

# Adaptieve leersystemen en de didactische besluitvorming van basisschoolleerkrachten bij rekenen-wiskunde

Anouk Wezendonk<sup>1</sup> en Michiel Veldhuis<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup>Marnix Academie | <sup>2</sup>Hogeschool IPABO | <sup>3</sup>Freudenthal Instituut, Universiteit Utrecht

**Samenvatting** Adaptieve leersystemen worden veel gebruikt in het Nederlandse basisonderwijs. In dergelijke systemen voeren leerlingen antwoorden in, op basis waarvan het systeem feedback aan de leerling geeft en nieuwe opdrachten selecteert. Daarnaast krijgen leerkrachten informatie over de voortgang en prestaties van de leerlingen, wat vaak wordt weergegeven op dashboards. Deze informatie kunnen leerkrachten gebruiken om hun didactische keuzes vorm te geven. De vraag die in deze multiple casestudy centraal staat is: Hoe kan het gebruik van learning analytics de reken-wiskundig didactische besluitvorming van de basisschoolleerkracht ondersteunen? Hiertoe zijn drie basisschoolleerkrachten uitgebreid bevraagd en geobserveerd tijdens een rekenles en is met de leerkrachten gereflecteerd aan de hand van een video stimulated recall interview. De getranscribeerde data zijn iteratief geanalyseerd met open en axiale coderingen. Na verschillende codeerrondes kwamen we uit op drie perspectieven: differentiatie, learning analytics en didactiek van rekenen-wiskunde. De leerkrachten gebruikten de learning analytics in de blokvoorbereiding om te bepalen of het geplande onderwijsaanbod voldoende aansloot bij de onderwijsbehoeften van hun groep, en maakten eventueel wijzigingen hierin. Daarnaast ondersteunden de learning analytics de leerkrachten in de selectie van leerlingen voor bijvoorbeeld verlengde instructie. Geen enkele keer kwam naar voren dat leerkrachten beslissingen voor bepaalde modellen of strategieën maakten op basis van de gegevens uit het dashboard. Op basis van deze resultaten concluderen we voorzichtig dat leerkrachten zich in veel organisatorische aspecten van differentiatie laten ondersteunen door informatie uit adaptieve leersystemen, maar zich voor de reken-wiskundige didactische besluitvorming vooral laten leiden door de voorschriften in lesmethodes. Dat Nederlandse leerkrachten zich veelal door de methode laten leiden is een eerder gevonden resultaat, maar dat dit ook in de context van actuele informatie over het reken-wiskundig redeneren van de leerlingen de overhand heeft, is een nieuw inzicht. In vervolgstudies zou het interessant zijn te bekijken hoe leerkrachten (of leraren in opleiding) ondersteund kunnen worden in hun reken-wiskundig didactische besluitvorming en in hoeverre learning analytics en de methode daarin een rol spelen.

**Trefwoorden** adaptief onderwijs, adaptieve leersystemen, rekendidactiek, wiskundendidactiek, basisschool, didactische besluitvorming, rekenen, wiskunde, case study

**Publicatiedatum**

Online: 5 april 2024

**Contactpersoon**

Anouk Wezendonk,  
[a.wezendonk@hsmarnix.nl](mailto:a.wezendonk@hsmarnix.nl)

**Copyright**

© Author(s); licensed under Creative Commons Attribution 4.0. This allows for unrestricted use, as long as the author(s) and source are credited.

## 1 Inleiding

Inmiddels maakt meer dan de helft van de basisscholen gebruik van adaptieve leermiddelen (Pijpers, 2022). Adaptieve leermiddelen zijn technologieën die het gedrag en prestaties van leerlingen monitoren en analyseren en op basis hiervan aanpassingen maken in het aanbod om het leren van leerlingen te ondersteunen en versterken (Durlach, 2019; Shute & Zapata-Rivera, 2012). Hierdoor kan het vervolgaanbod voor verschillende (groepen) leerlingen verschillen. Van adaptieve leermiddelen zijn Snappet ([www.snappet.nl](http://www.snappet.nl)) en Gynzy ([www.gynzy.nl](http://www.gynzy.nl)) in het basisonderwijs de meest bekende platformen. Daarnaast wordt de adaptieve software (Bingel) van de rekenmethodes Wereld in Getallen en Pluspunt (Malmberg) veel gebruikt in het reken-wiskundeonderwijs. De keuze voor de inzet van een adaptief leermiddel is voor veel scholen ingegeven vanuit de overtuiging dat het kansen biedt het onderwijs beter aan te laten sluiten bij de leerling, met als gevolg een beter leerproces en betere leeruitkomsten (Van der Vorst e.a., 2019). Het bewijs voor deze gevonden verbeteringen is echter schaars (Durlach, 2019; Martin e.a., 2020) en niet eenduidig. Zo verschillen de onderzoeksresultaten per leerjaar, context en niveaugroep (Faber, Luyten & Visscher, 2017; Meijer & Karssen, 2013; Molenaar & Knoop-van Campen, 2016; Van Klaveren, Vonk & Cornelsiz, 2017). De rol van de leerkracht in het gebruik van adaptieve leermiddelen lijkt cruciaal: het blijft nog altijd de leerkracht in de klas die keuzes maakt over differentiatie (Deunk e.a., 2018). Er is dan ook meer behoefte aan inzicht in hoe het onderwijsaanbod van de leerkracht kan profiteren van adaptieve leermiddelen (Admiraal, Vermeulen & Bulterman-Bos, 2020), in het bijzonder in het reken-wiskundeonderwijs. Recent zijn zorgen geuit over de prestaties van basisschoolleerlingen en het pedagogisch-didactisch niveau van leerkrachten op het gebied van rekenen-wiskunde (Haermans e.a., 2022; Onderwijsraad, 2022) en het maatschappelijk kunnen functioneren van burgers die onvoldoende gecijferd zijn (Hoogland & Díez-Palomar, 2022). In potentie kunnen adaptieve leersystemen leerkrachten ondersteunen bij hun didactiek in het werken aan de reken-wiskundige ontwikkeling van leerlingen. Zo geven adaptieve leersystemen leerkrachten informatie over de voortgang, prestatie en het leren van de leerlingen (Xhahaj, Alevan & McLaren, 2017). Deze informatie kan leerkrachten helpen beter te diagnosticeren, passende feedback te geven of besluiten waar aandacht aan moet worden gegeven in een volgende les (Mavrikis, Gutierrez-Santos & Poulouvasilis, 2016; Molenaar & Knoop-van Campen, 2017; Van Leeuwen, 2019; Xhahaj, Alevan & McLaren, 2017). In dit artikel richten we ons op de vraag hoe leerkrachten die werken met een adaptief leersysteem beslissingen nemen over hun reken-wiskundeonderwijs. Hiertoe bespreken we eerst kenmerken van adaptief onderwijs en hoe dit vormgegeven kan worden met adaptieve leersystemen. Vervolgens bespreken we twee didactische modellen binnen het reken-wiskundeonderwijs die ten grondslag kunnen liggen aan didactische beslissingen.

## 1.1 Adaptief onderwijs

Eén van de kernelementen van effectief onderwijs is het onderwijs dusdanig vorm te geven dat het tegemoetkomt aan de individuele onderwijsbehoeften van de leerlingen (Parsons e.a., 2018). “Het doelbewust afstemmen van de onderwijsleersituatie op verschillen tussen leerlingen in dezelfde leergroep” (Blok, 2004, p. 10) is adaptief onderwijs en behelst differentiatie binnen de schoolklas. In de vormgeving van adaptief onderwijs wordt onderscheid gemaakt tussen aanpassingen op macroniveau en op microniveau (Corno, 2008; Park & Lee, 2004). Kenmerkend voor adaptief onderwijs op macroniveau is dat de aanpassing wordt gebaseerd op leerlingvaardigheden en -prestaties die zijn gemeten voorafgaand aan de leersituatie (Park & Lee, 2004). Vervolgens wordt de klas ingedeeld in homogene groepen en krijgt iedere niveaugroep een eigen programma aangeboden (Corno, 2008). Deze wijze van differentiatie is gebruikelijk binnen de Nederlandse basisschoolcontext. De microbenadering is meer dynamisch van aard (Vandewaetere & Clarebout, 2014) en is erop gericht om tijdens het leren van de leerlingen te diagnosticeren en te interveniëren (Park & Lee, 2004). Doordat de microbenadering zich richt op de individuele leerbehoeften van leerlingen die tijdens het leren continu kunnen veranderen (Park & Lee, 2004), zien we microadaptiviteit vooral terug in één-op-één leerlingbegeleiding. Echter, voor iedere leerling voortdurend een passende onderwijssituatie inrichten, is voor de leerkracht praktisch niet altijd haalbaar, bijvoorbeeld vanwege beperkte tijd (Blok, 2004; Dowker, 2017). Het idee is dat adaptieve leersystemen hierin ondersteunend kunnen werken door de selectie van adaptieve opdrachten de leerkracht uit handen te nemen (Molenaar e.a., 2017), en de leerkracht te voorzien van data over de voortgang en het competentieniveau van de leerling (Moltudal, Høydal, & Krumsvik, 2020)

## 1.2 Adaptieve leersystemen

Durlach (2019) onderscheidt drie fundamentele onderdelen die gelden voor adaptieve leersystemen. Eerst wordt het gedrag van de leerling gemeten, terwijl de leerling gebruik maakt van het systeem. Deze prestatiedata worden vervolgens geanalyseerd en weergegeven in een visuele representatie zoals een diagram of lijngrafiek. Tot slot wordt op basis van de geanalyseerde data bepaald welke adaptieve interventies er gedaan worden die het leren van de leerling verder kunnen ondersteunen. Dergelijke adaptieve interventies kunnen op twee niveaus plaatsvinden. Het eerste niveau is het automatische proces waarin het adaptieve leersysteem opdrachten selecteert uit een database, afgestemd op het prestatieniveau van de leerling. Dit wordt *activity and program feedback loop* of *embedded analytics* genoemd (Moltudal, Høydal, & Krumsvik, 2020; Van Wetering, 2016; Wise, Zhao & Hausknecht, 2013). Het systeem voorziet de leerlingen automatisch van directe feedback (goed/fout) tijdens het werken aan de opdrachten. Het tweede niveau wordt de *teacher feedback loop* of *extracted analytics* genoemd. Dit is het proces waarin

de leerkracht op basis van de data de leerling ondersteunt in het leerproces (Moltudal, Høydal, & Krumsvik, 2020; Van Wetering, 2016; Wise, Zhao & Hausknecht, 2013). De leerkracht maakt dan gebruik van *learning analytics*. De voortgang van de leerling wordt gepresenteerd op een dashboard, wat belangrijke informatie van de learning analytics overzichtelijk presenteert en dat de leerkracht kan raadplegen terwijl de leerlingen aan het werk zijn. Op basis van deze informatie kan de leerkracht zijn handelen aanpassen.

Hoewel leerkrachten op het dashboard eenvoudig kunnen zien waar en wanneer leerlingen fouten maken of onvoldoende voortgang laten zien (Van Leeuwen & Rummel, 2020; Verbert e.a., 2020), betekent dit niet automatisch dat het dashboard het handelen van de leerkracht beïnvloedt (Kasepalu e.a., 2022). Het verkrijgen van informatie is de eerste stap. Om tot een pedagogisch-didactische beslissing te komen, is het belangrijk dat de leerkracht begrijpt hoe de data tot stand zijn gekomen en de data kan analyseren en interpreteren om hier vervolgens zijn handelen aan te verbinden.

In de literatuur worden verschillende modellen beschreven die ingaan op hoe leerkrachten de informatie van het dashboard verbinden aan hun handelen. Zo gaat het learning analytics process model uit van vier fases: bewustwording van de beschikbare data; reflectie door vragen te stellen over de data; betekenisverlening door de gestelde vragen in de reflectiefase te beantwoorden en in de impactfase vertaalt de leerkracht al deze informatie in zijn handelen (Molenaar & Knoop-van Campen, 2018; Verbert et al., 2013). Het model van Wise en Jung (2019) omvat een stadium van betekenisverlening: de leerkracht 'leest' de data, bepaalt in hoeverre deze overeenkomen met andere bronnen van informatie (zoals observatie) en plaatst de data in de context van het leerstofaanbod en de leerlingen. Vervolgens bepaalt de leerkracht in het stadium van pedagogische respons welke handelingen vereist zijn. Tussen deze verschillende theoretische modellen zijn overeenkomsten te vinden. Van Leeuwen en anderen (2021) benoemen drie aspecten die in alle modellen aan de orde komen, namelijk: bewustzijn van de beschikbare data; interpretatie (wat vertellen de data mij?); en tot slot de vertaling naar het pedagogisch-didactisch handelen. In de huidige studie worden deze laatstgenoemde aspecten gebruikt bij de interpretatie van de onderzoeksresultaten.

Wise en Jung (2019) beschrijven vijf mogelijke acties die in reactie op de data-interpretatie kunnen volgen. In de eerste plaats kan de leerkracht ervoor kiezen om de hele klas extra uitleg te geven over specifieke onderdelen of, in de tweede plaats, juist individuele leerlingen of kleine groepjes extra begeleiding te bieden. Een derde mogelijkheid is het aanpassen van de opbouw van het leerstofaanbod. Ten vierde kan een afwachtende houding aangenomen worden, tot er bijvoorbeeld meer data beschikbaar zijn. En tot slot kan de leerkracht reflecteren op zichzelf als leraar en zijn onderwijspraktijk. Dergelijke differentiërende keuzes kan een leerkracht op verschillende momenten maken: tijdens de voorbereiding van een periode, tijdens de lesvoorbereiding, tijdens het uitvoeren van de les en tijdens de evaluatie van de les/opdracht (Keuning & van Geel, 2021).

### 1.3 Reken-wiskundendidactiek

Om over te gaan op de juiste differentiërende handelingen, heeft de leerkracht niet alleen kennis en inzicht in zijn leerlingen en het adaptieve leersysteem nodig, maar ook in het onderhavige vakgebied (e.g. Keuning & van Geel, 2021). Verschillende gangbare didactische modellen van rekenen-wiskunde kunnen handvatten bieden om onderbouwde keuzes te maken over het onderwijsaanbod (Van Groenestijn, Borghouts, & Janssen, 2011). Een goede reken-wiskundige ontwikkeling van de leerling verloopt via vier hoofdlijnen: begripsvorming, ontwikkelen van oplossingsprocedures, vlot leren rekenen en het flexibel toepassen van kennis en vaardigheden (Van Groenestijn, Borghouts, & Janssen, 2011). Inzicht in dit hoofdlijnenmodel biedt leerkrachten steun in het signaleren van onderwijsbehoeften van leerlingen en het hierop afstemmen van de begeleiding. Het handelingsmodel kan leerkrachten houvast bieden om het onderwijsaanbod af te stemmen op het geschikte handelingsniveau van rekenen-wiskunde van de leerlingen (Bruner, 1966; Van Groenestijn, Borghouts, & Janssen, 2011). In het handelingsmodel wordt uitgegaan van vier verschillende handelingsniveaus. Op het eerste niveau leren kinderen op informele, speelse wijze in concrete situaties. Op het tweede niveau leren kinderen door gebruik te maken van representaties van concrete situaties zoals bijvoorbeeld foto's of tekeningen. Op het derde niveau wordt de werkelijkheid schematisch weergegeven en wordt het meer abstracte redeneren ondersteund door het gebruik van (denk)modellen. Tot slot, op het laatste, formele niveau, leren de kinderen op basis van tekst en getallen te redeneren en kunnen zij formele bewerkingen uitvoeren (Van Groenestijn, Borghouts, & Janssen, 2011). De leerkracht dient hierbij steeds te pendelen tussen het concreet handelen, de schematische weergave en de abstracte bewerking, afhankelijk van de behoefte van de leerling. Voor het maken van weloverwogen beslissingen over dit pendelen tussen verschillende handelingsniveaus of de fasen in het hoofdlijnenmodel zou de informatie uit adaptieve leersystemen weergegeven op een dashboard ondersteunend kunnen werken.

### 1.4 Huidig onderzoek

Er is nog relatief weinig onderzoek gedaan naar de vraag hoe adaptieve leermiddelen de leerresultaten positief kunnen beïnvloeden (Martin e.a., 2020). Bovendien is er nog onvoldoende inzicht in de wijze waarop leerkrachten hun onderwijs met hulp van adaptieve leersystemen kunnen optimaliseren (Keuning & van Geel, 2021). Uit eerder onderzoek blijkt dat leerkrachten de informatie op de dashboards als helpend ervaren (Van Leeuwen & Rummel, 2020), maar hoe dit het besluitvormingsproces over hun onderwijsactiviteiten kan beïnvloeden is nog onduidelijk (Kasempalu e.a., 2022). Onderzoek naar hoe leerkrachten werken en handelen op basis van learning analytics in authentieke lescontexten is nodig (Wise, Knight, & Ocha, 2018). Daarom richt dit onderzoek zich op de vraag: Hoe kan het gebruik van learning analytics de reken-wiskundig didactische besluitvorming van de leerkracht ondersteunen?

Tabel 1 Kenmerken van de leerkrachten

Leerkracht	Groep	Aantal jaar ervaring	Aantal jaar ervaring met adaptieve leersystemen	Gebruikt adaptief leersysteem
Tom	8	11	8	Snappet
Annelies	5	11	1,5	Bingel
Fleur	8	8	2,5	Bingel

De namen van de leerkrachten zijn gefingeerd om hun anonimiteit te waarborgen

## 2 Methode

Het doel van dit onderzoek is uit te zoeken hoe learning analytics, voortkomend uit adaptieve leersystemen, de reken-wiskundig didactische besluitvorming van de leerkracht kunnen ondersteunen. Hiertoe hebben we een multiple case-study (Yin, 2017) opgezet waarin we met en over leerkrachten kwalitatieve data hebben verzameld en geanalyseerd. Zo krijgen we een rijk geschakeerd beeld van de zichtbare en zelf geformuleerde beweegredenen die leerkrachten hebben bij het besluiten over hun didactiek bij rekenen-wiskunde.

### 2.1 Participanten

Voor dit onderzoek hebben we contact gezocht met leerkrachten die dagelijks gebruikmaken van adaptieve leersystemen in hun reken-wiskundeonderwijs. Leerkrachten werden benaderd via een netwerk van lerarenopleiders en onderzoekers en konden zichzelf aanmelden voor het onderzoek. Uiteindelijk participeerden drie leerkrachten van drie verschillende basisscholen. Een overzicht van enkele leerkrachtkenmerken is weergegeven in Tabel 1.

### 2.2 Procedure

Met elke leerkracht zijn twee interviews en een lesobservatie uitgevoerd. Voorafgaand aan de lesobservatie werd een semigestructureerd interview gehouden. In dit interview werden vooral vragen gesteld aan de leerkracht over de didactische keuzes in de periodevoorbereiding en de lesvoorbereiding en het gebruik van de prestatiegegevens uit het adaptieve leersysteem daarbij. Voorafgaand aan de interviews zijn deze onderwerpen vastgesteld. Om tot die vaststelling te komen hebben we gebruik gemaakt van de cognitieve taakanalyse van differentiatie (Keuning & van Geel, 2021) en de fases in de vertaling van data naar leerkrachthandelen (Van Leeuwen e.a., 2021). Nadat het interview had plaatsgevonden werd een reken-wiskundeles geobserveerd en gefilmd. In deze

observatie en videoregistratie werd in het bijzonder aandacht besteed aan het didactische handelen van de leerkracht. Het tweede interview was een video stimulated recall interview. In dit interview bevroegen we de leerkracht op hoe hij betekenis verleende aan de gepresenteerde data (bijvoorbeeld percentages goed, domein-/vaardigheidsscores, tijd van verwerking) op het dashboard en hoe dit tot didactische keuzes leidde tijdens de lesuitvoering zoals ook terug te zien in de video-opname.

### 2.3 Semi-gestructureerd interview

Het interviewprotocol begon met de vraag hoe de leerkrachten het werken met een adaptief leersysteem ervaren. Het grootste gedeelte van het interview werden de leerkrachten gevraagd met behulp van het adaptieve leersysteem te tonen hoe zij nieuwe periodes en reken-wiskundelessen voorbereiden. Terwijl de leerkrachten door de adaptieve leeromgeving navigeerden, stelde de onderzoeker vragen over waar de leerkrachten naar keken in de learning analytics, wat de data volgens hen betekenden, welke besluiten de leerkrachten op basis hiervan maakten en welke besluiten leerkrachten maakten op grond van andere informatie dan het dashboard. Alle interviews werden opgenomen en getranscribeerd.

### 2.4 Video stimulated recall interview

Van elke leerkracht werd van één reken-wiskundeles een video-opname gemaakt. De leerkrachten voerden de rekenles uit zoals zij gewend waren die te geven. De opnamen waren specifiek gericht op de acties van de leerkracht. De onderzoeker selecteerde vier tot acht fragmenten waarin de leerkracht een didactische keuze leek te maken. Een didactische keuze werd hierbij gedefinieerd als een moment waarin een ondersteunende handeling al dan niet werd uitgevoerd door de leerkracht, op basis van de op dat moment beschikbare informatie, bijvoorbeeld uit het adaptieve leersysteem of gedragingen van kinderen in de klas. In één van de geselecteerde fragmenten liet de leerkracht bijvoorbeeld de leerlingen de honderdtallen opdreunen. In een ander fragment liep de leerkracht doelgericht naar een leerling toe om een specifieke uitleg te geven, waarvoor de aanleiding niet zichtbaar was. Tijdens het interview bekeken de onderzoeker en de leerkracht samen deze geselecteerde fragmenten. De onderzoeker stimuleerde de leerkracht om hardop te denken en te vertellen welke overtuigingen, overwegingen en gedachten aan de basis lagen voor zijn of haar specifieke handelen. Om meer inzicht te krijgen in de achterliggende overwegingen van de leerkracht, stelde de onderzoeker vragen als: 'Wat doe je hier?', 'Op basis waarvan doe je nu dit?', 'Wat maakt dat je deze leerling extra uitleg geeft?' De interviews werden opgenomen en getranscribeerd.

## 2.5 Data analyse

In de eerste plaats hebben we de transcripten van de interviews in betekenisvolle fragmenten onderverdeeld. Een betekenisvol fragment is een fragment waarin de leerkracht een idee, keuze of beslissing toelicht. De lengte van deze fragmenten variëren tussen één zin en tien zinnen. Voor het analyseren van de fragmenten hebben we een gecombineerde inductieve en deductieve codering gebruikt, die goed past bij een *Grounded Theory* aanpak (Glaser & Strauss, 1967). Het coderen van de betekenisvolle fragmenten uit de leerkrachtinterviews was een iteratief proces. We gingen stap-voor-stap van eerste beschrijvingen dicht bij de formuleringen van de leerkrachten, naar koppelingen met inzichten over differentiatie, adaptief onderwijs met leersystemen en didactiek van het rekenen-wiskunde zoals die bekend zijn uit de wetenschappelijke literatuur en praktijk. Zo gingen we voortdurend heen en weer tussen eerste open coderingen als “keuze leerkracht voor alternatieve les” naar meer axiale coderingen, van hetzelfde fragment, als “impact stage: revising course design”. Hierna werden de axiale coderingen naast de open coderingen gelegd. De twee auteurs van dit artikel werkten parallel, waardoor alle fragmenten twee keer open gecodeerd werden. Hierna werden de coderingen vergeleken en besproken om tot eerste axiale codes te komen, die werden vervolgens toegepast, en uiteindelijk weer besproken tot volledige overeenstemming werd bereikt.

De analyse leidde tot drie overkoepelende perspectieven, namelijk een indeling in de fases in differentiatie (Keuning & Van Geel, 2017; 2021), waarbij we vanuit het learning analytic process model (Van Leeuwen e.a., 2021; Verbert e.a., 2013) en vanuit reken-wiskundig didactisch perspectief (van Groenestijn, Borghouts & Janssen, 2011) de invulling van die fases duiden. De fases in differentiatie – blokvoorbereiding, lesvoorbereiding en lesuitvoering – zijn als uitgangspunt genomen voor de opbouw van de resultatenbeschrijving. De verschillende fases uit het learning analytic process model zijn verweven door iedere fase van differentiatie, en zullen ook als dusdanig worden gepresenteerd.

## 3 Resultaten

### 3.1 Periode- of blokvoorbereiding

In de voorbereiding van een periode gaat het om het analyseren van eerder verzamelde data, het stellen van doelen en het bepalen van een didactische aanpak (Keuning & van Geel, 2021). Tom en Fleur besteden beide gerichte aandacht aan de blokvoorbereiding. Bij de aanvang van de periode clusteren Fleur en haar collega's de leerlingen uit beide groepen 8 in twee groepen: sterke rekenaars en de gemiddelde/zwakke rekenaars. Deze indeling gebeurt op basis van de Cito-scores. Fleur biedt rekenonderwijs aan de sterke rekenaars. Tom bereidt het blok samen met zijn collega's voor. Hij zegt hier bijvoorbeeld over:



- o1 Wat we dus wel heel erg doen is dat we heel kritisch kijken in
- o2 het aanbod van de lessen zelf. Als we merken van h e: dit zijn lessen die
- o3 al aangeboden zijn, of het zijn naar ons idee te makkelijke lessen, dan
- o4 kiezen we er echt voor om die lessen te wisselen met andere lessen.

Ook Fleur kiest er geregeld voor om lessen uit de methode samen te voegen of te schrappen, dit zijn aanpassingen in de opbouw van het blok (Wise & Jung, 2019). Ze stelt zichzelf vragen als:

- o5 Waar gaan ze naar toe? Is dit nuttig? Moeten ze dit weten? Kan ik dit
- o6 überhaupt overslaan?

De uiteindelijke beslissing maakt ze op basis van de data uit het systeem, maar ook op basis van haar eigen inschatting door observaties, kennis en ervaring. Door kritisch om te gaan met het lesstofaanbod uit de methode, speelt Fleur tijd vrij om enkele lessen per week in te kunnen zetten met haar groep op reken-wiskundige verdieping en verrijking. Annelies gaat beduidend anders om met de blokvoorbereiding. Ze zegt:

- o7 ... ook omdat we met duo's werken. Kijk, een week verder gaat mijn
- o8 collega het heel erg hebben over het platte vlak. Ja, ik ga me daar niet
- o9 mee bezig houden want dat zijn zijn dagen. De methode is zo
- o10 opgebouwd dat je  en doel in twee dagen doet. Dus hij doet het
- o11 maandag-dinsdag doel en ik doe het woensdag-donderdag doel.

### 3.2 Lesvoorbereiding

In de lesvoorbereiding gaat het om het stellen van doelen en het bepalen van instructie op groepsniveau (Keuning & van Geel, 2021). Alle drie de leerkrachten nemen het lesdoel dat wordt gesuggereerd door de methode over. Vervolgens is de methodehandleiding richtinggevend voor de manier waarop de leerkrachten hun instructie vormgeven, al wordt kritisch gekeken naar de te nemen stappen. Tom stelt zichzelf bijvoorbeeld vragen als:

- o12 Hoe biedt de methode het aan? Wat bespreken zij? Wat betekent het
- o13 en komt het overeen met hoe ik het zelf zou doen? Moet ik concrete
- o14 materialen gebruiken, of alternatieven?

Ook Fleur en Annelies vragen zich geregeld af of de opdracht nuttig is en of het bij het lesdoel en hun groep past. Nadat de leerkrachten deze vragen voor zichzelf beantwoord hebben, besluiten ze om iets aan te passen, toe te voegen of weg te laten uit hetgeen de methode voorschrijft. Hier vindt een vertaling van de data-interpretatie naar het pedagogisch handelen plaats (Van Leeuwen et al., 2021). De aanpassingen die gemaakt

worden zijn voornamelijk algemeen didactisch, organisatorisch of pedagogisch van aard. Annelies besluit bijvoorbeeld om een oefening in een bewegende en coöperatieve vorm te gieten, omdat ze een dynamische groep heeft. Fleur kiest er voor om een bepaalde oefening op het wisbordje (een klein whiteboard waarop leerlingen een uitwerking kunnen maken en laten zien) te laten doen omdat:

- 15 Ik vermoed dat ze dit goed beheersen. Dat kan ik zo even mooi
- 16 checken, en als het niet zo is ga ik er wat langer op in.

Daarnaast kiest Fleur ervoor om de startoefening aan te vullen met een kopieerblad met meer van hetzelfde type sommen om de leerlingen de bewerking te laten automatiseren.

In de lesvoorbereiding raadplegen alle drie de leerkrachten het dashboard om zicht te krijgen op hoe leerlingen in voorgaande lessen gepresteerd hebben met betrekking tot het lesdoel. De data uit het dashboard attenderen de leerkrachten op leerlingen die ze tijdens de les meer in de gaten moeten houden. Tom bepaalt bijvoorbeeld welke sterke leerlingen niet mee hoeven te doen met de klassikale instructie:

- 17 Wat ik altijd heel fijn vind is om ook te kijken naar: zijn er kinderen
- 18 die de les zelfstandig kunnen maken? We hebben afgesproken dat
- 19 kinderen die niveau 5 scoren, dat die sowieso mogen beginnen. En ik
- 20 kijk ook altijd eventjes naar de kinderen die niveau 4 halen.
- 21 Bijvoorbeeld deze jongen [wijst naam op dashboard met niveau 4 score
- 22 aan], die heeft een prima rekenvaardigheid dus wat mij betreft ga ik
- 23 morgen tegen hem zeggen: nou, ga lekker aan de slag.

Fleur kijkt welke leerlingen baat zouden hebben bij pre-teaching, maar dit komt in haar sterke groep leerlingen weinig voor. Alle drie de leerkrachten bepalen *tijdens* de les welke leerlingen verlengde instructie krijgen.

### 3.3 Lesuitvoering

Annelies zet in de eerste les van de week een enkele strategie centraal. In de geobserveerde les was dit het rijgend optellen en aftrekken op de lege getallenlijn. Alle leerlingen moeten deelnemen aan de instructie, ook de leerlingen die deze strategie voor optellen en aftrekken al beheersen of geen ondersteuning van de lege getallenlijn meer nodig hebben. Vanuit het handelingsmodel beschouwd schreef Annelies dus het niveau van voorstellen abstract ongedifferentieerd voor. In deze les vraagt ze van de leerlingen die met behulp van de variastrategie compenseren (bijvoorbeeld  $46 + 29$  uitrekenen via  $46 + 30 - 1$ ) de som kunnen oplossen, toch rijgend op de getallenlijn te rekenen. Mocht een leerling dit inzicht tijdens de klassikale inoefening benoemen dan zou Annelies het wel honoreren en voordoen, geeft ze aan:

24 Ja, als hij dat nu had gezegd, dan hadden we 'm gedaan. Dan model ik  
25 het wel. Maar dan zou ik dus nu wel zeggen: maar vandaag mogen  
26 jullie de strategie van vandaag aan mij laten zien. Want de strategie  
27 van vandaag is eerst honderdtallen en dan tientallen.

Fleur werkt op vergelijkbare wijze. In de geobserveerde les kwamen grote deelsommen aan de orde. Fleur omschrijft dat ze in de optimale situatie zou willen dat alle leerlingen daarbij een hulptabel gebruiken, hoewel ze ook aangeeft hier soepel mee om te gaan:

28 In dit geval zou ik wel echt willen dat het hulptabel gebruikt wordt  
29 omdat dit voor het eerst wordt aangeboden. Dan wil ik dat ze die  
30 strategie gewoon beheersen. Als ze het verkort kunnen is het ook  
31 goed, dan ja, lekker doen. Maar ze moeten wel kunnen uitleggen  
32 waarom ze iets doen en welke stappen ze in hun hoofd nemen. Als  
33 ze maar kunnen uitleggen wat ze doen.

In les 2 laat Annelies de sterke leerlingen doorgans meer vrij. Anders dan Annelies en Fleur geeft Tom aan het begin van de les verschillende instructies aan groepjes leerlingen. Hij geeft een aantal zwakke leerlingen ander werk met andere leerdoelen, omdat zij werken op een eigen leerlijn en hij checkt bij sterke leerlingen of zij zelfstandig aan de slag kunnen alvorens hij begint met de klassikale instructie. Tijdens de begeleide inoefening besluit Tom de groep eerder aan het werk te zetten dan het leersysteem voorschrijft, want:

34 Ik zie aan de groep dat ze eigenlijk aan de slag willen. Ik zie dat ze  
35 toch wat rumoerig zijn. Weet je, laat ik ze maar gewoon aan de gang  
36 gaan. Want ik weet dat ze dan beter gefocust zijn dan wanneer ik ze  
37 nog vijf minuten allemaal oefeningen gezamenlijk zou laten doen.

Gedurende de les raadplegen alle drie de leerkrachten regelmatig het dashboard, ze laten hiermee zien zich bewust te zijn van de beschikbare data (Van Leeuwen et al., 2021). Op basis van de data besluit Annelies om een leerling te selecteren voor verlengde instructie. Fleur besluit op basis van wat zij al weet van haar leerlingen en wat ze ziet in de data om geen verlengde instructiegroep te formeren, maar soms wel wat extra individuele aandacht te bieden:

38 En op een gegeven moment waren ze met eigen taken bezig, dat hou ik  
39 ook in de gaten. En als ik zie inderdaad dat het voldoende of  
40 onvoldoende wordt, dan ga ik even buurten.

Tom besluit op basis van de data geen interventies te doen:

- 41 Ik zie eigenlijk dat het best wel soepel loopt. Dan weet ik ook, dan
- 42 heb ik nu tijd om andere dingen te gaan doen, of even die meiden [met
- 43 eigen leerlijn] er bij te halen.

Vervolgens helpt hij één van de leerlingen die op haar eigen leerlijn aan het werk is met staartdelingen. Daarover zegt hij:

- 44 Zij startte meteen met zo'n hulptabel te maken, terwijl haar dat heel
- 45 veel tijd kost. Ik besprak met haar, moet dat altijd? Kan je niet zelf
- 46 eerst nadenken wat de grote stappen zijn? Het waren nu voorbeelden
- 47 van  $824/3$ , ja daar heb je eigenlijk de tabel helemaal niet bij nodig.

Annelies geeft verlengde instructie aan drie leerlingen: één leerling selecteert ze hiervoor op basis van de data uit het dashboard, één leerling vanwege de diagnose dyslexie en dyscalculie en één leerling omdat die in het algemeen onvoldoende begrip heeft van getallen. Tijdens de verlengde instructie baseert Annelies zich aanvankelijk op de stappen die in de methodehandleiding worden beschreven. Als ze ontdekt dat een leerling de getallen omwisselt, laat ze de stappen uit de methodehandleiding los en reageert intuïtief op de specifieke verwarring van de leerling:

- 48 Zij had een aha moment. Omdat ik zei: we beginnen hier, dit hebben
- 49 we al. Dit zit al in onze spaarpot. Welk 100-tal zit hier dan in?

Op een ander moment gebruikt Annelies in haar instructie een geldcontext om een uitleg concreet te maken, dus een handelingsniveau lager te gaan. Op de vraag van de onderzoeker wat maakt dat ze hiervoor kiest, reageert ze:

- 50 Dat staat op het bord. Dit is wat de methode doet.

Tom reflecteert ook op hoe hij keuzes maakt om zijn (verlengde) instructie vorm te geven en beschrijft de rol van de methodehandleiding daarin:

- 51 Ik gebruik dit wel om mijn les aan te bieden. Tenzij het echt totaal
- 52 niet aansluit, maar dat gebeurt eigenlijk niet. Dus ik vind het heel fijn
- 53 dat je gewoon als leerkracht hiermee aan de slag kan en dat je echt
- 54 instructie kan geven.

Geen enkele keer kwam naar voren dat leerkrachten beslissingen voor bepaalde modellen of strategieën maakten op basis van de gegevens uit dashboard. Leerkrachten baseerden

zich met name op methodehandleiding in het vormgeven van (verlengde) instructie. Fleur koos er wel voor om een ander vormgegeven model voor het metriek stelsel te gebruiken dan de methode aangaf. Dit deed zij niet op basis van leerlingdata, maar op basis van haar visie op wat duidelijk is:

- 55 Ik heb het eigenlijk zo aangeboden omdat ik het wat beeldender vindt.
- 56 Zeker voor de zwakke leerlingen, van je gaat drie stapjes naar
- 57 beneden, dus je gaat 3 keer 10 doen zegmaar.

#### 4 Discussie

Het belangrijkste doel van dit onderzoek was om in beeld te krijgen hoe adaptieve leersystemen leerkrachten ondersteunen in hun didactische besluitvorming bij rekenen-wiskunde. Hiertoe hebben drie leerkrachten in een semi-gestructureerd interview en een video-stimulated recall interview toegelicht hoe zij hun reken-wiskundeonderwijs vormgeven en op basis waarvan zij bewust didactische keuzes maken.

In het voorbereiden van het nieuwe blok maken twee van de drie leerkrachten regelmatig keuzes in de opbouw van het leerstofaanbod. Het herzien van het cursusontwerp is één van de mogelijkheden waarop een leerkracht kan reageren op prestatiedata van leerlingen (Wise & Jung, 2019). In de lesvoorbereiding laten de leerkrachten zich hoofdzakelijk leiden door de stappen in de methodehandleiding. De handleiding geeft suggesties voor de lesdoelen en lesinhoud waar de leerkrachten dicht bij blijven. Dit komt overeen met eerdere bevindingen van Keuning en van Geel (2021). Dit blijkt voor het werken met een adaptieve reken-wiskundemethode niet anders te zijn dan voor het werken met papieren reken-wiskundemethode. De mate waarin leerkrachten aanpassingen doen aan de suggesties van de methode verschilt echter wel. De leerkrachten analyseren data van de leerlingen uit eerdere lessen met betrekking tot het huidige lesdoel. Verschillende leerkrachten stelden zichzelf vragen over de data, wat overeenkomt met de fase van interpreteren (Van Leeuwen et al., 2021), om vervolgens keuzes te maken over het onderwijsaanbod voor individuele leerlingen. In het huidige onderzoek werd dit zichtbaar in het selecteren van sterke leerlingen die géén klassikale instructie hoeven te volgen of in het selecteren van leerlingen die in aanmerking komen voor pre-teaching. Ook uit eerder onderzoek naar differentiëren met adaptieve leersystemen blijkt dat leerkrachten tijdens de lesvoorbereiding al instructiegroepen samenstellen (Keuning & van Geel, 2021). In het huidige onderzoek werd gevonden dat de samenstelling van groepen leerlingen voor verlengde instructie voornamelijk gebeurt tijdens de les, de microadaptiviteit (Corno, 2008). Terwijl de leerlingen bezig zijn met de zelfstandige verwerking van de lesstof, raadplegen de leerkrachten geregeld het dashboard. Op basis van deze data besluiten de leerkrachten welke leerlingen verlengde instructie krijgen. De learning analytics ondersteunen de leerkrachten dus zowel in de lesvoorbereiding als tijdens het uitvoeren van de

les in de selectie en samenstelling van instructiegroepen. Dat Nederlandse leerkrachten zich veelal door de methode laten leiden is een eerder gevonden resultaat, maar dat dit ook in de context van actuele informatie over het reken-wiskundig redeneren van de leerlingen de overhand heeft, is een nieuw inzicht.

Hoewel de leerkrachten in de interviews benoemen dat ze soms concreet materiaal inzetten op momenten waarin extra uitleg benodigd is, werd dit tijdens de geobserveerde les niet zichtbaar. Het bewust en weloverwogen inzetten van ondersteuning op verschillende handelingsniveaus naar gelang de behoefte van de leerlingen, het pendelen in het handelingsmodel (Van Groenestijn, Borghouts, & Janssen, 2011) kon niet geobserveerd worden. In de interviews en in de lesobservatie benoemden leerkrachten evenmin dat de learning analytics hen ondersteunen in de keuze voor het inzetten van bepaalde strategieën of modellen. Uit eerder onderzoek is bekend dat de leerkracht kennis op drie onderdelen nodig heeft om goed te kunnen differentiëren in de context van het gebruik van adaptieve leermiddelen: kennis van de leerlingen, vakinhoudelijke kennis en technologische kennis (Keuning & van Geel, 2020). In de vakdidactische literatuur rekenen-wiskunde wordt bijvoorbeeld het Mathematical Knowledge for Teaching model gebruikt (Hill e.a., 2008), waarin verschillende soorten vakinhoudelijke kennis die leerkrachten over rekenen-wiskunde nodig hebben gespecificeerd worden: bijvoorbeeld kennis over leerlijnen en ondersteunende didactiek daarin. De technologische kenniscomponent wordt in het TPACK-model meer naar voren gebracht (Koehler & Mishra, 2009). Leerkrachten hebben moeite hebben met het integreren van hun didactische kennis en technologische kennis tot een samenhangend geheel. Deze gecombineerde kennis is essentieel voor het doeltreffend ontwerpen van onderwijsinterventies met behulp van ICT in de klas (Roussinos & Jimoyiannis, 2019). In een vervolgstudie is het waardevol te onderzoeken wat leerkrachten helpt hun (vak)didactische kennis en technologische kennis te integreren, om zo tot passende onderwijsinterventies te komen. Daarvoor is het ook nodig om expliciet zicht te hebben op zowel hun (vak)didactische- als hun technologische kennis.

Op basis van deze multiple casestudy kunnen we de voorzichtige conclusie trekken dat leerkrachten zich in veel organisatorische aspecten van differentiatie laten leiden door informatie uit adaptieve leersystemen, maar zich voor de vakspecifieke didactische besluitvorming vooral laten leiden door de voorschriften in lesmethodes. Deze bevindingen zijn niet zonder meer te generaliseren, gezien het beperkte aantal cases waardoor de kenmerken van de (praktijk van de) leerkrachten niet weloverwogen gevarieerd of gelijk gehouden zijn. Het ontbreken van deze variatie of consistentie heeft mogelijk invloed gehad op de gevonden resultaten in onze studie. De drie leerkrachten hadden bijvoorbeeld bovengemiddelde interesse in de technologische kant van adaptieve leermiddelen, maar verschilden wel in leeftijd, ervaring, leerjaar, doelgroep en gebruikte methode. Echter, de uitgebreide analyse van deze drie casussen – die niet mogelijk was geweest bij een veel groter aantal casussen – heeft ons

in staat gesteld een gedeelte van het proces van didactische besluitvorming boven water krijgen. Daarbij liggen de resultaten ook in lijn met eerdere onderzoeken. In het huidige onderzoek werd ingestoken op een directe verbinding met de informatie uit het adaptieve leersysteem, waardoor leerkrachten mogelijk de toelichting van hun didactische keuzes hieraan verbonden hebben. Het strekt aanbeveling in vervolgonderzoek expliciet in te gaan op de didactische overwegingen die leerkrachten ertoe zetten hun reken-wiskundeonderwijs vorm te geven. Informatie uit het adaptieve leersysteem kan bijvoorbeeld een rol spelen in deze overwegingen. Maar ook kennis van de reken-wiskundendidactiek, visie op leren van rekenen-wiskunde, methodegebruik, kennis van leer- en ontwikkelingslijnen en contextuele factoren als leerlingpopulatie, werkdruk en ondersteuning kunnen een belangrijke rol spelen. Om het reken-wiskundeonderwijs zoveel mogelijk te laten profiteren van de mogelijkheden die adaptieve leersystemen kunnen bieden, is het nodig de didactische besluitvorming nog verder te onderzoeken. Onderwijsprofessionals kunnen met deze inzichten over de rol van adaptieve leermiddelen bij lesvoorbereiding, bij reken-wiskundig didactische besluitvorming en als selectiemiddel voor instructie, beter weloverwogen beslissingen nemen over het al dan niet gebruiken van adaptieve leermiddelen in het reken-wiskundeonderwijs.

## Literatuur

- Admiraal, W., Vermeulen, J., & Bulterman-Bos, J. (2020). Teaching with learning analytics: how to connect computer-based assessment data with classroom instruction? *Technology, Pedagogy and Education*, 29(5), 577–591. <https://doi.org/10.1080/1475939X.2020.1825992>
- Blok, H. (2004). Adaptief onderwijs: betekenis en effectiviteit. *Pedagogische Studiën*, 81(1), 5–27.
- Bruner, J. S. (1966). *Toward a theory of instruction*. Harvard University Press.
- Corno, L. (2008). On teaching adaptively. *Educational Psychologist*, 43(3), 161–173. <https://doi.org/10.1080/00461520802178466>
- Deunk, M. I., Smale-Jacobse, A. E., de Boer, H., Doolaard, S., & Bosker, R. J. (2018). Effective differentiation practices: A systematic review and meta-analysis of studies on the cognitive effects of differentiation practices in primary education. *Educational Research Review*, 24, 31–54. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2018.02.002>
- Dowker, A. (2017). Interventions for primary school children with difficulties in mathematic. *Advances in Child Development and Behavior*, 53, 255–287. <https://doi.org/10.1016/bs.acdb.2017.04.004>
- Durlach, P. J. (2019). Fundamentals, flavors, and foibles of adaptive instructional systems. In R. A. Sottolare., & Schwarz, J. (Eds), *Adaptive instructional systems* (pp. 76–95). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-22341-0\\_7](https://doi.org/10.1007/978-3-030-22341-0_7)
- Faber, J., Luyten, H., & Visscher, A. (2017). The effects of a digital formative assessment tool on

- mathematics achievement and student motivation: Results of a randomized experiment. *Computers & Education*, 106, 83–96. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2016.12.001>
- Glaser, B. G. & Strauss, A. L. (1967). *The discovery of grounded theory: strategies for qualitative research*. Chicago: Aldine
- Haelermans, C., Abbink, H., Baumann, S., Bijlsma, I., Havermans, W., Jacobs, M., van Vlugt, L., & van Wetten, S. (2022). *Balans na twee jaar: nog steeds vertraging in de leerproei, maar nadeel kwetsbare leerlingen verkleind*. NCO factsheet 2022–1.
- Hill, H. C., Ball, D. L., & Schilling, S. G. (2008). Unpacking pedagogical content knowledge: conceptualizing and measuring teachers' topic specific knowledge of students. *Journal for Research in Mathematics Education* 39(4), 372–400. <https://doi.org/10.5951/jresmetheduc.39.4.0372>
- Hoogland, K., & Díez-Palmar, J. (2022). The mathematisation of society: rethinking basic skills for adults. In *Twelfth Congress of the European Society for Research in Mathematics Education*.
- Kasepalu, R., Chejara, P., Prieto, L. P., & Ley, T. (2022). Do teachers find dashboards trustworthy, actionable and useful? A vignette study using a logs and audio dashboard. *Technology, Knowledge and Learning*, 27, 971–989. <https://doi.org/10.1007/s10758-02-09522-5>
- Keuning, T., & van Geel, M. (2021). Differentiated teaching with adaptive learning systems and teachers dashboards: the teacher still matters most. *IEEE transactions on learning technologies*, 14(2), 201–210. <https://doi.org/10.1109/tlt.2021.3072143>
- Knoop-van Campen, C. A. N., Wise, A., & Molenaar, I. (2021). The equalizing effect of teacher dashboards on feedback in K-12 classrooms. *Interactive Learning Environments*, 1–19. <https://doi.org/10.1080/10494820.2021.1931346>
- Koehler, M. J., & Mishra, P. (2009). What is technological pedagogical content knowledge? *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 9(1), 60–70.
- Martin, F., Chen, Y., Moore, R. L., & Westine, C. D. (2020). Systematic review of adaptive learning research designs, context, strategies, and technologies from 2009 to 2018. *Educational Technology Research and Development*, 68(4), 1903–1929. <https://doi.org/10.1007/s11423-020-09793-2>
- Meijer, J., & Karssen, M. (2013). *Effecten van het oefenen met Rekentuin*. Technisch eindrapport. Amsterdam: Kohnstamm Instituut.
- Molenaar, I., Bakker, M., Knoop-van Campen, C. A. N., & Hasselman, F. (2017). *Rapportage doorbraakproject. Onderwijsvernieuwing met een adaptief leermiddel: richting gepersonaliseerd leren*. Nijmegen: The Adaptive Learning Lab.
- Molenaar, I., & Knoop-van Campen, C. A. N. (2016). Learning analytics in practice: The effects of adaptive educational technology snappet on students' arithmetic skills. *Proceedings of the sixth international conference on learning analytics & knowledge (LAK '16)* (538–539). New York: Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/2883385.2883892>
- Molenaar, I., & Knoop-van Campen, C. A. N. (2017). Teacher dashboards in practice: usage and impact. In *European conference on technology enhanced learning (pp. 125–138)*. Cham: Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-66610-5\\_10](https://doi.org/10.1007/978-3-319-66610-5_10)
- Molenaar, I., & Knoop-van Campen, C. A. N. (2018). How teachers make dashboard information



- actionable. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 12(3), 347–355. <https://doi.org/10.1109/LLT.2018.2851585>
- Moltudal, S., Høydal, K. & Krumsvik, R. J. (2020). Glimpses Into Real-Life Introduction of Adaptive Learning Technology: A Mixed Methods Research Approach to Personalised Pupil Learning. *Designs for Learning*, 12(1), 13–28. <https://doi.org/10.16993/dfl.138>
- Onderwijsraad, (2022, 3 november). *Taal en rekenen in het vizier*. Geraadpleegd van: <https://www.onderwijsraad.nl/publicaties/adviezen/2022/11/3/taal-en-rekenen-in-het-vizier>
- Park, O., & Lee, J. (2004). Adaptive instructional systems. In D. Jonassen (Ed.), *Handbook of research on educational communications and technology* (pp. 651–684). Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- Parsons, S. A., Vaughn, M., Scales, R. Q., Gallagher, M. A., Parsons, A. W., Davis, G. S., Pierczynski, M., & Allen, M. (2018). Teachers' instructional adaptations: a research synthesis. *Review of Educational Research*, 88(2), 205–242. <https://doi.org/10.3102/0034654317743198>
- Pijpers, R. (2022). Krassen op het dashboard. De invloed van adaptieve leersystemen op de professionele ruimte van de leerkracht. Zoetermeer: Kennisnet. Geraadpleegd van <https://www.kennisnet.nl/artikel/16691/onderwijs-by-the-dashboard-light/>
- Roussinos, D., & Jimoyiannis, A. (2019). Examining primary education teachers' perceptions of TPACK and the related educational context factors. *Journal of Research on Technology in Education*, 51(4), 377–397. <https://doi.org/10.1080/15391523.2019.1666323>
- Shute, V. J., & Zapata-Rivera, D. (2012). Adaptive Educational Systems. In P. J. Durlach & A. M. Lesgold (Ed.), *Adaptive technologies for training and education* (pp. 7–27). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9781139049580.004>
- Van der Vorst, T., Jelacic, N., de Vries, M., & Albers, J. (2019). De (on)mogelijkheden van kunstmatige intelligentie in het onderwijs. Utrecht: Dialogic Innovatie & Interactie. Geraadpleegd van <https://www.dialogic.nl/projecten/kunstmatige-intelligentie-onderwijs/>
- Vandewaetere, M., & Clarebout, G. (2014). Advanced technologies for personalized learning, instruction, and performance. In J. Spector, M. Merrill, J. Elen & M. Bishop (Ed.), *Handbook of research on educational communications and technology* (pp. 425–437). New York: Springer. [https://doi.org/10.1007/978-1-4614-3185-5\\_34](https://doi.org/10.1007/978-1-4614-3185-5_34)
- Van Groenestijn, M., Borghouts, C., & Janssen, C. (2011). *Protocol ernstige rekenwiskunde-problemen en dyscalculie*. Assen: Koninklijke van Gorcum.
- Van Klaveren, C., Vonk, S., & Cornelisz, I. (2017). The effect of adaptive versus static practicing on student learning – evidence from a randomized field experiment. *Economics of Education Review*, 58, 175–187. <https://dx.doi.org/10.1016/j.econedurev.2017.04.003>
- Van Leeuwen, A. (2019). Teachers' perceptions of the usability of learning analytics reports in a flipped university course: When and how does information become actionable knowledge? *Educational Technology Research and Development*, 67(5), 1043–1064. <https://doi.org/10.1007/s11423-018-09639-y>
- Van Leeuwen, A., Knoop-Van Campen, C. A. N., Molenaar, I., & Rummel, N. (2021). How teacher characteristics relate to how teachers use dashboards: Results from two case studies in k-12. *Journal of Learning Analytics*, 8(2), 6–21. <https://doi.org/10.18608/JLA.2021.7325>

- Van Leeuwen, A., & Rummel, N. (2020). Comparing teachers' use of mirroring and advising dashboards. In *Proceedings of the Tenth International Conference on Learning Analytics & Knowledge*, 26–34. <https://doi.org/10.1145/3375462.3375471>
- Van Wetering, M. W. (2016). *Kennisnet Trendrapport 2016–2017*. Zoetermeer: Stichting Kennisnet. Geraadpleegd van [https://www.kennisnet.nl/app/uploads/kennisnet/publicatie/trendrapport/Technologiekompas\\_voor\\_het\\_onderwijs\\_Kennisnet\\_Trendrapport\\_2016\\_2017.pdf](https://www.kennisnet.nl/app/uploads/kennisnet/publicatie/trendrapport/Technologiekompas_voor_het_onderwijs_Kennisnet_Trendrapport_2016_2017.pdf)
- Verbert, K., Duval, E., Klerkx, Govaerts, S., & Santos, J. L., (2013). Learning analytics dashboard applications. *American Behavioral Scientist* 57(10), 1500–1509. <https://doi.org/10.1177/0002764213479363>
- Verbert, K., Ochoa, X., De Croon, R., Dourado, R. A., & De Laet, T. (2020). Learning analytics dashboards: the past, the present and the future. In *Proceedings of the Tenth International Conference on Learning Analytics & Knowledge*, 35–40. <https://doi.org/10.1145/3375462.3375504>
- Wise, A. F., & Jung, Y. (2019). Teaching with analytics: towards a situated model of instructional decision-making. *Journal of Learning Analytics*, 6(2), 53–69. <https://doi.org/10.18608/jla.2019.62.4>
- Wise, A. F., Zhao, Y., & Hausknecht, S. N. (2013, April). Learning analytics for online discussions: A pedagogical model for intervention with embedded and extracted analytics. In *Proceedings of the Third International Conference on Learning Analytics and Knowledge* (pp. 48–56). ACM. <https://doi.org/10.1145/2460296.2460308>
- Wise, A. F., Knight, S., & Ochoa, X. (2018). When are learning analytics ready and what are they ready for? *Learning Analytics*, 5(3), 1–4. <https://doi.org/10.18608/jla.2018.53.1e>
- Yin, R. K. (2017). *Case study research and applications: Design and methods*. Los Angeles, CA: Sage.