



# *Het technologisch tekort van Nederland*

*De grote urgenties van de technologietransitie in beeld*

Juliette Walma van der Molen

Geert Boogaard

Nadeche Seugling

# Opdracht

Voor u ligt een bijzonder onderzoek, geïnitieerd door een bijzondere opdrachtgever. Een bijzonder onderzoek omdat het een studie is naar iets dat nog gaande is, naar een revolutie waar we nog middenin zitten: *de vierde industriële revolutie*.

Steeds meer mensen, bedrijven en organisaties worden zich bewust van deze technologische revolutie. Mensen zien kansen, maar ook steeds meer bedreigingen. En steeds vaker klinkt de vraag hoe gaan we daarmee om? Hoe maken we Nederland klaar voor de toekomst?

Een brede coalitie van (technologie)bedrijven, kennisinstellingen, overheden en mediapartijen bundelt onder de noemer *Upgrade NL* de krachten om antwoord te kunnen geven op dit soort vragen en tot concrete acties te komen. Hoe maken we Nederland klaar voor de toekomst? Hoe nemen we iedereen mee? Hoe zorgen we ervoor dat we de kansen benutten en tegelijkertijd goed omgaan met de bedreigingen die de technologische revolutie met zich meebrengt?

Om die vragen te kunnen beantwoorden, is het nodig om allereerst de feiten op een rij te hebben: over wat hebben we het als het gaat over ‘de technologische revolutie’? En wat zijn de *urgenties* die hier spelen?

In dat licht hebben Upgrade NL en ondernemersorganisatie FME onderzoeks- en adviesbureau Blueyard gevraagd om een goed onderbouwd beeld op te stellen van de urgenties die spelen. Of anders gezegd: waar liggen de kansen die we nu missen, en waaruit bestaan de bedreigingen en de noodzaak tot aanpassen? Waar schiet Nederland in het omgaan met technologie tekort? Waar is actie geboden? En met name: hoe zit het met de Nederlandse arbeidsmarkt en het onderwijs, daar waar het om technologie gaat?

# Inhoud

Inhoud .....	3
Inleiding .....	4
1. Technologierevolutie? .....	6
2. Uitdagingen op de arbeidsmarkt .....	8
3. Uitdagingen in het onderwijs.....	11
4. Wat moeten we leren en blijven leren?.....	19
5. Techwijsheid.....	23
6. Conclusie: focus op technocultuur.....	25
Bronnenlijst.....	27

# Inleiding

Optimisten én pessimisten zijn het erover eens: er voltrekt zich een grote technologische omwenteling: de Vierde Industriële Revolutie. Ondanks verschillende opvattingen over de exacte gevolgen van deze ontwikkelingen, concluderen onderzoekers doorgaans in de kern hetzelfde: er zal héél veel veranderen. Deze veranderingen zullen relatief snel gaan en bovendien zullen ze iedereen raken: in werk, in onderwijs, in gezondheid, in het maatschappelijke, sociale en dagelijkse leven.

## Kansen én bedreigingen

De nieuwe technologieën bieden in potentie de nodige kansen op een groei van welzijn en welvaart. En net als de veranderingen, doen de kansen zich overal voor: via startups en groei van bestaande bedrijven kunnen nieuwe banen worden gecreëerd. Domeinen waar Nederland al sterk in is, kunnen verder groeien, zoals agri-food, fotonica, robotica, mobiliteit, of healthcare. En ook in het dagelijks leven kunnen mensen profiteren van nieuwe technologie.

Tegenover deze kansen doemen op dit moment echter een groot aantal bedreigingen op. Ook de bedreigingen doen zich voor in alle mogelijke domeinen en op alle mogelijke niveaus. Van persoonlijke bedreigingen voor je privacy, je inkomen en het *meedoen* in de maatschappij, tot meer collectieve bedreigingen zoals onze concurrentiepositie, ons fiscaal-economische systeem en zelfs onze internationale politieke positie.

Kortom, zowel de kansen als de bedreigingen die de technologierevolutie met zich meebrengt, zijn groot. Nederland reageert echter te traag en onvoldoende op de urgenties die deze realiteit met zich meebrengt.

## Urgenties

- De tekorten op de technische arbeidsmarkt zijn alarmerend. Ongeveer 93 procent van de bedrijven in de Nederlandse (high)tech-sector heeft een tekort aan medewerkers.
- De uitstroom vanuit het technisch onderwijs gaat het gat niet dichten en tekorten zullen blijven oplopen.
- Veel te weinig jongeren kiezen voor technisch onderwijs. Nog niet de helft van deze kleine groep komt daadwerkelijk in technische beroepen terecht.
- Nederland scoort internationaal extreem laag wat betreft de participatie van meisjes en vrouwen in technische opleidingen en beroepen. Ook lager dan bijvoorbeeld Iran, Colombia en Polen.
- Twintig jaar stimuleringsprogramma's voor een keuze richting het technologieonderwijs hebben niet het gewenste effect gehad.
- Investerings in technisch onderwijs en onderzoek blijven op alle niveaus achter in vergelijking met concurrerende landen.
- In Nederland komt het dringend noodzakelijke 'leven lang leren' niet van de grond. Leren naast het werk is voor slechts 1 op de 5 mensen vanzelfsprekend.
- Met name op het gebied van digitale en A.I.-ontwikkeling en investering loopt Nederland steeds verder achter, op zowel landen in Europa als in de V.S. en Azië.
- De nieuwste technologie heeft juist ook verregaande consequenties voor de in Nederland zo sterke dienstensector. Kunstmatige intelligentie en robots nemen veel werk in deze sector over.
- De concurrentiepositie van Nederland verzwakt en we lopen grote kans dat technologiebedrijven naar het buitenland vertrekken.
- Nederlanders worden onvoldoende voorbereid op de persoonlijke en maatschappelijke consequenties van de technologierevolutie. Een tweedeling in de samenleving dreigt tussen mensen die kunnen anticiperen en mensen die dat niet kunnen en achterblijven.

Achter alle genoemde urgente technologie-issues, gaat één centraal fenomeen schuil:

## *Nederland heeft geen technocultuur*

Nog steeds heeft een bankdirecteur in Nederland meer aanzien dan een directeur van een hightechbedrijf. Jongeren worden van huis uit eerder gestimuleerd om accountant of jurist te worden dan programmeur of ingenieur. Nederland is primair een handelsland en in het verlengde daarvan overheerst in Nederland de (financiële) dienstensector, ook al wordt deze sector overal in de wereld ingehaald en ingevuld door technologie.

En ja, er zijn ook domeinen waarin we het met technologie wél goed doen. Met name in de agrarische sector en in een aantal specifieke technologie-domeinen. Maar ook hierin zijn we als land kwetsbaar. Juist door het ontbreken van een omringende, ondersteunende en inspirerende technocultuur.

### *Grote en urgente opgave*

Kortom, Nederland staat voor een serie grote en urgente opgaven. Met dit document willen we onderbouwd antwoord geven op de vraag waaruit die opgaven nu werkelijk bestaan en waarom de situatie zo urgent is. Want we roepen het wel gemakkelijk, maar wat is er nu werkelijk aan de hand?

Om die vraag te beantwoorden, geven we als eerste maar eens een beeld van de technologische revolutie. Want dat beeld blijkt helemaal niet zo duidelijk. Over welke technologie hebben we het eigenlijk en waar leidt deze technologie tot grote impact?

Vervolgens bekijken we in meer detail de huidige stand van zaken in Nederland op het gebied van arbeidsmarkt en onderwijs. Waar liggen binnen die domeinen de grootste en meest urgente uitdagingen op dit moment? Daarna gaan we in op onze houding, beeldvorming en

technocultuur en laten zien op welke vlakken Nederland meer ‘tech-wijs’ zou moeten worden.

We eindigen dit document met een aantal conclusies die raken aan technocultuur. We doen dat in de overtuiging dat er wat moet veranderen in Nederland en in de Nederlanders, willen we gezamenlijk de kansen kunnen benutten die de nieuwe technologieën ons bieden.

Tot slot willen we Upgrade NL en FME danken voor deze bijzondere opdracht, die ons opnieuw heeft doen beseffen in welke bijzondere tijd wij leven. Een tijd van technologische doorbraken, van kansen en bedreigingen, maar vooral een tijd van keuzes maken. Keuzes voor de toekomst.

Juliette Walma van der Molen

Geert Boogaard

Nadeche Seugling

### *Op basis van ruim 150 bronnen*

*Dit document kwam tot stand op basis van een literatuurstudie naar circa 150 bronnen. Deze zijn opgenomen in de bronnenlijst, aan het einde van het document. Wij hebben zo veel mogelijk bronnen gebruikt die voor lezers zelf ook toegankelijk zijn via Internet. Daar waar mogelijk, hebben wij een link geplaatst, die direct leidt naar de oorspronkelijke bron. Om de tekst leesbaar te houden, verwijzen we slechts af en toe naar een specifieke bron. Maar wat we beweren, onze analyses en data, het is altijd gebaseerd op één of meerdere bronnen die we vermelden in de bronnenlijst.*



### 1.1. Toename van urgentie door de internationale context

Het geschetste systeem van de technologische revolutie zweeft bepaald niet los in ruimte en tijd. Het bevindt zich binnen een grotere, internationale, werkelijkheid.

In die internationale werkelijkheid signaleren we zeven grote maatschappelijke vraagstukken, of fenomenen, die allemaal in hoge mate verbonden zijn met de technologierevolutie. Om oplossingen te vinden voor deze grote vraagstukken hebben we technologische innovatie nodig. Andersom, beïnvloeden deze fenomenen zelf ook weer in hoge mate zowel de ontwikkeling als de impact van de nieuwe technologieën (zie het schema hiernaast).

Deze impact kan zowel positief als negatief uitpakken. Je zou kunnen zeggen dat de grote maatschappelijke thema's en vraagstukken functioneren als een *multiplier van de impact*.

Daarmee versterkt de maatschappelijke en globale context de urgentie voor Nederlandse overheden, bedrijven en de samenleving om gezamenlijk de enorme opgave tot een positief resultaat te smeden.

*Met name door de internationale context, wordt de huidige technologische revolutie een transitie met mogelijk immense consequenties.*

- 1  Grote negatieve gevolgen klimaatveranderingen
- 2  Extreme inkomensverschillen en armoede
- 3  Demografische veranderingen en migratie
- 4  Globalisering, flexibilisering én individualisering arbeidsmarkt
- 5  Toename verregaande verstedelijking
- 6  Sterk veranderende machtsverhoudingen
- 7  Groeiende vraag nieuwe ethiek en moreel houvast

## 2. Uitdagingen op de arbeidsmarkt

*Landelijke en regionale overheden én vele technische bedrijven luiden de noodklok over de tekorten op de technische arbeidsmarkt. Ongeveer 93 procent van de bedrijven in de Nederlandse (high)tech-sector heeft een tekort aan medewerkers (FME, 2018).*

De technologiesector (zowel low- als high-tech) is cruciaal voor het innovatievermogen, de concurrentiepositie en economische groei van Nederland. Hoewel we nog steeds hoog scoren op de Global Innovation Index (in 2018 nog nummer 2), weten we in Nederland die innovaties lang niet allemaal naar de markt te brengen. Nederland wordt daardoor voorbijgelopen door de internationale concurrentie uit met name Azië en de VS: er wordt daar door grote bedrijven (VS) of overheden (China) méér en gemakkelijker geïnvesteerd en er wordt veel sneller ontwikkeld (MIT Sloan Management Review, 2018; Boston Consulting Group, 2018).

Bovendien weten we dat werk in de technologiesector zich verplaatst naar de meest ontwikkelde technologische regio (het *winner takes all* principe). Een tekort aan technici schrikt investeerders en bedrijven af, die vervolgens elders hun activiteiten ontplooiën en zo die regio aantrekkelijker maken voor technici om te wonen en werken. Als Nederland dus niet aan de *frontier* van technologische mogelijkheden opereert, kunnen we de kansen die er liggen niet benutten en dit kan “razendsnel ten koste gaan van het concurrentievermogen van het Nederlandse bedrijfsleven” (SER, 2016b). Kortom:

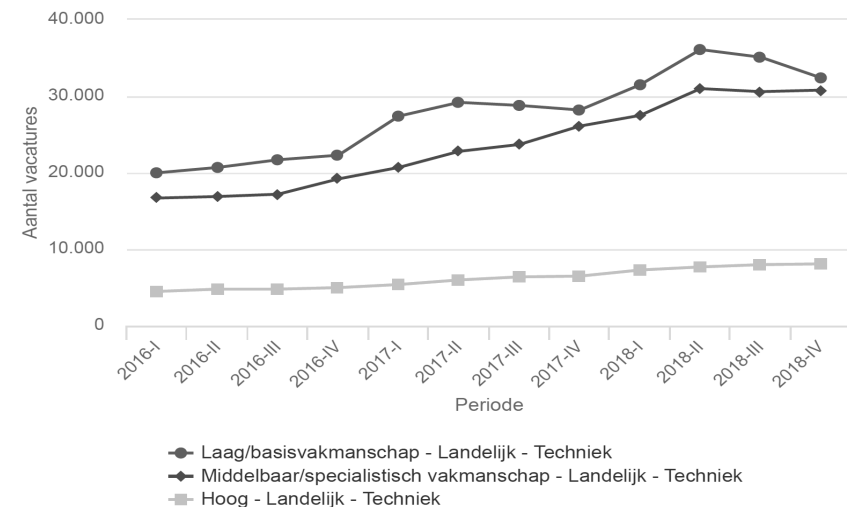
*Als we nú geen actie ondernemen, gaan we het internationaal verliezen.*

We zien in ieder geval twee grote uitdagingen:

- De tekorten aan technologisch personeel zijn structureel en lopen op: zeer veel technische- en ICT- vacatures zijn moeilijk vervulbaar (UWV, 2018).
- Daarbij zien we een te laag bewustzijn van de gevolgen van technologische ontwikkeling (automatisering, robotisering en digitalisering).

### 2.1. Tekorten in techniek en ICT

Cijfers van o.a. het UWV laten zien dat vrijwel alle technische- en ICT-vacatures moeilijk vervulbaar zijn. In het tweede kwartaal van 2018 waren er naar schatting 14.200 openstaande vacatures voor ICT beroepen en 74.800 voor de technische beroepen, op alle beroepsniveaus (UWV, 2018a; Techniepact, 2018, 2018b).





## De grootste krapteberoepen in techniek en ICT

In de bouw is er bijvoorbeeld een krapte over de volle breedte (alle niveaus), maar deze is het grootst voor vakmensen. In de installatietechniek zijn vooral tekorten op middelbaar niveau (vakmensen en technisch kader), waar de industrie vooral tekorten heeft op mbo-niveau en onder hoogopgeleide ingenieurs. In de autotechniek zijn moeilijk vervulbare functies op mbo 3 en 4-niveau. In de ICT daarentegen liggen de tekorten met name op hbo-niveau: 80 procent van de moeilijk vervulbare vacatures gaat om hbo-functies, 14 procent om wo-functies, en 5 procent om mbo-functies (UWV, 2018b, 2018c).

Daar komt nog eens bij dat basale technologie (low-tech) steeds vaker verbonden wordt met geavanceerde technologie (high-tech), wat zorgt voor nieuwe of sterk veranderende rollen in de technologie. Juist het domein van mechatronics, dat deze overlap tussen low- en high-tech verbindt, kent op dit moment in de maakindustrie grote aantallen vacatures.

De financiële sector constateert in haar prognoses met betrekking tot de economische groei dat de belangrijkste belemmering voor ondernemers ligt in het tekort aan arbeidskrachten (Rabobank, 2019).

De verwachting is dat de tekorten, met name in techniek en ICT, verder oplopen, mede door de toenemende vraag naar arbeid (UWV, 2018a; Techniekpact, 2018b). Na de zorg en welzijn-beroepen zijn de technieksector en ICT de beroepsgroepen die naar verwachting de grootste groei in werkgelegenheid zullen hebben (ROA, 2017). Voor met name ingenieurs (geen elektrotechniek) (3,4% p.j.), automonteurs (2,7% p.j.), radio- en televisietechnici (1,6% p.j.) en databank- en netwerkspecialisten (1,3% p.j.) wordt een groei in de arbeidsvraag verwacht. Volgens het Economisch Bureau van ING heeft de technische sector de komende twaalf jaar 120.000 vacatures die vervuld moeten worden als de tech-industrie een bepalende rol wil blijven spelen in de groei van de Nederlandse economie.

### Lager beroepsniveau/basisvakmanschap

- Hulpverleners bouw
- Grondwerkers weg- en waterbouw
- Slopers bouw/asbest verwijderaars

### Middelbaar beroepsniveau/specialistisch vakmanschap

- Loodgieters
- Elektriciens
- Stratenmakers
- Rioleringsmedewerkers
- Schilders
- Dakdekkers
- Glaszetters
- Lassers
- Operators procesindustrie/voedingsindustrie
- Autotechnici
- CNC-verspaners/-programmeurs
- Tekenaars, werkvoorbereiders en calculators in zowel bouw, installatie- en elektrotechniek als werktuigbouw
- Programmeur ICT (o.a. NET, java, scripttalen, C, C#, PHP, sharepoint, cloud)
- Embedded software engineer
- PLC-programmeur
- Systeemontwerper en -programmeur
- Database- en applicatiebeheerder
- BI-specialist, informatie-analist, data-scientist, business-analist
- Specialist technische infrastructuur
- Adviseur crm/ erp
- Webdeveloper; test developer en -manager
- Securityspecialist
- Adviseur interne controle en beveiliging informatievoorziening

### Hoger en wetenschappelijk beroepsniveau

- Projectleiders/ontwerp-constructeurs in zowel bouw, installatietechniek als werktuigbouw
- Procestechnologen
- Ontwerpers industriële automatisering,
- Embedded software engineers
- Technisch-commercieel personeel.
- Docenten natuurkunde, scheikunde, wiskunde, techniek en ICT
- Architect ICT
- Datawarehouse ontwikkelaar

(Bronnen: Techniekpactmonitor 2019, UWV 2018 a, b, c)

## 2.2. Te laag bewustzijn automatisering

Met technologische ontwikkelingen, zoals automatisering, robotisering en digitalisering zien we niet alleen een toename van de vraag naar technisch geschoold personeel, maar veranderen ook taken en banen in het algemeen.

Verschillende studies, zelfs die met voorzichtige schattingen, suggereren dat 14 procent van de banen 'highly automatable' zijn (een kans van meer dan 70 procent om geautomatiseerd te worden) en nog eens 32 procent van de banen een aanzienlijk risico heeft (50-70 procent kans op automatisering; op zijn minst een flinke verandering in h oe het werk wordt uitgevoerd) (OECD, 2018).

Deze percentages verschillen per land, afhankelijk van de economische samenstelling per land. In Nederland zien we bijvoorbeeld dat een relatief groot deel van de mensen werkt in de dienstverlenende sector, waarin minder beroepen zitten die een hoog risico lopen. Toch is de orde van grootte zorgwekkend: alleen al de 14 procent 'highly automatable' beroepen laat zich doorvertalen naar zo'n 66 miljoen werknemers in de 32 OECD-landen.

Tegelijkertijd zien we een zeer laag bewustzijn van deze gevolgen van technologische ontwikkeling. Desgevraagd verwacht slechts iets minder dan een derde van de Europeanen dat zijn of haar werk binnen 10 jaar geautomatiseerd wordt. Slechts 15 procent verwacht dat hun werk binnen vijf jaar geautomatiseerd wordt, 8 procent binnen twee jaar, en slechts 2 procent verwacht dat hun werk volgend jaar al geautomatiseerd kan worden (ADP, 2018). Dat staat in schril contrast met de verwachtingen van managers: wereldwijd verwacht bijna 50 procent van de managers in grotere bedrijven dat alleen al AI-technologie de komende vijf jaar zorgt voor verlies aan banen (MIT Sloan Management Review, 2018; Boston Consulting Group, September 2018).

Ook is de verwachting dat bepaalde groepen (zoals jongeren) en beroepen (met name middelbaar economisch, juridisch en administratief werk) veel harder 'geraakt' zullen worden dan andere, vanwege het type taken dat zij bevatten. Zo is de hoeveelheid te automatiseren banen veel hoger onder jongeren dan onder werknemers van middelbare leeftijd en eveneens iets hoger voor ouderen. Dat betekent dat automatisering een groot effect kan hebben op jeugdwerkloosheid, naast een (kleiner) effect op vervroegd pensioneren (OECD, 2018, pp. 8-9). Een verzachtende factor voor de impact hiervan k an zijn dat jongeren vaak arbeidsmobielier zijn: zij wisselen makkelijker van baan of sector dan oudere werknemers (OECD, 2018).

Het eerste grote onderzoek naar automatiseerbare beroepen (Frey & Osborne, 2013), ondersteund door o.a. de resultaten van de OECD (2018), suggereert daarnaast dat er een omgekeerd evenredige relatie is tussen de complexiteit van (taken binnen) een beroep en de automatiseerbaarheid ervan. Een gevolg daarvan is veelal dat beroepen die een lager opleidingsniveau vereisen een grotere kans hebben om geautomatiseerd te worden.

Op dit moment wordt er nog te weinig gedaan om werknemers om te scholen of om leerlingen bewust te maken van deze ontwikkelingen. Te veel jongeren kiezen dan ook nog steeds voor vervolgopleidingen (zoals economisch-administratieve richtingen op middelbaar niveau) die niet gunstig zijn voor hun baankansen.

### 3. Uitdagingen in het onderwijs

*Eén van de belangrijkste oorzaken voor de tekorten in technische sectoren is een te lage instroom in technische opleidingen. Terwijl de vraag naar technisch geschoold personeel toeneemt, blijft de aanvoer van studenten vanuit ICT en bèta- en techniekrichtingen al jaren ver achter.*

*De belangrijkste uitdagingen op een rij:*

- Nog steeds kiezen in Nederland veel te weinig jongeren voor leren en werken in technische vakken. De cijfers gaan voor sommige richtingen zelfs naar beneden, en dat ondanks de inspanningen van verschillende organisaties in ruim 20 jaar techniekpromotie (zie bijvoorbeeld de Techniekpactmonitor, 2018-2019).
- ‘Technologie’ heeft in Nederland nog steeds te weinig aantrekkingskracht of status. Er is geen technologicultuur, zoals die er wel is in China, Japan en de VS, maar ook in Duitsland, Finland, Letland of bijvoorbeeld Tsjechië.
- Vrouwen in Nederland participeren te weinig in de technologiesector. Minder dan 6 procent van de meisjes op vmbo-beroepsniveau bijvoorbeeld, kiest voor een technische richting. Maar ook in de hogere opleidingsniveaus zijn wij vergeleken met tientallen landen wereldwijd internationale hekkensluis (Miller, Eagly, & Linn, 2015).
- Wanneer jongeren wél kiezen voor een technische studierichting, dan kiest slechts 45 procent van hen na afloop daadwerkelijk voor werken in de techniek (CBS, 2017a).
- Het bèta-technisch onderwijs in Nederland beschikt over veel te weinig middelen. Nog steeds investeren we liever in opleidingen voor de dienstensector dan voor de technologische industrie.

- Dit uit zich onder meer in de sluiting van technische richtingen in het vmbo-onderwijs, het instellen van studentenstops bij universitaire technische studies en in een structureel tekort aan bèta- en techniekdocenten in het voortgezet onderwijs. Daarmee staat de instroom en de kwaliteit op het (bèta)technisch onderwijs nog verder onder druk.

Overheid, bedrijfsleven en onderwijs zullen dus niet alleen zwaarder, maar ook effectiever moeten inzetten op opleiding en scholing en op de financiering daarvan. Ondanks diverse inspanningen, gaat er nog steeds enorm veel potentieel verloren op verschillende sleutelmomenten door de hele onderwijsketen heen.

Afhankelijk van de opleidingsroute die een leerling doorloopt, vinden op verschillende momenten de spreekwoordelijke 'lekken uit de pijplijn' plaats. Kennis van die sleutelmomenten per onderwijsroute is daarom nodig om gericht te kunnen ingrijpen.

*Er lekt veel talent weg uit de pijplijn.*

*Minder dan 6 procent van de meisjes op vmbo-beroepsniveau kiest voor een technische richting. En maar 45 procent van de mensen met een technisch diploma werkt in de techniek.*

### 3.1. Sleutelmomenten per onderwijsroute

We zien dat de toestroom vanuit het onderwijs naar technologische vervolgopleidingen 'mis' gaat op verschillende *sleutelmomenten* in de onderwijsloopbaan van een leerling. Deze momenten zijn echter per onderwijsniveau verschillend. We schetsen per onderwijsniveau de verschillende *weg-tek-sleutelmomenten*.

#### 3.1.1. Primair onderwijs – vmbo – mbo

Ongeveer de helft van de basisscholieren in Nederland krijgt een vmbo-advies (basisberoepsgerichte, kaderberoepsgerichte, gemengde, of theoretische leerweg). Deze grote groep leerlingen kan in potentie veel studenten naar technische beroepsrichtingen opleveren. Dat is echter niet wat er de afgelopen tien jaar is gebeurd.

1. De afgelopen jaren is de druk op leerkrachten toegenomen om hogere schooladviezen te geven. Er is een trend zichtbaar van meer adviezen voor de theoretische leerweg en havo ten koste van de praktijkrichtingen op vmbo-niveau (Cijfermatige bronnen: Onderwijs in cijfers, Platforms vmbo, en Onderwijsinspectie).

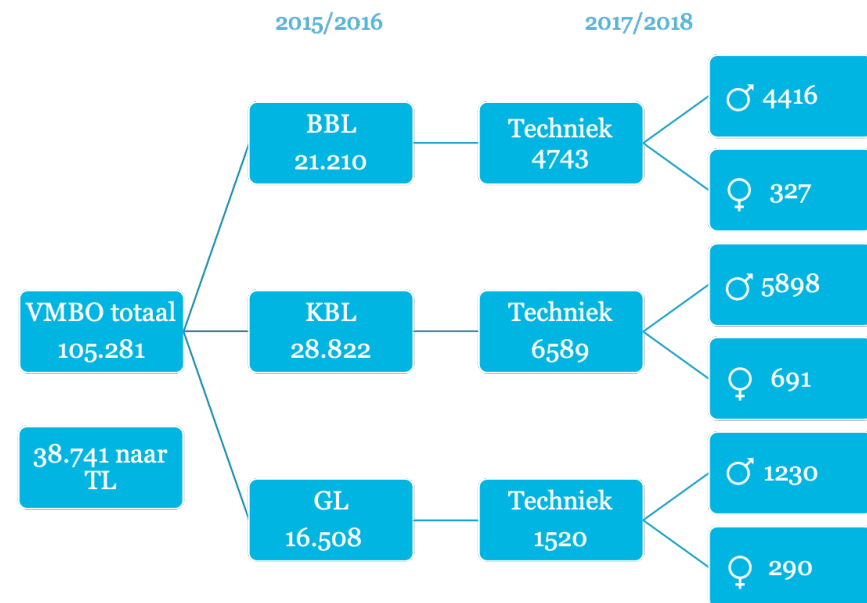
*Het eerste 'lek uit de techniekpijplijn' vindt voor deze groep leerlingen dus al plaats aan het einde van het basisonderwijs.*

De overgang van primair onderwijs naar voortgezet onderwijs is veelal richtinggevend voor latere mogelijkheden in het (hoger) vervolgonderwijs en op de arbeidsmarkt (Naaijer et al, 2016). Voor leerlingen met een vmbo-advies geldt nog meer dan voor andere leerlingen dat deze overstap een sleutelmoment is. Zij hebben immers minder tijd dan andere leerlingen om zich voor te bereiden op een profielkeuze.

2. Het tweede sleutelmoment doet zich voor bij de *profielkeuze* in het vmbo. In de figuur hiernaast is te zien dat de doorstroom naar technische

praktijkrichtingen in het derde leerjaar zeer laag is. Goede overzichten van absolute aantallen leerlingen in doorstroom-overzichten zijn niet gemakkelijk te verkrijgen. In de figuur hebben wij de absolute aantallen vanuit verschillende bronnen daarom gecombineerd.

*Doorstroom van absolute aantallen leerlingen naar vmbo praktijkrichtingen en techniekprofielen, 2015/2016 en 2017/2018*



Bronnen: Doorstroomatlas vmbo en Techniekpactmonitor

De afgelopen tien jaar is de instroom in de verschillende techniekrichtingen zelfs gedaald met gemiddeld zes procent (Bronnen: Techniekpactmonitor, Toptechniek in bedrijf), terwijl al in 2013 de noodklok werd geluid over de dramatische dalingen in de beroepsgerichte leerwegen (Platform Bèta Techniek, 2013).

3. Het derde sleutelmoment vindt plaats bij de overstap naar het mbo. Vanuit het vmbo kunnen leerlingen op verschillende manieren naar techniekrichtingen doorstromen binnen de verschillende niveaus van het mbo. De afgelopen tien jaar heeft de instroom geschommeld. Gemiddeld ligt het aandeel studenten op het mbo dat studeert in een van de techniekgerelateerde richtingen rond 30 procent. In absolute aantallen zien we een doorgaande gemiddelde daling van het aantal mbo-techniekstudenten (naar in totaal 41.977 studenten in schooljaar 2017/2018), die vooral wordt veroorzaakt door dalingen op niveau 1 en 2. (Bronnen: Techniekpactmonitor, mbo-Raad).

*De prognoses zijn dat de totale instroom van mbo studenten de komende jaren zal afnemen. Ook dat zal gevolgen hebben voor de absolute aantallen studenten in de mbo techniekrichtingen en onderstreept dat de vraag vanuit de arbeidsmarkt naar lager- en midden-geschoold technisch personeel bij lange na niet zal worden bijgehouden.*

#### Profielen voortgezet onderwijs

##### Havo/vwo

Natuur en Techniek (N&T)  
 Natuur en Gezondheid (N&G)  
 Economie en Maatschappij (E&M)  
 Cultuur en Maatschappij (C&M)

##### VMBO

Economie en ondernemen (E&O)  
 Horeca, bakkerij en recreatie (HBR)  
 Zorg en welzijn (Z&W)  
 Groen  
 Dienstverlening en producten (D&P)  
 Bouwen, wonen en interieur (BWI)  
 Produceren, installeren en energie (PIE)  
 Mobiliteit en transport (M&T)  
 Media, vormgeving en ICT (MVI)  
 Maritiem en techniek (MT)

#### 3.1.2. Primair onderwijs – havo – hbo

1. Aan het einde van het derde leerjaar op de havo kiezen leerlingen hun examenprofiel. Voor deze opleidingsroute zit het eerste grote 'lek uit de techniekpijplijn' daar. Verreweg het grootste deel van de leerlingen in 2017 kiest nog steeds voor een E&M-profiel. In totaal kiest 58 procent van de leerlingen op de havo voor de route E&M, C&M of een combinatie daarvan. In totaal kiest 42 procent voor een Natuur-profiel, waarbij opvalt dat meer dan de helft van hen kiest voor Natuur & Gezondheid. (Bronnen: Techniekpactmonitor, Onderwijs in cijfers).

Dat betekent dat veel havisten niet zullen kunnen doorstromen naar een technische opleiding op hbo-niveau. En dat zij bovendien vaker voor een economisch-administratieve vervolgopleiding zullen kiezen, waarbij de kans op automatisering van taken en functies hoog is.

2. Het aandeel nieuwe bèta-technische studenten in het hbo is de afgelopen 10 jaar gestegen naar 25 procent (24.846 instromende HTNO studenten in 2017). Van deze studenten 'lekt' echter opnieuw een deel weg uit de 'techniekpijplijn'. Het aantal gediplomeerden is weliswaar toegenomen (naar 13.779 gediplomeerden in een hbo-bèta-techniek richting in 2017), maar deze aantallen zijn niet voldoende om de vraag naar ICT-ers en hoger opgeleide technici bij te houden. De krapte in de ICT-sector doet zich zelfs met name voor op hbo-niveau: 80 procent van de moeilijk vervulbare vacatures gaat om hbo-functies. (Bronnen: Techniekpactmonitor, Vereniging Hoge Scholen).

#### 3.1.3. Primair onderwijs – vwo – wetenschappelijk onderwijs

De inspanningen vanuit de overheid, scholen en bedrijfsleven om de belangstelling onder jongeren voor technische en exacte studies te vergroten via nationale en regionale projecten en publiek-private samenwerkingen (zie bijvoorbeeld Platform Bèta Techniek, Techniek-Talent.nu, Techniekpact, of JetNet) hebben gedeeltelijk effect gehad.

Op het vwo kiest inmiddels het grootste deel (60 procent) voor een N-profiel (N&T, N&G of een combinatie daarvan), zie: Onderwijs in cijfers. Een groot deel van de leerlingen die vwo-examen doen in een N-profiel, stroomt daarna door naar een bèta-technische vervolgopleiding in het hoger onderwijs (66 procent). Universiteiten zagen de afgelopen jaren het aandeel nieuwe studenten dat kiest voor een bèta of technische studie stijgen naar 35 tot 36 procent (23.776 studenten in 2017/2018 en 24.786 studenten in 2018/2019), zie Techniekpactmonitor 2018-2019.

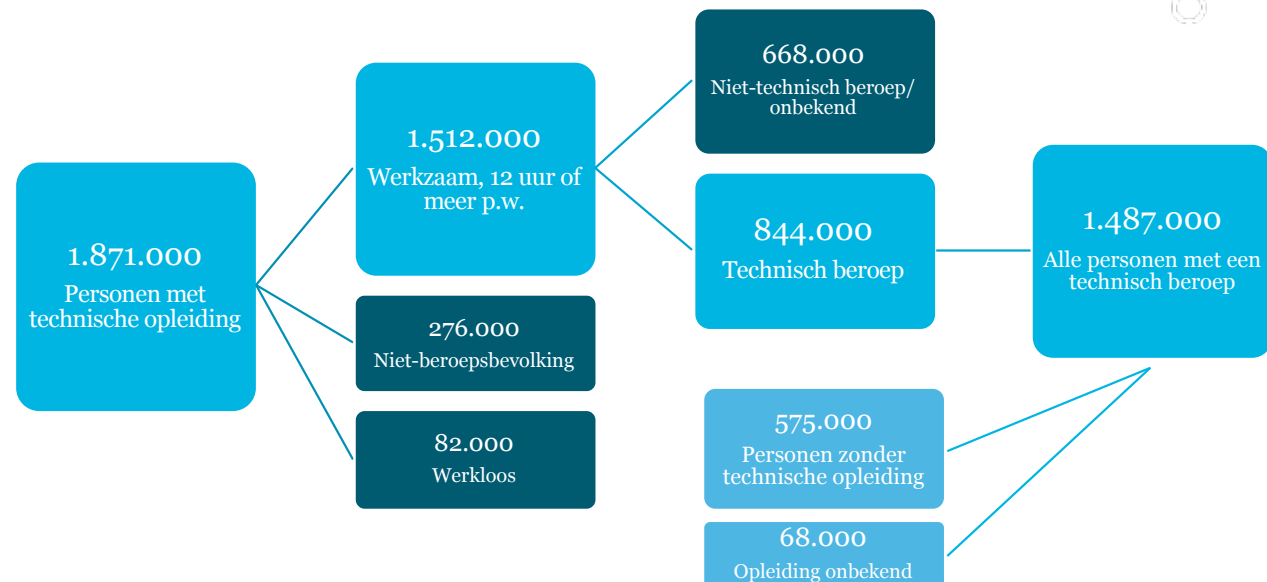
Een zeer ongewenst 'lek uit de pijplijn' vindt echter binnen deze onderwijsroute plaats door tegenstrijdig beleid bij de instroom naar de technische studies. Door achterblijvende financiering zagen een aantal studierichtingen zich genoodzaakt om een numerus fixus in te stellen. In studiejaar 2018/19 zijn er in het hbo 9 bèta-technische studies met een numerus fixus (7 unieke opleidingen), aan de universiteit zijn 23 bèta-technische studies met numerus fixus (19 unieke opleidingen). Door onvoldoende financiering en een tekort aan docenten, maken gemotiveerde studenten noodgedwongen dan alsnog een keuze voor een andere studierichting.

### 3.2. Van onderwijs naar arbeidsmarkt

Wanneer studenten een technisch diploma op zak hebben, gaat slechts een deel ook daadwerkelijk werken in de techniek. Dat is opnieuw een groot 'lek uit de pijplijn'. Slechts 45 procent van de mensen met een technisch diploma werkt in een technische richting (zie de figuur hieronder, CBS, 2017a).

De grote uitval van technisch opgeleiden na hun studie wordt steeds urgenter. Studenten met een technische opleiding kunnen in allerlei velden aan de slag, deels omdat een technische studieachtergrond ook in andere sectoren als aantrekkelijk wordt gezien (The Inside Coach, 2018; Consultancy.nl, 2018), maar zouden gemotiveerd moeten worden om voor het technisch werkveld te kiezen.

Doorstroom technisch geschoolden in een technisch beroep (CBS, 2017)



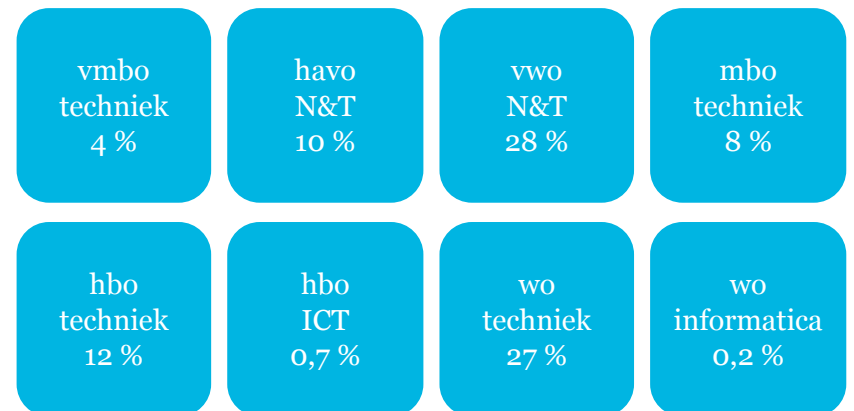
Recent Nederlands onderzoek laat bovendien zien dat de lage keuze voor het technisch werkveld voor een groot deel samenhangt met de professionele identiteit die mensen ervaren bij werken in de technische sectoren. Past de sector naar hun idee bij hun interesses, waarden, doelen, persoonlijkheid, of gepercipieerde vaardigheden? Er speelt een ernstig imagoprobleem. Veel mensen voelen zich 'niet thuis' in de hardere ICT of technische sectoren en haken af, met name vrouwen (TechYourFuture, 2018a; 2018b).

### 3.3. Meisjes en vrouwen stromen te weinig door naar de technische sector

Weinig vrouwen met een technische opleiding werken ook daadwerkelijk in een technisch beroep: slechts 24 procent. Van alle mensen die in 2017 werkzaam waren in een technische sector was gemiddeld 13 procent vrouw (zie voor ondersteunende cijfers: Techniekpactmonitor, 2018, VHTO). In sommige branches is het aandeel vrouwen in technische functies nog veel lager en een groot deel van de vrouwen in technische bedrijven werkt in ondersteunende functies en niet in technische, uitvoerende functies.

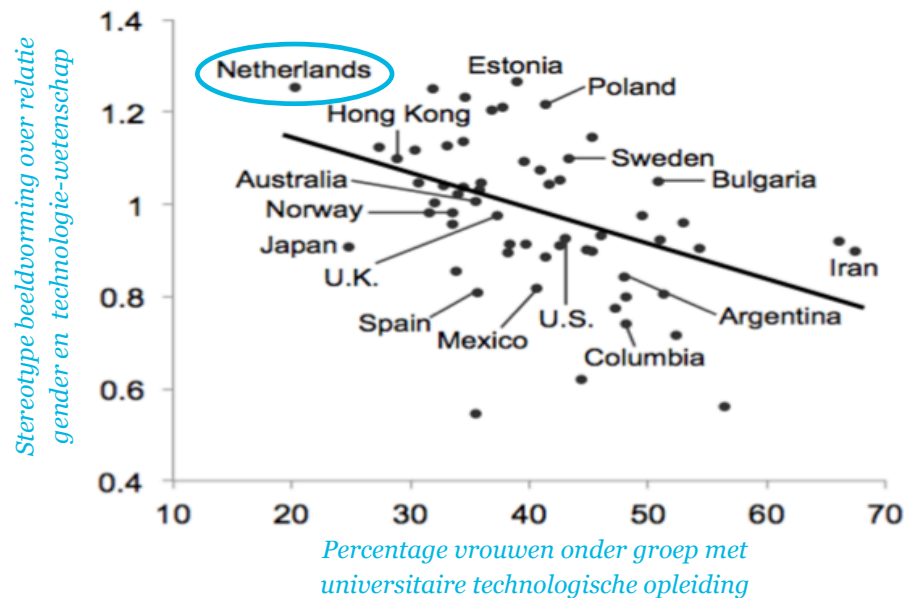
Op alle niveaus in het technisch onderwijs zijn vrouwen in Nederland in de minderheid. De instroom van meisjes in techniekrichtingen is weliswaar de afgelopen jaren bij sommige richtingen omhooggegaan, maar is nog steeds zeer laag. Van het totale aantal meisjes binnen vmbo-bb kiest bijvoorbeeld 4% voor techniek. Van het totale aantal vrouwen dat een mbo-opleiding start, kiest 8% voor een technische richting. Zoals te zien in de figuur hiernaast, liggen de instroomcijfers voor informatica nog veel lager (zie bijvoorbeeld VHTO Cijfers en onderzoek; Vereniging Hogescholen; Platform Bèta Techniek).

*Er gaat een enorm potentieel verloren. Om de verkeerde redenen.*



Meisjes en vrouwen in Nederland zijn natuurlijk niet minder geschikt voor bèta-technische richtingen dan vrouwen in andere landen. Toch loopt Nederland internationaal flink uit de pas. Verschillende internationale studies laten zien dat dit samenhangt met onze cultuur en stereotype beeldvorming (zie bijvoorbeeld Microsoft, 2017, 2018; Jansen, 2015; Miller, Eagly, & Linn, 2015).

In Nederland is het impliciete stereotype idee dat bèta en techniek 'mannelijk' zijn veel sterker dan in andere landen, zie de figuur hieronder. Dat soort ideeën blijken te correleren met de lage instroom van vrouwen in technische richtingen. Vrouwen hebben weinig rolmodellen in ICT of techniek in Nederland en zij vinden het lastig om 'op te boksen' tegen de cultuur in technische beroepen. Uit internationaal onderzoek blijkt dat wij in Nederland wat dit betreft hekkensluiter zijn (Miller et al., 2015):



Figuur: Miller et al., 2015.

Op basis van bijna 350.000 respondenten in 66 landen

### 3.4. Waarom wordt er in Nederland zo weinig gekozen voor technisch onderwijs?

Er 'lekt' in Nederland dus te veel technisch talent weg. Een inventarisatie van verschillende nationale en internationale studies levert een aantal redenen op:

1. **Identificatie:** Er heerst in Nederland een sterk stereotype beeld over wat opleiding en werk in techniek inhouden (onder leerlingen en ouders). Over bèta en technische richtingen op universitair niveau bestaat het stereotype idee dat dit minder geschikt is voor meisjes en meer voor (mannelijke) 'nerds'. Aan leren en werken in de technische profielen op mbo-niveau kleeft nog steeds het imago van 'lage status' (zie bijvoorbeeld TechYourFuture 2017, 2018; NRO 2017; Koning, Gelderblom & Gravestijn, 2010).
2. **Associatie:** Veel ouders en leerlingen weten te weinig over baankansen en loopbaanmogelijkheden. Veel jongeren (en hun ouders) realiseren zich niet dat economisch-administratieve taken op mbo en zelfs hbo-niveau de komende decennia zullen worden geautomatiseerd, terwijl hun baankansen in de technische beroepen juist hoger zijn en blijven. Voor meisjes en jongeren van allochtone afkomst blijkt deze beeldvorming nog sterker, met als gevolg een nog lagere instroom in de technische praktijkrichtingen onder deze groepen (zie bijvoorbeeld de Koning, 2012; NRO 2017; de Koning, Gelderblom & Gravestijn, 2010).
3. **Curriculum:** In het curriculum van het Nederlandse basisonderwijs is weinig plek voor natuur- en techniekeducatie. In het Techniepact werd afgesproken dat in 2020 alle basisscholen W&T moeten aanbieden, maar de vraag is of dat gehaald zal worden. Gemiddeld besteden scholen minder dan een uur per week aan dit soort onderwijs en de helft van de scholen biedt de natuur- en techniekonderwerpen als apart vak aan, zonder



koppeling met bijvoorbeeld aardrijkskunde of maatschappijleer. Zo leren leerlingen niet dat technologie een integraal onderdeel is van ons leven en dat zij zelf later degenen zullen zijn die m.b.v. technologie grote maatschappelijke vraagstukken kunnen gaan oplossen (zie Onderwijsinspectie, Peil: Natuur en Techniek, 2016; Kiezen voor Technologie, 2015).

4. *Keuzebegeleiding*: Er is weinig of onhelder advies over de keuzemogelijkheden binnen het technisch vervolgonderwijs vanuit scholen. In het basisonderwijs wordt bijvoorbeeld zeer weinig advies gegeven over de mogelijkheden op het vmbo en mbo. Op het vmbo wordt inmiddels wat meer aandacht besteed aan loopbaanbegeleiding (LOB), maar er is nog veel ruimte voor verbetering (zie bijvoorbeeld Platform Bèta Techniek, 2016).
5. *Aanbod*: Er is een gebrek aan opleidingsplaatsen door: studentenstops in het hoger onderwijs, het verdwijnen van vmbo-techniek richtingen en een structureel en oplopend tekort aan technische docenten. Universiteiten kunnen de hogere instroom bij sommige technische opleidingen niet aan en stellen sinds 2016 studentenstops in. Steeds meer vmbo-scholen zagen zich genoodzaakt hun dure technische afdelingen te sluiten, met als gevolg dat in sommige regio's bepaalde opleidingsrichtingen niet of nauwelijks meer te volgen zijn. Er is een urgent en oplopend tekort aan docenten in het basisonderwijs, in de bètavakken in het middelbaar onderwijs en in het vmbo en mbo-techniekonderwijs. De investeringen in bèta en technisch onderwijs zijn volgens velen dan ook ruim onvoldoende (zie bijvoorbeeld Zeemeijer, 2018; Haaster, 2016; Platform Bèta Techniek, 2018).

6. *Media*: We zien een stereotype representatie van technici in entertainment media die niet aansluit bij hoe jongeren zelf zouden willen zijn. Via allerlei media valt veel te leren over nieuwe wetenschap en technologie en dat is ook vrij populair. Daarmee worden echter vooral geïnteresseerden in wetenschap en techniek bereikt. In de mainstream entertainment media die gericht zijn op kinderen en jongeren worden bèta-technici vaak op een stereotype manier verbeeld. Dergelijke cultureel dominante beelden in films, series, of strips hebben invloed op de keuze voor bèta-technische studies en beroepen (zie bijvoorbeeld Platform Bèta Techniek, 2010; Waelkens, 2012).

*Het is belangrijk dat de lezer zich realiseert dat bovenstaande zes punten 'context factoren' zijn, die samenhangen met beeldvorming en cultuur. Ze zijn dus niet statisch, maar veranderbaar. Hier liggen urgente taken voor onderwijs en beleid.*

## *Vroege beroepsuitsluiting*

Vanaf een jaar of negen zijn kinderen vaak opvallend geïnteresseerd in maatschappelijk-technologische vraagstukken. Maar rond diezelfde leeftijd ontwikkelen zij ook sterke sekse-stereotype ideeën en krijgen gevoel voor de status die samenhangt met bepaalde beroepsprofielen. Nederlands en internationaal onderzoek heeft laten zien dat stereotype beelden over bèta en techniek vaak al aan het einde van het basisonderwijs gevormd zijn en dat kinderen, ondanks een interesse voor techniek, daardoor hun keuzemogelijkheden beperken.

Bronnen: DeWitt, Osborne, Archer, Dillon, Willis, & Wong, 2013; Van Tuijl & Walma van der Molen, 2015; Van Tuijl, Walma van der Molen, & Grol, 2014; Platform Bèta Techniek, 2010.

*Het onderwijs speelt een belangrijke rol bij het interesseren van jongeren voor technologie. Maar het onderwijs kan het niet alleen. Overheid en bedrijfsleven spelen eveneens een belangrijke rol.*

*Het streven is niet om alle leerlingen naar een bèta of technische richting te leiden, maar op dit moment kiezen te weinig jongeren voor techniek en ICT.*

*We moeten daarom voorkomen dat jongeren ten onrechte bepaalde richtingen voor zichzelf uitsluiten, door bijvoorbeeld de verkeerde beeldvorming, een gebrek aan kennis over baankansen, of een onterecht idee dat sommige richtingen niet zouden passen bij hun kwaliteiten, cultuur, of gender.*

# 4. Wat moeten we leren en blijven leren?

## 4.1. Leren tijdens de opleiding

Het Nederlandse onderwijs is grotendeels gericht op vaste, recept-achtige, monodisciplinaire lesmethodes met standaard kennistoetsen en scholen en opleidingen worden afgerekend op dergelijke testresultaten. In zowel het basis- als voortgezet onderwijs worden nog te weinig onderzoekende en ontwerpende vakoverschrijdende projecten uitgevoerd, waarbij kinderen en jongeren kwaliteiten kunnen ontwikkelen die hen in staat stellen bij te dragen aan innovatie en waarbij zij leren om flexibel te functioneren.

Technologie is echter vakoverschrijdend. Thema's als schone energieproductie, urbanisatie of ouderenzorg raken aan allerlei disciplines (zowel bèta als alfa en gamma) en innovatie vindt in toenemende mate plaats op het snijvlak van verschillende disciplines. Hoewel een goede en stimulerende overdracht van basiskennis en aandacht voor het oefenen van kernvaardigheden van groot belang is, is verbreding van het onderwijs (op alle niveaus) dus absoluut noodzakelijk.

De afgelopen jaren is er, onder de brede noemer van '21e-eeuws leren', meer aandacht voor:

- Onderzoekende en ontwerpende vaardigheden en houdingen
- ICT-geletterdheid
- Kritisch en creatief denken
- Computational thinking

Dergelijke aandacht is belangrijk, maar de curriculum discussie in Nederland is nog in volle gang en veel scholen en docenten weten nog niet

goed raad met de ontwikkelingen. Het moge duidelijk zijn dat docenten een cruciale rol spelen bij al deze ontwikkelingen. Twee urgente kwesties werken op dit moment echter belemmerend:

- Een oplopend tekort aan docenten: in het basisonderwijs, in de bètavakken in het middelbaar onderwijs en in het vmbo en mbo-techniekonderwijs.
- Nog onvoldoende ondersteuning en opleiding van docenten, zodat zij O&O didactiek, vakoverschrijdend werken en brede talentontwikkeling van leerlingen in hun onderwijs kunnen implementeren.

Het is van groot belang dat docenten de ondersteuning en ruimte krijgen om de opgaven die er liggen op het gebied van een betere doorstroom naar techniekonderwijs en 21e-eeuws leren in praktijk te brengen.

Het funderend onderwijs zal de basis moeten leggen voor de toekomstgerichte vaardigheden en houdingen die nodig zijn in een veranderende arbeidsmarkt. Dat wil zeggen dat wij moeten inzetten op een brede talentontwikkeling, die inhoudt dat:

- Kinderen en jongeren leren om ingewikkelde vragen te doorgronden en creatieve oplossingen te verzinnen.
- Dat ze vaardig zijn om op hun eigen leren te reflecteren en hun leren kunnen bijsturen.
- Dat ze een positieve houding hebben ten aanzien van onderzoeken en ontwerpen, het stellen van nieuwsgierige of kritische vragen, of het bedenken van alternatieve oplossingen.

- Dat zij een positief zelfbeeld hebben en vertrouwen in hun eigen ontwikkelingsmogelijkheden en
- Dat ze gemotiveerd zijn om te blijven leren.

Dit sluit niet alleen aan bij de belangrijkste competenties die straks op de arbeidsmarkt van hen verwacht worden, maar geeft hen vooral de juiste basis om hun eigen kwaliteiten blijvend te ontwikkelen. Voor meer informatie, zie bijvoorbeeld: Nederlandse Stichting voor Psychotechniek, 2017; FME Onderwijsvisie; Advies Onderwijs2032; PWC, 2017; SER, 2016; World Economic Forum, 2015).

## Toekomstgerichte vaardigheden

Gebaseerd op World Economic Forum, 2015; 2018; SER, 2016

### Basiskennis

- Geletterdheid (leesvaardigheid)
- Rekenvaardigheid
- Wetenschappelijke basiskennis
- ICT basiskennis
- Financiële basiskennis
- Culturele- en maatschappelijke basiskennis

### Competenties

- Kritisch denken/ probleemoplossend vermogen
- Creativiteit en originaliteit
- Communicatie en redeneren
- Samenwerken en emotionele intelligentie

### Karaktervaardigheden

- Nieuwsgierigheid & open leerhouding
- Initiatief & actieve leerhouding
- Volhardendheid/ uithoudingsvermogen
- Aanpassingsvermogen
- Leiderschap
- Sociaal-cultureel bewustzijn

## 4.2. Leren tijdens de loopbaan

Hoewel de exacte timing en impact lastig te voorspellen blijkt, is zeker dat veranderende taken en marktvraag vragen om (mee) veranderende vaardigheden. Dit zien we onder andere terug in de steeds snellere *kwalificatieveroudering* (TNO, 2016).

Vaardigheden die op dit moment nog moeilijk te automatiseren zijn, zouden we typisch ‘menselijke vaardigheden’ kunnen noemen (McKinsey, 2017; PWC, 2017). Zoals:

- Het creëren van nieuwe patronen of categorieën
- Logisch redeneren en probleemoplossing
- Creativiteit
- Coördineren in groepen
- Het opbouwen van relaties
- Het begrijpen van communicatie (taal of gebaren)
- Het bewegen (mobiel zijn) in gevarieerde omgevingen
- Sociale vaardigheden zoals het herkennen en begrijpen van sociale en emotionele boodschappen en situaties, op basis daarvan beslissingen nemen en op de juiste (gepaste) manier reageren

Voor meer achtergrondinformatie, zie bijvoorbeeld: Rathenau Instituut, 2018; Colvin, 2016.

In dit licht is het van belang om, zowel in onderwijs als in organisaties, veel meer aandacht te besteden aan het ontwikkelen van 'menselijk kapitaal'. Een open en actieve leerhouding, flexibiliteit, doorzettingsvermogen en sociaal-cultureel bewustzijn. Dergelijke houdingen, of karaktervaardigheden, zijn cruciaal in een wereld waarin de omloop-snelheid van kennis en technologie steeds hoger zal liggen en iedereen zal moeten blijven leren en ontwikkelen.

## 4.3. De uitdaging van een leven lang leren

Een open en actieve leerhouding is nodig om ook na de formele scholing, een leven lang, te blijven leren. Leven Lang Leren (LLL) kan plaatsvinden in het formele (volwassenen) onderwijs maar ook tijdens het werk. Bijvoorbeeld via informele scholing, ‘on the job’ leren, ‘learning by doing’, of door het rouleren van taken en rollen (SER, 2016b, pp. 92-93).

*Leren en ontwikkelen tijdens of naast het werk is echter nog steeds niet vanzelfsprekend.*

Hoewel Leven Lang Leren al meer dan 10 jaar een belangrijk thema is binnen de technieksector, blijkt in de praktijk dat dit nog niet heeft geleid tot grote groei van deelname van medewerkers aan (informele) scholings- en ontwikkelingsactiviteiten, met name als het gaat om lager en middelbaar opgeleide werknemers, (jonge) flexwerkers en werknemers boven de 45 jaar (TNO, 2011; SER, 2017).

In 2017 volgde gemiddeld 19 procent van de 25- tot 65-jarigen in Nederland een opleiding of cursus. Dat is beter dan de rest van de EU, maar nog steeds slechts een vijfde van de werkzame- en niet werkzame beroepsbevolking (Bron: Onderwijs in cijfers, leven lang leren).

Daarbij is het percentage hoger onder jongere werknemers dan onder oudere werknemers, terwijl juist hun vaardigheden en kennis minder recent zijn aangeleerd – en daarmee waarschijnlijk juist geactualiseerd zouden moeten worden.

*Alarmerend is dat juist ouderen, lager opgeleiden en zij die in beroepen zitten met een hoger 'automatiseringsrisico', minder geneigd zijn deel te nemen aan formele of informele 'Leven Lang Leren' initiatieven.*

Werknemers in de hoogste risicogroep van automatiseerbare beroepen hebben drie keer minder kans deel te nemen aan 'on the job' training dan werknemers in beroepen met een heel laag risico. Vergelijkbare resultaten vond de OECD voor formele scholing en scholing op afstand. Ook de tijdsbesteding aan bijscholing ligt veel lager (OECD, 2018).

Gecombineerd met de relatief lage deelname van oudere werknemers aan LLL, zien we een zorgwekkend patroon: werknemers die vanwege hun profiel (type beroep, opleidingsniveau, leeftijd) toch al kwetsbaarder zijn, zijn juist degenen die minder bij blijven leren. Daarmee worden zij relatief nóg kwetsbaarder op de arbeidsmarkt.

Volgens met name jonge technici, slagen technische werkgevers nog onvoldoende in het bieden van ontwikkelingsmogelijkheden. Dat is geen onwil. Bedrijven willen hun verantwoordelijkheid nemen in het opleiden van medewerkers voor de veranderende werkcontext (Corporaal, Vos, Van Riemsdijk, & de Vries, 2018), maar hebben geen concrete handvatten om die ontwikkeling vorm te geven. Zeker niet het MKB, dat het veelal moet doen zonder HRM-afdeling.

*Een cruciale vraag is dan ook bij wie we de verantwoordelijkheid voor bijscholen of omscholen neerleggen.*

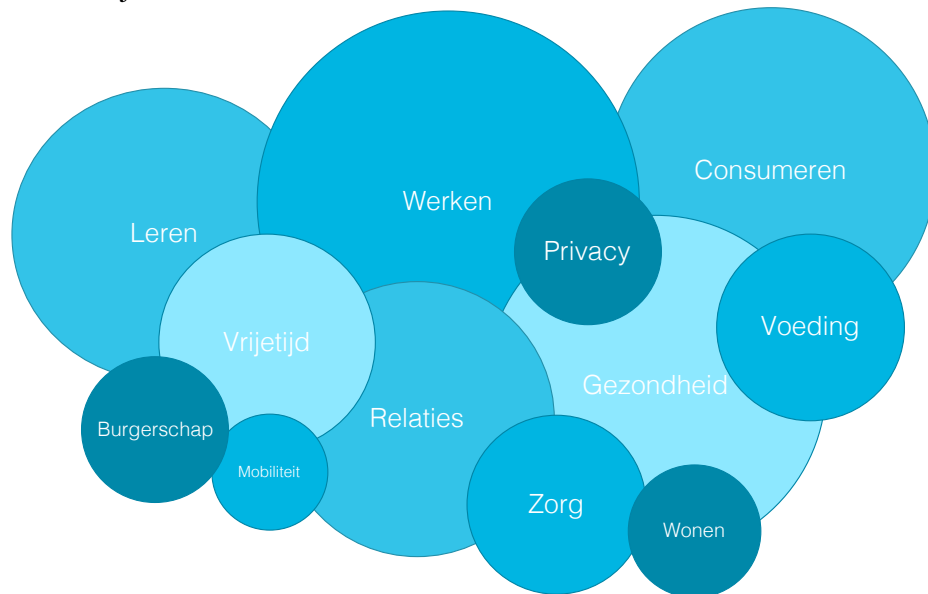
Uit onderzoek van de Nationale Denktank 2017 naar de Nederlandse situatie blijkt dat 76 procent van de Nederlanders verwacht dat de werkgever te hulp schiet als zij dreigen hun baan te verliezen door (gedeeltelijke of gehele) automatisering van hun werkzaamheden (Nationale Denktank, 2017).

Dit is kenmerkend voor de houding van alle betrokken partijen: medewerkers kijken naar hun werkgever, bedrijven wijzen naar hun medewerkers en naar de overheid, de overheid naar het bedrijfsleven, 'de zelfredzame burger' en het onderwijs. Het moge duidelijk zijn dat zij allemaal hun rol te spelen hebben.

# 5. Techwijsheid

## 5.1. De nieuwe technologie raakt iedereen, overal

De impact van de technologische revolutie zal direct voelbaar zijn op vele plekken in het dagelijks leven van mensen. In de figuur hieronder schetsen wij de velden binnen dat dagelijks leven waar nieuwe technologieën de grootste veranderingen teweegbrengen. Dat zijn vaak positieve veranderingen, maar soms ook negatieve. Niet voor iedereen is dat hetzelfde. Daar waar veranderingen voor mensen negatief uitpakken, vragen zij om extra aandacht. Zij kunnen leiden tot onvrede, onzekerheid en verzet en worden daarmee in zichzelf een rem op de ontwikkeling van ons welzijn en onze welvaart.



Artificiële intelligentie, sociale media, medische technologie, voedseltechnologie, zelfrijdende auto's, privacy, hulprobots, internet trollen, of online bankieren en winkelen: dergelijke ontwikkelingen raken ons allemaal.

Juist omdat iedereen ermee te maken krijgt, moet ook iedereen kunnen omgaan met de nieuwe technologie. Of wat preciezer: mensen moeten zich *verhouden* tot de technologie waar ze mee te maken krijgen. Dat geldt voor alle posities die je kunt innemen binnen de maatschappij. Of je nu leerling bent of docent, of je nu ambtenaar bent, politicus of rechter, werknemer of CEO, op alle posities zal je je moeten verhouden tot de nieuwe technologie.

Het betekent dat iedereen in Nederland een beter begrip moet krijgen van technologie en de sociale impact ervan. Dat betekent dat mensen een zekere *techwijsheid* of *technologisch burgerschap* moeten ontwikkelen.

*Het verwerven van 'techwijsheid' of 'technologisch burgerschap' is een urgente opgave voor alle mensen.*

“Techwijsheid of technologisch burgerschap kan gezien worden als de verzameling van ervaringen, kennis, vaardigheden, houdingen, plichten en rechten die het mogelijk maakt dat burgers kunnen profiteren van de zegeningen van technologie en hen beschermt tegen de risico's daarvan.” (Rathenau Instituut, 2017).

## 5.2. Opgaven voor de burger

Wil de burger zich op een positieve manier verhouden tot technologie, dan mogen – en moeten – we van hem of haar het nodige verwachten. In dat licht zouden alle burgers van Nederland...

- Beter begrip moeten krijgen van technologie en de sociale betekenis
- Beter inzicht moeten verkrijgen in de risico's van technologie
- Beter gebruik moeten kunnen maken van kansen die technologie biedt
- Zich meer bewust moeten worden van hun rechten en plichten binnen een wereld aan technologische mogelijkheden
- Op basis van inzicht mee kunnen beslissen over de ontwikkeling of inzet van bepaalde technologieën

## 5.3. Techwijsheid en houding

Technologisch burgerschap vergt dat iedereen een zekere set aan ervaring, kennis en vaardigheden ontwikkelt. Maar met alleen wat ervaring, kennis en vaardigheden gaan mensen niet opeens de nieuwste technologie accepteren en gebruiken. Het gedrag van mensen wordt namelijk medebepaald door de *houding* die zij hebben ten opzichte van die nieuwe technologie.

*Houdingen zijn vaak onbewuste positieve of negatieve evaluaties of percepties, die bestaan uit gedachten, meningen en emoties.*

Het is dus in belangrijke mate de houding ten opzichte van de nieuwe technologie, die bepaalt of je bereid bent om technologie te accepteren en te gebruiken. Het is goed te bedenken dat die houding zich bij mensen ontwikkelt op basis van vier *houdingsaspecten*:

1. *Cognitief: wat denk ik ervan?* De inschatting van het belang van meegaan in technologieontwikkeling; perceptie van nut, gebruiksgemak of juist moeilijkheid van technologie; stereotype opvattingen (bijvoorbeeld werken in techniek heeft 'lage status'), sekse-stereotype opvattingen (associatie van techniek met 'mannelijkheid').
2. *Affectief: hoe voelt het?* Gevoelens van angst of zorg voor nieuwe technologische ontwikkelingen; of juist gevoelens van hoop of enthousiasme en trots op Nederlandse technologie.
3. *Perceptie van bekwaamheid: zou ik het kunnen?* Positieve of negatieve gedachten en gevoelens over de vaardigheid om met nieuwe technologie om te gaan, te blijven leren of succesvol te investeren.
4. *Perceptie van de sociale norm: wat vinden anderen?* Gevoelens van afwijzing of juist omarming van nieuwe technologie die samenhangen met groepsidentiteit en groepscultuur of met beeldvorming via media.

De reacties op deze vier houdingsaspecten bepalen of we mee zullen kunnen in de technologische transitie of dat we achterop zullen raken. Het maakt daarbij niet uit welke functie je bekleedt: op elk denkbaar niveau moeten we van de burger verwachten dat deze zich weet te verhouden tot technologie en de impact ervan op zijn of haar leven en op de maatschappij als geheel kan doorgronden.

*Van metaalbewerker tot politicus, van administratief medewerker tot beleidsmaker, van zorgverlener tot jurist: techwijsheid of technologisch burgerschap is een opgave voor iedereen.*



# 6. Conclusie: focus op technocultuur

*Alles wat we in de voorgaande hoofdstukken beschreven over de opgaven om op een goede manier om te gaan met de kansen en bedreigen die de technologierevolutie ons biedt, komt samen in één centraal begrip: technocultuur. Of beter: in het ontbreken van een technocultuur.*

Want, hoewel we ons soms anders willen presenteren, zit 'technologie' Nederlanders niet per definitie in het DNA. Technologie – of de maakindustrie – heeft in Nederland een lage status en vormt niet de basis van onze cultuur. Die is al eeuwen veel meer gericht op handel, diensten, landbouw en 'samen droge voeten houden'. In Nederland geeft het nog steeds veel meer status om economie of rechten te gaan studeren, dan om elektromonteur of ingenieur te worden. Iets wat in Duitsland – en al helemaal in China – totaal anders is.

We zijn te weinig trots op onze uitvinders, of dat nu grote namen zijn uit de Gouden Eeuw of die van anno nu. En we tonen te weinig motivatie en investeringsdrang om onze hoogwaardige bètatechnologie om te zetten in industrie. Zoals we in hoofdstuk 3 zagen, leeft bovendien in Nederland, veel sterker dan in andere landen, een sekse-stereotype beeldvorming over bèta en techniek.

## 6.1. Het gebrek aan technocultuur en de urgenties

We concluderen dat veel van de geschetste urgenties samenhangen met een gebrek aan technocultuur in Nederland. Dat is te zien aan:

- Een laag bewustzijn van de snelheid van veranderingen en de context waarin die plaatsvinden.

- Een lage inschatting van de snelle automatiseringskansen van economisch-administratieve taken.
- Stereotype opvattingen over leren en werken in de technische sector.
- Sekse-stereotype associaties bij technische beroepsprofielen.
- Een gebrek aan rolmodellen, zowel in het maatschappelijk debat als in de media.
- Te lage waardering voor en trots op technologisch onderzoek en technici

## 6.2. Hoe maken we Nederland klaar voor de toekomst?

De grote opgaven waar we voor staan vergen naast grotere investeringen, vooral een groter *bewustzijn* van de ontwikkelingen. Techwijsheid en technocultuur spelen daarbij een cruciale rol.

Dat betekent dat we op persoonlijk niveau moeten inzetten op de ontwikkeling van *techwijsheid* en op maatschappelijk niveau op een positieve *technocultuur*. Dat is geen opgave voor één partij: alle krachten moeten daarbij samenwerken. Het onderwijs, bedrijven, organisaties, overheden, en niet te vergeten - de burger, wij zelf.

Deze verantwoordelijkheid moeten wij samen aangaan voor de wereld waarin wij leven. Technologie heeft in het verleden tot veel schade geleid aan mens en natuur. De nieuwste technologie stelt ons in staat om het anders en beter te doen.

Laten we dat doen.

© Blueyard Coöperatief U.A., 2019

In opdracht van:

Upgrade NL / FME

Titel: Het technologisch tekort van Nederland.

*De grote urgenties van de technologietransitie in beeld.*

Auteurs:

Juliette Walma van der Molen

Geert Boogaard

Nadeche Seugling

Blueyard.nl

info@blueyard.nl

Keizersgracht 100 – 104

1015 CV Amsterdam

Alle rechten voorbehouden.

Niets uit deze uitgave mag worden veelevoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door print-outs, kopieën, of op welke manier dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Blueyard Coöperatief U.A.

# Bronnenlijst

- ADP. (2018). *ADP Workforce View in Europe 2018*. Te raadplegen via: [https://www.adp.nl/kennis/publicaties/download/adpnl-workforce-view-europe-2018.pdf?cid=elq\\_sales\\_enablement\\_16181&elqTrackId=e33b4e6f8c464f1fafcbdf333c5f3e&elq=cf16757b6bde425ea18f455f8e2c7b78&elqaid=154116&elqat=1&elqCampaignId=16181](https://www.adp.nl/kennis/publicaties/download/adpnl-workforce-view-europe-2018.pdf?cid=elq_sales_enablement_16181&elqTrackId=e33b4e6f8c464f1fafcbdf333c5f3e&elq=cf16757b6bde425ea18f455f8e2c7b78&elqaid=154116&elqat=1&elqCampaignId=16181)
- ANP. (2019, 28 januari). Nederlanders weten niet hoe ze in steden gevolgd worden. *Nu.nl*. Te raadplegen via: <https://www.nu.nl/internet/5709012/nederlanders-weten-niet-hoe-ze-in-steden-gevolgd-worden.html>
- Autor, D. H. (2015). Why are there still so many jobs? The history and future of workplace automation. *Journal of Economic Perspectives*, 29(3), 3-30.
- Bian, L., Leslie, S. & Cimpian, A. (2017). Gender stereotypes about intellectual ability emerge early and influence children's interests. *Science*, 355(6323), 389-391. Te raadplegen via: <http://dx.doi.org/10.1126/science.aah6524>
- Blueyard Coöperatie UA. (2017). *Dutch Technology Week. Een toekomstverkenning*.
- Boston Consulting Group. (2018, 15 november). *Myth vs. Reality in Artificial Intelligence - Infographic*. Te raadplegen via: <https://www.bcg.com/publications/2018/infographic-myth-vs-reality-artificial-intelligence-ai.aspx>
- Brand-Gruwel, S., Wopereis, I. G. J. H., & Vermetten, Y. (2005). Information problem solving by experts and novices: Analysis of a complex cognitive skill. *Computers in Human Behavior*, 21, 487-508.
- Breazeal, C., Dautenhahn, K., & Kanda, T. (2016). Social robotics. In B. Siciliano and O. Khatib (Eds.), *Handbook of Robotics* (p. 1935-1972). Berlin, Germany: Springer Verlag.
- Bregman, R. (2017, 24 mei). Ik ging naar Japan en zag de toekomst van werk (en ze leek op de Sovjet-Unie). *De Correspondent*. Te raadplegen via: <https://decorrespondent.nl/6791/ik-ging-naar-japan-en-zag-de-toekomst-van-werk-en-ze-leek-op-de-sovjet-unie/2528089807584-1baee253>
- Bruns, K. (2017). De impact van nieuwe technologieën op de fiscaliteit. *Economisch-statistische Berichten*, 102, 408-411. Te raadplegen via: [https://www.researchgate.net/publication/320934774\\_De\\_impact\\_van\\_nieuwe\\_technologieen\\_op\\_de\\_fiscaliteit/download](https://www.researchgate.net/publication/320934774_De_impact_van_nieuwe_technologieen_op_de_fiscaliteit/download)
- Brynjolfsson, E., & McAfee, A. (2014). *The second machine age: Work, progress, and prosperity in a time of brilliant technologies*. New York: W.W. Norton & Company.
- Camps, M. (2019). Sturen op economische groei. *ESB, Jaargang 104* (4769), 6-9. Te raadplegen via: <https://esb.nu/esb/20048899/nieuwjaarsartikel-sturen-op-economische-groei>
- Centraal Bureau voor de Statistiek. (2017a). *45 procent technisch geschoolden heeft technisch beroep*. Te raadplegen via: <https://www.cbs.nl/nl-nl/nieuws/2017/26/45-procent-technisch-geschoolden-heeft-technisch-beroep>
- Centraal Bureau voor de Statistiek. (2017b). *Sociaaleconomische trends. Beroep en werkdruk in Nederland*. Te raadplegen via: <https://www.cbs.nl/-/media/pdf/2017/13/2017sto4-beroep-en-werkdruk-in-nederland.pdf>
- Centraal Planbureau (CPB) en Researchcentrum voor Onderwijs en Arbeidsmarkt, Maastricht University (ROA). (2013). *De Nederlandse arbeidsmarkt in taken. Eerste bevindingen uit de Nederlandse Skills Survey*. Te raadplegen via: <https://www.cpb.nl/sites/default/files/publicaties/download/cpb-boek-8-de-nederlandse-arbeidsmarkt-taken-eerste-bevindingen-uit-de-nederlandse-skills-survey.pdf>
- Consultancy.nl. (2018, 2 juli). *Slechts 1 van de 250 afgestudeerden krijgt baan in strategy consulting*. Te raadplegen via: <https://www.consultancy.nl/nieuws/18566/slechts-1-van-de-250-afgestudeerden-krijgt-baan-in-strategy-consulting>
- Corporaal, S., Vos, M., van Riemsdijk, M., & de Vries, S. (2018). Werken in de nieuwe industriële revolutie. Verwachtingen van werkgevers in de techniek over de werknemer van de toekomst. *Tijdschrift voor HRM*, 21(2), 20-44. Te raadplegen via: [https://www.saxion.nl/binaries/content/assets/onderzoek/meer-onderzoek/strategisch-hrm/tvhrm\\_corporaal\\_riemsdijk\\_vos\\_vries\\_2018.pdf](https://www.saxion.nl/binaries/content/assets/onderzoek/meer-onderzoek/strategisch-hrm/tvhrm_corporaal_riemsdijk_vos_vries_2018.pdf)
- CPB (2019). *Monitor impuls leraren tekortvakken*. Te raadplegen via: <https://www.cpb.nl/sites/default/files/omnidownload/CPB-Notitie-16jan2019-Monitor-impuls-leraren-tekortvakken.pdf>
- Chen, W., Díez, F., Duval, R., Jones, C., & Villegas-Sánchez, C. (2019). Chapter 2: The Rise of Corporate Market Power and Its Macroeconomic Effects. In ORG. International Monetary Fund (IMF) (Red.), *World Economic Outlook, Analytical Chapters, April 2019* (pp. 55-76). Te raadplegen via: <https://www.imf.org/~media/Files/Publications/WEO/2019/April/English/ch2.ashx?la=en>
- Colvin, G. (2016). *Humans are underrated: What high achievers know that brilliant machines never will*. Penguin.
- De Argumentenfabriek (2016). *Werken in de toekomst*. Amsterdam, The Netherlands: De Argumentenfabriek.

Deloitte (2014). *Agiletown: The relentless march of technology and London's response*. London, UK: Deloitte LLP.

Deloitte. (2014). *De impact van automatisering op de Nederlandse arbeidsmarkt. Een gedegen verkenning op basis van Data Analytics*. Te raadplegen via: <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/nl/Documents/deloitte-analytics/deloitte-nl-data-analytics-impact-van-automatisering-op-de-nl-arbeidsmarkt.pdf>

Denktank#2032 (in opdracht van PO-Raad en het Platform Bèta Techniek). (2015). Te raadplegen via: <https://www.pbt-netwerk.nl/file/advies20326-pager1pdf/download?token=1491e42a>

DeWitt, J., Osborne, J., Archer, L., Dillon, J., Willis, B., & Wong, B. (2013). Young children's aspirations in science: The unequivocal, the uncertain and the unthinkable. *International Journal of Science Education*, 35(6), 1037-1063. Te raadplegen via: [https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00724886/file/PEER\\_stage2\\_10.1080%252F09500693.2011.608197.pdf](https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00724886/file/PEER_stage2_10.1080%252F09500693.2011.608197.pdf)

Dupont-Nivet, D. (2019, 16 januari). Groepsfoto zonder dame. *De Groene Amsterdammer* (3). Te raadplegen via: <https://www.groene.nl/artikel/groepsfoto-zonder-dame>

Eurofiber. (2015). *Smart Society Journal. Trendrapport Slim Nederland in 2030*. Te raadplegen via: [https://www.eurofiber.nl/assets/uploads/2016/02/Smart-Society-Journal-feb-2016\\_spreads.pdf](https://www.eurofiber.nl/assets/uploads/2016/02/Smart-Society-Journal-feb-2016_spreads.pdf)

Expertisecentrum Beroepsonderwijs (ecbo). (2013). *Kansen en keuzes voor de toekomst Routes in het onderwijs en naar de arbeidsmarkt van niet-westerse allochtonen*. Te raadplegen via: <https://ecbo.nl/25102016/wp-content/uploads/2016/12/ebo.13-182-Kansen-en-keuzes-voor-de-toekomst.pdf>

FME. (z.d.). *Visie op onderwijs voor aantrekkelijk werk in de techniek - De leerling van de toekomst zijn wij allemaal*. Te raadplegen via: [https://www.fme.nl/nl/system/files/publicaties/FME%20brochure%20Onderwijsvisie%20AUG%202018%20NL\\_Web-v2.pdf](https://www.fme.nl/nl/system/files/publicaties/FME%20brochure%20Onderwijsvisie%20AUG%202018%20NL_Web-v2.pdf)

FME Infographic Aansluiting met onderwijs\_LR

FME Infographic Krapte op de arbeidsmarkt\_LR.pdf

FME, TIAS en Berenschot. (z.d.). *Smart Working-onderzoek: medewerkers aan het woord*. Te raadplegen via: <https://www.fme.nl/nl/system/files/publicaties/Onderzoek%20Smart%20Working%20Maak%20over%20van%20technologie.pdf>

FME. (2019). *Onderwijsrevolutie begint bij de docent*. Te raadplegen via: <https://www.fme.nl/nl/standpunten/onderwijsrevolutie-begint-docent>

Frey, C. B., & Osborne, M. A. (2017). The future of employment: How susceptible are jobs to computerisation? *Technological Forecasting and Social Change*, 114, 254-280.

Frey, C. B., & Osborne, M. A. (2013). The future of employment: How susceptible are jobs to computerisation? Oxford, UK: Oxford Martin School.

Frey, C. B., Osborne, M. A., Holmes, C., Rahbari, E., Curmi, E., Garlick, R., et al. (2016). *Technology at work 2.0*. Oxford, UK: Oxford Martin School.

Gelder, L. van (2019, 6 februari). Vernieuwd vmbo moet tekort aan technici bestrijden. *Het Parool*. Te raadplegen via: <https://www.parool.nl/amsterdam/vernieuwd-vmbo-moet-tekort-aan-technici-bestrijden~a4622736/>

Gemeente Amsterdam. (2017). *Koersdocument Masterplan Techniek. Amsterdam 2.0 2017-2020*. Te raadplegen via: [https://assets.amsterdam.nl/publish/pages/867596/koersdocument\\_masterplan\\_techniek\\_amsterdam\\_2\\_0\\_2017-2020.pdf](https://assets.amsterdam.nl/publish/pages/867596/koersdocument_masterplan_techniek_amsterdam_2_0_2017-2020.pdf)

Godin, B. & Gingras, Y. (2000). What is scientific and technological culture and how is it measured? A multidimensional model. *Public Understanding of Science*, 9. Te raadplegen via: <http://dx.doi.org/10.1088/0963-6625/9/1/303>

Haaster, W. van (2016, 3 november). *Mkb luidt noodklok: aanbod van technisch vmbo-onderwijs is dramatisch*. Te raadplegen via: <https://www.cobouw.nl/bouwbreed/nieuws/2016/11/mkb-luidt-noodklok-aanbod-van-technisch-vmbo-onderwijs-is-dramatisch-10124735?vakmedianet-approve-cookies=1>

Hurk, A., van den, Meelissen, M., & Langen, A., van (2018). Interventions in education to prevent STEM pipeline leakage. *International Journal of Science Education*, 41(2), 150-164. <https://doi.org/10.1080/09500693.2018.1540897>

Inspectie van het Onderwijs. (2017). *Peil. Natuur en Techniek 2015-2016*. Te raadplegen via: [https://www.onderwijsinspectie.nl/binaries/onderwijsinspectie/documenten/rapporten/2017/05/31/peil-natuur-en-techniek-2015-2016/Rapport\\_peil+natuur+techniek.pdf](https://www.onderwijsinspectie.nl/binaries/onderwijsinspectie/documenten/rapporten/2017/05/31/peil-natuur-en-techniek-2015-2016/Rapport_peil+natuur+techniek.pdf)

Janssen, M. (2015, april). Vrouwelijke aandacht. Nederlandse arbeidsmarkt is hekkensluis. *De Ingenieur*. Te raadplegen via: <https://www.deingenieur.nl/uploads/media/55266eco2ba54.pdf>

Joblift. (2018, 5 januari). Automatisering en Kunstmatige Intelligentie: 2,5 miljoen Nederlandse banen op de tocht. *Emerce - Industry Wire*. Te raadplegen via: <https://www.emerce.nl/wire/automatisering-kunstmatige-intelligentie-25-miljoen-nederlandse-banen-tocht>

Kalshoven, F. (2019, 18 januari). De kwaliteit van het onderwijs moet omhoog, maar hoe? *De Volkskrant*. Te raadplegen via: <https://www.volkskrant.nl/columns-opinie/de-kwaliteit-van-het-onderwijs-moet-omhoog-maar-hoe--b56f27a2/>

Kennisrotonde. (2017). *Wat zijn effectieve manieren om te bevorderen dat meer vmbo-leerlingen kiezen voor opleidingen en beroepen in de bèta-techniek?* (KR259). Te raadplegen via: <https://www.nro.nl/wp-content/uploads/2017/12/259-antwoord-vmbo-profielkeuze.pdf>

Kiddle, R. (2018). *The Shape Of Artificial Intelligence. Building a substantive and exploratory understanding of artificial intelligence as a foundation for the forward-looking analysis of economic inequality*. Essay, Universiteit van Amsterdam.

Kleinnijenhuis, J. (2018, 4 april). Robotisering treft helft van de banen. *Trouw*. Te raadplegen via: <https://www.trouw.nl/home/robotisering-treft-helft-van-de-banen~a12f3739/>

KNAW (2017). *Wetenschap in Nederland: Waar een klein land groot in is en moet blijven*. Te raadplegen via: <https://www.knaw.nl/shared/resources/actueel/publicaties/pdf/170818-essay-wetenschap-in-nederland>

Koning, J. de, Gelderblom, A., & Gravesteyn, J. (2010). *Techniek: exact goed?* Rotterdam: SEOR. Te raadplegen via: <https://www.vmbo-bwi.nl/media/files/techniek-exact-goed.pdf>

Koning, J. de (2012, oktober). Techniek: goed voor u! *Beleidsonderzoek Online · Boom bestuurskunde tijdschriften*. Te raadplegen via: <https://tijdschriften.boombestuurskunde.nl/tijdschrift/bs0/2012/10/BELEIDSONDERZOEK-D-12-00011/fullscreen>

Labyrinth Onderzoek & Advies. (2013). *Ontdek Wetenschap & Techniek. Landelijk onderzoek onder ouders van basisschoolleerlingen – onderzoeksrapport*. Te raadplegen via: [https://www.labyrinthonderzoek.nl/wp-content/uploads/2016/05/OntdekWetenschapTechniek\\_Onderzoeksrapport\\_DEF.pdf](https://www.labyrinthonderzoek.nl/wp-content/uploads/2016/05/OntdekWetenschapTechniek_Onderzoeksrapport_DEF.pdf)

Lian, W., Novta, N., Pugacheva, E., Timmer, Y., & Topalova, P. (2019). Chapter 3: The Price of Capital Goods: A Driver of Investment Under Threat? In ORG. International Monetary Fund (IMF) (Red.), *World Economic Outlook, Analytical Chapters, April 2019* (pp. 77–101). Te raadplegen via: <https://www.imf.org/~media/Files/Publications/WEO/2019/April/English/ch3.ashx?la=en>

McKinsey Global Institute. (2013). *Disruptive technologies: Advances that will transform life, business, and the global economy*. Te raadplegen via: [https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Business%20Functions/McKinsey%20Digital/O ur%20Insights/Disruptive%20technologies/MGI\\_Disruptive\\_technologies\\_Executive\\_summary\\_May2013.ashx](https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Business%20Functions/McKinsey%20Digital/O ur%20Insights/Disruptive%20technologies/MGI_Disruptive_technologies_Executive_summary_May2013.ashx)

McKinsey Global Institute. (2016). *Independent Work: Choice, Necessity, And the Gig Economy*. Te raadplegen via: <https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Featured%20Insights/Employment%20and%20Growth/Independent%20work%20Choice%20necessity%20and%20the%20gig%20economy/Independent-Work-Choice-necessity-and-the-gig-economy-Full-report.ashx>

McKinsey Global Institute. (2017). *A Future That Works: Automation, Employment, And Productivity*. Te raadplegen via: <https://www.mckinsey.com/~media/mckinsey/featured%20insights/Digital%20Disruption/Ha rnessing%20automation%20for%20a%20future%20that%20works/MGI-A-future-that-works-Executive-summary.ashx>

McKinsey Global Institute (2019). Notes from the AI frontier: Tackling Europe's gap in digital and AI. Te raadplegen via: [https://www.mckinsey.com/~media/mckinsey/featured\\_insights/artificial\\_intelligence/tackling\\_europes\\_gap\\_in\\_digital\\_and\\_ai/mgi-tackling-europes-gap-in-digital-and-ai-feb-2019-vf.ashx](https://www.mckinsey.com/~media/mckinsey/featured_insights/artificial_intelligence/tackling_europes_gap_in_digital_and_ai/mgi-tackling-europes-gap-in-digital-and-ai-feb-2019-vf.ashx)

Microsoft. (2017). Why Europe's girls aren't studying STEM. Te raadplegen via: <https://onedrive.live.com/view.aspx?cid=089f9bc9ce672ff4&id=documents&resid=89F9BC9CE672FF4108&app=WordPdf&authkey=ANK-OohgdrHsqJg&>

Microsoft. (2018). *Meisjes en vrouwen in STEM*. Onderzoek 2018, samenvatting. Te raadplegen via: [https://pulse.microsoft.com/uploads/prod/2018/04/Microsoft\\_Samenvatting-STEM-onderzoek-Microsoft.pdf](https://pulse.microsoft.com/uploads/prod/2018/04/Microsoft_Samenvatting-STEM-onderzoek-Microsoft.pdf)

Miller, D. I., Eagly, A. H., & Linn, M. C. (2015). Women's representation in science predicts national gender-science stereotypes: Evidence from 66 nations. *Journal of Educational Psychology, 107*(3), 631. Te raadplegen via: [https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/35291221/Miller\\_Eagly\\_Linn\\_-\\_in\\_press\\_-\\_gender\\_science\\_stereotypes.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1552855932&Signature=jDy58ddn%2BnoU4xBmWv3ONW%2B64ug%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DWomen's\\_Representation\\_in\\_Science\\_Predict.pdf](https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/35291221/Miller_Eagly_Linn_-_in_press_-_gender_science_stereotypes.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1552855932&Signature=jDy58ddn%2BnoU4xBmWv3ONW%2B64ug%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DWomen's_Representation_in_Science_Predict.pdf)

Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid (2017). *Kabinetsreactie op SER-verkenning 'Mens en Technologie: samen aan het werk'*. Den Haag. Te raadplegen via: <https://www.rijksoverheid.nl/binaries/rijksoverheid/documenten/kamerstukken/2017/02/13/ka merbrief-kabinetsreactie-ser-verkenning-mens-en-technologie-samen-aan-het-werk/brief.pdf>

MIT Sloan Management Review. (2018, 17 september). *Artificial Intelligence in Business Gets Real*. Te raadplegen via: <https://sloanreview.mit.edu/projects/artificial-intelligence-in-business-gets-real/>

Motivaction. (2017). *Digitality. Wat drijft de digitale consument?* Te raadplegen via: <https://www.motivaction.nl/digitality>

Naaijer, H. M., Spithoff, M., Osinga, M., Klitzing, N., Korpershoek, H., & Opdenakker, M-C. (2016). *De overgang van primair naar voortgezet onderwijs in internationaal perspectief: Een systematische overzichtsstudie van onderwijstransities in relatie tot kenmerken van verschillende Europese onderwijsstelsels*. Groningen: GION onderwijs/onderzoek. Te raadplegen via: [https://www.rug.nl/research/portal/files/40223760/NRO\\_OPRO\\_De\\_overgang\\_van\\_po\\_naar\\_vo\\_in\\_internationaal\\_perspectief\\_Opdenakker\\_projectleider.pdf](https://www.rug.nl/research/portal/files/40223760/NRO_OPRO_De_overgang_van_po_naar_vo_in_internationaal_perspectief_Opdenakker_projectleider.pdf)

NRO (2017). Nationaal Regieorgaan Onderwijsonderzoek; Eck, E. van. Kennisrotonde. 2017. Wat zijn effectieve manieren om te bevorderen dat meer vmbo-leerlingen kiezen voor opleidingen en beroepen in de bèta-techniek? (KR259). Te raadplegen via: <https://www.nro.nl/wp-content/uploads/2017/12/259-antwoord-vmbo-profielkeuze.pdf>

Nationale Denktank (2017). *Iedereen perspectief op werk. Samenvatting analysefase*. Te raadplegen via: <https://nationale-denktank.nl/wp-content/uploads/2018/08/Nationale-Denktank-2017.pdf>

Nederlandse Stichting voor Psychotechniek (NSvP). (2017). *Met de juiste vaardigheden de arbeidsmarkt op*. Te raadplegen via: <https://omkering.innovatiefinwerk.nl/wp-content/uploads/2017/07/NSvP-Whitepaper-pdf-20170606.pdf>

OECD. (2018). *OECD Social, Employment and Migration Working Papers, No. 202. Automation, skills use and training*. Te raadplegen via: <http://dx.doi.org/10.1787/2e2f4eea-en>

Onderwijs in cijfers (z.d.) Kengetallen. Te raadplegen via: <https://www.onderwijsincijfers.nl/kengetallen>

Onderwijsinspectie. (2016). Peil. Natuur en techniek. Te raadplegen via: [https://www.onderwijsinspectie.nl/binaries/onderwijsinspectie/documenten/rapporten/2017/05/31/peil-natuur-en-techniek-2015-2016/Rapport\\_peil+natuur+techniek.pdf](https://www.onderwijsinspectie.nl/binaries/onderwijsinspectie/documenten/rapporten/2017/05/31/peil-natuur-en-techniek-2015-2016/Rapport_peil+natuur+techniek.pdf)

Platform Bèta Techniek. (2010). *Bèta Mentality 2011-2016. Jongeren boeien voor bèta en techniek*. Te raadplegen via: <https://www.pbt-netwerk.nl/file/betamentality-2011-2016pdf/download?token=9V3tM9n3>

Platform Bèta Techniek. (z.d.). *Bètatechniek in cijfers*. Te raadplegen via: <https://www.pbt-netwerk.nl/betatechniekcijfers>

Platform Bèta Techniek. (2010). *Nut, Noodzaak of Nerds? Veranderende beelden over bètatechniek in de Nederlandse media en samenleving tussen 1989 – 2009*. Te raadplegen via: [http://www.hypertekst.nl/files/platformbetatechniek/Nut\\_noodzaak\\_of\\_nerds.pdf](http://www.hypertekst.nl/files/platformbetatechniek/Nut_noodzaak_of_nerds.pdf)

Platform Bèta Techniek & Institute for Gender Studies en Communicatiewetenschap, Radboud Universiteit Nijmegen. (2010). *Bèta Mentality. De Bèta Beroepen*.

Platform Bèta Techniek. (2013). *Nu kiezen voor straks. Verdubbeling Beroeps Begeleidende Leerweg in de sector Techniek*. Te raadplegen via: <https://www.pbt-netwerk.nl/file/publicatie-propositie-bblpdf/download?token=XO7X2pkw>

Platform Bèta Techniek & Stichting Platforms Vmbo (SPV). (2014). *LOB (loopbaanoriëntatie en-begeleiding) in het vmbo*. Te raadplegen via: <https://www.platformsvmbo.nl/files/default/0001/01/66676b7e2f75d42d1377258cb4209f8728ea2649.pdf>

Platform Bèta Techniek. (2015). *Deltabooster - W&T manifest voor het primair onderwijs*. Te raadplegen via: <https://www.pbt-netwerk.nl/file/deltaboosterpbthra5losbladigpdf/download?token=VAVFpoA5>

Platform Bèta Techniek. (2016). *Infographic onderzoek LOB in de beroepsgerichte examenprogramma's*. Te raadplegen via: <https://www.pbt-netwerk.nl/kennisbank/infographic-onderzoek-lob-in-de-beroepsgerichte-examenprogrammas>

Platform Bèta Techniek. (2017). *Impactrijke veranderingen. Over sturen & stimuleren*. Te raadplegen via: [https://www.pbt-netwerk.nl/sites/default/files/pdfs\\_publicaties/impactrijke\\_veranderingen\\_oktober\\_2017.pdf](https://www.pbt-netwerk.nl/sites/default/files/pdfs_publicaties/impactrijke_veranderingen_oktober_2017.pdf)

Platform Bèta Techniek. (2018a). *Top Techniek in Bedrijf; Behoud van het technisch VMBO*. Te raadplegen via: <https://www.toptechniekinbedrijf.nl/thema/behoud-technisch-vmbo/>

Platform Bèta Techniek. (2018b). *Behoud van het technisch VMBO Tien creatieve en inspirerende voorbeelden van regionale samenwerking*. Te raadplegen via: <https://www.pbt-netwerk.nl/file/behoudvanhettechnischvmbojanuari2018pdf/download?token=ij-DVOH>

Platform Onderwijs2032. (2016). *Ons Onderwijs 2032. Eindadvies van het Platform Onderwijs2032*. Te raadplegen via: <https://www.rijksoverheid.nl/binaries/rijksoverheid/documenten/rapporten/2016/01/23/eindadvies-platform-onderwijs2032-ons-onderwijs2032/eindadvies-platform-onderwijs2032-ons-onderwijs2032.pdf>

PwC. (2017). *Human value in the digital age*. Te raadplegen via: <https://www.pwc.nl/nl/assets/documents/pwc-human-value-in-the-digital-age.pdf>

PwC. (2018). *Workforce of the future. The competing forces shaping 2030*. Te raadplegen via: <https://www.pwc.com/gx/en/services/people-organisation/workforce-of-the-future/workforce-of-the-future-the-competing-forces-shaping-2030-pwc.pdf>

PwC. (z.d.). *Een leven lang leren in Nederland Hoe u relevant blijft in het digitale tijdperk*. Te raadplegen via: <https://www.pwc.nl/nl/assets/documents/pwc-lifelong-learning-publicatie-nl-final.pdf>

Rabobank. (2019). Sectorprognoses 2019 en 2020: Krapte op de arbeidsmarkt kan groei sectoren remmen. Te raadplegen via: <https://economie.rabobank.com/publicaties/2019/januari/sectorprognoses-2019-en-2020-krapte-op-de-arbeidsmarkt-kan-groei-sectoren-remmen/>

Rathenau Instituut. (2015). Werken aan de robotsamenleving. Visies en inzichten uit de wetenschap over de relatie technologie en werkgelegenheid. Te raadplegen via [https://www.rathenau.nl/sites/default/files/Werken\\_aan\\_de\\_robotsamenleving\\_-\\_Rathenau\\_Instituut.pdf](https://www.rathenau.nl/sites/default/files/Werken_aan_de_robotsamenleving_-_Rathenau_Instituut.pdf)

Rathenau Instituut (2017). Technologisch burgerschap: dé democratische uitdaging van de eenentwintigste eeuw. Te raadplegen via: <https://www.rathenau.nl/nl/digitale-samenleving/technologisch-burgerschap-de-democratische-uitdaging-van-de-eenentwintigste>

Rathenau Instituut. (2018). *Robotisering en automatisering op de werkvloer – bedrijfskeuzes bij technologische innovaties*. Te raadplegen via: <https://www.rathenau.nl/sites/default/files/2018-04/robotisering%20op%20de%20werkvloer.pdf>

Research Center for Science Education and Talent Development, Universiteit Twente. (2016). Met de klas op bezoek bij technische bedrijven: concrete aanbevelingen voor basisscholen.

ROA (Researchcentrum voor Onderwijs en Arbeidsmarkt, Maastricht University). (2013). *De arbeidsmarkt naar opleiding en beroep tot 2018*.

ROA (Researchcentrum voor Onderwijs en Arbeidsmarkt, Maastricht University). (2015). *De arbeidsmarkt naar opleiding en beroep tot 2020*. Te raadplegen via: <https://www.cdho.nl/assets/uploads/2016/08/ROA-tot-2020.pdf>

ROA (Researchcentrum voor Onderwijs en Arbeidsmarkt, Maastricht University). (2017). *De arbeidsmarkt naar opleiding en beroep tot 2022*. Te raadplegen via: [http://roa.sbe.maastrichtuniversity.nl/roanew/wp-content/uploads/2017/11/ROA\\_R\\_2017\\_10.pdf](http://roa.sbe.maastrichtuniversity.nl/roanew/wp-content/uploads/2017/11/ROA_R_2017_10.pdf)

Schinkel, M. (2019, 3 april). Macht van megabedrijven kost welvaart. *NRC*. Te raadplegen via: <https://www.nrc.nl/nieuws/2019/04/03/macht-van-megabedrijven-kost-welvaart-a3955622>

Science Guide (2018, 20 juni). *Tekort techniekdocenten blijft hoofdpijn dossier*. Te raadplegen via: <https://www.scienceguide.nl/2018/06/techniekdocenten-hoofdpijndossier/>

SEOR, Erasmus Universiteit Rotterdam. (2010). *Techniek: Exact goed? Het keuzeprocess van allochtone en autochtone leerlingen in het (V)MBO verklaard*. Te raadplegen via: <https://www.vmbo-bwi.nl/media/files/techniek-exact-goed.pdf>

Sociaal-Economische Raad. (2016a). *Mens en technologie: samen aan het werk. Publieksversie*. Te raadplegen via: <https://www.ser.nl/-/media/ser/downloads/adviezen/2016/mens-technologie-publieksversie.pdf>

Sociaal-Economische Raad. (2016b). *Verkenning en werkagenda digitalisering; Mens en technologie: samen aan het werk*. Te raadplegen via: <https://www.ser.nl/-/media/ser/downloads/adviezen/2016/mens-technologie.pdf>

Sociaal-Economische Raad. (2016c). *Toekomstgericht beroepsonderwijs. Deel 1 Voorstellen ter versterking van de beroepsbegeleidende leerweg*. Te raadplegen via: <https://www.ser.nl/-/media/ser/downloads/adviezen/2016/toekomstgericht-beroepsonderwijs.pdf>

Sociaal-Economische Raad. (2016d). *Toekomstgericht beroepsonderwijs. Deel 2 Voorstellen voor een sterk en innovatief beroepsonderwijs*. Te raadplegen via: <https://www.ser.nl/-/media/ser/downloads/adviezen/2017/toekomstgericht-beroepsonderwijs.pdf?la=nl&hash=9762C0129147740756933051A8948726>

Sociaal-Economische Raad. (2016e). *Figuren uit advies Toekomstgericht beroepsonderwijs*. Te raadplegen via: <https://www.ser.nl/-/media/ser/downloads/adviezen/2016/toekomstgericht-beroepsonderwijs-figuren.pdf>

Sociaal-Economische Raad. (2017a). *Leren en ontwikkelen tijdens de loopbaan - een richtinggevend advies*. Te raadplegen via: <https://www.ser.nl/-/media/ser/downloads/adviezen/2017/leren-ontwikkelen-loopbaan.pdf?la=nl&hash=46A01922EC2176622DDD53A76E22FEE1>

Sociaal-Economische Raad. (2017b). *Leren en ontwikkelen tijdens de loopbaan - een richtinggevend advies. Aanbevelingen*. Te raadplegen via: <https://www.ser.nl/-/media/ser/downloads/adviezen/2017/leren-ontwikkelen-loopbaan-aanbevelingen.pdf>

Sociaal-Economische Raad. (2017c). *Actie Agenda Leven lang ontwikkelen*. Te raadplegen via: <https://www.ser.nl/-/media/ser/downloads/adviezen/2017/leren-ontwikkelen-loopbaan-actieagenda.pdf>

Sociaal-Economische Raad. (2018a). *Energietransitie en Werkgelegenheid. Kansen voor een duurzame toekomst. Advies uitgebracht aan de Minister van Sociale Zaken en Werkgelegenheid en aan de Minister van Economische Zaken en Klimaat*. Te raadplegen via: <https://www.ser.nl/-/media/ser/downloads/adviezen/2018/energietransitie-werkgelegenheid.pdf>

Sociaal-Economische Raad. (2018b). *Energietransitie en Werkgelegenheid. Kansen voor een duurzame toekomst. Publieksversie*. Te raadplegen via: <https://www.ser.nl/-/media/ser/downloads/adviezen/2018/energietransitie-werkgelegenheid-publieksversie.pdf>

Sociaal Economische Raad. (2018c). *SER Magazine* (Nr. 11, 58e jaargang). Te raadplegen via: <https://www.ser.nl/-/media/ser/downloads/sermagazine/2018-november.pdf>

Stichting Platforms vmbo. (2013). *Het basisschool advies in relatie tot doorstroom in het voortgezet onderwijs*. Te raadplegen via: <https://www.platformsvmbo.nl/files/default/0001/01/31b41df5225b86601b121ab792ce9e196bb003da.pdf>

Stichting Toekomstbeeld der Techniek. (2016). *Nationale Toekomst Monitor 2016. Hoe kijken Nederlanders naar technologie en de toekomst?* Te raadplegen via: <https://stt.nl/stt/wp-content/uploads/2016/07/NTM-webversie.pdf>

Stichting Toekomstbeeld der Techniek en TU Delft. (2018). *Technologiemonitor 2018. Een nieuw perspectief op technologische doorbraken: 3D printen, Blockchain, Zelfrijdende auto en Augmented Reality*. Te raadplegen via: <https://stt.nl/stt/wp-content/uploads/2018/08/TechnologieMonitor2018.pdf>

Techniekpact, Platform Bèta Techniek en de Rijksoverheid. (z.d.). *Techniekpact Monitor*. Te raadplegen via: <https://www.techniekpactmonitor.nl>

Techniekpact. (2018). *Nationaal Techniekpact. Focus En Versnellen*. Te raadplegen via <https://www.techniekpact.nl/cdi/files/25f78640a1dc0c509641a7e138c993713a237721.pdf>

Techniekpact. (2018b). *Techniekpactmonitor 2018 - Highlights*. Te raadplegen via: <https://www.rijksoverheid.nl/binaries/rijksoverheid/documenten/rapporten/2018/06/04/techniekpact-monitor-highlights-2018/techniekpact-monitor-highlights-2018.pdf>

Techniekraad Noord Holland (2018). *Het lerarentekort in het MBO Techniek*. Te raadplegen via: <https://www.techniekraad.nl/wp-content/uploads/2018/03/Onderzoek-lerarentekort-MBO-techniek.pdf>

TechYourFuture. (z.d.). *Vrouwen aantrekken en behouden in de techniek*. Te raadplegen via: [https://www.techyourfuture.nl/files/downloads/Mind\\_the\\_Gap/TYF\\_03\\_vrouwen\\_V3.pdf](https://www.techyourfuture.nl/files/downloads/Mind_the_Gap/TYF_03_vrouwen_V3.pdf)

TechYourFuture. (2018). *Whitepaper. Vrouwen behouden voor ICT*. Te raadplegen via: [https://www.techyourfuture.nl/files/downloads/Publicaties/Whitepaper\\_vrouwen\\_behouden\\_def.pdf](https://www.techyourfuture.nl/files/downloads/Publicaties/Whitepaper_vrouwen_behouden_def.pdf)

TechYourFuture (2018). *Mind the Gap*. Te raadplegen via: <https://www.techyourfuture.nl/a-351/mind-the-gap-de-doorstroom-van-bètastudenten-naar-de-technische-arbeidsmarkt>

The Inside Coach (zd.). *Studieachtergronden van strategie consultants. Welke studieprofielen komen het meest voor onder strategie consultancy en waarom?* Te raadplegen via: <https://www.theinsidecoach.nl/nl/studieachtergronden-van-strategie-consultants/>

TNO (2011). *Duurzame Inzetbaarheid: Stimuleren van scholing bij lager opgeleide werknemers*. Te raadplegen via: <https://www.tno.nl/media/1151/definitief-eindrapport-leren-en-werken4.pdf>

TNO. (2016). *De Toekomst van Werk: Technologische Ontwikkeling en het Belang van Duurzame Inzetbaarheid*. Te raadplegen via: <http://publications.tno.nl/publication/34622384/ygu7uk/TNO-2016-WhitepaperToekomstvanWerk.pdf>

TNO, Centraal Bureau voor de Statistiek & Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid. (2018). *Nationale Enquête Arbeidsomstandigheden 2017*. Te raadplegen via: [https://www.cbs.nl/-/media/\\_pdf/2018/16/nea2017%20methodologisch%20rapport.pdf](https://www.cbs.nl/-/media/_pdf/2018/16/nea2017%20methodologisch%20rapport.pdf)

TNO (2017). *Agenda voor Nederland. Inspired by Technology*. Te raadplegen via: [https://www.tno.nl/media/5520/agenda\\_voor\\_nederland.pdf](https://www.tno.nl/media/5520/agenda_voor_nederland.pdf)

Topsectoren. (z.d.). *Human capital voor de topsectoren van Nederland Roadmap 2016-2020*. Te raadplegen via: <http://techniekpact.nl/cdi/files/64b91da7fb6d9452aa854fdec80839229495a2ee.pdf>

Topsectoren. (z.d.). *Investeringsagenda - Learning communities: Samen zetten we de volgende stap! (Onderdeel van het publicatievierluik Learning communities, 2018-2022)*. Te raadplegen via: [https://issuu.com/pbt-netwerk/docs/061217\\_pbt\\_llo\\_investeringsagenda\\_b/43](https://issuu.com/pbt-netwerk/docs/061217_pbt_llo_investeringsagenda_b/43)

Topsectoren. (z.d.). *Onderzoeksagenda - Een uitwerking van toekomstige onderzoeksvragen (Onderdeel van het publicatievierluik Learning communities, 2018-2022)*. Te raadplegen via: [https://issuu.com/pbt-netwerk/docs/061217\\_pbt\\_llo\\_onderzoeksagenda\\_bin](https://issuu.com/pbt-netwerk/docs/061217_pbt_llo_onderzoeksagenda_bin)

Topsectoren. (z.d.). *Onderzoeksrapport - Wat maakt dat het werkt? (Onderdeel van het publicatievierluik Learning communities, 2018-2022)*. Te raadplegen via: [https://issuu.com/pbt-netwerk/docs/061217\\_pbt\\_llo\\_onderzoeksrapport\\_bi](https://issuu.com/pbt-netwerk/docs/061217_pbt_llo_onderzoeksrapport_bi)

Topsectoren. (z.d.). *Regionale voorbeelden - Leren door te doen: 20 vernieuwende initiatieven uitgelicht (Onderdeel van het publicatievierluik Learning communities, 2018-2022)*. Te raadplegen via: [https://issuu.com/pbt-netwerk/docs/061217\\_pbt\\_llo\\_pilotboekje\\_binnenwe](https://issuu.com/pbt-netwerk/docs/061217_pbt_llo_pilotboekje_binnenwe)

Topsectoren. (2017a). *Voortgangsrapportage - Human Capital Topsectoren Roadmap*. Te raadplegen via: [https://issuu.com/pbt-netwerk/docs/090717\\_pbt\\_voortgangsrapportage\\_hc-roadmap?e=30197081%2F52960808](https://issuu.com/pbt-netwerk/docs/090717_pbt_voortgangsrapportage_hc-roadmap?e=30197081%2F52960808)

Topsectoren. (2017b). *Werkplan 2018 - Human Capital Topsectoren Roadmap*. Te raadplegen via: <https://www.pbt-netwerk.nl/kennisbank/werkplan-2018-human-capital-topsectoren-roadmap>

Tuijl, C. van, Walma van der Molen, J. H., & Grol, M. (2014). *Techniek? Niks voor mij! Vroege beroepsuitsluiting. Jeugd in School en Wereld, 98, 12-15*. Te raadplegen via: [https://www.techyourfuture.nl/files/downloads/99\\_04\\_vanTuijl\\_vanderMolen\\_Grol.pdf](https://www.techyourfuture.nl/files/downloads/99_04_vanTuijl_vanderMolen_Grol.pdf)



Tuijl, C. van, & Walma van der Molen, J. H. (2016). Study choice and career development in STEM fields: an overview and integration of the research. *International Journal of Technology and Design Education*, 26(2), 159-183. Te raadplegen via: [https://www.researchgate.net/profile/Juliette\\_Walma\\_Van\\_Der\\_Molen/publication/282887266\\_Study\\_choice\\_and\\_career\\_development\\_in\\_STEM\\_fields\\_an\\_overview\\_and\\_integration\\_of\\_the\\_research/links/584681cb08ae61f75ddb56c3/Study-choice-and-career-development-in-STEM-fields-an-overview-and-integration-of-the-research.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Juliette_Walma_Van_Der_Molen/publication/282887266_Study_choice_and_career_development_in_STEM_fields_an_overview_and_integration_of_the_research/links/584681cb08ae61f75ddb56c3/Study-choice-and-career-development-in-STEM-fields-an-overview-and-integration-of-the-research.pdf)

UpgradeNL (2018). *Concept actieplan UpgradeNL*.

UWV. (2018a). *Moeilijk vervulbare vacatures - Landelijk overzicht van beroepen*. Te raadplegen via: <https://www.uwv.nl/overuwv/Images/moeilijk-vervulbare-vacatures-landelijk-overzicht-van-beroepen.pdf>

UWV. (2018b). *Ict-beroepen - Factsheet arbeidsmarkt*. Te raadplegen via: [https://www.uwv.nl/overuwv/Images/ICT\\_beroepen\\_factsheet\\_arbeidsmarkt.pdf](https://www.uwv.nl/overuwv/Images/ICT_beroepen_factsheet_arbeidsmarkt.pdf)

UWV. (2018c). *Technische beroepen - Factsheet arbeidsmarkt*. Te raadplegen via: <https://www.uwv.nl/overuwv/Images/factsheet-technische-beroepen.pdf>

Verdonk, A. (2019, 7 januari). Verwacht nog niet te veel van robots. *NRC*. Te raadplegen via: <https://www.nrc.nl/nieuws/2019/01/07/verwacht-nog-niet-te-veel-van-robots-a3128139>

Vereniging Hoge Scholen (2018). *Factsheet*. Te raadplegen via: [https://www.vereniginghogescholen.nl/system/knowledge\\_base/attachments/files/000/000/841/original/factsheet\\_studentenaantallen\\_2017\\_definitief.pdf?1518013848](https://www.vereniginghogescholen.nl/system/knowledge_base/attachments/files/000/000/841/original/factsheet_studentenaantallen_2017_definitief.pdf?1518013848)

VHTO (z.d.) Cijfers en Onderzoek. Te raadplegen via: <https://www.vhto.nl/cijfers-onderzoek/>

Waelkens, S. (2012). Hollywood en de bètawetenschappen. *Karakter*, 2012(39). Te raadplegen via: <https://www.tijdschriftkarakter.be/hollywood-en-de-betawetenschappen/>

Wetenschappelijke Raad voor het Regeringsbeleid. (2015). *De robot de baas. De toekomst van werk in het tweede machinetijdperk*. Te raadplegen via: <https://www.wrr.nl/binaries/wrr/documenten/verkenningen/2015/12/08/de-robot-de-baas/VO31-Robot-baas.pdf>

World Economic Forum (2015). *New Vision for Education. Unlocking the Potential of Technology*. Te raadplegen via: [http://www3.weforum.org/docs/WEFUSA\\_NewVisionforEducation\\_Report2015.pdf](http://www3.weforum.org/docs/WEFUSA_NewVisionforEducation_Report2015.pdf)

World Economic Forum. (2017a). *Skill, re-skill and re-skill again. How to keep up with the future of work*. Te raadplegen via: <https://www.weforum.org/agenda/2017/07/skill-reskill-prepare-for-future-of-work>

World Economic Forum. (2017b, 12 mei). *These are the jobs that are disappearing fastest in the US*. Te raadplegen via: <https://www.weforum.org/agenda/2017/05/these-are-the-jobs-that-are-disappearing-fastest-in-the-us>

World Economic Forum. (2017c, 13 juni). *The future is automated, but what does that really mean for jobs?* Te raadplegen via: <https://www.weforum.org/agenda/2017/06/the-future-is-automated-but-what-does-that-really-mean-for-jobs/>

World Economic Forum. (2017d, 16 juni). *Is this the solution to low growth and unemployment in the age of robots?* Te raadplegen via: <https://www.weforum.org/agenda/2017/06/heres-how-we-can-create-jobs-in-the-age-of-robots-and-low-growth/>

World Economic Forum. (2017e, 4 juli). *Automation will affect women twice as much as men. This is why*. Te raadplegen via: <https://www.weforum.org/agenda/2017/07/why-women-are-twice-as-likely-as-men-to-lose-their-job-to-robots/>

Zeemeijer, I. (2018, 3 september). TU's sluiten met tegenzin deur voor populaire studies. *Het Financieel Dagblad*. Te raadplegen via: <https://fd.nl/economie-politiek/1267680/technische-universiteiten-sluiten-met-tegenzin-deur-voor-populaire-studies>

## Video

McKinsey Global Institute. (2017). *The digital future of work: The future of the 9-to-5 job*. Te bekijken via: <https://www.youtube.com/watch?v=tkUPKxkNHBI>

McKinsey Global Institute. (2017). *The digital future of work: What will automation change?* Te bekijken via: [https://www.youtube.com/watch?v=o-Bo3\\_7\\_U-o](https://www.youtube.com/watch?v=o-Bo3_7_U-o)

McKinsey Global Institute. (2017). *The digital future of work: What skills will be needed?* Te bekijken via: <https://www.youtube.com/watch?v=UV46n44jnoA>

McKinsey Global Institute. (2017). *The digital future of work: What are the policy implications of automation?* Te bekijken via: <https://www.youtube.com/watch?v=jos52sFLhBA>

