

Mens & Natuur

Ontwikkelingen en uitdagingen in het curriculum po en onderbouw vo

Karianne Djyoadhiningrat-Hol, Jeroen Sijbers en Erik Woldhuis
SLO, april 2021

Inleiding

Wil je begrijpen wat feit en fictie is rondom de corona- of de klimaatcrisis? Hoe je kunt bijdragen aan een betere wereld? Daar is goed onderwijs in Mens & Natuur voor nodig. Of je nu loodgieter, verloskundige of politicus wordt. Bij Mens & Natuur leren leerlingen de wereld om hen heen te onderzoeken, natuurverschijnselen te verklaren en kritisch om te gaan met natuurwetenschappelijke informatie die op hen afkomt. Daarbij maken leerlingen gebruik van inzichten uit aardrijkskunde, biologie, natuurkunde en scheikunde. En ze ontdekken de mogelijkheden om met techniek en technologie de wereld te beïnvloeden (Curriculum.nu, 2019).

Wat speelt er precies op het gebied van Mens & Natuur in po en onderbouw vo? Welke ontwikkelingen verdienen een plek in het curriculum en welke uitdagingen zijn er? Dat bespraken curriculumontwikkelaars van SLO met een brede set aan stakeholders. Je leest hieronder wat we signaleren en welke kansen we zien.

In het kort:

- De prestaties in Mens & Natuur in po en vmbo dalen. Bijscholing van leerkrachten po en aandacht voor analyseren en interpreteren in het curriculum van vmbo kan deze daling tegengaan.
- In het huidige uitgevoerde curriculum is geen duidelijke doorlopende leerlijn van basisschool naar voortgezet onderwijs. Door de verschillen in aanbod en tijd bij Mens & Natuur te verkleinen, kan een duidelijkere doorlopende leerlijn ontstaan.
- Mens & Natuur leert leerlingen onderzoeken en ontwerpen en dit komt van pas bij onze innovatieve samenleving.
- Mens & Natuur draagt bij aan goed geïnformeerde burgers die feiten van fictie kunnen onderscheiden.
- Mondiale uitdagingen vragen om een curriculumherziening die burgerschapsvorming structureel verbindt met goed onderwijs in Mens & Natuur.
- Mens & Natuur bestaat uit sterke disciplines die steeds meer interactie en samenwerking vragen.
- In het po is behoefte om Mens & Natuur te combineren met rekenen en taal.
- Onderwijs in Mens & Natuur kan de kansen van leerlingen vergroten op de arbeidsmarkt. Maar de kans op goed Mens & Natuur-onderwijs is niet eerlijk verdeeld. Onderzoek wat Mens & Natuur-onderwijs kan betekenen voor kansengelijkheid.

Zorgen om natuuronderwijs in het po

Internationaal en nationaal onderzoek wijst uit dat leerlingen in Nederland achterblijven in de exacte vakken ten opzichte van leerlingen in omliggende landen: reden om werk te maken van verdere herziening van het Mens & Natuur-onderwijs. Het gaat om TIMSS (Trends in International Mathematics and Science Study) voor het primair onderwijs (Mullis et al., 2020; Meelissen & Weijn, 2020) en PISA (Programme for International Student Assessment) voor het voortgezet onderwijs (Schleicher 2018; Gubbels et al., 2019).

TIMSS doet wereldwijd onderzoek naar prestaties van leerlingen in de exacte vakken. Iedere vier jaar vindt internationaal steekproefonderzoek plaats naar de kennis en vaardigheden van leerlingen in groep 6 op het gebied van rekenen en natuuronderwijs. Onder de term natuuronderwijs vallen biologie, natuurkunde, scheikunde en fysische aardrijkskunde. Vergelijken we de uitslagen van TIMSS 2019 met de versie uit 2015, dan blijkt de gemiddelde toetscore voor natuuronderwijs gelijk te zijn gebleven. Als we kijken naar de data vanaf 1995 (score 530) zien we echter een dalende trend tot aan 2019 (score 518). Leerkrachten in het po voelen zich hiernaast vaak onvoldoende bekwaam om natuuronderwijs te geven. Slechts 8 procent van de leraren heeft de afgelopen jaren vakinhoudelijke nascholing op dit gebied gevolgd (Mullis et al., 2020; Inspectie van het Onderwijs 2021).

De prestaties gaan omlaag en de verschillen worden groter

PISA is een internationaal vergelijkend onderzoek naar de prestaties van 15-jarige leerlingen bij lezen, wiskunde en natuurwetenschappen. De prestaties van de Nederlandse leerlingen in natuurwetenschappen blijven dalen. In het framework van PISA is meer nadruk komen te liggen op vaardigheden gerelateerd aan het doen van eigen onderzoek en het interpreteren van bestaand onderzoek. In het beoogde curriculum in Nederland is niet in alle sectoren evenveel aandacht voor onderzoeksvaardigheden. In het uitgevoerde curriculum is dat nog minder het geval (Van der Hoeven et al., 2017).

Vmbo blijft achter

De vmbo-scores van PISA laten een veel sterkere daling zien dan havo/vwo. PISA toetst thema's die binnen het vmbo minimaal in het curriculum worden aangeboden (Van der Hoeven et al., 2017). Het gaat hier met name om onderzoeksgerichte competenties, die we als samenleving wel van belang vinden. Denk aan vaardigheden als meten, interpreteren van grafieken en het analyseren van data. Curriculumherziening kan een bijdrage leveren aan de ontwikkeling van onderzoeksvaardigheden bij de leerling. De trendanalyse voor het vmbo gaat hier dieper op in (Sijbers et al., 2021).

We beginnen opnieuw in het voortgezet onderwijs

Veel docenten die in de onderbouw van het voortgezet onderwijs werken, geven aan hoe verschillend leerlingen zijn opgeleid. Dat is niet gek. In het vo komen leerlingen van verschillende basisscholen bij elkaar in de klas. Juist op die

basisscholen is er een heel verschillend aanbod in Mens & Natuur-onderwijs (Meelissen et al., 2020; Platform Talent voor Technologie, 2020). Dat er in het po enorm grote verschillen zijn, zien we bijvoorbeeld terug in tijd die op de basisschool aan Mens & Natuur-onderwijs wordt besteed: van dertig minuten tot anderhalf uur per week (Inspectie van het Onderwijs, 2015-2016). Ook wat betreft aanpak en organisatie zijn er verschillen. Sommige scholen gebruiken natuureducatie van buitenschoolse aanbieders, zoals musea en NME-organisaties. Sommige scholen besteden meer aandacht aan Wetenschap & Technologie (Van Graft & Klein Tank, 2018). In 2018 heeft SLO voor W&T een richtinggevende benadering geïntroduceerd. Deze benadering heeft de basis gelegd voor onderdelen uit het Nationaal Techniekpact, waarin vanuit de overheid en het bedrijfsleven de aandacht voor techniek is gestimuleerd (Tweede Kamer, 2013). Een deel van de scholen hanteert deze aanpak, maar een groot gedeelte ook niet.

Kortom, we zien twee belangrijke zaken: basisscholen verschillen niet alleen heel erg in hoe ze aandacht besteden aan het Mens & Natuur-onderwijs, maar ook in de tijd die ze eraan besteden. Hierdoor is in het uitgevoerde curriculum geen duidelijke doorlopende leerlijn van basisschool naar voortgezet onderwijs.

De samenleving vraagt om meer technisch opgeleide mensen

Dertig jaar geleden wist bijna niemand wat internet was, laat staan smartphones. Robots waren een eng toekomstvisioen, terwijl ze nu helpen op allerlei plekken zoals in de zorg. Internet, smartphones en robots zijn niet meer weg te denken uit onze samenleving. Om te functioneren in onze samenleving is technologische en digitale geletterdheid essentieel. De dagelijkse omgang met technologie verdient aandacht in het Mens & Natuur-onderwijs, als onderdeel van een brede ontwikkeling.

Meer innovaties in technische beroepen vraagt om meer mensen die voor een opleiding en beroep in die richting kiezen. De politiek heeft dan ook terecht regelmatig aandacht voor de positie van techniek in het onderwijs (Tweede Kamer, 2020; Tweede Kamer, 2017; Tweede Kamer, 2013). Wereldwijd is er een toenemende vraag naar gekwalificeerde mensen met kennis en kunde in de wetenschap, technologie en engineering. Zij zijn immers nodig voor economische groei en voor verbetering van kwaliteit van leven. Om aan deze vraag te voldoen, wordt het steeds belangrijker om leerlingen voor te bereiden op een vervolgstudie in deze gebieden. Expliciete aandacht voor onderwijs in Mens & Natuur is daarom gewenst.

De maatschappij vraagt om burgers die weloverwogen keuzes maken

We hebben als maatschappij goed geïnformeerde burgers nodig die in staat zijn om wetenschappelijke feiten van fictie te onderscheiden. Op basis hiervan kunnen ze weloverwogen keuzes maken. De corona- en klimaatcrisis laten bijvoorbeeld duidelijk zien wat het belang is van goed Mens & Natuur-onderwijs. Het levert een belangrijke bijdrage aan het op waarde kunnen schatten van

beschikbare informatie, het bevorderen van vertrouwen in de wetenschap en kan samenleving en wetenschap dichterbij elkaar brengen (NWO, 2019; Sharon & Baram-Tsabari, 2020). Hiermee begin je bij jonge kinderen. Kinderen zijn van nature nieuwsgierig naar de wereld en hun plaats daarin. Mens & Natuur-onderwijs speelt in op deze nieuwsgierigheid. Het helpt jonge leerlingen systematisch en onderzoekend te kijken naar de wereld waarin ze leven. Ze ontdekken hun rol in de wereld als kind en groeien daarin door als jongvolwassene. Mens & Natuur-onderwijs levert een bijdrage aan goed geïnformeerde burgers die kunnen meepraten en meebeslissen bij keuzes op het gebied van onder andere gezondheidszorg, duurzaamheid, energie-, voedsel-, en klimaatvraagstukken (Van Graft & Klein Tank, 2018; Van Graft & Kemmers, 2007).

Burgerschapsvorming door onderwijs in Mens & Natuur

Wil ik vlees blijven eten? Doe ik een warme trui aan of zet ik mijn verwarming een graadje hoger? Gooi ik afval wel of niet in de prullenbak? Laat ik me vaccineren? Bij maatschappelijke vraagstukken heb je niet alleen te maken met inhouden uit Mens & Natuur en Mens & Maatschappij, ze vragen ook om burgerschap. Of om wereldburgerschap. Dat is de term die we steeds vaker zien terugkomen, omdat wereldburgerschap de verbinding tussen jezelf, anderen en de maatschappij, zowel dichtbij als ver weg, expliciet maakt. Bij een herziening van het curriculum kan burgerschapsvorming een duidelijkere en structurele plek krijgen in Mens & Natuur-onderwijs. Burgerschapsonderwijs daagt leerlingen uit om verbanden te leggen tussen hun eigen leefwerelden en mondiale maatschappelijke vraagstukken, zoals duurzaamheid en gezondheid (Curriculum.nu, 2019). En dat is precies waar het ook bij Mens & Natuur onderwijs om gaat. Mens & Natuur werkt vanuit relevante en betekenisvolle contexten aan het opbouwen van inhoudelijke kennis en kunde. Dit gebeurt om leerlingen te helpen zichzelf, hun wereld en de maatschappij steeds beter en op steeds grotere schaal te begrijpen. Als maatschappelijke vraagstukken zich in het Mens & Natuur-onderwijs aandienen, komen ook burgerschapsvormende elementen aan bod. Leerlingen leren kritisch denken, een eigen mening vormen en verantwoordelijke keuzes maken op basis van inhoudelijke kennis en kunde. Door Mens & Natuur te verbinden aan elementen uit burgerschapsonderwijs, kunnen de leergebieden elkaar versterken.

Meer interactie en samenwerking gewenst

We zien steeds meer interactie en samenwerking tussen de verschillende disciplines. Denk bijvoorbeeld aan de plastic soep. De aardrijkskundige onderzoekt waar dit plaatsvindt, de bioloog analyseert de invloed op het zeeleven, de scheikundige ontwikkelt een afbreekbaar plastic en de technoloog vindt een manier om het plastic uit zee te halen. Alleen samen lossen ze het probleem op. De verschillende vak- en leergebieden binnen Mens & Natuur in het vo hebben een sterke eigen identiteit, die verder gaat dan wat het vakgebied bestudeert. Deze vakgebieden delen echter ook veel, zoals leerlingen

de wereld om hen heen laten ervaren, onderzoeken, beschouwen, begrijpen en beïnvloeden. Het ontwikkelen van een gemeenschappelijke taal, het benoemen van verbindingen tussen vakken en de rol die ieder vak heeft bij het oplossen van vakoverstijgende vraagstukken, biedt kansen: onderwijs in samenhang past beter bij de belevingswereld van leerlingen (Gresnigt et al., 2014), leerlingen kijken gemakkelijker over de grenzen van vakken heen en het curriculum is minder overladen door betere afstemming. Dit betekent dat naast de identiteit van de afzonderlijke vakken interdisciplinariteit van belang is.

Werken vanuit Mens & Natuur in plaats van de afzonderlijke disciplines is breder dan het vo gewend is, maar smaller dan al in het po gebeurt. In het po is Mens & Natuur onderdeel van Oriëntatie op jezelf en de wereld, waar ook Mens & Maatschappij en Burgerschap onder vallen. In het po wordt steeds vaker thematisch gewerkt (Djoyoadhiningrat-Hol & Klein Tank, 2021) en is er behoefte aan het combineren van Mens & Natuur met taal en rekenen-wiskunde.

Combineer Mens & Natuur met taal en rekenen-wiskunde

Het kunnen lezen van verbanden in stukken tekst en het interpreteren van cijfers, speelt een belangrijke rol bij Mens & Natuur. Onderwijs in Mens & Natuur levert op haar beurt betekenisvolle contexten voor taal en rekenen-wiskunde en er is overlap in de denk- en werkwijzen. Lezen en rekenen-wiskunde gaan dan ook hand in hand met onderwijs in Mens & Natuur. Ook in de Toetswijzer Wereldoriëntatie 2019 van het po zien we terug dat aardrijkskunde, geschiedenis en natuur en techniek niet los te zien zijn van taal en rekenen (Bakker et al., 2019). Dit is echter nog niet vanzelfsprekend op school. Begrijpend lezen en Wetenschap & Technologie: het zijn onderwerpen waar veel basisscholen problemen mee ervaren (Boendermaker et al., 2017). Om de combinatie van Mens & Natuur met taal en rekenen-wiskunde goed uit te voeren zijn de afgelopen jaren veel initiatieven ontplooid door wetenschappers en onderwijsinstututen (Platform Bèta Techniek, 2016; Gijssel et al., 2021; SLO, 2020). Ook zijn er vaker uitgeverij die deze onderwerpen gecombineerd aanbieden (Djoyoadhiningrat-Hol & Klein-Tank, 2021). Uit TIMSS 2019 en de opbrengst van Curriculum.nu blijkt dat de wens en noodzaak leeft om taal en rekenen-wiskunde te combineren met Mens & Natuur (Curriculum.nu, 2019; Meelissen & Weijn, 2020).

Kansengelijkheid stimuleren met Mens & Natuur

Het vraagstuk van kansengelijkheid is complex, ook in relatie tot Mens & Natuur. We weten dat meer bèta-onderwijs tot meer baankansen leidt voor iedere leerling op elk niveau (Verkenningcommissie W&T, 2013; Turner & Ireson, 2010). En ons land heeft nog steeds een tekort aan personeel in de sector bèta en technologie, alsmede in de zorgsector: we kunnen iedereen gebruiken.

Daarnaast weten we ook dat niet iedereen goed bètaonderwijs krijgt. Dit komt bijvoorbeeld door de enorme invloed van de opleiding van ouders, de sociaal economische achtergrond en de herkomst van leerlingen (Aalders et al., 2020;

Meelissen et al., 2020; Inspectie van het Onderwijs, 2021). Deels hangt dit samen met mindere prestaties in rekenen-wiskunde en taal, waar kansongelijkheid vaak mee geassocieerd wordt. Dit beïnvloedt de mogelijkheden om je te ontwikkelen in andere gebieden, zoals natuurwetenschappen (Gijsel et al., 2021).

Hier liggen aanknopingspunten, uitdagingen en kansen om kansengelijkheid te verbeteren. De complexiteit van kansengelijkheid in relatie tot Mens & Natuur vraagt om meer onderzoek.

Tot slot

We zien meerdere ontwikkelingen die een rol spelen bij Mens & Natuur. Nieuw nationaal en internationaal onderzoek heeft de dalende prestaties zichtbaar gemaakt. De urgentie was al groot en is door de coronacrisis extra benadrukt: goed geïnformeerde burgers die zelf een weloverwogen keuze kunnen maken, zijn essentieel voor een gezonde samenleving. We zien duidelijker welke kansen er zijn op het gebied van burgerschapsvorming, taal en rekenen en kansengelijkheid door Mens & Natuur. Een curriculum dat duidelijk omschrijft wat deze basiskennis, -vaardigheden en -houdingen inhouden, laat leraren met meer zekerheid en houvast voortbouwen op eerder opgedane kennis en vaardigheden.

Toekomstbestendig en kwalitatief goed onderwijs in Mens & Natuur ontstaat niet vanzelf. Ontwikkelingen in de natuurwetenschappen, technologie en maatschappij gaan razendsnel. Het is belangrijk dat onderwijs in Mens & Natuur blijft aansluiten op de razendsnelle ontwikkelingen. Om deze aansluiting te borgen, is constante – of op zijn minst periodieke – actualisering van de inhoud nodig. Ook andere aspecten zijn van belang, zoals docentprofessionalisering, autonomie van de leraar en de wijze van toetsing. Bij het implementeren van een nieuw curriculum moeten we de leraren extra goed betrekken en ze goed ondersteunen, zowel leraren in opleiding als de zittende leraren. Denk hierbij aan exemplarisch lesmateriaal en professionaliseringstrajecten. Het blijft belangrijk dat leraren de vrijheid hebben om de inhoud van de lessen aan te passen aan de wensen, behoeften en mogelijkheden van de leerlingen, de school, regio of actualiteit. Meer balans in het toetsen en evalueren is wenselijk. Meer aandacht voor moeilijk toetsbare onderdelen van het curriculum en het toetsen van Mens & Natuur in combinatie met rekenen en taal, kan een uitkomst bieden.

Deze notitie is tot stand gekomen dankzij input van:

Marianne Benning	Sectororganisatie van wetenschapsmusea en science centers (VSC), projectcoördinator
Robbert Blanken	Marnix Academie Utrecht, pabodocent natuur, milieu en techniek
Marian Blankman	Hogeschool Inholland, pabodocent aardrijkskunde
Mathijs Booden	Universiteit van Amsterdam, docent aardrijkskunde
Sanne Dekker	Wetenschapsknooppunt Radboud Universiteit, hoofd WKRU
Gerald van Dijk	Hogeschool Utrecht, docent bètavakken en technologie, onderzoeker
Noortje de Graaf	Nederlandse Natuurkundige Vereniging (NNV), directeur
Erwin Groenenberg	Thomas More Hogeschool, pabodocent natuuronderwijs
Pieter Hogenbirk	Vereniging Natuur, Leven en Technologie, voorzitter
Anna Hotze	Hogeschool IPABO Amsterdam, lector wetenschap & technologie
Liesbeth Mocking	Basisschool de Ontdekkingsreis, leerkracht
Remke Klapwijk	Wetenschapsknooppunt TU Delft, onderzoeker en innovator ontwerpend leren
Ellen Klatter	Hogeschool Rotterdam, lector versterking beroepsonderwijs en lector studiesucces
Christine Knippels	Freudenthal Instituut, Universiteit Utrecht, universitair hoofddocent biologiedidactiek
Marijn Meijer	Centrum JongerenCommunicatie Chemie (C3), directeur
Leen van den Oever	Nederlands Instituut voor Biologie (NIBI), directeur
Laurien Petri	Koninklijk Nederlands Aardrijkskundigen Genootschap (KNAG), onderwijscoördinator
Maarten Reichwein	Wetenschapsknooppunt Utrecht, directeur
Elwin Savelsbergh	Hogeschool Utrecht, lector didactiek van bèta- en technologieonderwijs, en Universiteit Utrecht, hoofddocent bèta-didactiek.
Gert van der Slikke	Haagse Hogeschool, pabodocent natuur, wetenschap en techniek
Alex Verkade	Sectororganisatie van wetenschapsmusea en science centers (VSC), voormalig directeur
Marc de Vries	Technische Universiteit Delft, hoogleraar Science Education
Jan Jaap Wietsma	Nederlandse Vereniging voor Onderwijs in de Natuurwetenschappen (NVON), voorzitter

Bronnen

Aalders, P., van Langen, A.M.L., Smits, K., van den Tillaart, D., & Wolbers, M.H.J. (2020). *PISA-2018 De verdieping: Kansenongelijkheid in het voortgezet onderwijs*. Nijmegen: KBA Nijmegen.

Bakker, A. et al. (2019). *Toetswijzer bij de centrale eindtoets po wereldoriëntatie*. College voor Toetsen en Examens, Utrecht.

Boendermaker, C., van Harten, W., van Keulen, H. (2017). *Vliegwiel voor begrijpend lezen*. Windesheim, Flevoland.

Curriculum.nu (2019). *Leergebied Burgerschap, voorstel voor de basis van de herziening van de kerndoelen en eindtermen van de leraren en schoolleiders uit het ontwikkelteam Mens & Maatschappij*. Curriculum.nu, Den Haag.

Curriculum.nu (2019). *Leergebied Digitale Geletterdheid, voorstel voor de basis van de herziening van de kerndoelen en eindtermen van de leraren en schoolleiders uit het ontwikkelteam Digitale Geletterdheid*. Curriculum.nu, Den Haag.

Curriculum.nu (2019). *Leergebied Mens & Maatschappij, voorstel voor de basis van de herziening van de kerndoelen en eindtermen van de leraren en schoolleiders uit het ontwikkelteam Mens & Maatschappij*. Curriculum.nu, Den Haag.

Curriculum.nu (2019). *Leergebied Mens & Natuur, voorstel voor de basis van de herziening van de kerndoelen en eindtermen van de leraren en schoolleiders uit het ontwikkelteam Mens & Maatschappij*. Curriculum.nu, Den Haag.

Curriculum.nu (2019). *Leergebied Mens & Natuur, Toelichting voorstel Mens & Natuur*. Curriculum.nu, Den Haag.

Curriculum.nu (2018), *Startnotitie Mens & Natuur – Meewerken aan het onderwijs van morgen*. Curriculum.nu, Den Haag.

Djoyoadhiningrat-Hol, K., Klein-Tank, M. (2021). *Mens en Natuur in het basisonderwijs. Domeinbeschrijving ten behoeve van peilingsonderzoek*. SLO, Amersfoort.

Curriculum.nu (2019). *Leergebied Mens & Natuur, voorstel voor de basis van de herziening van de kerndoelen en eindtermen van de leraren en schoolleiders uit het ontwikkelteam Mens & Natuur*. Curriculum.nu, Den Haag.

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

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

Graft, M. van & Klein Tank, M. (2018). *Wetenschap & technologie in het basis- en speciaal onderwijs, richtinggevend leerplankader bij het leergebied Oriëntatie op jezelf en de wereld*. Enschede: SLO

Gresnigt, R., Taconis, R., Keulen, H. van, Gravemeijer, K. & Baartman, L. (2014). Promoting science and technology in primary education: a review of integrated curricula. *Studies in Science Education*, 50:1, 47-84.

Gubbels, J., van Langen, A. M. L., Maassen, N. A. M., & Meelissen, M. R. M. (2019). *Resultaten PISA-2018 in vogelvlucht*. Enschede: Universiteit Twente.

Hoeven, M. van der, Schmidt, V., Sijbers, J., Silfhout, G. van, Woldhuis, E., & Leeuwen, B. van (2017). *Leerplankundige analyse PISA 2015*. Enschede: SLO.

Inspectie van het Onderwijs (2015-2016). *Peil.natuur en techniek*. Utrecht: Inspectie van het Onderwijs.

Inspectie van het Onderwijs (2021). *De staat van het onderwijs*. Inspectie van het Onderwijs, Utrecht.

Meelissen, M., Hamhuis E., Weijn L. (2020). *Leerlingprestaties in de exacte vakken in groep 6 van het basisonderwijs: Resultaten TIMSS-2019*. Universiteit Twente, Enschede.

Geraadpleegd van

<https://research.utwente.nl/en/publications/leerlingprestaties-in-de-exacte-vakken-in-groep-6-van-het-basison>

Meelissen et al. (2012). PIRLS-en TIMSS-2011 - *Trends in leerprestaties in Lezen, Rekenen en Natuuronderwijs*. Radboud Universiteit Nijmegen & Universiteit Twente, Nijmegen.

Mullis et al. (2020). Trends in International Mathematics and Science Study (TIMSS). International Association for the Evaluation of Educational Achievement (IEA). Geraadpleegd van <http://timssandpirls.bc.edu/timss2019/frameworks/>

Nederlandse Organisatie voor Wetenschappelijk Onderzoek (2019). *NWO Strategie 2019-2022 Verbinden van wetenschap en samenleving*. NWO, Utrecht.

Platform Bèta Techniek (2016). *Taal in context van W&T*. Platform Bèta Techniek, Den Haag.

Platform Talent voor Technologie (2020). *Wat doen basisscholen aan wetenschap en techniek? Enquête in het primair onderwijs 2020*. Utrecht: PTvT

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

Schleicher, A. (2019). *PISA 2018: Insights and Interpretations*. OECD Publishing.

Sharon, A. J., & Baram-Tsabari, A. (2020). Can science literacy help individuals identify misinformation in everyday life? *Science Education*, 104(5), 873-894.

Sijbers J., Woldhuis E., Rodenboog M. (2021). *Trendanalyse Bètavakken vmbo*. SLO, Amersfoort.

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

Tweede Kamer, aanbiedingsbrief Nationaal Techniekpact (13 mei 2013). Nationaal Techniekpact. Vergaderjaar 2012-2013, 32 637, nr. 57. Geraadpleegd van https://www.tweedekamer.nl/kamerstukken/brieven_regering/detail?id=2013Z09237&did=2013D19036

Tweede Kamer, Motie van het Lid Bruins (16 juni 2020). Over de eindtermen voor het bètacurriculum op het vmbo Vergaderjaar 2019-2020, 31 293, nr. 534. Geraadpleegd van <https://www.tweedekamer.nl/kamerstukken/moties/detail?id=2020Z11276&did=2020D24282>

Tweede Kamer, Motie van het Lid van Meenen (20 april 2017). Over concrete bouwstenen voor kerndoelen, eindtermen en referentieniveaus op een aantal onderdelen. Vergaderjaar 2019-2020, 31 293, nr. 367. Geraadpleegd van <https://www.tweedekamer.nl/kamerstukken/moties/detail?id=2017Z05449&did=2017D11347>

Verkenningcommissie W&T (2013). *Advies verkenningcommissie wetenschap en technologie primair onderwijs*. PO-Raad, Utrecht.