

## Techniek en technologie

### Ontwikkelingen algemeen

Techniek en technologie worden vaak in één adem genoemd. Toch is het belangrijk te benadrukken wat het verschil is. Techniek gaat over oplossingen voor problemen en voor behoeften die we als mens nodig hebben om te overleven zoals gebruiksvoorwerpen en etenswaren. Technologie is de wetenschap van techniek en richt zich op innovatie waarbij kennis uit verschillende takken van de wetenschap wordt gebruikt (zie [wetenschapentechnologie.slo.nl/over-wetenschap-en-technologie/technologie-vs-techniek](http://wetenschapentechnologie.slo.nl/over-wetenschap-en-technologie/technologie-vs-techniek)).

Techniek en technologie spelen een grote rol in de moderne samenleving. In het dagelijkse leven gebruiken we technologie bijvoorbeeld om voedsel te bereiden en te conserveren, het huis te verwarmen, te communiceren met anderen, ons te verplaatsen en gezond te blijven. Ook op de werkvloer wordt veel technologie gebruikt. Zonder energievoorziening, communicatietechnologie en medische technologie zou de samenleving er heel anders uitzien. Kennis over techniek en technologie is in de moderne samenleving van belang voor elke burger: bij het aanschaffen en gebruiken van producten maar ook om mee te kunnen praten en beslissen over technische ontwikkelingen die grote gevolgen kunnen hebben voor de toekomst, zoals voor het klimaat, het milieu, de gezondheid en de beschikbaarheid van grondstoffen en energie. Ons land heeft ook veel deskundige mensen nodig om technologie te ontwikkelen, toe te passen en te onderhouden.

### Ontwikkelingen in po/so

In alle sectoren van het onderwijs is er toenemende aandacht voor techniek en technologie. Voor het po heeft het ministerie van OC&W met het TechniekPact afgesproken dat basisscholen in 2020 structureel W&T aanbieden en dat leerkrachten beter zijn toegerust op het aanbieden van W&T. In totaal zijn twaalf doelen geformuleerd waaronder ook meer vo-leerlingen die kiezen voor een bètatechnisch profiel, en scholen en bedrijven die regionaal onderwijsaanbod en stageplaatsen afstemmen (<http://www.techniekpact.nl/doelen>). Vanuit curriculair perspectief zijn er diverse initiatieven die invulling geven aan de ambities van het TechniekPact, waaronder de reeds meermalen genoemde leerplanvoorstellen W&T po/so en N&T onderbouw vo, het in ontwikkeling zijn de vak T&T bovenbouw vmbo alsmede de tweede fase vakken NLT en O&O. Daarnaast zijn de VO-HO netwerken ook belangrijk voor de afstemming en samenwerking van vo met en tussen bètatechnische docenten van hogescholen en universiteiten.

In 1993, 1998 en 2006 zijn voor het po/so kerndoelen geformuleerd die betrekking hebben op techniek.

Onderwerpen die daarin genoemd worden zijn:

- materialen: eigenschappen gerelateerd aan toepassingen;
- voorwerpen: vorm gerelateerd aan functie en werking;
- energiebronnen en gebruik: verwarming, verlichting, beweging en in apparaten;
- technische inzichten (constructieprincipes, bewegings- en overbrengingsprincipes): ontwikkelen en toepassen;
- veilig gebruik van stoffen;
- onderzoeken aan materialen en voorwerpen, en aan natuurkundige verschijnselen zoals licht, geluid, elektriciteit, kracht, magnetisme, temperatuur;
- oplossingen ontwerpen voor problemen en deze uitvoeren (producten);
- meetinstrumenten en gereedschap: toepassen en gebruiken.

Vanaf 1998 is de formulering van de kerndoelen globaler geworden teneinde ruimte te creëren voor leraren. Onderwerpen worden niet allemaal even expliciet genoemd en benoemd. Leraren kunnen zich echter laten inspireren door voorbeeldmatige uitwerkingen van de kerndoelen in tussendoelen en leerlijnen ([www.tule.slo.nl](http://www.tule.slo.nl)) en methodes voor natuur- en techniekonderwijs. Ook zijn er in de periode 2000 - 2016 subsidieregelingen geweest voor nascholing van leraren po op dit gebied en voor de aanschaf van materialen. Sinds 2005 hebben de vaardigheden onderzoeken en ontwerpen meer aandacht gekregen. Beide vaardigheden zijn uitgewerkt in het leerplanvoorstel W&T po/so (Van Graft et al., 2016). Daarin wordt de verbinding gemaakt tussen wetenschap en

de wereldoriënterende vakken (biologie, natuurkunde en techniek, aardrijkskunde, geschiedenis). W&T-onderwijs bestaat uit drie componenten.

- Kennis: inhoud van genoemde vakken; het proces van onderzoeken en ontwerpen.
- Houdingsaspecten: waaronder innovatief, creatief; verwondering en nieuwsgierigheid.
- Vaardigheden: waaronder onderzoeken en ontwerpen met als onderliggende vaardigheden, observeren en meten; denkwijzen hanteren, zoals oorzaak-gevolg, vorm-functie, materialen en gereedschap gebruiken.

Bij W&T-onderwijs maken kinderen ook gebruik van basisvaardigheden rekenen/wiskunde (Van Graft, Klein Tank, Tolboom, & Van Zanten, 2016; Jonker & Wijers, 2016) en taal (TechYourFuture, Platform Bèta Techniek, Expertisecentrum Techniek, <http://www.techyourfuture.nl/Nederlands>, 2016). Ook opleidingen hebben W&T opgenomen in hun curriculum om aankomende leraren er vertrouwd mee te maken.

### Ontwikkelingen in onderbouw vo

In het leerplanoorstel N&T onderbouw vo (Ottevanger et al., 2014) wordt ook beschreven wat de doelen kunnen zijn van het vak techniek in de onderbouw. Aangegeven wordt dat het vooral gaat om onderwijs *over* techniek. Daarom wordt gebruikt gemaakt van de term 'technologie' in plaats van 'techniek'. Bij technologie gaat het om kennis en vaardigheden met betrekking tot het bewerken van materialen, energie en informatie om met een bepaalde fysieke structuur (een artefact) een gewenste functie te realiseren. Gezien het feit dat er een grote variatie aan artefacten is die niet allemaal aan bod kunnen komen in het onderwijs, is ook meer generieke kennis van belang: over veel gebruikte technische representaties, de ontwerpcyclus, het functioneren en onderhouden van technische systemen en de maatschappelijke impact op onder meer kosten, gezondheid en duurzaamheid. Bij technologie geldt in sterke mate dat er allerlei dwarsverbanden met andere vakken zijn, zoals natuurkunde: materie, (eigenschappen van) stoffen, energie, licht, geluid en straling, Kracht en beweging; scheikunde: materie, reactiviteit, energie; biologie: ecologie; duurzaamheid; voeding en gezondheid; en fysische geografie: systemen op aarde; menselijke activiteit.

### Ontwikkelingen in bovenbouw vmbo

Sinds schooljaar 2014 ontwikkelt SLO in samenwerking met eerst twaalf en sinds 2016 24 vmbo-pilotscholen het schoolexamen vak T&T. Dit heeft geresulteerd in een concept schoolexamenprogramma en een schoolexamenhandreiking. De pilot moet leiden tot een nieuw schoolvak T&T voor de gemengde en theoretische leerweg van het vmbo. Op grond van de pilots kan het concept examenprogramma nog tot 2018 worden aangepast en wordt de digitale schoolexamenhandreiking uitgebreid met voorbeeldmaterialen en instrumenten. OCW en SLO leiden dit proces. Het nieuwe schoolvak T&T kenmerkt zich door een oriëntatie van leerlingen op zeven beschreven bètawerelden aan de hand van levensechte bèta-technische opdrachten. Deze opdrachten worden (mede) aangereikt door het bedrijfsleven of maatschappelijke instellingen. Hiermee geeft dit vak invulling aan het minder theoretisch vormgeven van de gemengde en theoretische leerweg. Loopbaan- en beroepsbegeleiding vormt een belangrijk onderdeel van dit schoolexamenprogramma. Om de doorlopende leerlijn vanuit het vmbo naar het mbo zichtbaar te maken, is gekozen voor examinering op het niveau van ontwikkeltaken. Vaardigheden als onderzoeken, ontwerpen en ondernemen zijn van belang voor alle leerlingen, op alle niveaus; aandacht voor deze vaardigheden is in lijn met het eindadvies van het platform Onderwijs 2032. In tegenstelling tot het havo en vwo met de vakken NLT en O&O kende de gemengde en theoretische leerweg van het vmbo tot nu geen vak waar leerlingen gericht deze vaardigheden kunnen ontwikkelen. Met het schoolexamen vak T&T is dat nu wel het geval. Vanaf schooljaar 2018-2019 mogen alle scholen in Nederland T&T gaan aanbieden als regulier schoolvak, waarbij het de status krijgt van een praktijkgericht avo-vak.

### Ontwikkelingen in tweede fase

In de tweede fase is NLT is een interdisciplinair profielkeuzevak in de natuurprofielen. Een van de hoofddoelstellingen van NLT is de aantrekkelijkheid van het bètaonderwijs te verhogen en daarmee de instroom in bèta- en technologiestedies te vergroten. NLT draagt hieraan bij door aan te sluiten bij recente snelle ontwikkelingen in wetenschap, technologie en maatschappij. In NLT komt technologie tot uiting binnen het subdomein B2: de wisselwerking tussen natuurwetenschap en technologie. De leerling wordt geacht de ontwikkeling van natuurwetenschappelijke kennis en technologie aan de hand van voorbeelden te beschrijven en

Bron: *Natuurwetenschappelijke vakken, Vakspecifieke trendanalyse 2017*; te raadplegen via <http://natuurentechneek.slo.nl>

toe te lichten. De modulaire opzet van het vak is uitermate geschikt om leerlingen de rol van technologie binnen een concrete actuele vraagstukken te laten ervaren. Het gaat hierbij om de wisselwerking tussen natuurwetenschap en technologie; dat wil zeggen de bijdrage van technologie aan de ontwikkeling van wetenschappelijke kennis én de bijdrage van nieuwe wetenschappelijke kennis aan de vooruitgang in technologie. Een goed voorbeeld is de module *'Lab on a chip'*. In deze module ervaren leerlingen hoe natuurwetenschappelijk onderzoek gebaat is bij een chip waarin op kleine schaal laboratoriumfuncties zijn geïntegreerd. Dit speelt met name een rol bij een effectievere analyse van onderzoek. Anderzijds wordt er in de module ook gereflecteerd op hoe natuurwetenschappelijk onderzoek de productie van deze chips mogelijk heeft gemaakt.

NLT is een schoolexamenvak. Daarmee liggen de doelen dus slechts vast in globale eindtermen. Dit betekent dat er veel vrijheid is bij de invulling van het vak. Dit maakt dat het niet altijd even duidelijk is welke plek technologie heeft binnen het uitgevoerde curriculum. Er zijn wel verschillende redenen om aan te nemen dat technologie een sterke plek heeft binnen het NLT-curriculum: richtlijnen voor ontwikkelaars van NLT-modules om aan te geven hoe de wisselwerking tussen natuurwetenschap en technologie gestalte gaat krijgen binnen het lesmateriaal, betrekken van technisch hoger onderwijs bij het ontwikkelen van lesmaterialen en het professionaliseren van NLT-docenten. Daarnaast geven veel docenten aan de ruimte die NLT biedt te gebruiken om de bèta-technische vaardigheden aan te leren. Denk hierbij aan onderzoeken, ontwerpen en modelleren. Technologie speelt vaak een duidelijke rol wanneer docenten met deze vaardigheden aan de slag gaan. Denk bijvoorbeeld aan het doen van metingen tijdens een onderzoek.

Het beroepsperspectief van technische functies heeft al jarenlang veel aandacht vanuit de centrale overheid via allerlei programma's met als doelstelling om de instroom van technische studie te vergroten (Ministerie van OC&W, 2003). NLT sluit bij deze ambitie aan door de oriëntatie op technische vervolgstudies en beroepen mogelijk te maken en samen te werken met het hoger onderwijs, in lijn met de doelen van TechniekPact ([www.techniekpact.nl](http://www.techniekpact.nl)). NLT geeft scholen een plek in het curriculum om aan deze programma's deel te nemen. Dit blijkt onder meer uit de schoolbezoeken. Veel scholen geven daarin aan NLT in te zetten voor buitenschools leren door bijvoorbeeld excursies naar bedrijven te organiseren (Landelijk Coördinatiepunt NLT, 2014).

Techniek en technologie vormen ook een belangrijk deel van het vak O&O op de technasia. Dit vak is gericht op het enthousiasmeren van leerlingen voor een opleiding of beroep in de technische sector. In de onderbouw vo werken leerlingen meestal aan opdrachten die door bedrijven of instellingen aangedragen zijn. Bij die opdrachten komt vaak aardig wat techniek kijken, maar de focus ligt op het ontwikkelen van competenties als onderzoeker en ontwerper. Zo komt de ontwerpcyclus meestal wel aan de orde, maar die is minder belangrijk dan bijvoorbeeld het ontwikkelen van inventiviteit. De vier kernkwaliteiten die binnen dit vak geformuleerd zijn voor ontwerpen zijn: samenwerken, productgerichtheid, inventiviteit en plannen & organiseren (zie [www.technasium.nl](http://www.technasium.nl)). Het is echter geen 'knutselvak', leerlingen ervaren – soms tot hun teleurstelling – dat het meer theoretisch is dan ze gedacht hadden (De Vijlder, Bakker, & Van den Blink, 2014).

Op de technasia worden leerlingen die het vak O&O in de tweede fase gekozen hebben uitgedaagd om hun competenties als onderzoeker en ontwerper verder te ontwikkelen via keuzeprojecten en een meesterproef. Voor die projecten zoeken ze zelf een opdrachtgever. Het examenprogramma schrijft voor dat ze daarbij minimaal twee van de zeven 'Werelden van bèta-techniek' betrekken. De praktijk laat zien dat leerlingen tijdens dergelijke projecten veel technische problemen moeten en kunnen oplossen (Schalk & Bruning, 2014). Kenmerkend voor O&O is dat de vakinhoud die bij de projecten gebruikt moet worden niet vast ligt. Afhankelijk van de opdracht wordt er een beroep gedaan op specifieke kennis en inzicht.

In een reeks van zes artikelen in NVOX (nrs 1-6 van 2017, Bruijnesteijn 2017) doen twee leerlingen – Lisa Pahladsingh en Guy Maré – verslag van hun zeer verschillende meesterproeven, resp. het ontwerpen van een opstelling voor het meten van een gezondheidsaspect in het Health Café van TNO en het ontwerpen van een bruikbaar landingsgestel voor een drone voor het Nederlandse Lucht- en Ruimtevaartcentrum. Niet zozeer de producten, maar het proces van de meesterproeven wordt daar uitgebreid in beschreven. Het laat zien hoe de uitdaging van een écht ontwerp leerlingen ver laat komen op het gebied van techniek en technologie.

## Curriculaire uitdagingen

De leerplankaders en leerplanvoorstellen in het technologiedomein zoals hierboven beschreven, dragen in belangrijke mate bij aan het verwezenlijken van de ambities geformuleerd in het TechniekPact, voor alle sectoren van het onderwijs. De invoering ervan zal verdere ondersteuning behoeven, via vakverenigingen, met steun van de VO-HO-netwerken, of beide. De verdere ontwikkeling van de VO-HO-netwerken is in dit verband ook belangrijk (zie hieronder 'Professionalisering van leraren in regionale VO-HO netwerken'). In de lespraktijk is technologie vrijwel altijd interdisciplinair, zoals ook hierboven beschreven. Aandacht voor technologie, in wisselwerking met de natuurwetenschappelijke vakken, is daarom ook belangrijk om de invoering van interdisciplinair onderwijs verder te ondersteunen (zie 'Interdisciplinariteit en samenhang').