeën en het raadplegen van bronnen. Bij onderzoekend leren wordt daarmee steeds meer het sociale leren benadrukt (Tanis et al., 2014).

### Samenhang, 21e-eeuwse vaardigheden, contextrijk en actueel onderwijs

W&T heeft een positieve relatie met verschillende andere onderwijsontwikkelingen en versterkt hiermee het onderwijs: samenhangend onderwijs, 21e-eeuwse vaardigheden, contextrijk en actueel onderwijs.

W&T biedt van nature veel mogelijkheden om onderwijs in samenhang aan te bieden. Zeker in tijden waarin vaak wordt geroepen dat het curriculum overvol is, biedt W&T juist nog steeds kansen om dingen aan elkaar te verbinden: dankzij W&T-onderwijs kan inhoudelijke kennis van wereldoriëntatie beter verwerkt worden terwijl leerlingen ook vaardiger kunnen worden in onderzoeken en ontwerpen.

W&T-onderwijs omvat 21e-eeuwse vaardigheden die in een context zijn geplaatst: het doen van onderzoek en het maken van ontwerpen (Klapwijk & Holla, 2018). W&T biedt ook veel aanknopingspunten voor formatief evalueren: leerlingen maken hun leerdoelen helder en geven gericht feedback op hun eigen handelen en dat van medeleerlingen.

Als laatste zien we dat op scholen W&T wordt opgepakt in bredere maatschappelijke thema's zoals energietransitie, klimaatverandering, circulariteit en gezondheidsvraagstukken. Ook de koppeling met de nieuwe leergebieden burgerschap en digitale geletterdheid wordt hier gemaakt. Scholen werken op deze manier continu vanuit rijke en actuele contexten, wat als nieuw wordt ervaren. Vooral de technologie en in het bijzonder de rol van digitale technologie wordt gezien als onderwijsvernieuwing (Hotze, 2018).

### Meer dan alleen kennis

De laatste jaren komt er vanuit scholen de wens om OOL als basisactiviteit op school in te voeren, om kinderen beter uit te rusten voor een technologisch gedreven toekomst (AVS, 2017). Onder namen als Maakonderwijs, Maakkunde en Maak-o-theek spelen verschillende partijen hierop in en bieden ondersteuning met kennis en praktische toepassing om onderzoeken en ontwerpen een vaste plek te geven in het onderwijs.

Door de directe relatie met al deze ontwikkelingen kun je W&T-onderwijs beschouwen als een onderwijsvernieuwing. Kinderen leren over wetenschap en technologie, leren onderzoeken en ontwerpen en leren over onderwerpen waaraan ze onderzoek doen. Maar ze leren ook over en oefenen met kennis en vaardigheden van andere leergebieden zoals taal, rekenen-wiskunde en digitale geletterdheid. En hoewel kennis onmisbaar is, is W&T meer dan alleen maar denken. Het is juist ook doen (Hotze, 2018).

### Duurzame implementatie gewenst

Onderwijsvernieuwing vraagt om een duurzame implementatie. Nog te vaak stopt implementatie als speciale financiering en ondersteuning wegvallen. Een vernieuwing is duurzaam als er school-brede veranderingen optreden in het beleid én de dagelijkse onderwijspraktijk die blijvend zijn, zelfs als bepaalde

personeelsleden de school verlaten. Leerkrachtprofessionalisering van het hele team wordt als een essentiële stap gezien om tot deze blijvende veranderingen in het onderwijs te komen (Hubers, et al., 2020; Rougoor-Fiering & Benes, 2020). Ook landelijk beleid en een rol van de onderwijsinspectie zijn van belang voor structurele borging van W&T. Zie in dit kader ook trend 2.

## TREND 5: scholen en instellingen hebben de behoefte om W&T niet alleen te combineren met Natuur & Techniek, maar vaker te combineren met andere leergebieden

Een kansrijke en effectieve manier om W&T te implementeren is W&T combineren met andere leergebieden. Hierdoor kunnen de leeropbrengsten in de verschillende domeinen worden vergroot, kan er sprake zijn van een rijke leeromgeving en kan er meer tijd voor W&T gecreëerd worden in het curriculum (Rougoor-Fiering & Benes, 2020). Dit is wat we aan combinaties tegenkomen:

### a. Met wereldoriëntatie

Hoewel het overgrote deel van het onderwijs gebruik maakt van methoden, zien we een verschuiving optreden bij wereldoriëntatie naar het werken vanuit thema's (Bakker & Driebergen, 2020; Djoyoadhiningrat-Hol & Klein Tank, 2021). Binnen deze thema's krijgt W&T een plek als onderzoeken en ontwerpen wordt meegenomen bij het uitwerken van de thema's. We zien dat vaker gekozen wordt voor bredere maatschappelijke thema’s waarin de rol van wetenschap en technologie zichtbaar wordt gemaakt. Zo worden aardrijkskunde, geschiedenis, natuur & techniek in gezamenlijkheid aangeboden. Het denken en werken vanuit meerdere vakken en domeinen is echter nog niet vanzelfsprekend voor leerkrachten. Onderzoekend en ontwerpend de wereld ontdekken geeft hier bijvoorbeeld handvatten voor (Rohaan et al., 2022). Immers, basiskennis en -vaardigheden van wereldoriëntatie zijn nodig om W&T goed neer te zetten als leerkracht.

### b. Met de basisvaardigheden Nederlands & rekenen-wiskunde

Veel van de basisvaardigheden taal en rekenen-wiskunde komen bij W&T aan bod. Denk aan het kunnen leggen van verbanden in stukken tekst, het interpreteren en weergeven of aflezen van tabellen en grafieken en het presenteren van resultaten. De tendens is anno 2022 inzetten op het versterken van basisvaardigheden. Het is nog niet vanzelfsprekend voor scholen om basisvaardigheden te combineren met W&T (Boendermaker et al., 2017) en zo te versterken. Om de combinatie van W&T met taal en rekenen-wiskunde goed uit te voeren zijn de afgelopen jaren diverse initiatieven ontplooid door wetenschappers, onderwijsinstituten en methodeontwikkelaars (Platform Bèta

Techniek, 2016; Aalsvoort et al., 2018; Smit et al., 2018; Curriculum.nu, 2019; Meelissen & Weijn, 2020; SLO, 2020; Gijsel et al., 2021).

### c. Met digitale geletterdheid

Onderwijs in digitale vaardigheden is in ontwikkeling om te zorgen dat kinderen digitaal geletterd worden. Als je de inhoud van digitale geletterdheid bekijkt, zie je bij verschillende onderwerpen raakvlakken met W&T. Heel duidelijk is dit waar het gaat over robotica, programmeren en de voorbereidende activiteiten daarvoor met jonge kinderen. Maar ook waar het gaat om digitaal informatie verzamelen bij een onderzoek, digitale verslaglegging en presentatievaardigheden ligt koppeling voor de hand. Steeds vaker zie je dan ook in het onderwijs en in de ondersteuning dat W&T samengaat met digitale geletterdheid (Rougoor-Fiering & Benes, 2020). Wel komt daarbij naar voren dat de aandacht voor W&T en digitale geletterdheid niet gelijk is. Er wordt nogal eens meer nadruk gelegd op digitale geletterdheid met de gedachte daarmee ook voldoende aan W&T te doen. Dit gaat ten koste van W&T-onderdelen die geen directe relatie met digitale geletterdheid hebben, zoals het praktisch onderzoeken van natuurverschijnselen en technische principes.

### d. Met burgerschap

De mondiale uitdagingen waar we voor staan, vragen niet alleen om kennis- en vaardigheden van W&T. Het vraagt ook om kennis van de wereld en burgerschap. De twee hoofdthema's van burgerschap zijn democratie en diversiteit (lees meer op de SLO website). Tegelijkertijd houden scholen nog steeds de ruimte om invulling te geven aan de vormgeving van burgerschap, passend bij hun schoolpopulatie en bij de visie van de school. Zorgdragen voor het milieu is niet nieuw, dit staat in de kerndoelen van 2006. Wel zien we toenemende aandacht voor het ontwikkelen van een democratische houding ten aanzien van mondiale uitdagingen waar we voor staan: leerlingen doen steeds vaker onderzoek naar een wereldprobleem, zoals de energietransitie of plastic soep, en denken en praten daarover mee. Organisaties zetten in op bèta-burgerschap en socio-scientific issues (TechYourFuture, 2021), conferenties voor docenten die burgerschap en het redden van de wereld aankaarten en scholen nemen het belang van W&T voor het ontwikkelen van maatschappelijk betrokken jonge burgers mee in hun visie.

### e. Met kunstzinnige oriëntatie

W&T valt in het buitenland onder de noemer STEM: science, technology, engineering and mathematics. De afgelopen jaren is dat steeds vaker STEAM: science, technology, engineering, arts and mathematics en dat zien we ook in Nederland terug zoals bij LKC Atelier (2021), PTVT (2021), SLO Context (2021), BenQ (2021), RobotWise (2022), Artechlab (2022). Onlangs is bovendien een

nieuwe discipline CASE Centre for arts and sciences education opgezet in Amsterdam. Hier zijn heel veel partners bij betrokken: Amsterdamse Hogeschool voor de Kunsten, ARtechlab, Hogeschool IPABO, HvA en nog vele anderen.

STEAM-onderwijs maakt onderdeel uit van een verandering van traditioneel onderwijs gebaseerd op herhaling en reproductie van kennis, naar onderwijs waarin het proces net zo belangrijk is als het resultaat. Onderzoekend, ontdekkend en ontwerpend leren staat hierin centraal. Recent deden 24 basisscholen mee aan een onderzoeksproject (LKC Atelier, 2021) om te verkennen hoe je meer actualiteit, creativiteit en kritisch denken in de kunstles brengt. Kunst en technologie zit dicht bij elkaar, het kan elkaar versterken. Al vraagt dit nog wel wat kennis, vaardigheden en ervaring van de leerkrachten, zowel op het gebied van kunst als technologie.

## TREND 6: steeds meer scholen ontdekken dat bij W&T alle kinderen kunnen meedoen en dat W&T de sociaal emotionele ontwikkeling stimuleert

Scholen vinden het belangrijk om aandacht te besteden aan de sociaal emotionele ontwikkeling van kinderen. Er is veel aandacht voor het omgaan met jezelf en met anderen, voor samenwerken en samen leren. Bij W&T-lessen komt dit allemaal aan de orde. Kinderen leren samenwerkvaardigheden als ze samen onderzoek doen, taken verdelen en discussiëren. Kinderen leren omgaan met successen, mislukkingen en kritische feedback tijdens hun onderzoeks- en ontwerpactiviteiten (Schut et al., 2020). Onderzoekend en ontwerpend leren doet zo een belangrijk beroep op zelfregulatie (TechYourFuture, 2021). Het sociale aspect komt ook in de literatuur terug bij de definiëring van onderzoekend leren. Furtak noemt dit de sociale dimensie van onderzoek doen (Furtak et al., 2012). Leerlingen verkrijgen bovendien empathie voor en inzicht in anderen waarvoor ze onderzoeken en ontwerpen. Ze oefenen hun vermogen om zich cognitief en emotioneel te verplaatsen in een ander en met een passende reactie te komen.

### Verbazing bij leerkrachten

Regelmatig zijn leerkrachten verbaasd over wat W&T-opdrachten bij kinderen naar boven kan halen. Niet alleen bij (hoog)begaafde kinderen die helemaal opgaan in hun onderzoek en ontwerp, maar juist ook bij kinderen die normaal meer moeite hebben om mee te komen. Zij bloeien op als er bij het onderzoeken en ontwerpen een beroep wordt gedaan op vaardigheden en kennis waarin zij juist goed zijn. Leerkrachten zien soms onvermoede talenten bij kinderen en kinderen ontdekken zelf ook dat ze iets goed kunnen. W&T is er

dus voor iedereen en geeft kinderen gelijke kansen. Iedereen kan meedoen en leert op zijn of haar niveau. Helemaal als er op een goede manier wordt gedifferentieerd. Het is dan ook het beste om niet alleen de betere of snellere leerlingen een onderzoeks- of ontwerpopdracht aan te bieden – iets wat we in de praktijk nog wel eens zien gebeuren – maar alle leerlingen.

### Hands-on, minds-on en sociaal bezig zijn

Het is wel van belang te beseffen dat onderzoekend en ontwerpend leren meer is dan het bevorderen van de sociaal emotionele ontwikkeling van kinderen. Als bij W&T-lessen sociaal-emotionele doelen zoals samenwerken voorop staan, kan dit de inhoudelijke W&T-doelen laten ondersneeuwen. Experts benadrukken dat het er juist om gaat dat kinderen goed hands-on en minds-on bezig zijn en niet alleen om wie met wie goed heeft samengewerkt.

## TREND 7: bij W&T is er steeds meer nadruk op lokale initiatieven: het bedrijfsleven en andere organisaties maken werk van W&T

Waar scholen zo mogelijk nog worden ondersteund door regionale netwerken die veelal nog een relatief groot gebied beslaan (zie Organisatie van de ondersteuning van W&T), zijn er steeds vaker op kleinere schaal initiatieven of de eerder genoemde 'bubbels' waarin schoolbesturen, groepen scholen, met middelbare scholen, bedrijfsleven en andere instellingen samen actief werken aan W&T.

### Lokaal lab of werkplaats

Op verschillende plaatsen, regionaal en lokaal, monden deze initiatieven uit in zogenaamde 'labs' of 'techniekwerkplaatsen'. Onder namen als Diskoever, Magenta, Xpeditielab, Steampoint Meilan, et cetera. ontvangen ze groepen van scholen om ter plekke onder begeleiding aan onderzoeks- maar vooral ook aan ontwerpopdrachten te werken. Ook bieden ze leskisten en soms gastlessen voor binnen de school. Steeds meer scholen maken van dit aanbod gebruik, maar in de meeste gevallen heeft dit (nog) geen structureel karakter en zijn deze activiteiten niet in het schoolcurriculum ingebed. De meeste labs richten zich in hun aanbod op een beperkt aantal aspecten van W&T. Vaak ligt er nadruk op 3D-printers, robotica en andere digitale technologieën. Verschillende experts melden dat, hoewel het op sommige plekken wel goed gaat, de ontwerpvaardigheden, onderzoeksvaardigheden, technieken en technische principes onderbelicht blijven: “het is op een leuke manier kennismaken met techniek en technologie en daar lijkt het vaak bij te blijven.”

De labs komen op de ene plaats voort uit het regionale bedrijfsleven, op andere plaatsen zijn het weer vo-scholen, bibliotheken of opleidingen die hierin investeren. Soms gaan de labs ook samen met andere op onderwijs gerichte initiatieven bijvoorbeeld om te werken aan kansengelijkheid zoals Verwonder om de hoek in de regio Leiden.

Voor een landelijke uitwisseling van de lokale en regionale initiatieven en ervaringen kunnen de regionale steunpunten een goede rol spelen. Ook het Sprong STEM netwerk, dat in 2020 is opgericht, wil ondersteunen bij het delen van regionale aanpakken en ervaringen.

### Sterk Techniek Onderwijs

Steeds vaker is er vanuit het bedrijfsleven en andere organisaties hulp beschikbaar bij de implementatie van W&T op school. Het bedrijfsleven en andere organisaties zien het belang om kinderen W&T aan te bieden, onderzoeks- en ontwerpvaardigheden aan te leren en ze vooral bekend te maken met techniek en technologie. Er is een sterke behoefte om leerlingen zowel op de basisschool als op de middelbare school te stimuleren en te motiveren voor een technische opleiding. En dat is ook voor die bedrijven zelf van groot belang, aangezien er al jaren een tekort is aan technici in de technologische industrie (Metalektro, 2022). Daarom nemen ze het heft in handen en zorgen voor gastlessen op school en uitstapjes van schoolklassen naar hun bedrijf. Ook werken ze samen in lokale of regionale techniekklokalen en met initiatieven voor sterk techniekonderwijs.

In 2018 is de regeling sterk techniekonderwijs (STO) van start gegaan om te komen tot een sterk, dekkend en vernieuwend technisch onderwijs dat in 2024 structureel moet zijn. Naast vmbo en mbo behoort ook het basisonderwijs tot de doelgroep. Verschillende STO's organiseren voor basisscholen activiteiten en workshops of lenen materialen uit.

### Platform Talent voor Technologie

Landelijk werken en investeren technische branches en de overheid (economische zaken) samen in het Platform Talent voor Technologie (PTVT). Zo ondersteunt PTVT bijvoorbeeld het belang van goed onderwijs in exacte vakken en techniek door onderzoek naar bijvoorbeeld de groeiende rol die ict en technologie spelen in het onderwijs en in de zorg.

Via JetNet & TechNet wordt W&T en kennis over techniek in het basis- en voortgezet onderwijs ondersteund, om meer jongeren bewust te laten kiezen voor een technische vervolgopleiding. Dat scholen behoefte en belangstelling hebben aan deze ondersteuning blijkt uit het groeiende aantal aanvragen voor

workshops en hulp bij de implementatie van W&T. Volgens experts moet de vraag daarbij wel uit de scholen komen: "Het bedrijfsleven heeft geld en wil wel, maar weet niet altijd hoe dit het best aan te pakken," aldus een van hen.

### Provincies maken werk van W&T

Verschillende provincies zien het belang om kinderen bekend te maken met W&T en de techniekssector. Zo zorgen de provincies Overijssel, Gelderland en Zeeland ervoor dat alle basisscholen een W&T-scan kunnen doen (in Overijssel het W&T-kompas genoemd). Daarnaast subsidiëren ze W&T-conferenties. De provincie Noord-Holland draagt bijvoorbeeld bij aan het Promotie Evenement Techniek, waarbij in tien regio's van deze provincie leerlingen kennismaken met de 7 werelden van techniek. STEAM Limburg bundelt projecten en initiatieven in Limburg gebundeld zijn. En in Twente is een regionaal techniekpact gesloten met de ambitie om W&T in alle scholen te krijgen binnen dit gebied. Ook een stad als Rotterdam heeft W&T initiatieven op basisscholen financieel ondersteund. Door het land tonen lokale en provinciale politici hun interesse.

### BSO's, bibliotheken en andere initiatieven

Andere organisaties zoals de BSO en bibliotheken besteden ook steeds vaker aandacht aan W&T. Het aanbod van de BSO is alleen buitenschools. Het aanbod van bibliotheken is buitenschools en biedt scholen ondersteuning bij verschillende leergebieden en ook op het gebied van W&T zoals Cubiss en Probiblio. Buitenschoolse activiteiten van bibliotheek en BSO bereiken niet iedereen. Daarnaast zijn de activiteiten niet altijd gratis. Volgens een van de experts gaat dit soms op schaduwonderwijs lijken en draagt dit bij aan kansenongelijkheid. Juist de school zou de plek moeten zijn voor een rijk W&T-aanbod voor alle kinderen. Het lijkt erop dat het reguliere onderwijs hier meer kansen kan benutten. Overigens zijn er ook initiatieven die juist alle kinderen willen bereiken zoals Zabuki in Deventer, Verwonder om de hoek in Leiden, Techniekmenu in Delft, zomerscholen zoals in Utrecht of het Promotie Evenement Techniek in Noord-Holland. Hier kunnen kinderen gratis deelnemen aan activiteiten om ze voor wetenschap te interesseren.

## TREND 8: W&T heeft steeds meer de aandacht van methodemakers en andere aanbieders van leermateriaal

In het Techniekpact (2013) is afgesproken dat Wetenschap & Technologie vanaf 2020 ook in het curriculum van po een vaste plaats heeft. Uitgevers en andere partijen zoals TechYourFuture, Nibi en Nemo Science Museum en de wetenschapsknooppunten spelen hierop in door met speciale lesbrieven, lespakketten, websites (www.natuurwetenschapentechniek.nl), apps (webapp TOOL) of zelfs een methode voor onderzoekend en ontwerpend leren te komen

(Your Turn aan de slag als echte ontwerpers van de TU Delft, Maakkunde van Nemo). Ook Natuur en Milieu Educatiecentra (NME) nemen W&T mee bij vernieuwing van hun lessen en leskisten. Ze spelen in op de behoefte van scholen W&T in te bedden in bestaande activiteiten.

### Elementen van W&T in methoden

De traditionele methodemakers voegen in een nieuwe editie van een bestaande lesmethode elementen van W&T toe. Het gaat hier bijvoorbeeld om onderzoeks- en ontwerpopdrachten voor het natuur en techniekonderwijs (Naut). Sommigen baseren hun leerprincipe op een wetenschappelijk onderbouwde cyclus (Faqta) en anderen laten kinderen zoveel mogelijk zelf op onderzoek uitgaan (Blink). Uitgevers bieden vaak ook de noodzakelijke materialen aan, bijvoorbeeld in de vorm van leskisten om daarmee de leerkracht te ondersteunen en de drempel te verlagen om hiermee aan de slag te gaan.

TechYourFuture heeft in 2020 een analyse gemaakt van zes methoden voor wereldoriëntatie in hoeverre hierin effectieve W&T-kenmerken terugkomen. Ze hebben ook een kijkwijzer ontwikkeld voor scholen om hun eigen methode te analyseren. Uit de analyse blijkt dat methoden wel opdrachten bevatten die de nieuwsgierigheid prikkelen en die aanspraak doen op het onderzoekend en ontwerpend vermogen van de leerlingen. Elementen van onderzoekend en ontwerpend leren komen daarbij meestal terloops en niet in samenhang aan bod (Van der Zee, et al., 2021). Ondersteuning op basis van een methode kan wel helpen. De methode ligt er al en biedt het thema en de opbouw en de woordenschat. De drempel is lager om het zelf uit te voeren en om eventueel ondersteuning te vragen.

Scholen die al wat verder zijn, zijn niet altijd tevreden met wat het oplevert. Ze vinden de opdrachten te gesloten en te weinig onderzoekend. Het geeft teams nog onvoldoende houvast voor meer vrijere vormen van onderzoek, of ondersteuning bij het bedenken van geschikte onderzoeksvragen.
Volgens onderzoekers is het in een methode ook gewenst dat er expliciet aandacht is voor het onderzoeksproces en het ontwerpproces. Hier is nog een ontwikkelslag te maken. Het analysekader van TechYourFuture is hiervoor ook goed te gebruiken (Van der Zee, et al., 2021).

### Vaker thematisch werken

Steeds meer scholen de behoefte hebben om losser van methoden te komen en meer thematisch te werken (Djoyoadhiningrat-Hol & Klein Tank, 2021). Maar het aantal scholen dat ook daadwerkelijk die stap maakt, is nog beperkt. Thematisch werken laat zich prima combineren met de uitgangspunten van W&T. Ook uitgevers merken dit en spelen hierop in. Waar scholen eerder naast

hun methodelessen soms werkten met techniekmiddagen waarbij (groot)ouders een handje hielpen, wordt dit principe nu vaker losgelaten. Sommige scholen vullen zelf hun curriculum voor wereldoriëntatie thematisch in en proberen daarbij W&T te integreren. Het zelf bedenken en uitwerken van thema's kost veel tijd en heeft niet altijd de juist mix van vakinhoud en onderzoeks- en ontwerpvaardigheden. Scholen blijven op zoek naar houvast. Een meer thematisch georiënteerde en geïntegreerde methode met daarin onderzoeks- en ontwerpactiviteiten is dan welkom en deze zijn in opkomst. Kanttekening is weer dat zo'n methode of lespakket op een goede manier door de leerkrachten moet worden ingezet om ervoor te zorgen dat er ook echt sprake is van onderzoekend en ontwerpend leren. Dat betekent dat de praktische onderzoeks- en ontwerplessen niet (kunnen) worden overgeslagen, maar juist door goede uitvoering en begeleiding pas goed tot hun recht komen (zie ook trend 2). Uitgaves voor pabo-studenten spelen hierop in zoals Praktische Didactiek voor Natuur & Techniek en Onderzoekend & ontwerpend de wereld ontdekken.

# Conclusie

Door de uitdagingen waar het onderwijs mee te maken heeft, zoals het oplopende lerarentekort, de uitval van leraren en lessen in de coronatijd, de steeds grotere focus op het versterken van basisvaardigheden van taal en rekenen en de nieuwe leergebieden burgerschap en digitale geletterdheid, is het goed voor te stellen dat er zorgen zijn over de aandacht voor W&T op basisscholen.

## Structureel werken aan W&T

Ondanks alle initiatieven en positieve ontwikkelingen, blijft het een uitdaging om structureel aandacht te besteden aan W&T. Uit verschillende trends blijkt dat de interesse van scholen voor W&T en onderzoeken en ontwerpen wel aanwezig is, maar dat het vaak om praktische redenen lastig is om er ook structureel mee aan de slag te gaan. Leraren hebben W&T nog onvoldoende in de vingers en er is sterke behoefte aan professionalisering op dit gebied. Voor een structurele borging in het curriculum ligt ook daar een uitdaging. Aan de andere kant zijn er veel ontwikkelingen die goede kansen bieden waardoor W&T structureel een plek kan krijgen in het schoolcurriculum. Denk aan de inzet van regionale en lokale initiatieven, het combineren van W&T met wereldoriëntatie en andere leergebieden, de aandacht van methodemakers voor W&T en de inzet van het bedrijfsleven bij W&T onderwijs.

### Verder onderzoek

De trends roepen ook vragen op waar verder onderzoek naar gedaan kan worden, zoals: hoeveel scholen zitten in de startfase, hoeveel hebben zich verder ontwikkeld en hoeveel scholen lopen voorop in Nederland? Wat zorgt voor W&T-bubbels in bepaalde regio’s, wat maakt dat het daar meer leeft op scholen, wat gaat daar goed en wat kunnen anderen hiervan leren? Maar ook, hoe lever je als lerarenopleiding het benodigde aantal leerkrachten af met voldoende W&T kennis en kunde? En meer in het algemeen: hoe kun je de aandacht voor W&T vergroten?

### Het belang van W&T

Het belang van W&T wordt ingezien zowel in het onderwijs als in de maatschappij, er zijn echter nog flinke stappen te maken om W&T structureel onderdeel van het curriculum te laten zijn. De actualisatie van de kerndoelen voor primair onderwijs en onderbouw voortgezet onderwijs kan hieraan bijdragen door een betere wettelijke verankering van W&T. Het is tot die tijd van belang te waken dat W&T bij scholen niet uit beeld raakt en scholen

aandacht geven aan de huidige kerndoelen 42 en 45. Inzetten op W&T in het onderwijs is en blijft, gezien de maatschappelijke uitdagingen waar we voor staan, essentieel.

# Bronnen

De geraadpleegde bronnen bestaan uit (wetenschappelijke) publicaties, websites, experts op het gebied van W&T.

## Geraadpleegde experts op het gebied van W&T:

| | |
|---|---|
| Anika Embrechts | hoofddocent & onderzoeker techniekonderwijs, Saxion, ROC Twente, TechYourFuture<br>onderwijsontwikkelaar en -adviseur, trainer wetenschap en technologie en Digitale geletterdheid, Factory on Fire (eigenaar) |
| Stijn Hendriks | bovenschools onderwijskundig IWT-coördinator, SPOVenray |
| Anna Hotze | lector Wetenschap & Technologie en manager Kenniscentrum, Hogeschool IPABO Amsterdam. |
| Sebastiaan Smit | manager, Platform Talent voor Technologie (Jet-Net TechNet) |
| Symen van der Zee | lector Vernieuwend Onderwijs, Saxion Hogeschool, voorheen lector wetenschap en technologie in het onderwijs |

## Deze trendanalyse is mede tot stand gekomen dankzij reactie op het eerste concept van:

| | |
|---|---|
| Robbert Blanken | opleidingsdocent Natuur, Milieu, Techniek, Marnix Academie, Utrecht |
| Remke Klapwijk | senior onderzoeker ontwerpend leren & creativiteit, TU Delft, Wetenschapsknooppunt |
| Patricia Jansen | vakleerkracht wetenschap & technologie, ibs Okba, Breda |
| Annemarie van Es | specialist STEAM bij De Haagse Hogescholen |
| Rian van Heur | communicatieadviseur & projectmanager VHTO, Expertisecentrum Genderdiversiteit in bèta, techniek en IT |
| Sanne Dekker | hoofd wetenschapsknooppunt Radboud Universiteit, Nijmegen |
| Dave Hanzen | docent-onderzoeker NHL Stenden Hogeschool, Assen |

## Geraadpleegde publicaties en websites


Aalsvoort, van der, G., Zee, van der, S., Wit, de, T. (2018). *Improving science skills by practicing geometry and measurement in Kindergarten*. Early Child Development and Care, volume 190, 2020 issue 4, Pagina 537-548.

AOB. (2021). *Kabinet verlaagt eisen toelating pabo*. Algemene Onderwijsbond. https://www.aob.nl/nieuws/kabinet-verlaagt-eisen-toelating-pabo/

ArtechLAB. (2022). *ArtechLAB Amsterdam*. Breitner Academie. https://www.breitner.ahk.nl/artechlab-amsterdam/

AVS-Onderzoek. (2017). *Werken met onderzoekend en ontwerpend leren vereist scholing leerkrachten*. Algemene Vereniging Schoolleiders. https://avs.nl/actueel/nieuws/werken-met-onderzoekend-en-ontwerpend-leren-vereist-scholing-leerkrachten/

AWVN. (2021). *Recordkrapte: AWVN-ledenonderzoek personeelstekorten*. https://www.awvn.nl/nieuws/persbericht/arbeidsmarktkrapte-ledenonderzoek/

Bakker, A. & Driebergen, M. (2020). Mens en Maatschappij in het basisonderwijs. Domeinbeschrijving ten behoeve van peilingsonderzoek. SLO.

BenQ. (2021). *De STEM van het Onderwijs: Wat is STEAM Education?* B2B Site. https://www.benq.eu/nl-nl/business/resource/trends/steam-onderwijs.html

Bijlsma, H. & Keyser, M, (2021) *Erken de ongelijkheid – de kracht van diversiteit in onderwijsteams*.

Bloem, B. (2016). *Breinprofessor Jelle Jolles: 'Leraren treed buiten je comfortzone en prikkel die nieuwsgierigheid!'* In: PrimaOnderwijs.nl, nr. 1, blz. 10-13. EDG Media.

Bolhaar & Ruiven (2019). *Het effect van bijzondere nadere opleidingseisen op de pabo*. CPB Notitie. https://www.cpb.nl/sites/default/files/omnidownload/CPB-Notitie-13dec2019-Het-effect-van-bijzondere-nadere-vooropleidingseisen-op-de-pabo.pdf

Bomas, E., Koedijk, M. & Lankreijer, B. (2019). *Handreiking ontdeklabs in het onderwijs*. Kennisnet. https://www.kennisnet.nl/app/uploads/kennisnet/publicatie/Kennisnet-handreiking-ontdeklabs-in-het-onderwijs.pdf

Bureau Woordvoering Kabinetsformatie. (2021). *Coalitieakkoord "Omzien naar elkaar, vooruitkijken naar de toekomst"*. Publicatie | Kabinetsformatie. https://www.kabinetsformatie2021.nl/documenten/publicaties/2021/12/15/coalitieakkoord-omzien-naar-elkaar-vooruitkijken-naar-de-toekomst

Casteren, van, W., Cuppen, J., Lodewick, J., Termorshuizen, T. (2019). *Evaluatie vooropleidingseisen pabo*. ResearchNed. https://www.researchned.nl/2019/12/evaluatie-bijzondere-nadere-vooropleidingseisen-pabo/?type=project

Curriculum.nu. (2019). Leergebied Mens & Natuur Voorstel. https://www.curriculum.nu/voorstellen/mens-natuur/

Dijkgraaf, R. (2022). *Wanneer kennis kritiek wordt*. Lezing minister OCW. https://www.rijksoverheid.nl/regering/bewindspersonen/robbert-dijkgraaf/documenten/toespraken/2022/03/11/lezing-wanneer-kennis-kritiek-wordt-door-minister-dijkgraaf-op-11-maart-2022-in-leiden

Djoyoadhiningrat-Hol, K., Klein-Tank, M. (2021). *Mens en Natuur in het basisonderwijs. Domeinbeschrijving ten behoeve van peilingsonderzoek*. SLO. https://www.slo.nl/publish/pages/17445/domeinbeschrijving-mens_natuur-in-het-basisonderwijs.pdf

Furtak, E. M., Seidel, T., Iverson, H., & Briggs, D. C. (2012). *Experimental and quasi experimental studies of inquiry-based science teaching: a meta-analysis*. Review of Educational Research, 82(3), 300e329. http://dx.doi.org/10.3102/0034654312457206.

Geerdink, G. (2011). *Onderwijs in wetenschap en techniek met aandacht voor sekseverschillen*. Netwerk voor Lerarenopleidingen Natuurwetenschappen en Techniek, 2011. http://www.ecent.nl/servlet/supportBinaryFiles?referenceId=3&supportId=2302

Gijsel, M., Hotze, A., & Knoef, M. (2021). Lezen, experimenteren, begrijpend lezen: hoe begrijpend leesonderwijs en W&T-onderwijs elkaar kunnen versterken. Tijdschrift Taal, 11(18), 18-22.

Hotze, A. (2018). *Wetenschap en technologie in het basisonderwijs*. Lectorale rede. iPabo. https://www.ipabo.nl/upload/publicaties/Ass%20Lectoraat%20W&T/Lectorale%20rede%20WT.pdf

Hotze, A. (2022). *Wetenschap en technologie in de klas. Handvatten voor succesvolle uitvoering*. Pica.

Hubers, M. D., Endedijk, M. D., & Van Veen, K. (2020). *Effective characteristics of professional development programmes for science and technology education*. Professional Development in Education. DOI: 10.1080/19415257.2020.1752289.

Intergovernmental Panel on Climate Change (2021). *Climate Change 2021, the physical science basis*. Summary for policy makers, IPCC AR6 WGI. https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/#FullReport

Jet-Net & TechNet. (2019). *Whitepaper beroepsoriëntatie*. Jet-Net & TechNet. https://jet-net.nl/kennisbank/whitepaper-beroepsorientatie/

Kennisportaal klimaatadaptatie (2021). *Nieuw IPCC rapport: temperatuur stijgt sneller dan verwacht*. https://klimaatadaptatienederland.nl/actueel/actueel/nieuws/2021/nieuw-ipcc-rapport/

Klapwijk, R., Holla, E. (2018). *Leidraad onderzoekend en ontwerpend leren*. Herziene uitgave. Wetenschapsknooppunt Zuid-Holland. TU Delft. https://www.wetenschapsknooppuntzh.nl/uploads/Leidraad-onderzoekend-en-ontwerpend-leren-Wetenschapsknooppunt-ZH-2018-1.pdf

Klompmaker, A. (2012). *Vijf meter zeespiegelstijging. En dan?* Nemo Kennislink. https://www.nemokennislink.nl/publicaties/vijf-meter-zeespiegelstijging-en-dan/

KNAG, NIBI, VGN. (2022). *Versoepeling toelating pabo: een klap voor de kwaliteit van leraren*. Brief aan de Tweede Kamer der Staten-Generaal, Vaste commissie voor Onderwijs, Cultuur en Wetenschap. https://geografie.nl/artikel/versoepeling-toelating-pabo-een-klap-voor-de-kwaliteit-van-leraren

KNMI. (2021). *KNMI Klimaatsignaal'21*. https://www.knmi.nl/kennis-en-datacentrum/achtergrond/knmi-klimaatsignaal-21

Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen (2022). Met de Kennis van straks – de wetenschap goed voorbereid op pandemien. Amsterdam.

Kraaijvanger, C. (2020). *Wereldbevolking groeit tot 2064 en neemt daarna af*. Scientias. https://scientias.nl/wereldbevolking-groeit-tot-2064-en-neemt-daarna-af/

Landelijk netwerk universitaire pabo's (2022). https://www.unipa.nl

LKC Atelier. (2021). https://www.lkca.nl/artikel/authentieke-kunsteducatie-primair-onderwijs/

Lazonder, A., Harmsen R. (2014). *Hulp nodig? Een meta-analyse naar de effecten van ondersteuning bij onderzoekend leren*. Nederlandse samenvatting van de NWO PROO review studie "Ondersteuning voor onderzoekend leren bij kinderen en adolescenten: Wat werkt wanneer en waarom?" (dossiernummer 411-12-210). Vakgroep Instructietechnologie, Universiteit Twente. https://www.nro.nl/sites/nro/files/migrate/Effecten-van-ondersteuning-bij-onderzoekend-leren_PROO-review-studie_Nederlandse-samenvatting.pdf

Marell, J. (2017). *Impulsen voor nieuwsgierigheid*. Samen Opleiden. https://www.platformsamenonderzoeken.nl/wetenwatwerkt/wp-content/uploads/sites/3/2021/01/Jos-Marell-Impulsen-voor-nieuwsgierigheid.pdf

Meelissen, M.R.M., Hamhuis, E.R. & Weijn, L.X.F. (2020). Resultaten TIMSS-2019. Universiteit Twente. https://research.utwente.nl/files/247686447/Leerlingprestaties_in_de_exacte_vakken_in_groep_6_van_het_basisonderwijs._Resultaten_TIMSS_2019.pdf

Metalektro. (2022). *Strategische Agenda Metalektro 2022–2027*. FME. https://www.fme.nl/strategische-agenda-metalektro-2022-2027

Nationale Onderwijsgids. (2022). *De aarde is aan het vergaan, maar taal en rekenen zijn het belangrijkst*. NOG Nationale onderwijsgids. https://www.nationaleonderwijsgids.nl/basisonderwijs/nieuws/61306-de-aarde-is-aan-het-vergaan-maar-taal-en-rekenen-zijn-het-belangrijkst.html

Nederlandse Organisatie voor Wetenschappelijk Onderzoek (2019). *NWO Strategie 2019-2022 Verbinden van wetenschap en samenleving*. NWO. https://www.nwo.nl/sites/nwo/files/documents/NWO-strategie-2019-2022.pdf

OCW. (2015). *Brief toelatingstoets pabo*. Referentie 587060. Den Haag: Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap. https://avs.nl/sites/default/files/documenten/artikelen/add/14052014-brief-OCW-aan-scholen-over-nieuwe-toelatingseisen.pdf

OCW. (2021). *Versterken toegankelijkheid pabo*. Referentie 27923-433. Den Haag: Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap. https://www.tweedekamer.nl/kamerstukken/brieven_regering/detail?id=2021Z20298&did=2021D43368

OCW. (2022). Kamerbrief Masterplan basisvaardigheden. Referentie 32650290. Den Haag: Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap. https://open.overheid.nl/repository/ronl-87e80b67638eac706986d2467ba0dbc854000ea7/1/pdf/kamerbrief-masterplan-basisvaardigheden.pdf

OCW. (2022). Kamerbrief Werken in het onderwijs. Referentie 27 923. Den Haag: Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap. https://www.tweedekamer.nl/downloads/document?id=2022D05521

Platform Bèta Techniek (2016). *Taal in context van W&T*. Platform Bèta Techniek, Den Haag. http://www.wetenschapentechnologieindeklas.nl/wp-content/uploads/2019/02/22.-Taal-in-de-context-van-wt.pdf

Platform Samen onderzoeken. (2022). Weten Wat Werkt bij leren ontdekken. https://www.platformsamenonderzoeken.nl/wetenwatwerkt/

Platform Talent voor Technologie. (2021). *Techniek en verbeeldingskracht*. Platform Talent voor Technologie. https://ptvt.nl/actueel/techniek-en-verbeeldingskracht-komen-samen-in-steam-onderwijs/

PrimaOnderwijs. (2022). *Met onderzoekend en ontwerpend leren krijgt sociaal-emotionele ontwikkeling een boost*. https://www.primaonderwijs.nl/verdieping-blogs/met-onderzoekend-en-ontwerpend-leren-krijgt-sociaal-emotionele-ontwikkeling-een-boost

Provincie Gelderland. (2019). *Wetenschap & Technologie in het Gelderse basisonderwijs*. https://ptvt.nl/wp-content/uploads/2019/12/PUBLICATIE-wetenschap-en-technologie-in-het-dna-van-basisscholen.pdf

Putters, K. & Bussemaker, J. (2022). *Briefadvies Sociaal en Cultureel Planbureau en Raad voor Volksgezondheid*. https://www.scp.nl/publicaties/publicaties/2022/01/27/briefadvies-sociaal-en-cultureel-planbureau-en-raad-voor-volksgezondheid--samenleving-inzake-coronabeleid

Rathenau instituut. (2021). *Het vertrouwen in de wetenschap is hoog, maar niet onvoorwaardelijk.* Rathenau instituut. https://www.rathenau.nl/nl/wetenschap-balans/het-vertrouwen-de-wetenschap-hoog-maar-niet-onvoorwaardelijk

RobotWise. (2021). *STEAM education bereidt leerling voor op de toekomst*. https://robotwise.nl/steam-education/

Rohaan, E., Klapwijk, R., Malmberg, T., , & Duijn, van S. (2022). *Onderzoekend en ontwerpend de wereld ontdekken*. Noordhoff.

Rougoor-Fiering, T. & Benes, M. (2020). *W&T in de basisschool. Een koppeling tussen onderzoek en praktijk*. TechYourFuture. https://www.techyourfuture.nl/whitepaper-wt-in-de-basisschool

Schut, A., Mechelen, van M., Klapwijk, R., Gielen, M., & de Vries, M. (2020). Towards constructive design feedback dialogues: guiding peer and client feedback to stimulate children's creative thinking. International Journal of Technology and Design Education, 32 (1), 99-127.

Scientias, (2020). Wereldbevolking groeit tot 2064 en neemt daarna af. https://scientias.nl/wereldbevolking-groeit-tot-2064-en-neemt-daarna-af/

SLO (2013). Naar een instapniveau pabo, Advies inzake bijzondere nadere vooropleidingseisen voor aardrijkskunde, geschiedenis en natuur & techniek. Enschede. https://www.goedvoorbereidnaardepabo.nl/app/uploads/2016/12/Naar_een_instapniveau_PABO_advies_SLO.pdf

SLO (2020). Samenhang in het primair onderwijs (2020). Onderwijsdoelen, inhoudslijnen en voorbeelden. Amersfoort. https://www.slo.nl/thema/meer/samenhang-primair-onderwijs/

SLO-Context. (2021). *De techniek van de kunst en andersom*. SLO. https://www.slo.nl/@15559/techniek-kunst-andersom/

Smit, J., Gijsel, M., Hotze, A., & Bakker, A. (2018). Scaffolding primary teachers in designing and enacting language-oriented sciencelLessons: Is handing over to independence a fata morgana? Learning, Culture and Social Interaction, 18, 72-85. https://doi.org/10.1016/j.lcsi.2018.03.006

Tanis, M., Dobber, M., Zwart, R., van Oers, B. (2014). *Publiekspublicatie op basis van NRO-review naar de rol van de leraar bij onderzoekend leren*. Faculteit der Psychologie en Pedagogiek, Vrije Universiteit Amsterdam. http://www.fi.uu.nl/publicaties/literatuur/2014_oers_onderzoekendleren.pdf

Techniekpact. (2013). *Nationaal techniekpact 2020*. https://techniekpact.nl/artikel/het-techniekpact

Techniekpact. (z.d.). *Monitor*. Techniekpact. Geraadpleegd op 15 maart 2022, van https://www.techniekpact.nl/monitor-techniekpact

Technische Universiteit Eindhoven. (2021). *Nieuwe hoogleraar wetenschapscommunicatie wil mooie kanten laten zien van 'abstracte' natuurkunde*. https://www.tue.nl/nieuws-en-evenementen/nieuwsoverzicht/22-12-2021-nieuwe-hoogleraar-wetenschapscommunicatie-wil-mooie-kanten-laten-zien-van-abstracte-natuurkunde/

TechYourFuture (2018). *Duurzame integratie van W&T in de regio*. TechYourFuture. https://www.techyourfuture.nl/duurzame-integratie-van-wetenschap-en-technologie
*Kennis uit onderzoek: Taal en Technologie*. TechYourFuture. https://www.techyourfuture.nl/publicaties-taal-en-technologie
*Ontluikende gecijferdheid in W&T*. TechYourFuture. https://www.techyourfuture.nl/ontluikende-gecijferdheid-in-verbinding-met-wetenschap-en-techniek
*Taalgericht W&T-onderwijs – een cognitieve analyse*. TechYourFuture. https://www.techyourfuture.nl/taalgericht-wt-onderwijs-een-cognitieve-analyse

TechYourFuture. (2019). *Nieuwsbegrip en W&T*. TechYourFuture. https://www.techyourfuture.nl/nieuwsbegrip-en-wt
*Taal en Technologie.* TechYourFuture. https://www.techyourfuture.nl/tet

TechYourFuture. (2020). *Toerusting van leraren voor geïntegreerd taal en W&T-onderwijs*. TechYourFuture. https://www.techyourfuture.nl/toerusting-van-leraren-voor-geintegreerd-taal-en-wt-onderwijs

TechYourFuture. (2021). *Bevorderen van zelfregulatie bij onderzoekend leren*. https://www.techyourfuture.nl/bevorderen-zelfregulatie-bij-onderzoekend-leren

TechYourFuture (2021). *Kennis uit onderzoek: Samen werken aan Bèta Burgerschap.* TechYourFuture. https://www.techyourfuture.nl/publicaties-samen-werken-aan-beta-burgerschap
*WT implementatie in de regio Enschede*. https://www.techyourfuture.nl/nieuwe-publicatie-wt-implementatie-in-de-regio-enschede

Universiteit Utrecht. (z.d.). *Het onderzoeksmuseum van Nederland*. UMU. https://umu.nl/

Van der Zee, S., Benes, M., Gijsel, M. (2021). *De ontwikkeling van een analysekader voor het evidence informed herontwerpen van W&T-onderwijs*, Velon Tijdschrift voor lerarenopleiders, 42(3) 2021. https://www.techyourfuture.nl/uploads/moxiemanager/Velon_artikel_methodevergelijking_W_amp_T.pdf

Van Graft, M., & Klein Tank, M. (2018). Wetenschap & technologie in het basis- en speciaal onderwijs, Richtinggevend leerplankader bij het leergebied Oriëntatie op jezelf en de wereld. SLO. https://www.slo.nl/publish/pages/3088/wetenschap-en-technologie-in-het-basis-en-speciaal-onderwijs-definitief.pdf

Vollset S.E. et al. (2020). Fertility, mortality, migration, and population scenarios for 195 countries and territories from 2017 to 2100: a forecasting analysis for the Global Burden of Disease Study. Volume 396, issue 10258, p1285-1306. https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736(20)30677-2/fulltext

Wel, van der, J. (2020) *Wetenschap & technologie in het Zeeuwse basisonderwijs*, publicatienummer 20090. Regioplan beleidsonderzoek. https://www.sterktechniekonderwijs.nl/wp-content/uploads/sites/2/2020/11/Eindrapport-def-WT-in-het-Zeeuwse-basisonderwijs-Regioplan-5nov20.pdf

Wessel, T. van, Kleinhans, M.G., Keulen, H. van, & Baar, A. (2014). *Wetenschappelijk onderzoek en technologie vertalen naar onderzoekend en ontwerpend leren in het basisonderwijs*. Universiteit Utrecht. http://www.fisme.science.uu.nl/toepassingen/28231/documents/2014_TvanWessel_etal_WidK.pdf

Wetenschapsknooppunt. (2020). *Focus 2020–2025*. Landelijke wetenschapsknooppunten. https://www.wetenschapsknooppunten.nl/.uc/f9ddba98f0102c993c501191eea0183a44b488e58bb9500/200701-printvriendelijk-wkpn-focus.pdf

Wiskunderaad. (2019). *Deltaplan Wiskunde*. Wiskunderaad. https://www.wiskunderaad.nl/

Wolthof, M. & Smit, W. (2019). *Op reis naar nieuwe bestemmingen*. Jet-Net&TechNet. https://jet-net.nl/kennisbank/op-reis-naar-nieuwe-bestemmingen-duurzame-samenwerking-regionale-betatechniek-netwerken/

Yadegari, S. (2021). Hoe krijgen we meer vrouwen in bèta, techniek en IT? Vijf lessen. https://www.vhto.nl/nieuws/alle-artikelen/hoe-krijgen-we-meer-vrouwen-in-beta-techniek-en-it-vijf-lessen/

Als landelijk expertisecentrum voor het curriculum 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

**Bezoekadres**
Stationsplein 15
3818 LE Amersfoort

**Postadres**
Postbus 502
3800 AM Amersfoort

**T** +31 (0)33 484 08 40
**E** info@slo.nl
**W** www.slo.nl

company/slo
SLO_nl