

Samenhang tussen rekenen-wiskunde en wetenschap en technologie

Het implementeren van wetenschap en technologie (W&T) in het basisonderwijs gaat moeizaam. Daarnaast zou het reken-wiskundeonderwijs, dat nu nogal eens instrumenteel van aard is, gebaat zijn bij een meer onderzoekende manier van leren, gebruik makend van rijke contexten. Bovendien vraagt toekomstgericht onderwijs om meer samenhang tussen vakken zodat leerlingen op basis van gedegen vakkennis leren om vakoverstijgend te denken en werken. Dit artikel¹ verkent raakvlakken van rekenen-wiskunde en W&T en richt zich daarbij op wat eigen is aan beide vakken. Met name het gebruik van contexten en modellen is in beide gebieden cruciaal, maar bij rekenen-wiskunde en W&T wordt daar verschillend mee omgegaan. Voorbeelden van geïntegreerd onderwijs rekenen-wiskunde en W&T worden besproken en we analyseren waarom het creëren van meer samenhang tussen W&T en rekenen-wiskunde geen gemeengoed is op de basisschool. Voor dit laatste is gebruik gemaakt van een enquête onder leraren. Zij geven aan dat zij niet weten hoe zij in de dagelijkse overvolle lespraktijk de verbinding tussen rekenen-wiskunde en W&T kunnen maken en dat zij behoefte hebben aan kennis over de beide vakgebieden en concrete handvatten hoe de gebieden te combineren zijn.

INLEIDING

In het rapport *Ons onderwijs 2032* wordt een visie neergelegd hoe het onderwijs in Nederland eruit zou moeten zien om kinderen kennis en vaardigheden bij te brengen voor de toekomst (Platform Onderwijs2032, 2016). Toekomstgericht onderwijs cultiveert en bevordert de nieuwsgierige houding van leerlingen en leert ze relevante vragen te stellen en strategieën te ontwikkelen om deze vragen te beantwoorden. Het Platform Onderwijs 2032 pleit voor een vaste basis van kennis en vaardigheden, met name voor taal en rekenen-wiskunde, en daarnaast verdieping en verbreding met meer samenhang tussen vakken, zodat leerlingen op basis van gedegen vakkennis vakoverstijgend leren denken en werken. Echter, op de meeste basisscholen worden de vakken ieder afzonderlijk gegeven en ligt de nadruk op de kernvakken rekenen-wiskunde en taal. Rekenen-wiskunde wordt daarbij vaak gezien als instrumentele vaardigheid, waarbij er weinig tot geen mogelijkheden worden geboden om rijke contexten te verkennen en vaardigheden als onderzoekend leren te exploreren (Gravemeijer, 2001). Leraren weten niet goed hoe ze rekenen-wiskunde moeten inrichten om het meer onderzoekend te maken en de methode biedt hiervoor onvoldoende handreikingen (Fase, 2010; Kolovou, Van den Heuvel-Panhuizen, & Bakker, 2009; Habermehl-Ooms, ingediend).

Anna C.G. Hotze en
Ronald Keijzer
[Hogeschool iPabo,
Amsterdam/Alkmaar](#)

Hotze, A.C.G. &
Keijzer, R. (2017).
Samenhang tussen
rekenen-wiskunde
en wetenschap en
technologie. *Volgens
Bartjens – ontwikkeling
en onderzoek*, 36(5),
41-51

Het aantal scholen dat onderwijs aanbiedt waar wetenschap en technologie in verweven is, blijft tot nu toe beperkt (Verkenningcommissie wetenschap en technologie, 2013; Van Graft, Klein Tank, & Beker, 2014; Van Graft, Klein Tank, & Beker, 2016). Een belangrijke oorzaak voor deze moeizame implementatie van W&T is de handelingsverlegenheid van leraren ten aanzien van wetenschap en technologie (Van Graft, Klein Tank, & Beker, 2016). Daarnaast is wetenschap en technologie de afgelopen jaren op de achtergrond geraakt, mede door de nadruk die er lag en ligt op het verbeteren van onderwijsopbrengsten, in termen van toetsresultaten, voor taal en rekenen-wiskunde (KNAW, 2009; Verkenningcommissie wetenschap en technologie, 2013; Van Graft, Klein Tank, & Beker, 2014; Expertgroep Doorlopende Leerlijnen Taal en Rekenen, 2008). Een verdere verklaring voor de bescheiden plaats van wetenschap en technologie op de basisschool is het volle lesprogramma waarvoor leraren zich gesteld zien (Verkenningcommissie wetenschap en technologie, 2013). Gebrek aan tijd, deskundigheid en middelen zijn belemmeringen die scholen zelf noemen (Wiel, 2015) bij het implementeren van W&T op school.

Wel zijn er aanwijzingen dat het aantal scholen dat W&T in het programma heeft toeneemt (Wiel, 2015) en dat meer (aanstaande) leraren cursussen gevolgd hebben in W&T (Van Graft, Klein Tank, & Beker, 2016). Uiteindelijk moet het leergebied wetenschap en technologie in 2020 duurzaam geïmplementeerd zijn op alle basisscholen (Nationaal Techniepact 2020, 2013).

Het feit dat er veel tijd in het curriculum is voor rekenen-wiskunde, dat echter nogal eens instrumenteel aangeboden wordt, gecombineerd met de roep om toekomstgericht onderwijs en de implementatie van W&T vraagt om onderzoek naar en het verkennen van het verbinden van rekenen-wiskunde en W&T. Bij dergelijk onderzoek gaat het om zoeken naar een gezamenlijke didactiek, kennisinhouden en vakoverstijgende vaardigheden (Van Graft, Klein Tank, & Beker, 2016; Platform Onderwijs2032, 2016). In dit artikel beschouwen we raakvlakken tussen rekenen-wiskunde en W&T en hoe deze ingezet kunnen worden om de gebieden meer in samenhang aan te bieden en daarmee toekomstgericht onderwijs vorm te geven. Het gaat daarbij om een analyse vanuit achtergronden van genoemde vakgebieden, die gevoed wordt door percepties van leraren. We beschrijven vakkenintegratie vanuit voorbeelden over integratie tussen rekenen-wiskunde en W&T. Deze informatie is nodig om het gesprek over wenselijkheid en de mate van vakkenintegratie te voeden. Echter deze studie richt zich niet op de mate en vorm van vakkenintegratie, maar op de analyse van de vakgebieden en mogelijke samenhang ertussen. Genoemde analyse start met een beschrijving van de vakgebieden rekenen-wiskunde en W&T. Daarbij gaat het in de beschrijving van rekenen-wiskunde nadrukkelijk om het idee dat het hierbij om constructie van kennis gaat, die aangrijpt in herkenbare situaties. Deze keuze maken we, omdat we zo aansluiten bij ideeën achter het overgrote deel van de reken-wiskundemethodes die op dit moment in het basisonderwijs wordt gebruikt en de manier waarop het vak rekenen-wiskunde wordt omschreven in de kerndoelen. Echter, hoewel de methodes voortbouwen op de ideeën van realistische rekenonderwijs, weten leraren in het algemeen niet goed hoe ze de reken-wiskundeles onderzoekend kunnen inrichten en de methode biedt hiervoor onvoldoende handreikingen (Kolovou, Van den Heuvel-Panhuizen, & Bakker, 2009).

We maken deze keuze ook, omdat reken-wiskundeonderwijs dat start in voor leerlingen betekenisvolle situaties het meeste perspectief biedt voor aansluiting bij andere vakgebieden. Dit eerste artikel zal gevolgd worden door een tweede artikel dat een pilotstudie naar het implementeren van geïntegreerd onderwijs op de lerarenopleiding basisonderwijs beschrijft.

THEORETISCHE KADER

In het nu volgende beschouwen we eerst kenmerken van rekenen-wiskunde en wetenschap en technologie en zullen de raakvlakken belicht worden. Vervolgens zal gekeken worden naar het verbinden van beide domeinen zelf, vanuit voorbeelden waarin rekenen-wiskunde en W&T geïntegreerd in het onderwijs aan de orde zijn. We kijken vervolgens wat dit betekent voor de leerkracht en waar er knelpunten liggen.

Kenmerken van realistisch reken-wiskundeonderwijs

In discussies over het reken-wiskundeonderwijs gaat het grofweg om twee vakdidactische aanpakken binnen dit vak, die kort worden aangeduid als realistisch reken-wiskundeonderwijs en mechanistisch reken-wiskundeonderwijs (KNAW, 2009). Mechanistisch reken-wiskundeonderwijs richt zich op het aanleren van de vier hoofdbewerkingen in relatief kale situaties om deze kennis als die eenmaal beheerst wordt toe te passen (Treffers, De Moor, & Feijs, 1989). Tegenover dit mechanistische onderwijs staat het zgn. realistische reken-wiskundeonderwijs. Het uitgangspunt van realistisch reken-wiskundeonderwijs is dat wiskunde gezien wordt als menselijke activiteit.² Als aangegeven biedt deze visie op het vak rekenen-wiskunde een goed perspectief voor vakkenintegratie. Wiskunde is er niet, tenzij mensen deze construeren (Freudenthal, 1971; Gravemeijer & Terwel, 2000). Deze constructie van wiskunde wordt aangeduid als mathematiseren (Streefland, 1985), namelijk het omvormen van herkenbare situaties tot wiskunde. Freudenthal (1991) maakt hierbij onderscheid tussen horizontaal mathematiseren en verticaal mathema-

tiseren. Daarbij beschrijft horizontaal mathematiseren het toegankelijk maken van een probleemgebied voor een wiskundige aanpak (in strikte zin), en het verticaal mathematiseren als het meer of minder gesofisticeerde wiskundig verwerken.

In meer praktische zin leidde het idee van het mathematiseren tot ideeën over leergangen en leerlijnen. Daarbij zijn in het algemeen drie niveaus zichtbaar. Leerlingen verkennen contexten als herkenbare situaties, die uitlokken om wiskundig aan de slag te gaan. Deze situaties worden vervolgens geabstraheerd tot een model of schema. In dit model of schema zijn – voor de wiskunde – niet relevante zaken weggelaten. Doel van dit modelleren en schematiseren is het generaliseren van eerder ontdekte relaties (Treffers, Van den Heuvel-Panhuizen, & Buijs, 1999).

Freudenthal (2005) betoogde dat het op deze wijze inbedden van het leren van rekenen-wiskunde in de werkelijkheid, wellicht zou maken dat het vak rond het jaar 2000 geheel zou zijn verdwenen. Daarvan is vooralsnog geen sprake. Wel ontdekken leerlingen die rekenen-wiskunde leren als het mathematiseren van herkenbare situaties, hoe de ontwikkelde wiskunde toepasbaar is in andere situaties. Met andere woorden, het biedt de mogelijkheid om de kennis toe te passen. Dat betekent overigens niet dat de weg van context naar formele som telkens doorlopen moet worden. Na verloop van tijd is een dergelijke weg via een model (of context) bij het rekenen niet meer nodig. De wiskunde zelf is dan betekenisvol genoeg geworden om te worden ingezet bij het verder verkennen van de wiskunde.

Bij het op deze manier verkennen van de wiskunde zetten leraren idealiter een variëteit aan werkvormen in, om de leerlingen geleid de wiskunde te laten heruitvinden (vgl. Freudenthal, 1991). Het gaat hierbij om instructie, interactie en dialoog, samenwerken aan opdrachten en zelfstandig werk.

Het domein wetenschap en technologie

‘Wetenschap en technologie’ (W&T) wordt nogal eens beschouwd als nieuwe aanduiding voor ‘Natuur en techniek’ (N&T). Dat doen wij hier niet. Wij definiëren voor dit artikel N&T als het vak waarvoor de kennisbasis N&T is ontwikkeld. De kennisbasis voor N&T heeft drie pijlers: 1) het leren over het belang en de aard van N&T, het belang en de waarde van natuur en de specifieke denk- en werkwijzen van natuurwetenschappen en techniek; 2) het leren over de aanpak en het uitvoeren van N&T; 3) kennis over en inzicht in de natuurlijke en gemaakte wereld (Van den Berg, Blokhuis, Louman, & Marell, 2012). Voor N&T zijn ook de volgende kerndoelen (Graven & Letschert, 2006) geformuleerd (afbeelding 1).

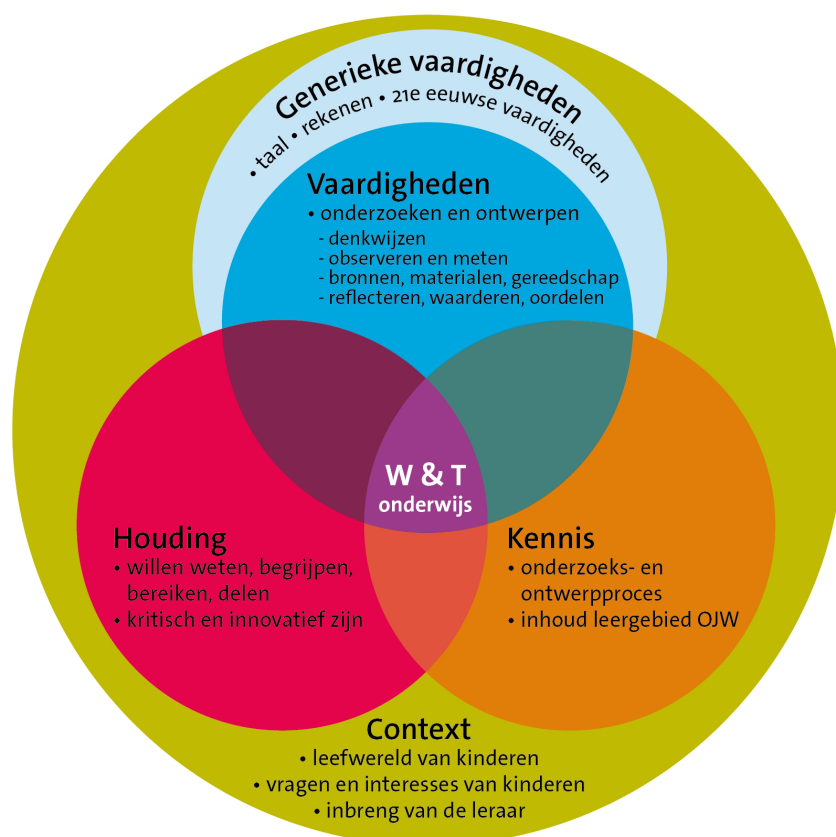
Kerndoel	Beschrijving	Afbeelding 1 kerndoelen N&T
40	De leerlingen leren in de eigen omgeving veel voorkomende planten en dieren onderscheiden en benoemen en leren hoe ze functioneren in hun leefomgeving	
41	De leerlingen leren over de bouw van planten, dieren en mensen en over de vorm en functie van hun onderdelen	
42	De leerlingen leren onderzoek doen aan materialen en natuurkundige verschijnselen, zoals licht, geluid, elektriciteit, kracht, magnetisme en temperatuur	
43	De leerlingen leren hoe je weer en klimaat kunt beschrijven met behulp van temperatuur, neerslag en wind	
44	De leerlingen leren bij producten uit hun eigen omgeving relaties te leggen tussen de werking, de vorm en het materiaalgebruik	
45	De leerlingen leren oplossingen voor technische problemen te ontwerpen, deze uit te voeren en te evalueren	
46	De leerlingen leren dat de positie van de aarde ten opzichte van de zon leidt tot natuurverschijnselen, zoals seizoenen en dag-/nachtritme	

W&T is een breder domein maar vertoont ook veel overlap met N&T. Volgens de definitie van het leerplankader gaat het bij wetenschap en technologie in het basisonderwijs erom bij kinderen een nieuwsgierige probleemoplossende houding te stimuleren vanuit hun vragen om de wereld om hun heen te begrijpen en vervolgens die leerlingen de daarvoor benodigde kennis en vaardigheden te laten ontwikkelen (Van Graft, Klein Tank, & Beker, 2014; Van Graft, Klein Tank, & Beker, 2016). W&T is dan geen vak, maar in het leerplankader wordt wetenschap en technologie beschreven als een vakoverstijgende benadering, waarbij drie aspecten centraal staan (zie ook afbeelding 2):

- 1) houding, een van de kernen van het onderwijs in wetenschap en technologie is om de verwondering, nieuwsgierigheid en de exploratieve houding van kinderen verder te ontwikkelen;
- 2) wetenschappelijke denkwijzen en vaardigheden, centraal staan het onderzoeken en ontwerpen;
- 3) kennis, kennisinhouden vanuit ‘Oriëntatie op jezelf en de wereld’ (OJW), verbonden met de vakken aardrijkskunde, geschiedenis en natuur en techniek.

Het kennisgebied is hiermee breed en kan vanuit methodes aangeboden worden maar juist ook vanuit vragen en interesses van kinderen waarbij de vier domeinen van de kerndoelen voor het leergebied OJW (kerndoelen 34-53) een leidraad zijn: Mens en samenleving, Natuur en techniek, Ruimte en Tijd. De preambule van het leergebied OJW (oriëntatie op jezelf en de wereld) stelt dan ook dat waar mogelijk onderwijsinhouden over mensen, de natuur en de wereld in samenhang worden aangeboden wat bijdraagt aan het begrip bij leerlingen en overlappendheid van het curriculum voorkomt (Graven & Letschert, 2006). De preambule stelt al vast dat ook inhouden van andere leergebieden kunnen worden betrokken zoals het meten en verwerken van informatie in tabellen en grafieken (Graven & Letschert, 2006).

In het leerplankader Wetenschap en technologie worden dan ook de kerndoelen van OJW genoemd als de aanknopingspunten voor de kerndoelen en leerlijnen voor W&T. Officiële kerndoelen voor W&T zijn nog niet geformuleerd.



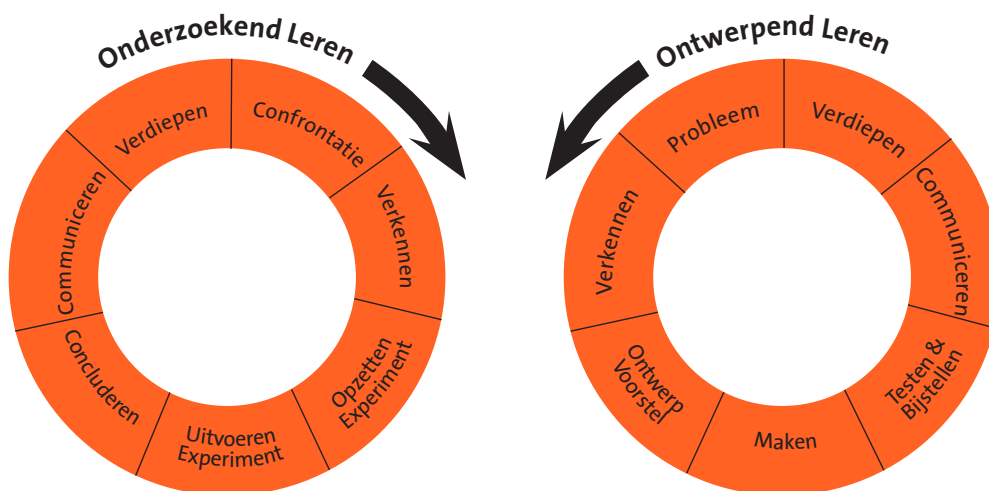
Afbeelding 2 schematische weergave van wetenschap en technologie (overgenomen uit het leerplankader (Van Graft, Klein Tank, & Beker, 2016, p. 16))

In de ons omringende landen duidt men wetenschap en technologie ook wel aan als 'science' of 'science and technology'. In curricula en beleidstukken zijn science en technologie dan onderdeel van het 'STEM' domein: science, technology, engineering and mathematics (STEM). In het kader van internationaal vergelijkend onderzoek zoals de PISA en TIMSS naar hoe leerlingen presteren in de betatechniek is dit domein uitwerkt in vijf systemen: natuurkundig systeem, levend systeem, aarde-en ruimtesysteem, techniek systeem en mathematisch systeem (Van Keulen & Oosterheert, 2016; Meelissen & Punter, 2016; Kordes, Bolsinova, Limpens, & Stolwijk, 2013).

Onderzoekend leren en begeleiding

'Science' of wetenschap en technologie wordt in het algemeen geassocieerd met *inquiry based learning*, onderzoekend leren. Anderszins wordt *inquiry based learning* ook buiten het science vakgebied genoemd als didactische aanpak. Men duidt het op verschillende manieren aan, met telkens ongeveer dezelfde betekenis: *discovery learning*, *inquiry based learning*, *problem-based learning*, *inquiry learning*, *experimental learning*. Er wordt gesuggereerd dat: 'discovery learning occurs when the learner is not provided with the target information or conceptual understanding and must find it independently and with only the provided materials' (Alfieri, Brooks, & Aldrich, 2011, p. 2).

Gebaseerd op standaarden van de American National Research Council, onderscheidt men in het algemeen zes essentiële kenmerken voor 'inquiry based science education': 'learners address scientifically oriented questions; plan and carry out investigations to gather evidence, give priority to evidence in responding to questions; formulate explanations for evidence, connect explanations to scientific knowledge and communicate and justify explanations' (Alake-Tuenter, et al., 2012, pp. 2611-2612). Dit vormt feitelijk de basis van de in de Nederlandse onderwijssituatie veel gebruikte onderzoeks- en ontwerpcyclus als hulpmiddel bij de didactiek van onderzoekend en ontwerpend leren (Van Graft & Kemmers, *Onderzoekend en Ontwerpend Leren bij Natuur en Techniek*, 2007) (afbeelding 3).



Afbeelding 3 de zeven stappen van onderzoekend en ontwerpend leren (Van Graft & Kemmers, 2007, p. 23)

Uiteindelijk gaat het er bij wetenschap en technologie om dat leerlingen werken aan een nieuwsgierige, kritische en ondernemende houding, ervaring opdoen met het doen van onderzoek en nieuwe kennis opdoen en gebruiken. Leerlingen gaan met een onderzoeksvraag aan de slag, doen experimenten en/of verzamelen gegevens en formuleren verklaringen voor de fenomenen die ze onderzoeken. Ze ontwikkelen zo onderzoeksvaardigheden. Leerlingen werken zo ook aan 21^e-eeuwse vaardigheden zoals ICT-vaardigheden, communicatieve vaardigheden, creativiteit, probleemoplossend vermogen en kritisch denken.

De mate van begeleiding bij onderzoekend leren staat ter discussie. Voorstanders van minimale begeleiding zeggen dat leerlingen daar het meeste van leren (Bruner, 1961). Er zijn echter aanwijzingen dat *unassisted discovery learning* niet effectief is, in de zin dat het de leeropbrengsten niet verhoogt (Mayer, 2004; Kirschner, Sweller, & Clark, 2006). Dat gebeurt wel als *discovery learning* zo wordt aangeboden dat feedback, uitgewerkte voorbeelden, *scaffolding* en expliciete uitleg onderdeel zijn (Alfieri, Brooks, & Aldrich, 2011). Ook zegt Smitheny dat het combineren van 'teacher directed activities and instructions' met *guided inquiry activities* tot hoge leeropbrengsten kunnen leiden (Smitheny, 2015).

De mate van zelfstandigheid van de leerlingen in het onderzoekend leren wordt in Nederland ook wel aangeduid als 1) gestructureerd onderzoek, namelijk leerlingen voeren een door de leerkracht opgezet onderzoek uit, verwerken resultaten en trekken conclusies; 2) begeleid onderzoek, namelijk leerlingen zetten zelf onderzoek op en voeren uit; 3) zelfstandig onderzoek, namelijk leerlingen stellen zelf een onderzoeksvraag op en zetten zelf onderzoek op en voeren uit. Deze indeling wordt ook wel leraar-gestuurd, gezamenlijk gestuurd of leerlinggestuurd onderzoek genoemd (Peeters & Van Baren-Nawrocka, 2014; Peeters & Van Baren-Nawrocka, 2015; Tanis, Dobber, Zwart, & Oers, 2014).

Het gaat hier louter om praktische en organisatorische aanwijzingen over hoe de leraar het onderzoek in de klas kan uitvoeren. Van den Berg (2010) voegt inhoudelijke aanwijzingen toe. Hij geeft aan dat het bij natuurwetenschappen gaat om het heen-en-weer denken tussen theorieën of modellen en de waarneembare werkelijkheid. Deze stellingname impliceert dat hands-on-activiteiten gevolgd moeten worden door zgn. minds-on-activiteiten, wat zeker niet altijd gebeurt. De begeleiding van de leraar zou gericht moeten zijn op de volgende kernvraag: krijgen leerlingen de beoogde verschijnselen echt goed te zien en kunnen ze vervolgens de verschijnselen relateren aan begrippen en theorie (Van den Berg, 2010). Hoe kan je dat als leraar bewerkstelligen? Dan gaat het in de kern om de interactie tussen leraar en leerling. Damhuis en collega's voegen toe: 'hands-on, minds-on, talk it over' (Damhuis & Blauw, 2011). Zij benadrukken dat

interactievaardigheden van de leraar het verschil maken in het begrip van de leerlingen; door erover te praten, vragen te stellen, gaan ze de fenomenen beter begrijpen (Damhuis & Blauw, 2011). Ook Louman en collega's laten zien dat door het stimuleren van taal en aandacht voor denkstappen, het inhoudelijke deel, het minds-on van W&T-activiteiten beter tot zijn recht komt (Louman, Hotze, Gijssel, Smit, & Van Laar, 2017).

Raakvlakken tussen rekenen-wiskunde en W&T

Raakvlakken

Karakteristieken van realistisch reken-wiskundeonderwijs en W&T bieden aanknopingspunten voor het verbinden van deze twee. De tabel in afbeelding 4 zet deze karakteristieken naast elkaar. Dit toont bijvoorbeeld dat in beide vakgebieden contexten en modellen worden ontwikkeld, maar dat die bij de twee vakgebieden een fundamenteel andere rol hebben (Bakker, 2008). Contexten in het reken-wiskundeonderwijs zijn bedoeld als startpunt voor het mathematiseren van een betekenisvolle situatie. Deze contexten zijn betekenisvol, maar niet noodzakelijkerwijs levensecht. Dat zijn de contexten bij W&T wel, omdat ze daar bedoeld zijn als echte werkelijkheid waarover het leerlingonderzoek uitspraak doet. Desalniettemin is het juist hier waar een belangrijk aangrijpingspunt ligt voor de integratie (Kemmers, Moerlands, Vedder, & Buijs, 2008). Immers herkenbare alledaagse situaties in het reken-wiskundeonderwijs, die daar aanleiding zijn voor het mathematiseren, passen net zo goed in het domein wetenschap en technologie waar deze contexten en modellen helpen greep te krijgen op de werkelijkheid. Echter, zoals Kemmers en collega's ook aangeven worden bij rekenen-wiskunde de context en het model vooral ingezet om 'de wiskunde te reconstrueren'. Dit is bijvoorbeeld aan de orde bij bussommen of het rekenen aan verhoudingen bij het recept voor pannenkoeken (Kemmers, Moerlands, Vedder, & Buijs, 2008). In het W&T-domein worden contexten breder verkend. Geïntegreerd vanuit meerdere vakken wordt met een onderzoeksvraag aan de slag gegaan en modellen dienen om begrip van fenomenen te bevorderen.

De tabel in afbeelding 4 maakt zichtbaar dat onderliggende ideeën over het leren van leerlingen in beide vakgebieden sterke overeenkomsten vertonen en dat de voorgestane begeleiding binnen de twee vakgebieden nauw op elkaar aansluit. Ook een duidelijk raakvlak vormen de vakoverstijgende aspecten en vaardigheden waaronder het ontwikkelen van een kritische, nieuwsgierige, onderzoekende, willen-weten houding en de vaardigheden die horen bij het doen van onderzoek die zowel in rekenen-wiskunde en W&T-onderwijs ingezet kunnen worden.

	rekenen-wiskunde	W&T	
Aard van het vak	Regelmaat herkennen, patronen, symboliseren, generaliseren, abstraheren, formaliseren	Doordenken en verklaren van natuurwetenschappelijke verschijnselen en het doordenken en verklaren van technische instrumenten, technologieën en oplossingen	Afbeelding 4 overzicht kenmerken realistisch rekenen-wiskunde en W&T
	Contexten zijn startpunt van mathematiseren	Levensechte contexten als startpunt voor onderzoek	
Typing activiteit leerlingen	Mathematiseren: omvormen van herkenbare situatie tot wiskunde	Verwonderen, onderzoeken, ontwerpen en verklaren	
Leerproces leerlingen	Niveauperhoging: concreet, schematisch en modelmatig, formeel	Het doen van onderzoek/maken van een ontwerp, reflectie hierop; gericht op verklaren, begrip en onderliggende theorie	
Begeleiding	Geleid heruitvinden, <i>scaffolding</i> en interactie	Sturing onderzoek gaandeweg meer bij leerlingen leggen, via <i>scaffolding</i> en interactie.	
Handelingsverlegenheid leraren	Automatiseren vs. betekenisvol leren	Kennis, houding en vaardigheden	

Nu de raakvlakken zichtbaar gemaakt zijn, is het goed om te kijken hoe mogelijke samenhang tussen de domeinen vorm kan worden gegeven.

Rekenen-wiskunde en W&T in samenhang aanbieden

W&T en rekenen-wiskunde in samenhang aanbieden kan een manier zijn om de overladenheid van het programma te verminderen. Daarnaast is het ook de opdracht bij toekomstgericht onderwijs om vakken meer in samenhang te brengen (Platform Onderwijs2032, 2016). Dit bevordert dat leerlingen met complexe situaties in de samenleving om kunnen gaan, waarbij leerlingen die vanuit verschillende

vakken kunnen benaderen. Voorbeelden in de literatuur van integratie kunnen inzicht geven in hoe mogelijk de samenhang tussen de domeinen vorm gegeven kan worden. Bij integratie kijken we eerst naar integratie van W&T in het curriculum in het algemeen. Buijs en collega's geven aan dat er sprake is van geïntegreerd onderwijs als verschillende vakgebieden op een natuurlijke manier binnen een thema aan de orde worden gesteld en de activiteiten niet alleen bijdragen aan een beter begrip van dat thema als zodanig maar ook aan de kennis en vaardigheden die binnen de verschillende vakgebieden ontwikkeld en inge oefend worden (Kemmers, Moerlands, Vedder, & Buijs, 2008). Door Gresnigt en collega's is een classificatie gemaakt (afbeelding 5) waarin verschillende vormen van vakkenintegratie onderscheiden worden, zoals bijvoorbeeld een fusie tussen de vakken, of het multidisciplinair of interdisciplinair werken (Gresnigt, Taconis, Van Keulen, Gravemeijer, & Baartman, 2014; Gresnigt & Slangen, 2015). Bij fusie bijvoorbeeld worden binnen het ene vak de vaardigheden en inhouden van het andere vak besproken, het ene vak wordt gebruikt om het andere te verrijken. Bij interdisciplinair onderwijs worden de vakken niet meer afzonderlijk onderwezen en wordt gewerkt aan vakoverstijgende onderwerpen en domeinen. Hierbij wordt ook aangegeven dat hoe intenser de integratie op de 'integratieladder' hoe groter de winst wat betreft de effecten, zoals kennis, hogere orde vaardigheden, 21^e eeuwse vaardigheden, enthousiasme en commitment bij zowel leerlingen als leerkrachten (Gresnigt, Taconis, Van Keulen, Gravemeijer, & Baartman, 2014; Gresnigt & Slangen, 2015).

Vormen van integratie	Kenmerken	Afbeelding 5 de diverse gradaties van integratie (Gresnigt, Taconis, Van Keulen, Gravemeijer, & Baartman, 2014, p. 52)
Isolatie, isolated	Alle vakken los onderwezen Elk vak eigen plek in lessentabel Vakspecifieke doelen	
Verbonden, connected	Leraar legt verbinding tussen vakken Elk vak eigen plek in lessentabel Vakspecifieke doelen	
Fusie, nested	Binnen vakinhouden vaardigheden ander vak Aan doelen van het ene vak wordt binnen ander vak gewerkt	
Multidisciplinair	Twee of meer vakken maken deel uit van thema Afzonderlijke vakken Inhoud, context, thema zijn afgestemd	
Interdisciplinair	Thema (inhouden en context door leerkracht bepaald) Geen afzonderlijke vakken Vakoverstijgende doelen	
Transdisciplinair	Thema Geen afzonderlijke vakken Vragen leerlingen centraal	

Specifiek de integratie tussen W&T en rekenen-wiskunde is zowel in Nederlandse (Kemmers, Moerlands, Vedder, & Buijs, 2008) als buitenlandse literatuur beschreven (Czerniak, Weber, Sandmann, & Ahern, 1999; Pang & Good, 2000; Lonning & DeFranco, 1997). In het artikel van Kemmers en collega's wordt gesproken van natuur en techniek omdat de term W&T op het moment van schrijven nog niet gebruikelijk was. Hoewel natuur en techniek een smaller vakgebied betreft dan wetenschap en technologie blijft de kern van hoe de integratie plaats kan vinden hetzelfde. De integratie zou kunnen plaatsvinden vanuit het vak rekenen-wiskunde waarbij dit vak dan verrijkt wordt met W&T-inhouden of andersom, W&T vormt de basis en wordt versterkt met reken-wiskunde-inhouden. Dit wordt ook wel aangeduid als een 'science focus' versus een 'mathematics focus' (Pang & Good, 2000). Lonning en DeFranco (1997) beschrijven de integratie tussen rekenen-wiskunde en W&T ook wel als een continuüm: 'independent mathematics – mathematics focus – balanced mathematics and science – science focus – independent science'. Zij geven daarbij aan dat het belangrijk is de doelen voor zowel rekenen-wiskunde als W&T te formuleren en op grond daarvan te kijken hoe een bepaald concept aangeleerd kan worden en waar de activiteit dan op het continuüm ligt. Het is dus op voorhand niet te zeggen of en op welke manier samenhang tussen rekenen-wiskunde en W&T vormgegeven kan worden. Dit hangt per activiteit en per thema af van de doelen die gesteld worden voor rekenen-wiskunde en W&T.

In Nederland zijn verschillende voorbeelden ontwikkeld van thematisch onderwijs waarin rekenen-wiskunde en wetenschap en technologie of natuur en techniek op een geïntegreerde manier aan bod komen, zoals het tasjesproject en een project rond Google Earth (Kemmers, Moerlands, Vedder, & Buijs, 2008). Hierbij worden rijke thema's onder de loep genomen die de basis vormen voor onderzoek door leerlingen waarbij rekenen-wiskunde een belangrijk rol speelt in het meten, dataverzameling en dataweergave. Daarnaast zijn er voorbeelden waarbij het onderzoekend leren in de reken-wiskundeles

meer centraal staat, experimenteren aanleiding vormt voor het denken zoals tijdens de Grote Rekendag (Keijzer & Verschure, 2011a; Keijzer & Verschure, 2011b) en in het boekje 'Onderzoeken in de rekenles' waarin vanuit de domeinen getallen, verhoudingen, meten, meetkunde en verbanden met concrete voorbeelden wordt geïllustreerd hoe dit meer onderzoekend aangeboden kan worden (Jonker & Wijers, 2016). Ook zijn er voorbeelden waarbij de reken-wiskunde het startpunt vormt, die vervolgens verrijkt wordt met inhoud uit W&T. Een voorbeeld van dit laatste vinden we in het boekje 'Experimenteren in de rekenles' met een bijbehorende website, waar de auteurs een brug slaan tussen rekenen-wiskunde en W&T (Van Galen & Jonker, 2013). Verder schetsen Jonker en Prinsen (2009) hoe de verbinding tussen natuur en techniek en rekenen-wiskunde beschouwd kan worden als brug tussen het doen en het denken.

Deze aansprekende Nederlandse voorbeelden leidden er overigens vooralsnog niet toe dat leraren systematisch kiezen voor integratie van W&T en rekenen-wiskunde. Daarnaast is er voor de Nederlandse situatie geen bewijs dat het integreren van W&T en rekenen-wiskunde tot specifieke leereffecten leidt. Enkele (wat oudere) studies van buiten Nederland laten wel de effecten van integratie van rekenen-wiskunde en W&T zien, zowel bij leerlingen als bij leraren (Berlin & Lee, 2005; Czerniak, Weber, Sandmann, & Ahern, 1999; Lonning & DeFranco, 1997). Zo neemt de motivatie van leerlingen toe, er wordt meer tijd in W&T gestoken en de leereffecten zowel in het domein rekenen-wiskunde als W&T nemen toe, zowel op het vlak van kennis als ook bijvoorbeeld hogere orde denkvaardigheden. Van Keulen en Oosterheert vatten de meerwaarde van integratie van W&T met andere vakken samen met: het is efficiënter, betekenisvoller, samenhangender, competentiegerichter, uitdagender en flexibeler (Van Keulen & Oosterheert, 2016). Door leerkrachten wordt het positieve effect op de motivatie van de leerlingen gewaardeerd en dit verhoogt ook hun zelfvertrouwen en commitment. Zij zien integratie als manier om W&T te onderwijzen ondanks het overvolle curriculum.

DE LERAAR

We zien dat hoewel er duidelijke raakvlakken zijn tussen rekenen-wiskunde en W&T en er diverse voorbeelden van geïntegreerd onderwijs beschreven zijn, leraren vooralsnog niet kiezen voor het structureel integreren van W&T en rekenen-wiskunde. De implementatie van W&T in het curriculum op de basisschool gaat moeizaam waarbij twee factoren een hoofdrol spelen: het overvolle curriculum en leraren vermijden het geven van W&T door beperkte kennis van het domein, beperkte kennis van de didactiek en weinig zelfvertrouwen. Het TIMSS-onderzoek laat zien dat Nederlandse leraren tussen 2008 en 2011 juist steeds minder tijd zijn gaan besteden aan W&T vanwege de druk die uitgaat van taal en rekentoetsen (Van Keulen & Oosterheert, 2016; Meelissen & Punter, 2016). Juist de integratie van W&T met andere vakken en dus ook rekenen-wiskunde kan dit probleem vermijden. Daarbij liggen juist kansen in het primair onderwijs waar leerkrachten generalisten zijn.

Op kleine schaal is onderzocht of leraren de verbinding van rekenen-wiskunde en W&T zinvol achten en wat mogelijke knelpunten zijn. Daartoe zijn gesprekken gevoerd binnen de Post-HBO-opleidingen 'specialist W&T/onderzoekend en ontwerpnd leren' en opleiding tot rekencoördinator en diverse nascholingsactiviteiten. Daarnaast is een enquête uitgezet onder vier schoolbesturen (respons 28 deelnemers). De enquête was bedoeld zicht te krijgen op het belang en wenselijkheid van integratie, welke knelpunten en mogelijkheden zij daarbij zien en in hoeverre W&T en of rekenen-wiskunde en of onderzoekend leren speerpunten zijn van het bestuur. Respondenten mochten onder meer reageren op stellingen als 'Ik acht het gedeeltelijk integreren van rekenen-wiskunde en wetenschap en technologie wenselijk.' en 'Ik richt mijn reken-wiskundelessen regelmatig in als een les waarbij kinderen op onderzoek kunnen gaan.'. Daarnaast kregen respondenten open vragen als 'Welke knelpunten ziet u bij het gedeeltelijk integreren van rekenen-wiskunde en wetenschap en technologie in het basisonderwijs?', 'Geef uw ideeën weer over het gedeeltelijk integreren van rekenen-wiskunde en wetenschap en technologie in het basisonderwijs.' en 'Geef kort aan hoe u in uw onderwijs aandacht besteedt aan rekenen-wiskunde bij wetenschap en technologie en omgekeerd.'

De tabel in afbeelding 6 geeft een overzicht van reacties op stellingen rond onderzoekend leren en de wenselijkheid van integratie van W&T en rekenen-wiskunde. De getallen in de tabel laten zien dat de wens onderzoekend leren vorm te geven groter is dan de keren waarop dit ook gerealiseerd wordt. Verder vindt een aanzienlijk deel van de leraren die de enquête heeft ingevuld het wenselijk W&T en rekenen-wiskunde gedeeltelijk te integreren.

Stelling	1	2	3	4	5	6	7
Gemiddeld (sd)	7,89 (1,197)	7,81 (1,388)	7,63 (1,305)	6,04 (1,881)	5,75 (1,956)	6,75 (1,858)	8,04 (1,290)
N	28	27	27	25	28	28	28

Abbeiding 6 reactie op verschillende stellingen door leraren basisonderwijs op schaal 1-10. Stelling 1: Volgens mij sluit het integreren van wetenschap en technologie en rekenen-wiskunde aan bij het verwerven van 21e eeuwse vaardigheden. Stelling 2: Ik beschouw wetenschap en technologie in het basisonderwijs als uitgelezen kans om aandacht te besteden aan onderzoekend leren. Stelling 3: Ik acht het gedeeltelijk integreren van rekenen-wiskunde en wetenschap en technologie wenselijk. Stelling 4: Ik richt mijn reken-wiskundelessen regelmatig in als een les waarbij kinderen op onderzoek kunnen gaan. Stelling 5: Ik gebruik in mijn lessen natuur en techniek regelmatig rekenen-wiskunde - bijvoorbeeld in de vorm van grafieken - om resultaten van het onderzoek weer te geven. Stelling 6: Ik beschouw het reken-wiskundeonderwijs als uitgelezen kans om aandacht te besteden aan onderzoekend leren. Stelling 7: Ik vind onderzoekend leren in het reken-wiskundeonderwijs belangrijk.

De leraren verwoorden hun ideeën over gedeeltelijke integratie van rekenen-wiskunde en W&T in verschillende voorbeelden, en noemen daarbij meetlessen, het bepalen van π en het grafisch weergeven van resultaten van onderzoek. Ze verwoorden verder dat integreren van W&T en rekenen-wiskunde en onderzoekend leren een specifieke attitude van de leraar vraagt en dat de integratie met name zinvol is bij het uitvoeren van projecten: 'Zoek naar vakoverstijging binnen een actuele en betekenisvolle context.' Ook leert de analyse van de enquête dat leraren het integreren van rekenen en W&T wenselijk achten maar zij een aantal knelpunten zien. Respondenten melden een gebrek aan kennis bij leraren en geven aan dat gebruikte reken-wiskundemethodes niet inspelen op de integratie van beide vakgebieden. Veel leraren laten de inrichting van het onderwijs sturen door wat de reken-wiskundemethode aangeeft. Een leraar verwoordt dit als volgt: '[Ik zie als probleem] het los kunnen laten van de methode en het ontbreken van kennis bij de leerkrachten hoe ze dit kunnen doen.' Een directielid geeft als knelpunt bij integratie aan: 'Kennis van docenten is op dit moment niet toereikend genoeg om hier de juiste kwaliteit in aan te brengen. Het reken-wiskundeonderwijs leunt nog volledig op methodisch werken (gelaagd). Noodzakelijk om kennisvergroting aan te pakken en het methodisch materiaal te verbreden.'

Uit gesprekken met leraren blijkt dat er binnen basisscholen behoefte is aan de integratie van W&T met rekenen-wiskunde. Echter leraren weten niet goed op welke manier zij dit kunnen vormgeven. Zij zien het belang van integratie en verwoorden dat door aan te geven dat 'bij gebrek aan tijd voor W&T de creatieve oplossing van integratie nodig is'. Ze tekenen hierbij aan dat ze integratie van belang achten, omdat zij er geen behoefte aan hebben dat er 'nog iets bij komt waar ze tijd voor moeten maken'. Leraren erkennen op deze manier het belang van integratie maar signaleren dat ze onvoldoende kennis hebben om rekenen-wiskunde en W&T met elkaar te verbinden. Een rekencoördinator geeft aan: 'De via een toets meetbare resultaten voor rekenen-wiskunde zijn in orde en als de inspectie alleen naar dergelijke makkelijk meetbare resultaten kijkt, is er voor leraren geen reden om verder te investeren'. 'Bovendien,' vult een andere leraar aan, 'is er behoorlijk wat kennis nodig om deze zinvolle integratie te realiseren, en die is maar bij weinig leraren aanwezig.'

Ook lerarenopleiders hebben onvoldoende kennis van beide vakgebieden en de manieren waarop integratie kan plaatsvinden. Er is nog weinig onderzoek gedaan naar de integratie van W&T met rekenen-wiskunde (en taal) aan de lerarenopleidingen in Nederland (Zee, Gijssels, & Doppenberg, 2014). Wat uit de enquête naar voren komt, komt overeen met wat ook Pang en Good aangeven: integratie begint met een solide kennis van zowel W&T als rekenen-wiskunde en het zien van de verbanden tussen beiden (Pang & Good, 2000).

TOT SLOT

We lieten zien dat er duidelijke raakvlakken zijn tussen de vakgebieden rekenen-wiskunde en W&T. Deze raakvlakken komen het nadrukkelijkst naar voren in het gebruik van contexten en modellen. Deze spelen zowel bij rekenen-wiskunde als W&T een belangrijke rol en kunnen daarmee een basis vormen bij het ontwerpen van geïntegreerd onderwijs. Ook in de begeleiding komen de twee vakgebieden voor een belangrijk deel overeen. Namelijk bij zowel rekenen-wiskunde als bij W&T is het onderwijs erop gericht dat de leerling zijn wereld ordent en zo komt tot generalisaties en verklaringen van (mathematische) fenomenen en structuren. Leraren vinden het lastig om de verbinding tussen rekenen-wiskunde en W&T te maken, waarbij met name vergroting van de kennis van leraren over beide vakgebieden en de verbinding hiertussen essentieel lijkt te zijn. Hier ligt een duidelijke vraag naar nader onderzoek hoe een professionalisering vorm gegeven kan worden om inhoudelijk met leraren te werken aan de verbinding van rekenen-wiskunde en W&T. Hierbij zal, gezien de overlappendheid van het curriculum, het gezamenlijk

met leraren ontwerpen van activiteiten passend bij bestaande methoden en kennisinhouden centraal moeten staan. Als professionals er in slagen om rekenen-wiskunde en W&T te verbinden verrijkt dit beide vakgebieden. Deze verrijking kan vervolgens gezien worden als goed doordachte operationalisering van toekomstgericht onderwijs.

Noten

- 1 Met dank aan Monique Pijls en Vincent Jonker voor hun bijdrage aan inhoudelijke discussies over dit onderwerp.
- 2 Als we in het vervolg van dit artikel spreken van reken-wiskundeonderwijs, dan gaat het om de hier gegeven beschrijving van realistisch reken-wiskundeonderwijs.

Literatuur

- Alake-Tuenter, E., Biemans, H. J., Tobi, H., Wals, A. E., Oosterheert, I., & Mulder, M. (2012). Inquiry-Based Science Education Competencies of Primary School Teachers: A literature study and critical review of the American National Science Education Standards. *International Journal of Science Education*, 34(17), 2609-2640.
- Alfieri, L., Brooks, P. J., & Aldrich, N. J. (2011). Does Discovery-Based Instruction Enhance Learning. *Journal of educational Psychology*, 103(1), 1-18.
- Bakker, A. (2008). Geleid heruitvinden vanuit een probleemstellende benadering. *PanamaPost. Reken-wiskundeonderwijs: onderzoek, ontwikkeling, praktijk*, 44-49.
- Berlin, D. F., & Lee, H. (2005). Integrating Science and Mathematics Education: Historical Analysis. *School Science and Mathematics*, 105(1), 15-24.
- Bruner, J. (1961). The act of discovery. *Harvard Educational Review*, 21-32.
- Czerniak, C., Weber, W. J., Sandmann, A., & Ahern, J. (1999). A literature Review of Science and Mathematics Integration. *School Science and Mathematics*, 99(8), 421-430.
- Damhuis, R., & Blauw, A. d. (2011). High quality interaction and science education: a new primary school approach. In M. De Vries, H. Van Keulen, S. Peters, & J. Walma van der Molen, *Professional development for primary teachers in science and technology. The Dutch VTB project in international perspective* (pp. 199-215). Rotterdam/Taipei: Sense Publishers.
- Expertgroep Doorlopende Leerlijnen Taal en Rekenen. (2008). *Over de drempels met taal en rekenen*. Enschede: SLO.
- Fase, A. (2010). Professionele gecijferdheid in de opleiding. *Reken-wiskundeonderwijs: onderzoek, ontwikkeling, praktijk*, 30(4), 9-18.
- Freudenthal, H. (1971). Geometry between the devil and the deep sea. *Educational Studies in Mathematics*, 3(3/4), 413-435.
- Freudenthal, H. (1991). *Revisiting Mathematics Education. China Lectures*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Freudenthal, H. (2005). Wiskunde anno 2000. In H. Ter Heege, T. Goris, R. Keijzer, & L. Wesker, *Freudenthal 100* (pp. 46-49). Utrecht: Freudenthal Instituut, Universiteit Utrecht.
- Gravemeijer, K. (2001). *Reken-wiskundeonderwijs voor de 21e eeuw*. Utrecht: Faculteit Sociale Wetenschappen en Faculteit Wiskunde en Informatica, Universiteit Utrecht (oratie).
- Gravemeijer, K., & Terwel, J. (2000). Hans Freudenthal: a mathematician on didactics and curriculum theory. *Journal for Curriculum studies*, 32(6), 777-796.
- Graven, J., & Letschert, J. (2006). *Kerndoelen primair onderwijs*. Den Haag: DeltaHage.
- Gresnigt, R., & Slangen, L. (2015). Integreren op niveau. *JSW*, 99(5), 32-35.
- Gresnigt, R., Taconis, R., Van Keulen, H., 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.
- Habermehl-Ooms, M. (ingediend). Van de Grote Rekendag naar enkele aanwijzingen voor implementatie van onderzoekend leren bij rekenen-wiskunde.
- Jonker, V., & Prinsen, L. (2009). Een brug tussen doen en denken. *Volgens Bartjens*, 29(1), 4-6.
- Jonker, V., & Wijers, M. (2016). *Onderzoeken in de rekenles; de rijke context van wetenschap en technologie*. Den Haag: Platform Beta Techniek.
- Keijzer, R., & Verschure, C. (2011a). Grote Rekendag vraagt om professionele gecijferdheid. *Reken-wiskundeonderwijs: onderzoek, ontwikkeling, praktijk*, 30(4), 3-8.
- Keijzer, R., & Verschure, C. (2011b). Onderzoekend leren op de Grote Rekendag. *Zone*, 10(1), 21-23.
- Kemmers, P., Moerlands, F., Vedder, J., & Buijs, K. (2008). *Integratie van rekenen-wiskunde en natuur en techniek*. Enschede: SLO.
- Kirschner, P., Sweller, J., & Clark, R. (2006). Why Minimal Guidance During Instruction Does Not Work: An Analysis of the Failure of Constructivist, Discovery, Problem-Based, Experiential, and Inquiry-Based Teaching. *Educational Psychologist*, 41(2), 75-86.
- KNAW. (2009). *Rekenonderwijs op de basisschool. Analyse en sleutels tot verbetering*. Amsterdam: KNAW.
- Kolovou, A., Van den Heuvel-Panhuizen, M., & Bakker, A. (2009). Non-routine problem solving tasks in primary school mathematics textbooks - A needle in a haystack. *Mediterranean Journal for Research in Mathematics Education* 6, 31-68.
- Kordes, J., Bolsinova, M., Limpens, G., & Stolwijk, R. (2013). *Resultaten PISA-2012. Praktische kennis en vaardigheden van 15-jarigen*. Arnhem: Cito.
- Lonning, R., & DeFranco, T. (1997). Integration of Science and Mathematics: A Theoretical Model. *School Science and Mathematics*, volume 97(4), 212-215.
- Louman, E., Hotze, A. C., Gijsel, M., Smit, J., & Van Laar, M. (2017). Taal in de W&T-les. Denken over W&T vraagt om een talige aanpak. *JSW*, 101(7), 32-35.

- Mayer, R. E. (2004). Should there be a three-strikes rule against pure discovery learning? The case for guided methods of instruction. *American Psychologist*, 59(1), 14-19.
- Meelissen, M., & Punter, A. (2016). *Twintig jaar TIMSS. Ontwikkelingen in leerlingprestaties in de exacte vakken in het basisonderwijs 1995-2015*. Enschede: IEA TIMSS & PIRLS, Universiteit Twente.
- Mullis, I. V., Martin, M. O., Foy, P., & Arora, A. (2012). *TIMSS 2011 International Results in Mathematics*. Boston (MA): TIMSS & PIRLS International Study Center.
- Nationaal Techniepact 2020. (2013). Opgehaald van <http://techniepact.nl/cdi/files/f1441a07a7dab41382fd20095b16c618ad14773c.pdf>
- Pang, J., & Good, R. (2000). A review of the integration of science and mathematics: implications for further research. *School Science and Mathematics*, 100(2), 73-82.
- Peeters, M., & Van Baren-Nawrocka, J. (2014). Hoe begeleid je leerlingen bij hun eigen onderzoek? *JSW*, 4, 18-21.
- Peeters, M., & Van Baren-Nawrocka, J. (2015). Groeien in onderzoekend leren. *JSW*(1), 14-18.
- Platform Onderwijs2032. (2016). *Onsonderwijs2032 eindadvies*. Den Haag: Platform Onderwijs2032. Opgeroepen op maart 11, 2016, van onsonderwijs 2032: onsonderwijs2032.nl/advies/
- Smithenry, D. (2015). Integrating guided inquiry into traditional chemistry curricular framework. *International Journal of Science Education*, 32(13), 1689-1714.
- Streefland, L. (1985). Wiskunde als activiteit en de realiteit als bron. *Nieuwe Wiskrant*, 5(1), 60-67.
- Tanis, M., Dobber, M., Zwart, R., & Oers, B. v. (2014). *Beter leren door onderzoek-hoe begeleid je onderzoekend leren van leerlingen*. Amsterdam: Vrije Universiteit Amsterdam.
- Treffers, A., De Moor, E., & Feijs, E. (1989). *Proeve van een nationaal programma voor het reken-wiskundeonderwijs op de basisschool. I. Overzicht einddoelen*. Tilburg: Zwijssen.
- Treffers, A., Van den Heuvel-Panhuizen, M., & Buijs, K. (Red.). (1999). *Jonge kinderen leren rekenen. Tussendoelen Annex Leerlijnen. Hele getallen onderbouw basisschool*. Groningen: Wolters-Noordhoff.
- Van den Berg, E. (2010). Natuurwetenschap en techniek in het basisonderwijs. *Tijdschrift voor Didactiek der beta-wetenschappen*, 27(1&2), 95-98.
- Van den Berg, E., Blokhuis, L., Louman, L., & Marell, J. (2012). *Kennisbasis Natuur en Techniek voor Leraren in het Primair Onderwijs*. via: <http://www.ecent.nl/servlet/supportBinaryFiles?referencelid=2&supportId=2541>.
- Van Galen, F., & Jonker, V. (2013). *Experimenteren in de rekenles*. Utrecht: Universiteit Utrecht.
- Van Graft, M., & Kemmers, P. (2007). *Onderzoekend en Ontwerpend Leren bij Natuur en Techniek*. Den Haag: Stichting Platform Bèta Techniek.
- Van Graft, M., Klein Tank, M., & Beker, T. (2014). *Wetenschap & technologie in het basis- en speciaal onderwijs: richtinggevend leerplankader bij het leergebied Oriëntatie op jezelf en de wereld*. Enschede: SLO.
- Van Graft, M., Klein Tank, M., & Beker, T. (2016). *Wetenschap en technologie in het basis- en speciaal onderwijs. Richtinggevend leerplankader bij eht leergebied Oriëntatie op jezelf en de wereld*. Enschede: SLO.
- Van Keulen, H., & Oosterheert, I. (2016). *Wetenschap en techniek op de basisschool*. Groningen/Houten: Noordhoff Uitgevers bv.
- Verkeningscommissie wetenschap en technologie. (2013). *Advies Verkeningscommissie wetenschap en technologie primair onderwijs*. Utrecht: PO-Raad.
- Wiel, J. v. (2015). *Wetenschap en technologie in het basisonderwijs 2015*. Amsterdam: Regioplan.
- Zee, S. v., Gijssels, M., & Doppenberg, J. (2014). *Geïntegreerd onderwijs in wetenschap en techniek op de lerarenopleiding*. Deventer: Saxion.

Implementation of Science and Technology in primary education in the Netherlands is rather complicated. In addition, mathematics often has a more instrumental character instead of inquiry based learning using rich contexts. Moreover, future oriented education needs more consistency between subjects in order for pupils to learn to think and work in a more cross-curricular manner. This paper explores interfaces between mathematics and science and technology taking into account the own characteristics of each subject. The use of rich contexts and models is definitely part of both subjects, although used in different manners. The integration of subjects is explored using examples from literature and it is analysed why creating consistency between mathematics and science is not common practice in primary education. In a survey teachers indicate that they do not know how to combine both subjects in their day-to-day teaching practice, being confronted with an overloaded curriculum. They indicate that they need to strengthen their knowledge of both subjects and they need concrete tools how to combine them.