

An abstract graphic on the left side of the page features a dense network of thin, black, wavy lines that resemble roots or a complex web. Interspersed among these lines are several blue circular nodes of varying sizes. Each node contains a white mathematical symbol: Δ , π , $\sqrt{\quad}$, Σ , $+$, $-$, $\times$, $:$, $=$, $\%$, and ∞ . The lines and nodes create a sense of interconnectedness and complexity.

Verslag van Onderzoek van Onderwijs (5EC variant)

“Yes, wiskunde nu!”

Het E6E-model: een tool voor het ontwerpen van een enthousiasmerende wiskundeles.

Ir. P.H.H. Brok (Paul)
s2036533

Faculteit Gedrags-, Management- & Maatschappijwetenschappen
Vakgroep ELAN docentontwikkeling
Vak Wiskunde

Begeleiders
Dr.ir. T.J.M. Coenen (Tom)
Dr. N.M. Nieveen (Nienke)

17 oktober 2019

(opzettelijk blanco)

VOORWOORD

Zij-instromen

Het roer omgooien en als luchtvaartingenieur zij-instromen in het wiskundeonderwijs, dat is een uitdagende stap gebleken. Echter, één die ik voor geen goud had willen missen. De dynamiek in de klas en op de middelbare school is bijzonder, met leerlingen die bleu van de basisschool komen, zich in rap tempo en op verschillende wijze ontwikkelen, en als jongvolwassenen eindexamen doen en vertrekken. De organisatie van het hele schoolgebeuren en de inzet van het onderwijzend en ondersteunend personeel is zeer indrukwekkend, en al helemaal als er ook veranderingen doorgevoerd moeten worden. En die onderwijscollega's zijn ook nog eens zeer behulpzaam; van meet af aan begeleiden ze je prima als nieuweling in je nieuwe werkomgeving.

Daarnaast vind ik de omscholing via de lerarenopleiding (ELAN van de Universiteit Twente) ook een verrijking. Want daar zat ik dan weer, als vijftiger tussen (grotendeels) twintigers, in de collegebanken een vak te volgen of een toets te maken in een tentamenzaal. Ik kan het een ieder echter aanraden om het te doen. Ja, het is monnikenwerk: tegelijkertijd werken en studeren, en ook nog tijd over houden voor gezin, familie en het huishouden. Maar het is zeer interessant en boeiend om nieuwe onderwijskennis en ervaringen op te doen als ook om nieuwe contacten te leggen en samen studieopdrachten uit te voeren. Een voordeel (b)lijkt te zijn dat je als vijftiger eerder het nut en de noodzaak van de diverse vakken inziet, waardoor je bijvoorbeeld een studieopdracht met veel enthousiasme en inspiratie kunt uitvoeren. Wat mij betreft geldt dat ook zeker voor het huidige studievak: onderzoek van onderwijs, waarin veel leerstof over interactie, pedagogiek, vakdidactiek en klassenmanagement samenkomt.

Woorden van dank

In het kader van mijn Ontwerponderzoek van Onderwijs (OvO) met als titel: 'Yes, wiskunde nu!', wil ik allereerst mijn begeleiders hartelijk bedanken. Mijn eerste begeleider, Tom Coenen, voor het vlot reageren, flexibel opstellen (bijvoorbeeld op korte termijn afspreken in Enschede of Nijverdal was geen probleem) en voor onze bilaterale gesprekken die altijd constructief en verhelderend waren, en *last-but-not-least* heeft hij ook voorkomen dat het geen 50EC variant OvO opdracht is geworden. Zowel Tom als ook Nienke Nieveen wil ik bedanken voor het grondig doorlezen en commentariëren van mijn concept verslag; hierdoor kon ik weer een flinke verbeter slag maken.

Veel dank wil ik ook richten aan mijn collega-wiskundeleraren die in drukke schooltijden (en zelfs op weg naar de vakantiebestemming) hun waardevolle persoonlijke bijdragen als respondenten hebben geleverd. Hun omvangrijke input heeft stevig bijgedragen aan de opbrengsten en uitkomsten van mijn ontwerponderzoek.

Verder wil ik mijn vrouw en kinderen enorm bedanken voor alle ondersteuning en geduld in de afgelopen studie jaren als ook voor de prikkelende opmerkingen. Eén daarvan is de volgende uitspraak van mijn 15-jarige dochter (op 10 augustus 2019): "**Een enthousiasmerende wiskundeles? ... Haha, dat is fictie!**" Ik verwacht echter dat o.a. met de opbrengsten van mijn onderzoek daadwerkelijk meer enthousiasmerende wiskundelessen zijn te realiseren.

Paul Brok
Oktober 2019

INHOUDSOPGAVE

Voorwoord	1
Samenvatting	3
1 Inleiding	5
2 Theoretisch kader	7
3 Onderzoeksvragen	11
4 Methode	13
5 Resultaten	19
5.1 Resultaten uit onderzoeksfase 1: vooronderzoek naar de ontwerpeisen	19
5.2 Resultaten uit onderzoeksfase 2: innovatiecyclus naar het definitieve ontwerp	28
6 Conclusies, discussie en reflectie	35
7 Literatuur	39
Bijlagen	41
Bijlage A: Toegepaste methoden en instrumenten voor beantwoording deelvragen	
Bijlage B: Informed consent formulier	
Bijlage C: Vragenlijst en respons onderzoeksfase 1	
Bijlage D: Vragenlijst en respons onderzoeksfase 2	
Bijlage E: Lijsten met ontwerpeisen en randvoorwaarden	
Bijlage F: Definitieve ontwerp van het E6E-model	
Bijlage G: Test E6E-model - presentatiedia's wiskundeles over product-sommethode.	

SAMENVATTING

Mijn ultieme doel is om leerlingen op de middelbare school enthousiast(er) te maken over wiskunde en om meer leerlingen te motiveren om voor een technische vervolgopleiding en of beroep in de techniek te kiezen. In dit kader staat in mijn Onderzoek van Onderwijs (5EC variant) met als titel: 'Yes, wiskunde nu!' de volgende onderzoeksvraag centraal.

Welke aanpassingen aan het constructivistische instructiemodel '6E' zijn nodig om het doelgericht te kunnen inzetten voor het ontwerpen van een enthousiasmerende wiskundeles (door leraren in het voortgezet onderwijs)?

Met behulp van onder andere een uitgebreide literatuurstudie en enquêtes onder collega-wiskundeleraren met waardevolle feedback heb ik de onderzoeksvraag aangepakt en beantwoord.

De opbrengst van mijn ontwerponderzoek is een vernieuwd constructivistisch instructiemodel waarin elementen zijn verwerkt om efficiënt en effectief een enthousiasmerende wiskundeles te kunnen construeren. Nieuwe elementen zijn voornamelijk extra leerstappen met betrekking tot lesvoorbereiding/introductie en lesafsluiting, suggesties voor gebruik van (digitaal) lesmateriaal en aanwijzingen voor de wiskundeleraar wat betreft eigen opstelling en handelen tijdens de les als ook aanpak van de lesinhoud.

Dit vernieuwde en zogenaamde E6E-model heb ik uitgetoetst door middel van het ontwerpen van een enthousiasmerende wiskundeles over de product-som-methode. Na de ontvangst van enkele suggesties voor verbetering van mijn collega-wiskundeleraren heb ik toepasselijke wijzigingen doorgevoerd; waaronder het hanteren van een meer flexibel lesprogramma en aan het eind van de les de leerdoelen herhalen en kunnen afvinken. Hiermee ben ik vervolgens tot het definitieve ontwerp van mijn E6E-model gekomen.

Het E6E-model (gepresenteerd in de vorm van een overzichtskaart en presentatie template / hand-out) is goed ontvangen door collega-wiskundeleraren die daarbij aangaven het model (gemiddeld gezien) geregeld te gaan gebruiken in hun wiskundelesvoorbereiding.

(opzettelijk blanco)

1 INLEIDING

“Getver, alweer wiskunde” is een veelgehoorde uitspraak van leerlingen op middelbare scholen in Nederland. Zonde is dat, en waarom toch!? Met de juiste middelen zouden wij - enthousiaste wiskundeleraren - die negatieve houding toch moeten kunnen omzetten in een positieve houding. Zodat leerlingen in het vervolg roepen: “Yes, wiskunde nu!”. De schoolgaande jeugd enthousiasmeren voor wiskunde vind ik een boeiend onderwerp en dat heb ik dan ook opgepakt als **onderwerp** voor mijn Onderzoek van Onderwijs (5EC variant, als zij-instromer).

Zelf ben ik van oorsprong een technaut: luchtvaart- en ruimtevaarttechniek gestudeerd in Delft en daarna vele jaren gewerkt op het onderzoeksgebied van luchtvaart en milieu. Wiskunde en exacte schoolvakken vond ik vanaf de middelbare school al interessant. Omdat je hiermee van alles kan doorrekenen, en inzicht krijgt in natuurlijke verschijnselen als ook hoe apparaten werken die door de mens zijn ontwikkeld. Dit enthousiasme en het maatschappelijke **belang** van wiskunde wil ik graag overbrengen op mijn eigen leerlingen. Bovendien wil ik mijn collega-wiskundeleraren stimuleren en helpen hetzelfde te doen. Want een leerling die enthousiast is over wiskunde, zal normaliter ook beter leren en presteren wat betreft wiskunde, en wellicht ook eerder kiezen voor een exacte studierichting of een technisch beroep. En juist daaraan heeft bv Nederland een grote behoefte.

Het **probleem** ofwel de uitdaging is echter, hoe krijg ik mijn leerlingen enthousiast over wiskunde, en specifiek, hoe maak ik een wiskundeles waar leerlingen enthousiast ofwel actief en gemotiveerd van worden?! Om deze grote uitdaging aan te gaan en om mijn (ontwerp)onderzoek te beperken tot een 5EC variant heb ik in overleg met mijn begeleider het onderzoeksdoel en de onderzoeksvraag als volgt gespecificeerd.

*"In de klas zitten we echt niet te wachten op een oude wiskundeleraar die leuk en interessant probeert te doen."
[Mijn 17-jarige dochter, d.d. 10 feb 2019]*

Onderzoeksdoel: Een variant van het constructivistische instructiemodel ‘6E’ ontwikkelen waarmee wiskundeleraren in het voortgezet onderwijs efficiënt en effectief een enthousiasmerende wiskundeles kunnen construeren.

Onderzoeksvraag: Welke aanpassingen aan het 6E-model zijn nodig om het doelgericht te kunnen inzetten voor het ontwerpen van een enthousiasmerende wiskundeles (door leraren in het voortgezet onderwijs)?

De opbrengst van mijn ontwerponderzoek is een vernieuwd constructivistisch instructiemodel waarin elementen zijn verwerkt om doelgericht **een enthousiasmerende les** te kunnen ontwerpen. Dit vernieuwde en zogenaamde E6E-model heb ik uitgeprobeerd door middel van het ontwerpen van een enthousiasmerende wiskundeles als praktisch voorbeeld. Zowel het E6E-model als het lesontwerp heb ik laten beoordelen door een selecte groep collega-wiskundeleraren om uiteindelijk te komen tot mijn definitieve ontwerp van het E6E-model.

Na deze korte inleiding behandel ik verder in dit afrondende onderzoeksrapport, het theoretisch kader in hoofdstuk 2, de specifieke onderzoeksvragen in hoofdstuk 3, de gebruikte methoden en instrumenten in hoofdstuk 4, de uiteindelijke resultaten waaronder het definitieve ontwerp in hoofdstuk 5, en de conclusies, discussie en reflectie in hoofdstuk 6. Een literatuurlijst en een aantal bijlagen vormen de laatste onderdelen van dit rapport.

(opzettelijk blanco)

2 THEORETISCH KADER

De belangrijkste begrippen gerelateerd aan het probleem en de hoofdvraag van mijn onderzoek, oftewel de **kernbegrippen** zijn enthousiasme, wiskunde, strategie en (model voor) leerstof-ordening. Deze kernbegrippen komen in diverse woord- en zinsconstructies naar voren in mijn onderzoek, zoals bijvoorbeeld leer- en leerling-enthousiasme, een enthousiasmerende wiskundeles, enthousiasme-strategieën en het constructivistische instructiemodel 6E. Voor de **definitie** en beschrijving van de kernbegrippen heb ik zowel tekstbronnen bestudeerd (zie onderstaande resultaten) als ook collega-wiskundeleraren bevraagd (zie hoofdstuk 5 resultaten).

In mijn zoektocht naar relevante literatuur voor de beschrijving van kernbegrippen en eerder uitgevoerd relevant onderzoek, heb ik me gericht op de Nederlandse situatie en vooral gezocht naar Nederlandstalige documenten; i.c. studieboeken en (wetenschappelijke) publicaties van na het jaar 2000. De zoekterm 'enthousiasme' leverde ruim 21 miljoen treffers op met de zoekmachine van Google; de combinatie 'enthousiasme' en 'wiskunde' leverde nog maar circa 2 procent van dit aantal op. Blijkbaar vormen enthousiasme en wiskunde een niet zo voor de hand liggende combinatie in Nederland (en Vlaanderen). Op wetenschappelijk gebied zijn de resultaten gelukkig een stuk beter: in Google Scholar levert de zoekterm 'enthousiasme' ruim 26 duizend treffers op, en de combinatie 'enthousiasme' en 'wiskunde' nog steeds bijna 7 duizend treffers (circa 27 procent van het 'enthousiasme' totaal). Met de aanvullende zoektermen 'strategie' en 'leerstof' eindig je in Google Scholar op een behapbaar aantal van ca. 500 treffers.

Enthousiasmerend staat volgens het Van Dale woordenboek voor opwindend. Woorden als activerend en motiverend worden opgegeven als synoniemen. Een enthousiasmerende wiskundeles is dus in feite een opwindende ofwel activerende en motiverende wiskundeles. Het betreft dan een les waarin zowel de leraar als de leerlingen een positieve houding aannemen ten aanzien van het actief bezig zijn met en het leren van wiskunde. In het heersende leerklimaat overheerst het geloof en gevoel van: het is leuk en interessant, het geeft voldoening en ik kan het. Van Streun (2016) benoemt deze houding als voorwaardelijk voor het verwerven van de andere essentiële componenten van wiskundige bekwaamheid (i.c., 'Weten dat', 'Weten hoe', 'Weten waarom' en 'Weten over weten').

Zoals hiernaast treffend weergegeven door Tall (2013) verschilt het enthousiasme en de houding ten aanzien van wiskunde natuurlijk per leerling. Het plezier en de worstelingen van leerlingen met wiskunde op Nederlandse middelbare scholen wordt ook veelvuldig aangehaald in Smid (2015) over de geschiedenis van het Nederlandse wiskundeonderwijs. **Wiskunde** is een complex, veelomvattend als ook een belangrijk kernvak op school. Het speelt een relevante (transfer) rol in andere schoolvakken en in het gewone dagelijkse leven. Het is bovendien van belang voor de toekomst met het oog op de vervolgopleiding en beroepspraktijk (Ziegler, 2012; Mols & Smeets, 2017). Het voor elkaar krijgen - als wiskundeleraar - dat leerlingen zich met enthousiasme op hun wiskundige taken storten, is dan ook een wezenlijke uitdaging in de onderwijspraktijk.

"Mathematics is a subject with patterns that generate enormous pleasure for some and problems that cause impossible difficulties for others."
[Tall, 2013; p. 3]

Om dit te kunnen realiseren zal in eerste instantie moeten worden voldaan aan de drie basale behoeften van leerlingen op het vlak van competentie, autonomie en relatie (Ebbens & Ettekoven, 2015). Bors en Stevens (2018) vatten dit samen -gezien vanuit de leerling in zijn of haar leeromgeving- als respectievelijk 'ik kan het', 'ik kan het zelf' en 'ik hoor erbij'. Hiermee ontstaat er voor de meeste leerlingen een klimaat voor welbevinden, motivatie, inzet en zin in

leren. Motivatie kan worden opgedeeld in intrinsieke en extrinsieke motivatie: i.c., iets uit interesse en eigen wil doen, respectievelijk iets doen voor een beloning of ter voorkoming van een straf. Volgens de gerenommeerde zelfdeterminatietheorie (Deci & Ryan, 2000, 2008) is dit echter te beperkt (en zelfs gevaarlijk: op langere termijn zou belonen averechts kunnen gaan werken). Deze theorie maakt dan ook een onderscheid tussen autonome en gecontroleerde motivatie: respectievelijk ergens voor kiezen uit eigen beweging, en vanwege externe controle of druk.

Onderstaande tabel 2.1 geeft enkele eigenschappen en specifieke kenmerken weer van autonome motivatie (willen) en gecontroleerde motivatie (moeten). In de tabel is ook een kolom opgenomen -onder de noemer demotivatie- rondom het hebben van geen tot weinig motivatie (ook wel amotivatie genoemd). Verder geeft de tabel het verband weer tussen autonome en gecontroleerde motivatie aan de ene kant, en intrinsieke en extrinsieke motivatie aan de andere kant. Hieruit valt op te maken dat autonome motivatie zowel een intrinsieke motivatie component heeft als ook een extrinsieke motivatie component. In de eerste situatie komt de gedrevenheid vanuit de persoon / leerling zelf, bijvoorbeeld, door persoonlijke interesses of nieuwsgierigheid; in de tweede situatie komt de gedrevenheid meer voort uit het inzien van het belang van een activiteit voor nu of voor het later nut, en niet zozeer omdat de activiteit leuk of interessant zou zijn. (Vanhoof et al., 2012; Hornstra et al., 2016)

	Autonome motivatie (willen)		Gecontroleerde motivatie (moeten)	Demotivatie
Hoeveelheid motivatie	Hoog	Hoog	Hoog	Laag
Type motivatie	Intrinsiek	Extrinsiek	Extrinsiek	Demotivatie
Onderliggende emoties	Welwillendheid, vrijheid	Welwillendheid, vrijheid	Stress, druk	Apathie, hulpeloosheid

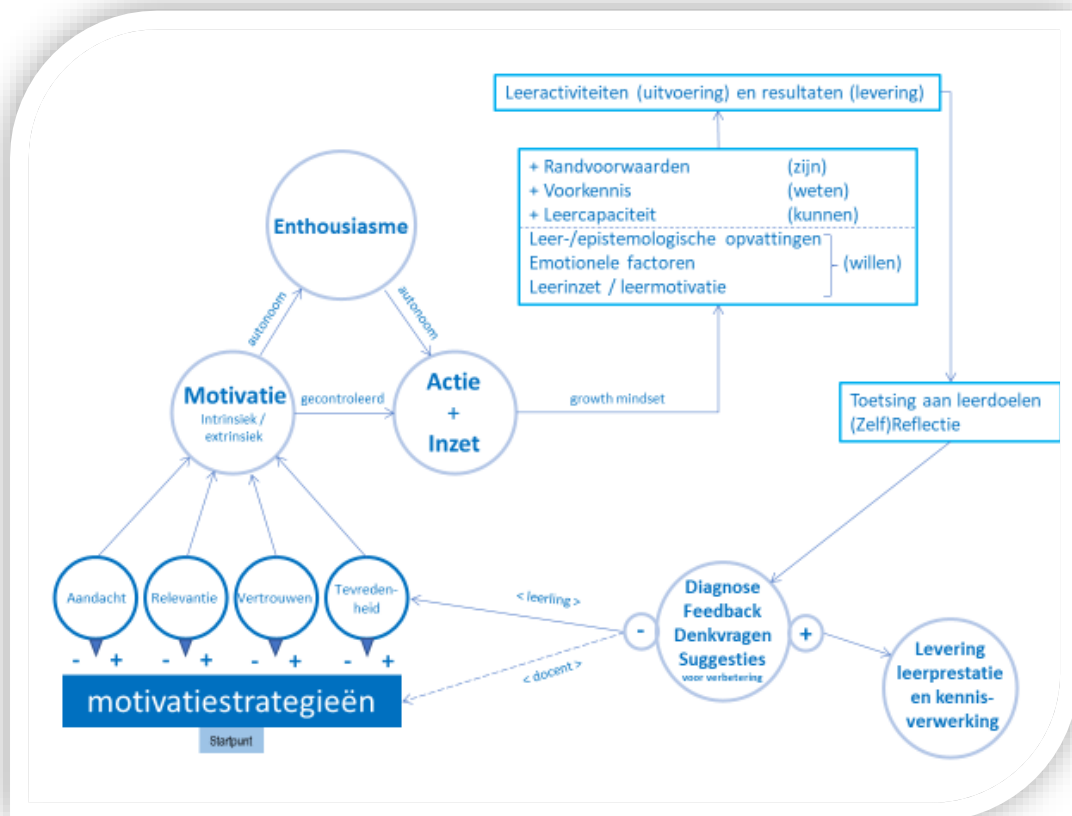
Tabel 2.1: Overzicht van de verschillende types motivatie volgens de zelfdeterminatietheorie (Op basis van Vanhoof et al., 2012; oorspronkelijk uit Deci & Ryan, 2000)

Als onderliggende emoties bij autonome motivatie worden welwillendheid en vrijheid gegeven in tabel 2.1. In aanvulling hierop zijn emoties als welbevinden, plezier, zin en (het kernbegrip) enthousiasme toe te voegen (Bors & Stevens, 2018). In de context van een wiskundeles is het dan ook cruciaal om **strategieën** toe te passen om motivatie op te wekken en in het bijzonder autonome motivatie waaronder enthousiasme; want leerlingen die bij gecontroleerde motivatie onder druk staan en stress ervaren, leren moeilijker (Bors & Stevens, 2018) en leerlingen met demotivatie moeten sowieso worden voorkomen. Onder andere Keller (1987), De Boer et al. (1996) en Boekaerts (2002) hebben relevante en praktische literatuur over motivatiestrategieën gepubliceerd.

Met name het toepassen van strategieën die gekoppeld zijn aan het opwekken van autonome motivatie zullen naar verwachting een enthousiasmerende wiskundeles creëren. Het is raadzaam om hier reeds in de lesvoorbereiding aandacht aan te besteden en daarbij gebruik te maken van een geschikt (gemaakt) **model voor leerstofordening**. Als basis hiervoor lijkt het constructivistische instructiemodel geschikt oftewel het zogenaamde 6E-model (Windels, 2012). Dit betreft namelijk een veel gebruikt en goed gedocumenteerd model dat is gebaseerd op een eigentijdse leertheorie (i.c., het constructivisme; Van der Veen & Van der Wal, 2016). Het model

biedt verder voldoende ruimte en mogelijkheden voor inpassing van nieuwe enthousiasmerende strategieën.¹

Voor (het verkrijgen van) een overzichtelijk beeld heb ik op basis van de beschouwde vakliteratuur nog het volgende **schema van het (ideale) leerproces** samengesteld (zie figuur 2.1). Hierin zijn relevante termen e.d. opgenomen en -in volgorde van toepassing- aan elkaar gekoppeld.



Figuur 2.1: Schematische weergave van het (ideale) leerproces inclusief motivatiestrategieën

Startpunt (linksonder) zijn de strategieën die de docent hanteert om motivatie [in het algemeen] en enthousiasme [in het bijzonder] op te wekken bij de leerlingen (in het schema is uitgegaan van het ARCS model van Keller (1987): *Attention, Relevance, Confidence, Satisfaction*). Actie en inzet van leerlingen komt vervolgens voort uit motivatie; via de autonome route van eigen wil en enthousiasme, of rechtstreeks vanuit gecontroleerde motivatie door externe controle of druk (Deci & Ryan, 2000, 2008). Met de juiste mindset ['willen': leerinzet / leermotivatie, emotionele factoren, leer- / epistemologische opvattingen] plus voorkennis ['weten'], leercapaciteit ['kunnen'] en overige randvoorwaarden ['zijn'] leidt dit vervolgens tot de uitvoering van leeractiviteiten en oplevering van resultaten (KleinJan, 2019; Van der Veen & Van der Wal, 2016). Deze handelingen en resultaten moeten worden getoetst aan de leerdoelen; door de leerling zelf

¹ NB: Hierbij zijn de uitgangspunten dat er een (des)kundige wiskundeleraar voor de klas staat, die een veilige en ordelijke leeromgeving handhaaft en differentiatie toepast waar nodig, en opereert in een goed geoutilleerd klaslokaal.

(zelfreflectie) en of door de docent. Het (zelf)analyseren van de resultaten en (zelf)reflecteren leidt tot een positieve diagnose en feedback als bevestiging dat de relevante kennis is verwerkt en beoogde leerprestatie is geleverd; of anders tot suggesties voor verbetering en of denkvragen voor de leerling. Hiermee zijn we wederom aangekomen bij het begin: de nodige motivatie opwekken bij de leerling (autonoom of gecontroleerd) om actie en inzet te bewerkstelligen voor de afhandeling van de suggesties voor verbetering, enzovoort.

In aansluiting op bovenstaand theoretisch kader wordt in het volgende hoofdstuk dieper ingegaan op de onderzoeksvraag; hieruit volgen de specifieke onderzoeksvragen oftewel de deelvragen die zijn afgeleid van het doel en de hoofdvraag van mijn onderzoek.

3 ONDERZOEKSVRAGEN

In hoofdstuk 1 zijn het doel en de hoofdvraag van mijn ontwerponderzoek vastgelegd. In aanvulling hierop formuleer ik in dit hoofdstuk de deelvragen waaruit mijn hoofdvraag bestaat, oftewel de **specifieke onderzoeksvragen** die ik wil beantwoorden met mijn onderzoek. Het betreft een ontwerponderzoek dat bestaat uit twee onderzoeksfasen (Van der Donk & Van Lanen, 2016): een vooronderzoek om de ontwerpeisen in kaart te brengen, en een innovatiecyclus gericht op het ontwikkelen van het definitieve ontwerp en oplossen van het praktijkprobleem. In hoofdstuk 4 (methode) ga ik hier overigens nader op in.

[Ter herinnering:] De hoofdvraag van mijn ontwerponderzoek luidt: *Welke aanpassingen aan het 6E-model zijn nodig om het doelgericht te kunnen inzetten voor het ontwerpen van een enthousiasmerende wiskundeles (door leraren in het voortgezet onderwijs)?*

In aanvulling hierop heb ik de volgende deelvragen geformuleerd voor **onderzoeksfase 1** (vooronderzoek naar de ontwerpeisen):

Gericht op het praktijkprobleem (enthousiasme respectievelijk strategieën)

- Wat zijn de kenmerken van een enthousiaste leerling?
- Wat is een enthousiasmerende wiskundeles voor leerlingen?
- Waarom is leer(ling)enthousiasme tijdens een wiskundeles belangrijk?
- Wat maakt leerlingen enthousiast tijdens een wiskundeles?
- Hoe en waarmee is een wiskundeles te enthousiasmeren?
- Wat zijn relevante ervaringen en suggesties van wiskundeleraren?

Gericht op het inventariseren van ontwerpeisen

- In hoeverre is het 6E-model geschikt als basis voor het uiteindelijke E6E-model?
- Welke aspecten m.b.t. een enthousiasmerende les zijn in te passen in het E6E-model?
- Welke aspecten zijn niet in te passen en worden bijvoorbeeld veronderstellingen?
- Aan welke randvoorwaarden moet het E6E-model voldoen?
- Wat zijn de ontwerpeisen voor het E6E-model?

De volgende deelvragen heb ik geformuleerd voor **onderzoeksfase 2** (innovatiecyclus naar het definitieve ontwerp):

Voor het maken van het ontwerp

- Hoe ziet het best passende ontwerp van het E6E-model eruit?

Voor het testen en evalueren van het ontwerp

- In hoeverre voldoet het E6E-model aan de randvoorwaarden en ontwerpeisen?
- Wat zijn de bevindingen van de betrokken wiskundeleraren wat betreft het E6E-model en de eerste testresultaten (i.c. een ontwerp van een enthousiasmerende wiskundelesfase als onderwijspraktijkvoorbeeld)?

Voor het aanpassen van het ontwerp

- Op welke wijze moet het E6E-model (na het testen) worden aangepast?

In hoofdstuk 5 (resultaten) worden bovenstaande deelvragen één voor één beantwoord.

(opzettelijk blanco)

4 METHODE

Na de vaststelling van het onderzoeksdoel en de onderzoeksvragen in voorgaande hoofdstukken behandel ik in het huidige hoofdstuk de **aanpak** van mijn ontwerponderzoek, inclusief een beschrijving van de procedures voor dataverzameling, respondenten, instrumenten en data-analyse.

[Ter herinnering:] Het doel van mijn ontwerponderzoek is een *variant van het constructivistische instructiemodel '6E' te ontwikkelen waarmee wiskundeleraren in het voortgezet onderwijs efficiënt en effectief een enthousiasmerende wiskundeles kunnen construeren.*

De **belangrijkste variabelen** in mijn onderzoek zijn dan ook ontwerpvarianten van het nieuwe E6E-model als onafhankelijke variabele, en als afhankelijke variabele de mate waarin hiermee efficiënt en effectief een enthousiasmerende wiskundeles ontworpen kan worden.

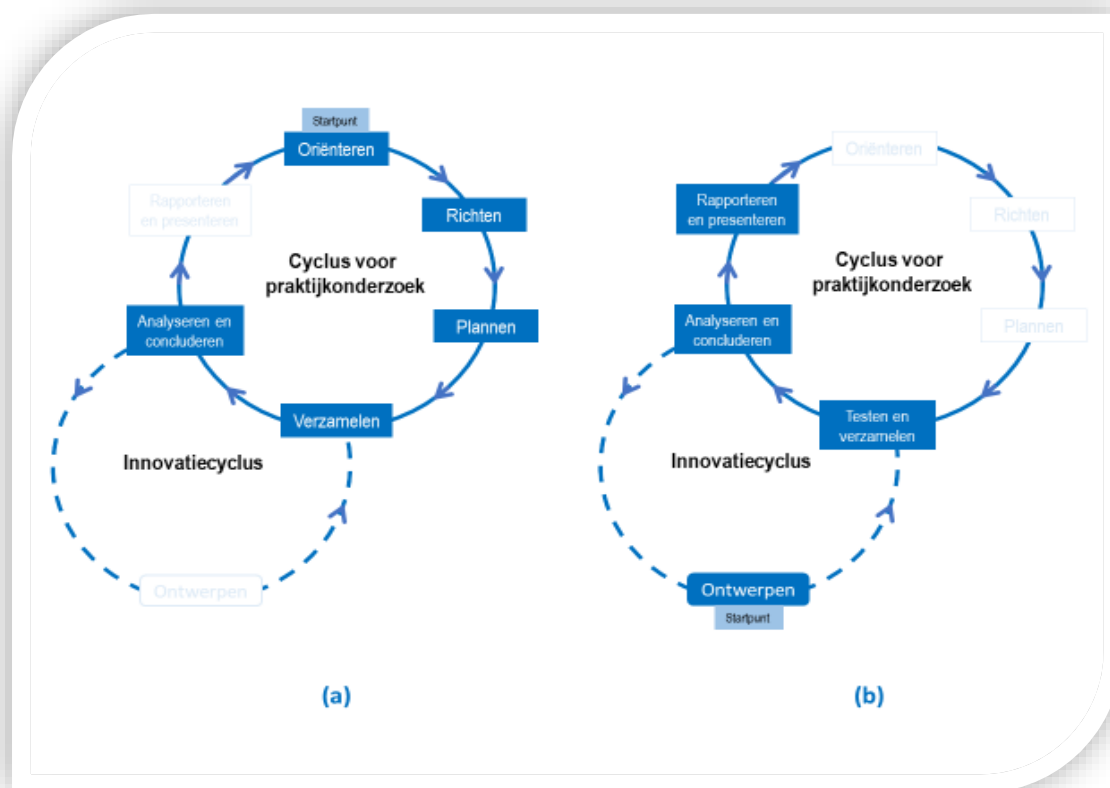
Om al mijn onderzoeksvragen te beantwoorden en het onderzoeksdoel te bereiken bestond mijn ontwerponderzoek - in grote lijnen - uit de volgende **onderdelen**: het opstellen van een onderzoeksplan, het bestuderen van relevante vakliteratuur, een selecte groep van collega-wiskundeleraren bevragen, ontwerpeisen opstellen, een ontwerp maken, testen en evalueren (o.a. door nogmaals de bovengenoemde groep van leraren te bevragen), resultaten analyseren, conclusies trekken en tenslotte de uitkomsten van het onderzoek rapporteren.

Procedure dataverzameling inclusief gebruikte instrumenten en toegepaste data-analyse

Naast de Studiewijzer Onderzoek van Onderwijs (3TU, 2018) en het Addendum 5EC variant OvO (UT, 2017) heb ik bij het voorbereiden en uitvoeren van mijn ontwerponderzoek het boek van Van der Donk en Van Lanen (2016) gebruikt als **leidraad**. Conform dit boek bestaat mijn ontwerponderzoek uit twee fasen: een eerste onderzoeksfase waarin doorgaans het diagnosticeren van het praktijkprobleem centraal staat, en een tweede onderzoeksfase die normaliter gericht is op het ontwerpen van een oplossing. Het belangrijkste resultaat van het ontwerponderzoek is het definitieve ontwerp, in mijn geval, van het zogenaamde E6E-model.

Onderzoeksfase 1 betreft in mijn geval een vooronderzoek naar de ontwerpeisen. Zoals weergegeven in figuur 4.1(a) op de volgende pagina worden hierbij de kernactiviteiten 'oriënteren', 'richten', 'plannen', 'verzamelen' en 'analyseren en concluderen' doorlopen.

Onderzoeksfase 2 omvat een innovatiecyclus gericht op de ontwikkeling en implementatie van het ontwerp. Deze cyclus wordt één of meerdere keren doorlopen. Het begint [zie figuur 4.1(b)] met de kernactiviteit 'ontwerpen', vervolgens 'testen en verzamelen' en 'analyseren en concluderen', en wanneer het definitieve ontwerp is gerealiseerd eindigt fase 2 als ook het gehele ontwerponderzoek met 'rapporteren en presenteren'.



Figuur 4.1: Fasen in een ontwerp onderzoek: fase 1 - vooronderzoek naar de ontwerp eisen (a) en fase 2 - innovatiecyclus naar het ontwerp (b) [Van der Donk & Van Lanen, 2016]

Onderzoeksfase 1 – Vooronderzoek naar de ontwerp eisen

De eerste drie kernactiviteiten in onderzoeksfase 1, i.c. 'oriënteren', 'richten' en 'plannen', bestonden respectievelijk uit het uitvoeren van een verkennende en een verdiepende probleemanalyse, en het opstellen van een (tijds)planning. Gezamenlijk resulteerde dit in een concreet (en uiteindelijk goedgekeurd) onderzoeksplan. Als leidraad heb ik de richtlijnen gebruikt zoals weergegeven in respectievelijk de hoofdstukken 3, 4 en 5 in Van der Donk en Van Lanen (2016) en voor de opzet en invulling van het onderzoeksplan heb ik gebruik gemaakt van het 3TU onderzoeksplan format (3TU, 2018).

De kernactiviteit 'oriënteren' leverde de aanleiding en probleemstelling op. Hiervoor verzamelde ik relevante informatie uit een **literatuurverkenning** aangevuld met eigen ervaringen uit de onderwijspraktijk. Om het praktijkprobleem te beschrijven, paste ik de **5xW+H-methode**² toe. De uitkomst van de kernactiviteit 'richten' betreft de theoretische inbedding en de specifieke onderzoeksvragen. Hiertoe heb ik een **literatuurstudie** verricht inclusief **conceptmapping** (zie figuur 2.1). Om tot een juiste formulering te komen van het onderzoeksdoel, de hoofdvraag en de specifieke onderzoeksvragen heb ik vrijwel alle richtlijnen, technieken en selectiecriteria toegepast uit hoofdstuk 4 in Van der Donk en Van Lanen (2016), zoals 'vragenstorm', 'inzoomen

² Deze methode draait om het beantwoorden van de vragen: wat is het probleem, wie heeft te kampen met het probleem, wanneer treedt het probleem op, waarom is het een probleem, waar doet het probleem zich voor, en hoe is het probleem ontstaan? (Van der Donk & Van Lanen, 2016; p. 101)

/ uitzoomen' en 'een vraagzin / open vraag / enkelvoudige vraag formuleren'. De resterende onderdelen van het **onderzoeksplan** heb ik ingevuld in het kader van de kernactiviteit 'plannen'. Dit betrof het kiezen van methoden van dataverzameling en het selecteren van respondenten (zie verderop voor meer details), en het beschrijven en plannen in de tijd van alle onderzoeksactiviteiten.

Als onderdeel van de vierde kernactiviteit in onderzoeksfase 1, 'verzamelen', heb ik data verzameld om te weten te komen aan welke eisen mijn ontwerp van het E6E-model moet voldoen. De richtlijnen weergegeven in hoofdstuk 6 in Van der Donk en Van Lanen (2016) heb ik als leidraad gebruikt. Als **methoden van dataverzameling** heb ik toegepast het 'bestuderen van tekstbronnen' (i.c., het bestuderen van extra vakliteratuur bovenop de literatuur tijdens de kernactiviteit 'richten') en het 'bevragen' van collega-wiskundeleraren (i.c., de beoogde respondenten; zie verderop voor meer details).

Om gegevens systematisch en eenduidig te verzamelen en te verwerken heb ik het stappenplan doorlopen en hiermee de 'doel-kernbegrip-deelaspecten-kijkpunten/vragen' tabel ingevuld. Op basis hiervan heb ik de volgende **instrumenten** gemaakt. Voor het bestuderen van tekstbronnen betreft dit een **kijkkader** met 'open kijkpunten'; in de praktijk bleek dat de eerste zes deelvragen van onderzoeksfase 1 (zie hoofdstuk 3) goede open kijkpunten waren voor het verzamelen van relevante tekstfragmenten. Voor het bevragen heb ik een eigen **vragenlijst** gemaakt³ met een mix van 'open enquêtevragen' en 'gesloten enquêtevragen' (met een beoordelingsschaal). Hiermee probeerde ik een **tussenvorm van een kwalitatieve en kwantitatieve aanpak** te realiseren. Met in het achterhoofd de beperkte beschikbare tijd van collega-wiskundeleraren plus mijn 5EC onderzoekvariant, heb ik deze enquête zo kort (één A4) en eenvoudig (Word-document) mogelijk gehouden en voorgelegd aan een selecte groep van wiskundeleraren (zie verderop voor meer details). De verzamelde data heb ik verwerkt in Excel en Word in de vorm van overzichtelijke **tabellen en grafieken**. In bijlage C zijn de vragenlijst resp. de volledige set antwoorden opgenomen van de enquête onder collega-wiskundeleraren. NB: Vanwege de grote omvang zijn de resultaten van het bestuderen van tekstbronnen niet opgenomen echter wel veelvuldig gebruikt en verwerkt inclusief referentie in het huidige rapport.

In de vijfde en laatste kernactiviteit van onderzoeksfase 1, 'analyseren en concluderen', heb ik (conform hoofdstuk 7 en paragraaf 8.3.5 in Van der Donk & Van Lanen, 2016) de verzamelde data **op gefaseerde wijze** geordend, gecombineerd en gereduceerd, en op basis van de analyseresultaten en met behulp van een **stappenplan** conclusies getrokken. Dit laatste betekent concreet: het helder formuleren van een set van ontwerpeisen inclusief het verantwoorden van elke eis: i.c., inzichtelijk maken op basis van welke data ik tot de bewuste ontwerpeisen ben gekomen.

Bij het analyseren van de verzamelde data via open kijkpunten (bij het bestuderen van tekstbronnen) en open enquêtevragen (bij het bevragen) heb ik hoofdzakelijk gebruik gemaakt van de **analysemethode** 'analyseresultaten van gestructureerde data illustreren' (met concrete voorbeelden of kleine tekstfragmenten). De voor-gestructureerde data (getallen) afkomstig van de gesloten enquêtevragen (met een beoordelingsschaal) heb ik geanalyseerd met behulp van verschillende **berekeningsmethoden** (beschrijvende statistiek): het berekenen van aantallen, gemiddelde, mediaan, modus en standaarddeviatie.

³ Mede op basis van vakliteratuur en bestaande vragenlijsten zoals de Intrinsieke Motivatie Inventaris (IMI; Heemskerk et al., 2011) en de Prestatie Motivatie Test (www.123test.nl/prestatiemotivatie).

Onderzoeksfase 2 – Innovatiecyclus naar het definitieve ontwerp

In de eerste kernactiviteit van onderzoeksfase 2, 'ontwerpen', heb ik mijn ontwerp gemaakt met inachtneming van de ontwerpeisen. Conform paragraaf 8.4.1 in Van der Donk en Van Lanen (2016) heb ik de volgende drie stappen gevolgd. In **stap 1** (hulpbronnen zoeken en ontwerpvorm kiezen) heb ik gekozen voor een uitbreiding van de beschikbare overzichtskaart van het 6E-model (Windels, 2012) en in aanvulling hierop – voor het gebruikersgemak – gekozen voor een presentatietemplate en handleiding (hand-out). Tijdens **stap 2** (ontwerp maken) heb ik het E6E-model ontwerp materiaal daadwerkelijk gemaakt. Dit heb ik gedaan uitgaande van de gekozen ontwerpvormen en op basis van de eerder geformuleerde ontwerpeisen. Het best passende ontwerp is een afgewogen keuze geweest uit verschillende onderzochte ontwerpideeën. In **stap 3** (planning voor het testen van het ontwerp maken) heb ik mijn definitieve strategie en planning vastgesteld voor het testen van het ontwerp, en de betrokkenen (i.c., begeleider en collega-wiskundeleraren) hierover en over resterende onderzoeksactiviteiten geïnformeerd.

In de tweede kernactiviteit van onderzoeksfase 2, 'testen en verzamelen', heb ik mijn ontwerp daadwerkelijk getest en de data over deze test verzameld. Uit de beschreven **teststrategieën** in paragraaf 8.4.2 in Van der Donk en Van Lanen (2016) heb ik gekozen voor het toepassen van een combinatie van 'screening' en 'focusgroep', en als **evaluatiemethoden** 'bestuderen' van het ontwerp en (nogmaals) 'bevragen' van collega-wiskundeleraren. De keuze voor een screening en een (tweede) enquête heb ik gemaakt uit oogpunt van de beperkte tijd binnen mijn 5EC onderzoekvariant als ook vanwege de goede opbrengst van de eerste enquêteronde. De screening heeft concreet bestaan uit het intensief bestuderen en beoordelen van het ontwikkelde E6E-model; o.a. in hoeverre het ontwerp tegemoet komt aan de ontwerpeisen. Parallel hieraan heb ik het E6E-model onderworpen aan een eerste test en toegepast om een enthousiasmerende wiskundeles te construeren (i.c., presentatiedia's voor een wiskundeles rondom het -voor leerlingen uitdagende- thema product-som-methode). Het ontwerp van het E6E-model inclusief het testmateriaal heb ik vervolgens overhandigd aan collega-wiskundeleraren en hen daarover bevraagd. Net als in fase 1 is dit bevragen wederom gebeurd via een vragenlijst met een mix van open en gesloten enquête-vragen (zie bijlage D). De verzamelde enquêtedata heb ik weer verwerkt in Excel en Word in overzichtelijke **tabellen en grafieken** (zie bijlage D). Er was geen sprake van nieuwe ontwerp-eisen, echter wel van een paar kleine aanpassingen aan het ontwerp om het definitief te maken; deze heb ik in kaart gebracht.

In de derde kernactiviteit van onderzoeksfase 2, 'analyseren en concluderen', heb ik de verzamelde testdata geanalyseerd en op basis daarvan conclusies getrokken. Conform paragraaf 8.4.3 in Van der Donk en Van Lanen (2016) heb ik tijdens de data-analyse het ontwerp geëvalueerd om **twee concluderende vragen** te beantwoorden: a) voldoet het aan de ontwerpeisen, en b) ben ik op nieuwe ontwerpeisen gestuit. Het eerstgenoemde was wel van toepassing en het laatstgenoemde niet, waardoor ik de innovatiecyclus niet opnieuw hoefde te doorlopen en door kon gaan naar de volgende en laatste kernactiviteit.

Deze vierde en laatste kernactiviteit van onderzoeksfase 2, 'rapporteren en presenteren', bestond uit het rapporteren van de onderzoeksresultaten en het presenteren van het definitieve ontwerp oftewel het opstellen en afronden van het huidige **onderzoeksrapport**. Hierbij ben ik uitgegaan van de **adviezen over opzet en inhoud** van het rapport zoals weergegeven in zowel de studiewijzer (3TU, 2018) en addendum (UT, 2017) als in paragraaf 8.4.4 en hoofdstuk 9 in Van der Donk en Van Lanen (2016). De gegevens in het eindrapport zijn geanonimiseerd: de bijdragen van respondenten aan mijn ontwerp onderzoek zijn anoniem gemaakt en niet-traceerbaar opgenomen in mijn onderzoeksrapport als ook gelijkwaardig verwerkt in het totaal van bijdragen van collega-wiskundeleraren.

Vanuit het perspectief van **beantwoording van de deelvragen** (zoals geformuleerd in hoofdstuk 3 voor zowel fase 1 als fase 2 van mijn ontwerponderzoek) heb ik in bijlage A de hierboven beschreven methoden en instrumenten nogmaals weergegeven maar dan specifiek gekoppeld aan de beantwoording van elke deelvraag.

Respondenten

In mijn ontwerponderzoek hebben collega-wiskundeleraren een voorname rol gespeeld als **respondenten**. Door deze betrokkenheid van derden moest ik allereerst een **ethiekaanvraag** indienen (nr. 190519) die uiteindelijk werd goedgekeurd door de BMS Ethische Commissie van de Universiteit Twente. De deelname van collega-wiskundeleraren bestond uit het evalueren van mijn ontwerp- en testmateriaal en het invullen van twee vragenlijsten (met een tussenpoos van circa 2 maanden).

In eerste instantie heb ik 22 personen per e-mail uitgenodigd⁴ om deel te nemen aan het onderzoek. Dit betreft een selecte steekproeftrekking (i.c. een '**convenience sampling**'; zie Van der Donk & Van Lanen, 2016, p. 154) waarbij mijn belangrijkste selectiecriteria waren: 'ervaring met lesgeven in wiskunde' (vanwege het onderzoeksdoel), 'bekende van school of opleiding' (voor -naar verwachting- meer en kwalitatief betere respons) en 'minder dan 25 deelnemers' (om het qua omvang bij een 5EC variant OvO te houden). Aan de bewuste e-mail was een eerste vragenlijst toegevoegd als ook een -vanuit ethisch oogpunt noodzakelijk- 'informed consent' formulier met daarin een **toestemmingsverklaring** voor gegevensgebruik ter ondertekening (zie bijlage B). Op deze uitnodiging hebben in totaal elf collega-wiskundeleraren gereageerd: i.c., zes vrouwen en vijf mannen; 4 ervaren docenten boven de 30 jaar, en 7 net-(niet-)afgestudeerden onder de 30 jaar met meer dan 100 uren leservaring in het voortgezet onderwijs.

In tweede instantie heb ik deze elf personen nogmaals per e-mail uitgenodigd om een tweede vragenlijst in te vullen na evaluatie van het ontwerp- en testmateriaal. Op deze uitnodiging hebben uiteindelijk zes collega-wiskundeleraren inhoudelijk gereageerd (i.c., vier vrouwen en twee mannen; twee ervaren en vier minder-ervaren docenten) en drie collega's hebben zich persoonlijk afgemeld. Hoewel gering in aantal (kwantiteit) hebben de respondenten veel interessante informatie en persoonlijke meningen gegeven (kwaliteit). Deze opbrengst wil ik dan ook bestempelen als kwalitatief zeer waardevol. Mijn ontwerponderzoek moet echter hierdoor grotendeels wel als een **kwalitatief onderzoek** worden beschouwd waarbij het oordeel van de collega-wiskundeleraren een **gefundeerde eerste indruk** van het E6E-model heeft opgeleverd.

Kwaliteit van het onderzoek (betrouwbaarheid en validiteit)

Voor een zo hoog mogelijke **validiteit** en **betrouwbaarheid** heb ik bij het uitvoeren van mijn ontwerponderzoek rekening gehouden met de richtlijnen in Van der Donk en Van Lanen (2016):

1. **Triangulatie**: Ik heb gebruik gemaakt van gegevens uit verschillende bronnen, op verschillende manieren verzameld en laten analyseren door verschillende personen. Hierbij doel ik op gegevens uit diverse tekstbronnen (vakliteratuur), van collega-wiskundeleraren (2x, via vragenlijsten) en van mijn begeleider (in bilaterale gesprekken), en uit mijn onderwijspraktijk (eigen ervaringen).
2. **Communiceren**: Op twee momenten heb ik collega-wiskundeleraren als respondent betrokken bij mijn ontwerponderzoek (via vragenlijsten) en daarnaast periodiek voortgangsoverleg gehad en tussentijdse resultaten afgestemd met mijn begeleider.

⁴ Deze personen voldeden allen aan de gestelde eisen voor deelname aan het ontwerponderzoek; i.c. tenminste 16 jaar of ouder, en in het bezit van een tweede- of eerstegraads lesbevoegdheid wiskunde of hiervoor in opleiding zijnde.

3. **Transparantie:** Ik rapporteer uitgebreid over mijn ontwerponderzoek in het huidige rapport dat beschikbaar is (of binnenkort zal zijn) in de digitale omgeving van de Universiteit Twente; verder heb ik al het onderzoeksmateriaal digitaal en deels op papier gearriveerd en een werkschrift ('logboek') bijgehouden.
4. **Praktijkprobleem:** Ik heb een uitvoerige probleemanalyse uitgevoerd, o.a. door het probleem te bespreken met mijn begeleider, en overige vakdocenten en medestudenten van de Universiteit Twente, door relevante bronnen te raadplegen (i.c., vakliteratuur en wiskundeleraren), en het probleem te positioneren in het grotere geheel (exact kiezen).
5. **Organisatie:** Mijn E6E-model is gemaakt voor gebruik door wiskundeleraren in het voortgezet onderwijs die enthousiasmerende wiskundelessen willen ontwerpen en geven. Reeds in een vroeg stadium van mijn onderzoek heb ik collega-wiskundeleraren betrokken bij het ontwerp. Deze professionele inbreng heeft niet alleen gezorgd voor een betere kwaliteit van het ontwerp maar zal naar verwachting ook de acceptatie en het gebruik door meer wiskundeleraren bevorderen.
6. **Perspectieven:** Het onderzoek zelf is grotendeels vanuit het perspectief van wiskundeleraren uitgevoerd; belangen van leerlingen worden echter ook behartigd met bijvoorbeeld leerling-gestuurd onderwijs en indirect door de directe betrokkenheid van studenten van de Universiteit Twente die niet zo lang geleden zelf nog leerlingen waren op een middelbare school.
7. **Vakliteratuur:** Gedurende het onderzoek heb ik gebruik gemaakt van diverse bronnen.

Na bovenstaande beschrijving van gebruikte methoden en instrumenten voor het verzamelen, verwerken en analyseren van benodigde onderzoekgegevens presenteer ik in het volgende hoofdstuk 5 de onderzoeksresultaten. Hierbij worden alle specifieke onderzoeksvragen oftewel elke deelvraag zoals geformuleerd in hoofdstuk 3 beantwoord conform de methode beschreven in het huidige hoofdstuk 4 (inclusief bijlage A).

5 RESULTATEN

Voor zowel fase 1 (vooronderzoek naar de ontwerpeisen) als fase 2 (innovatiecyclus naar het definitieve ontwerp) van mijn ontwerponderzoek zijn de deelvragen vastgelegd in hoofdstuk 3. Vervolgens zijn in hoofdstuk 4 de methoden en instrumenten beschreven die zijn gebruikt voor het verzamelen van onderzoeksgegevens. Deze zijn op hun beurt weer nodig voor de beantwoording van de deelvragen inclusief het opstellen van ontwerpeisen en het maken van het definitieve ontwerp van het E6E-model. Per onderzoeksfase en per deelvraag presenteer ik in het huidige hoofdstuk de resultaten van mijn analyse van de verzamelde data.

In de hiernavolgende paragraaf 5.1 staan mijn antwoorden op deelvragen uit onderzoeksfase 1 inclusief de uiteindelijke set van eisen waaraan het ontwerp van het E6E-model moet voldoen. In de daaropvolgende paragraaf 5.2 staan mijn antwoorden op deelvragen uit onderzoeksfase 2 inclusief een weergave van het definitieve ontwerp van het E6E-model.

5.1 Resultaten uit onderzoeksfase 1: vooronderzoek naar de ontwerpeisen

De eerste zes deelvragen in onderzoeksfase 1 zijn gericht op het praktijkprobleem, i.c. leer(ing)enthousiasme en strategieën om dit enthousiasme te bevorderen tijdens een wiskundeles. De daaropvolgende en resterende vijf deelvragen in fase 1 zijn gericht op het inventariseren van de ontwerpeisen. Hieronder worden deze deelvragen één voor één behandeld en beantwoord.

Wat zijn de kenmerken van een enthousiaste leerling?

Via het 'bestuderen van tekstbronnen' tijdens de kernactiviteiten 'richten' en 'verzamelen' ben ik gekomen tot de volgende voorlopige definitie van een (wiskunde)enthousiaste leerling (De Boer et al., 1996; Martinot, Kuhlemeier & Feenstra, 1988; Van Lingen, 2018; Prestatiemotivatatie Test, z.d.):

Een (wiskunde)enthousiaste leerling vindt de lesopdracht leuk, interessant en belangrijk om te doen, is actief, gemotiveerd en geconcentreerd bezig, en gaat vol vertrouwen uitdagingen aan en werkt samen met klasgenoten.

Deze beschrijving van een (wiskunde)enthousiaste leerling heb ik gebruikt bij het 'bevragen' in kernactiviteit 'verzamelen'. Dit betrof vraag #1 van mijn eerste vragenlijst die ik heb voorgelegd aan collega-wiskundeleraren (zie bijlage C). Vanwege de vele voorgestelde wijzigingen en aanvullingen heb ik hen nogmaals een herziene definitie op dezelfde wijze voorgelegd; in dit geval als vraag #1 van mijn tweede vragenlijst tijdens de kernactiviteit 'testen en verzamelen' in onderzoeksfase 2 (zie bijlage D). Na verwerking van het laatste commentaar leverde dit uiteindelijk de volgende definitie op, dat ik tevens als het antwoord beschouw op de bewuste deelvraag:

Een (wiskunde)enthousiaste leerling vindt de lesopdracht interessant, is gemotiveerd en actief bezig, toont inzet en is betrokken, nieuwsgierig en leergierig, en heeft vertrouwen in de docent.

Wat is een enthousiasmerende wiskundeles voor leerlingen?

Op eenzelfde wijze als bij de vorige deelvraag ben ik tot een antwoord gekomen op deze deelvraag. Na het 'bestuderen van tekstbronnen' (De Boer et al., 1996; Ebbens & Ettekoven, 2015; Martinot, Kuhlemeier & Feenstra, 1988; Van Streun & Kop, 2016; Van der Veen & Van der Wal, 2016) luidde de voorlopige definitie van een enthousiasmerende wiskundeles als volgt:

Een enthousiasmerende wiskundeles is een boeiende les die de interesse en nieuwsgierigheid bij leerlingen opwekt; het lesonderwerp sluit aan bij hun leefwereld of wordt betekenisvol gemaakt; de gedreven docent geeft op spontane wijze les en deelt opdrachten uit die uitnodigend en uitdagend zijn voor de leerlingen; naar eigen keuze voeren ze de opdrachten zelfstandig uit of in samenwerking met één of meerdere klasgenoten en of met coaching van de docent.

Na het 'bevragen' van collega-wiskundeleraren tijdens kernactiviteit 'verzamelen' in fase 1 en nogmaals tijdens kernactiviteit 'testen en verzamelen' in fase 2 (zie bijlage C respectievelijk bijlage D, vraag #2) ben ik uiteindelijk tot de volgende definitie van een enthousiasmerende wiskundeles gekomen als ook tot het antwoord op de deelvraag:

Een enthousiasmerende wiskundeles is een boeiende les die de interesse en nieuwsgierigheid bij leerlingen wekt; het lesonderwerp wordt betekenisvol gemaakt (ook voor het later nut); de gedreven docent staat enthousiast voor de klas en straalt dit ook uit; hij/zij geeft op spontane wijze les en deelt opdrachten uit die uitnodigend of uitdagend zijn voor de leerlingen; leerlingen worden positief benaderd en of beloond tijdens de les; de les wordt ondersteund met visualisaties.

Waarom is leer(ling)enthousiasme tijdens een wiskundeles belangrijk?

Via het 'bestuderen van tekstbronnen' tijdens de kernactiviteiten 'richten' en 'verzamelen' ben ik tot de volgende opsomming van relevante punten gekomen die het **belang** onderschrijven van leer(ling)enthousiasme:

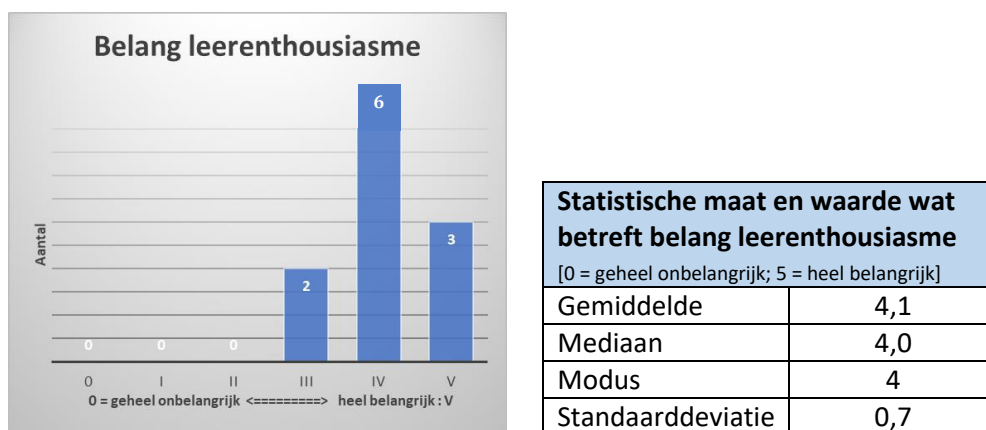
- 'Leerlingen luisteren graag naar een leraar die oprecht enthousiast is over het vak dat hij geeft. Het enthousiasme van de leraar kan hen inspireren. Het maakt bovendien dat zij meer aandacht aan het vak besteden en beter onthouden wat de leraar vertelt.' (Bors & Stevens, 2018; p. 105)
- '... sleutelbegrippen van effectief leren ... zijn: [Ed.: onder andere] ... aandacht voor nieuwsgierigheid en motivatie ...' (Ebbens & Ettekoven, 2015; p. 14)
- 'Saaie lessen ... leiden tot weinig geïnspireerde leerlingen en sneller tot verveld en wanordelijk gedrag.' (Ebbens & Ettekoven, 2015; p. 205)
- '... bij een boeiende les ... [Ed.: bleek] dat de leerlingen zich meer inzetten ...' (Hattie, 2014; p. 34)
- 'Houding – Voor het bereiken van een goede kwaliteit van onderwijs en een goede opbrengst is het essentieel dat leerlingen leren reflecteren op hun eigen kennis en aanpak, en zelfvertrouwen ontwikkelen. Dit gaat gepaard met het ontwikkelen van een positieve houding ten aanzien van het leren van rekenen en wiskunde: het is interessant, het geeft voldoening en ik kan het. Met recht kunnen deze streefdoelen zelfs voorwaardelijk worden genoemd voor het verwerven van de andere componenten [Ed.: van wiskundige bekwaamheid: "Weten dat", "Weten hoe", "Weten waarom" en "Weten over weten"].' (Van Streun, 2016; p.25)
- 'Er zijn vier werkwoorden die in het leven van mensen altijd dominant zijn: zijn, weten, kunnen en willen. Het gaat er altijd om of je iets bent, iets weet, iets kunt en iets wilt. ... de wil [Ed.: is] zo belangrijk ... voor de waardeoriëntatie van mensen: wat vind ik nu echt belangrijk!.' (KleinJan, 19 januari 2019; p. 6)

Uit deze citaten valt op te maken dat leerenthousiasme tijdens de wiskundeles zorgt voor meer inzet en inspiratie onder de leerlingen; ze besteden meer aandacht aan het vak en onthouden het een en ander beter. Een positieve houding is essentieel, en enthousiasme in de vorm van nieuwsgierigheid en motivatie vormt één van de sleutels tot effectief leren. Als een leerling enthousiast is en echt iets wil dan wordt het vanzelf belangrijk. Het voorkomt bovendien verveling en wanordelijk gedrag van leerlingen.

"Een belangrijker onderwijsdoelstelling dan 'leren leuk gaan vinden' zou ik niet weten. Lukt dat niet, dan is eigenlijk alles verloren."
[Uitspraak van bekende psycholoog A. de Groot in 1980]

Daarnaast was ik benieuwd naar de persoonlijke meningen van collega-wiskundeleraren. Deze heb ik verkregen via het 'bevragen' in kernactiviteit 'verzamelen'. Met vraag #3 van mijn eerste vragenlijst (zie bijlage C) heb ik de leraren gevraagd in hoeverre men dit aspect belangrijk vindt met eventueel een toelichting hierop (waarom en of welk aspect men belangrijker vindt). Kort samengevat is hun (omvangrijke) respons als volgt (zie bijlage C voor de volledige reacties).

Zoals valt af te lezen in onderstaande diagram en berekende statistische resultaten vinden de respondenten (gemiddeld gezien als ook bij meerderheid) dat leerenthousiasme belangrijk is.



Figuur 5.1: Het belang van leerenthousiasme: beoordeling van collega-wiskundeleraren (i.c., respondenten; let op: steekproef-omvang $n = 11$) weergegeven in een staafdiagram (l) en tabel met statistische maten (r).

Uit de aanvullende toelichting van de collega-wiskundeleraren valt verder nog het volgende op te maken rondom leerenthousiasme:

- [Respondent 1] Het is een enthousiasmerende wisselwerking tussen docent en leerlingen.
- [Respondenten 2, 5, 6 en 9] Door enthousiasme zetten leerlingen zich meer in voor het vak wiskunde en neemt men de leerstof beter en sneller tot zich; ze onthouden meer van de lesstof en het bevordert het leren; het zorgt voor motivatie en het heeft een positief effect op de sfeer; meer plezier, betere prestaties en minder frustraties.
- [Respondenten 3, 4, 6, 8 en 10] Ook belangrijk of belangrijker vinden de leraren: het prettig en veilig voelen van de leerlingen; de sfeer in de klas en de werksfeer; structuur en effectiviteit van de les; veel leren (het liefst met enthousiasme).
- [Respondent 8] En soms kan iets ook gewoon wat minder leuk zijn in het leven.

Inhoudelijk gezien komen de resultaten verkregen via 'bestuderen' en 'bevragen' goed overeen en onderstrepen zij het belang van leer(ling)enthousiasme. Hiermee is de deelvraag beantwoord.

Wat maakt leerlingen enthousiast tijdens een wiskundeles?

Hoe en waarmee is een wiskundeles te enthousiasmeren?

De antwoorden op deze twee deelvragen bleken uiteindelijk zo dicht bij elkaar te liggen dat ik ze heb samengevoegd. Via het 'bestuderen van tekstbronnen' tijdens de kernactiviteiten 'richten' en 'verzamelen' ben ik tot de volgende opsomming gekomen van relevante **strategieën om leerlingen enthousiast(er) te maken** tijdens een wiskundeles (Boekaerts, 2002; De Boer et al., 1996; Ebbens & Ettekoven, 2015; Keller, 1987; Nelis & Van Sark, 2018; Van Streun, 2016; Teitler, 2017; Van der Veen & Van der Wal, 2016):

- I. Je interpersoonlijke aanpak per les(fase) veranderen.
- II. Afwisseling aanbrengen in lesprogramma / opbouw.
- III. Leerling-gestuurd onderwijs bieden.
- IV. Het lesonderwerp contextrijk / betekenisvol maken.
- V. De historie van het lesonderwerp vertellen.
- VI. Leerling-vriendelijk / -uitnodigend lesmateriaal inzetten.
- VII. Samenwerking tussen leerlingen stimuleren.
- VIII. Gebruik maken van webtools en digi-middelen (ICT).
- IX. Lessen afwisselen met praktische opdracht / practica.
- X. Lestijd reserveren voor een wiskundig spel / puzzel.
- XI. Reflectie uitlokken / leerlingen persoonlijk coachen.

Wat zijn relevante ervaringen en suggesties van wiskundeleraren?

Relevante ervaringen en suggesties van collega-wiskundeleraren heb ik verkregen via het 'bevragen' in kernactiviteit 'verzamelen'. Dit betrof een beoordeling van bovenstaande enthousiasme-strategieën (plus eventuele overige suggesties) en een beoordeling van verschillende aspecten in hun eigen voorbereiding van een wiskundeles, en als laatste een weergave van hun eigen bronnen voor enthousiasmerend lesmateriaal.

NB: De strategie "Reflectie uitlokken / leerling persoonlijk coachen" is uiteindelijk niet opgenomen in de data-analyse. Dit heb ik besloten naar aanleiding van de volgende opmerking van één van de respondenten: "... De laatste vraag zijn twee verschillende dingen. Reflectie uitlokken is heel belangrijk, persoonlijk coachen zou juist vaak niet nodig moeten zijn. ...".

Kort samengevat als ook grafisch weergegeven en statistisch beschreven is hun respons als volgt (zie bijlage C voor de volledige reacties; enquêtevragen 4 t/m 6).

Beoordeling enthousiasme-strategieën

Uit onderstaande diagram en berekende statistische resultaten (zie figuur 5.2) valt op te maken dat (gemiddeld gezien als ook bij meerderheid) de respondenten het 'eens' tot 'geheel eens' zijn met de volgende enthousiasme-strategieën:

- II: Afwisseling aanbrengen in het lesprogramma / opbouw
- IV: Het lesonderwerp contextrijk / betekenisvol maken
- VI: Leerling-vriendelijk / -uitnodigend lesmateriaal inzetten.

Verder is gemiddeld gezien de lage score van strategie V opvallend (i.c., de historie van het lesonderwerp vertellen): tussen een 'beetje oneens' en 'beetje eens' in, en met een 'beetje eens' als mediaan als ook een relatief grote standaarddeviatie (1,5) oftewel spreiding in de respons.

Overige suggesties van de respondenten rondom enthousiasme-strategieën:

- [Respondent 8] Het allerbelangrijkste is enthousiast zijn over je vak en dat uitstralen.
- [Respondent 10] Leerlingen deels verantwoordelijk maken voor het leerproces (valt waarschijnlijk onder leerling gestuurd onderwijs). [Ed.: Dat klopt.]



Strategie Stat. maat	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Gemiddelde	3,5	4,5	3,7	4,2	2,5	4,5	3,6	3,5	3,4	3,3
Mediaan	4,0	4,0	4,0	4,0	3,0	5,0	4,0	4,0	3,0	3,0
Modus	4	4	4	4	-	5	-	4	3	-
St. deviatie	1,3	0,5	1,1	0,7	1,5	0,7	0,9	0,8	0,8	1,2

Figuur 5.2: Strategieën om leerlingen enthousiast(er) te maken tijdens een wiskundeles: voorkeur van collega-wiskundeleraren (respondenten; let op: steekproef-omvang $n = 11$) weergegeven in een radardiagram (b) en tabel met statistische maten (o).

Beoordeling aspecten van eigen [wiskundelesvoorbereiding](#)

Uit onderstaande diagram en berekende statistische resultaten (zie figuur 5.3) valt op te maken dat (gemiddeld gezien) de respondenten oftewel collega-wiskundeleraren:

- I: Hun lessen vaak tot altijd voorbereiden.
- II: Een vaste lesindeling, opbouw en structuur geregeld tot vaak toepassen.
- III: Nooit, bijna nooit of soms een specifiek model voor leerstofordening gebruiken.
- IV: Geregeld tot vaak de opzet, indeling en inhoud volgen van de wiskundemethode.
- V: Oude presentaties en lesmateriaal soms, geregeld tot vaak hergebruiken.

Overigens is de standaarddeviatie oftewel de spreiding in de respons relatief groot bij de verschillende aspecten (met uitzondering van aspect II). In de toelichting geven de leraren-in-opleiding en beginnende leraren onder de respondenten [o.a. 1, 2, 4 en 5] ook aan dat er nog geen sprake is van hergebruik van lesmateriaal, en dat zij de lesmethode volgen vanwege weinig ervaring of conform stagerichtlijnen [respondenten 1 en 2].



Lesvoorbereiding aspecten	I	II	III	IV	V
Stat. maat					
Gemiddelde	4,4	3,7	1,5	3,4	2,7
Mediaan	5,0	4,0	1,0	4,0	3,0
Modus	5	4	0	4	4
Standaarddeviatie	1,2	0,4	1,5	1,1	1,5

Figuur 5.3: Aspecten in de voorbereiding van een wiskundeles: beoordeling van collega-wiskundeleraren (respondenten; let op: steekproef-omvang $n = 11$) weergegeven in een radardiagram (b) en tabel met statistische maten (o).

NB: In de vragenlijst (zie bijlage C) is stelling I geformuleerd als: “Ik bereid mijn lessen niet voor (voldoende leservaring)”. Bij de data-analyse is deze stelling om grafisch-numerieke redenen vervangen door “Ik bereid mijn lessen voor”. De bijbehorende score is als volgt afgeleid:
 $score\ nieuw = score\ 'altijd' [5] - score\ oud$.

Bronnen voor enthousiasmerend lesmateriaal

- Websites en webtools (Brainzilla, Geogebra, Euclidea); YouTube-filmpjes
- Docent ontwikkel team (DOT); Facebookgroep “Leraar Wiskunde”; overige ideeën van collega-wiskundeleraren en leerlingen
- Activerende werkvormen (boek); Euclides tijdschrift; lesmateriaal van (andere) lesmethoden; studiemateriaal; populairwetenschappelijk leesmateriaal
- Eigen creativiteit en ervaringen uit werk, stage, studie en het dagelijkse leven.

In hoeverre is het 6E-model geschikt als basis voor het uiteindelijke E6E-model?

Via het 'bestuderen van tekstbronnen' tijdens de kernactiviteiten 'richten' en 'verzamelen' ben ik tot de volgende opsomming van meest relevante punten gekomen rondom de geschiktheid van het **6E-model** als basis voor het **E6E-model**:

- 'De behavioristisch georiënteerde visie op leren en onderwijzen ... levert in het algemeen een onderwijsbeeld op van een actieve leraar en doorgaans passieve leerlingen, die lauw reageren op de toegediende prikkels tot leerstofconsumptie.' (Van der Veen & Van der Wal, 2016; p. 32)
- '... een constructivistische visie op leren en onderwijzen. Leren ziet men tegenwoordig vooral als een (sociaal) proces, waarin de lerende betekenis geeft aan informatie en persoonlijke en / of collectieve ervaringen.' (Van der Veen & Van der Wal, 2016; p. 32)
- '... om leerlingen tot leren te bewegen ... blijkt het effectief als docenten hoge verwachtingen hebben van het leren van leerlingen, als ze 'constructivistische' opvattingen hebben over lesgeven en als ze een cognitief uitdagende onderwijsaanpak en een activerende lesaanpak hanteren. Om dit in de klas te kunnen realiseren blijken een ordelijke en positief-ondersteunende leeromgeving en een heldere en gestructureerde manier van lesgeven noodzakelijk. Wil een docent dat allemaal voor elkaar krijgen, dan moet hij ... [Ed.: o.a.] uitgaan van instructiemethoden die tegemoetkomen aan de noden en wensen van de individuele leerlingen en van de groep ...' (Teitler, 2017; p. 75)
- Het 6E-model concretiseert de aanpak met constructivistische instructie gebaseerd op onder andere dat wiskunde leren constructivistisch gebeurt, en dat realistische contexten worden gebruikt als motivatie-verhogend element, maar inhouden contextvrij worden geformuleerd en deels contextvrij worden ingeoefend. (Windels, 2012)
- 'Het 6E-model stimuleert ... duidelijker leerlinggerichte en activerende werkvormen en focust expliciet op het engageren van de leerling.' (Windels, 2012; p. 25)
- 'Het 6E-model is een praktisch stappenplan ... een concrete ondersteuning bij het organiseren van een krachtige leeromgeving.' (Windels, 2012; pp. 25-26)

Uit deze citaten valt op te maken dat het niet-behavioristische maar constructivistische instructiemodel '6E' een eigentijds model is. Een model dat ruimte biedt voor aanpassingen en aanvullingen om er (meer dan nu al het geval is) motiverende en activerende aspecten aan toe te voegen. Het is daarom voor mij dan ook een geschikt model om als basis en uitgangspunt te fungeren voor de ontwikkeling van het uiteindelijke E6E-model waarmee doelgericht enthousiasmerende wiskundelessen kunnen worden geconstrueerd.

Welke aspecten m.b.t. een enthousiasmerende les zijn in te passen in het E6E-model? Welke aspecten zijn niet in te passen en worden bijvoorbeeld veronderstellingen?

Vanwege het geringe verschil (wel of niet) heb ik de analyseresultaten rondom deze twee deelvragen samengebundeld. Via het 'bestuderen van tekstbronnen' tijdens de kernactiviteiten 'richten' en 'verzamelen' ben ik tot de volgende niet-uitputtende lijst gekomen van aspecten die wel of niet zijn in te passen in het E6E-model; zie tabel 5.1. Daarbij heb ik ook gekeken naar de analyseresultaten met betrekking tot de voorgaande deelvragen, zoals bijvoorbeeld 'hoe en waarmee is een wiskundeles te enthousiasmeren?', aangevuld met eigen praktijkervaringen en inbreng.

NB: De scheidslijn tussen wel of niet in te passen in het E6E-model kan dun zijn. Concreet betekent wel of niet inpasbaar dat een item wel of niet te beïnvloeden is, voor te schrijven is en of op te nemen is in het bewuste E6E-model. Bijvoorbeeld, 'de docent toont zijn enthousiasme' is als voorschrift wel inpasbaar, echter 'de leerling toont zijn enthousiasme' is niet inpasbaar omdat dit afhangt van de situatie, iets persoonlijks is en voor een leerling niet is voor te schrijven.

Aspecten inpasbaar in het E6E-model	
Niet	Wel
Individuele leerling: • Persoonlijke (karakter)eigenschappen (bijv. initiatief, mindset en zelfvertrouwen) • Momentane gemoedstoestand (bijv. alertheid en humeur) • Persoonlijke interesses, ervaringen en leerdoelen. NB: Basisbehoeften van een leerling deels wel en deels niet; zie hieronder.	Constructivistische visie op leren en onderwijzen – Het 6E-model concretiseert de aanpak met constructivistische instructie gebaseerd op o.a. dat wiskunde leren constructivistisch gebeurt, en dat realistische contexten worden gebruikt als motivatie-verhogend element, maar inhouden contextvrij worden geformuleerd en deels contextvrij worden ingeoefend. Het 6E-model stimuleert ... duidelijker leerlinggerichte en activerende werkvormen en focust expliciet op het engageren van de leerling. (Windels, 2012; Van der Veen & Van der Wal, 2016; p. 32).
Wiskundeleraar / docent: • Persoonlijke (karakter)eigenschappen (bijv. gestructureerd en overtuigend) • 'Docent vaardigheden: om activiteiten in de klas te organiseren, instructie te geven en in het omgaan met leerlingen.' (Teitler, 2017; p. 31) • Imago opgebouwd binnen de school.	Efficiënte en effectieve voorbereiding van een enthousiasmerende wiskundeles die maximaal 45 tot 50 minuten duurt. Docenten stimuleren om: • Een afwisselend en gestructureerd lesprogramma op te stellen met duidelijke en relevante leerdoelen. • (Vak)enthousiasme en plezier uit te stralen. • Verbaal en non-verbale technieken toe te passen. • Leerwinst te evalueren (en complimenten uit te delen).
Schoolomgeving / leefklimaat: • School- en leefomgeving (bijv. locatie, staat van het gebouw en lokalen, faciliteiten) • Schoolstrategie en -beleid; vaste schoolregels en procedures • Lesmethode.	(Overige) enthousiasme-vergrotende strategieën toepassen; zie lijst met strategieën als analyseresultaat van desbetreffende deelvraag. NB: Zie ook hieronder, de aanvullende opmerkingen rondom leerling-gestuurd onderwijs.

Tabel 5.1: Aspecten met betrekking tot een enthousiasmerende wiskundeles die respectievelijk niet (l) of wel (r) zijn in te passen in het E6E-model.

De volgende aspecten zijn niet volledig (deels niet / deels wel) in te passen in het E6E-model ofwel niet expliciet als voorschrift terug te vinden in het model:

- De basisbehoeften van de individuele leerling (i.c., zich verbonden, competent en autonoom voelen) [Deci & Ryan, 2008] worden indirect behandeld in het E6E-model. Competentie en autonomie worden behandeld in de leerstappen met betrekking tot begincompetenties evalueren, ontdekkingen doen, kennis toepassen, expliciteren en eindcompetenties consolideren. En verbondenheid wordt beschouwd in de leerstappen die betrokkenheid, coöperatief leren, positieve interactie en differentiatie omvatten. Zie bijlage E (ontwerpeis #6) voor een nadere toelichting.

- Leerling-gestuurd onderwijs: vanuit de constructivistische visie gezien is het zo dat 'Leren ... in toenemende mate onder eigen regie van de lerende plaatsvindt. Externe sturing en monitoring van het leerproces, bijvoorbeeld door de leraar, maakt tijdens de ontwikkeling van de lerende geleidelijk aan plaats voor interne of zelfsturing.' 'Maar uit allerlei onderzoek en onderwijsexperimenten blijkt dat zelfsturing geleerd moet worden.' (Van der Veen & Van der Wal, 2016; p. 32, p. 154) In de basis zal het E6E-model in eerste instantie uitgaan van docent-gestuurd onderwijs.
- Een krachtige leeromgeving ondersteunt het leren als constructieproces en biedt daarvoor de nodige faciliteiten (Van der Veen & Van der Wal, 2016; p. 161). Een succesvolle toepassing van het E6E-model levert in feite deze krachtige leeromgeving. Tegelijkertijd zal de leeromgeving ook prettig en veilig (moeten) zijn. Dit hangt o.a. af van de groepsdynamiek, hoe de leerlingen met elkaar omgaan, elkaar vertrouwen geven en respecteren, oftewel of de klas een groep is (Ebbens & Ettekoven, 2015; p. 181). Hier moet het E6E-model wel vanuit gaan maar hierin is dit aspect niet expliciet verwerkt.
- Belangrijke elementen voor het bevorderen van wiskundige bekwaamheid⁵, en relevante sleutelbegrippen van effectief leren⁶ en factoren van invloed op het leergedrag⁷ worden beschreven door respectievelijk Van Streun (2016) en Ebbens & Ettekoven (2015). Ieder element komt min (impliciet) of meer (expliciet) terug in het E6E-model.

Met het bovenstaande zijn de bewuste deelvragen beantwoord. Aspecten die wel inpasbaar zijn in het E6E-model komen verderop veelal terug als ontwerpeis. Aspecten die relevant zijn maar niet (of deels) inpasbaar zijn, komen hierna veelal terug als randvoorwaarde.

Aan welke randvoorwaarden moet het E6E-model voldoen?

In dit geval zijn **randvoorwaarden** kritische factoren die bepalend zijn voor een succesvolle inzet van het E6E-model om een enthousiasmerende wiskundeles te realiseren. Zoals hierboven vermeld wordt de lijst met randvoorwaarden deels gevuld met aspecten die wel relevant (oftewel kritisch) zijn voor het model maar niet inpasbaar. Verder wordt onderstaande opsomming van randvoorwaarden nog aangevuld en ondersteund met items uit de enquêteresultaten (bijlage C).

- Hoe divers ook (qua karakter, gemoedstoestand, interesses, enz.) het is wel belangrijk dat de individuele leerling in de bewuste wiskundeklas een bepaalde (voldoende) mate van competentie en betrokkenheid heeft, iets boeiend vindt, zich inzet en meewerkt.
- Hoe divers ook (qua karakter, imago, enzovoort) het is wel belangrijk dat de wiskundeleraar voldoende kwaliteiten heeft en over vaardigheden beschikt om met leerlingen om te gaan, instructie te geven en activiteiten te organiseren in de klas.
- De school beschikt over de nodige faciliteiten, en in de basis staan de strategie en het beleid van de school, inclusief de schoolregels en procedures, en de geselecteerde lesmethode garant voor goed onderwijs. Een geleidelijke overgang van docent-gestuurd naar leerling-gestuurd onderwijs behoort tot de mogelijkheden. En elementen voor het bevorderen van wiskundige bekwaamheid en relevante sleutelbegrippen van effectief leren en factoren van invloed op het leergedrag worden ondersteund op school.

⁵ Componenten van wiskundige bekwaamheid die de doelen van wiskundeonderwijs vormen: "Weten dat", "Weten hoe", "Weten waarom", "Weten over weten" en "Houding" (Van Streun, 2016; p. 22)

⁶ Sleutelbegrippen van effectief leren: 1) heldere structuur in de opbouw van de leerstof, 2) juiste niveau van de leerstof, 3) betekenis geven aan de leerstof, 4) individuele aanspreekbaarheid, 5) zichtbaarheid van leren / denken, en 6) aandacht voor nieuwsgierigheid en motivatie. (Ettens & Ettekoven, 2015; p. 14)

⁷ Factoren die direct en merkbaar invloed hebben op goed leergedrag van leerlingen: 1) betekenis geven, 2) interesse in de leerling en veiligheid, 3) positieve benadering, 4) succesbeleving, 5) individuele aanspreekbaarheid, en 6) feedback, kennis van de resultaten. (Ettens & Ettekoven, 2015; p. 22)

- Er is sprake van een prettige en veilige leeromgeving/klimaat op school en in de klas (de klas is een groep) om uiteindelijk tot een krachtige leeromgeving te komen. NB: Dit geven respondenten #3 en #4 ook aan heel belangrijk te vinden, en in het verlengde daarvan vinden respondenten #8 en #10 een effectieve les en veel leren het belangrijkste.

Wat zijn de ontwerpeisen voor het E6E-model?

Hieronder is de lijst met eisen weergegeven waaraan het ontwerp van het E6E-model moet voldoen. Deze set van ontwerpeisen is samengesteld op basis van verzamelde gegevens: relevante tekstfragmenten uit geselecteerde literatuurbronnen (als uitkomsten van het 'bestuderen van tekstbronnen' in de kernactiviteiten 'richten' en 'verzamelen') en relevante informatie vanuit de afgenomen enquête onder collega-wiskundeleraren (i.c., het 'bevragen' in kernactiviteit 'verzamelen').

De **ontwerpeisen** voor het E6E-model zijn:

1. In de basis moet het E6E-model de uitgangspunten aanhouden van het constructivistische instructiemodel 6E.
2. Het gebruik van het E6E-model moet effectief leiden tot een ontwerp van een enthousiasmerende wiskundeles (en uiteindelijk tot [wiskunde]enthousiaste leerlingen).
3. Het E6E-model moet efficiënt⁸ te gebruiken zijn door wiskundeleraars voor het ontwerpen van een enthousiasmerende wiskundeles.
4. Het E6E-model moet een ontwerp opleveren van een (lesfase binnen een) 45-minuten-durende enthousiasmerende wiskundeles.
5. Het E6E-model moet aansturen op één of meerdere strategieën om een enthousiasmerende wiskundeles te realiseren: a) afwisseling in het lesprogramma aanbrengen, b) lesonderwerp contextrijk / betekenisvol maken, en c) leerling-vriendelijk en uitnodigend lesmateriaal inzetten (bijvoorbeeld, pakkende binnenkomer en leuke voorbeeldopgaven).
6. Het E6E-model moet leiden tot lesontwerpen die voldoen aan de basisbehoeften van de leerling: relatie (ik hoor erbij), competentie (ik kan het) en autonomie (ik kan het zelf).

De concrete herkomst ofwel oorsprong van elke ontwerpeis en de beoogde wijze waarop de ontwerpeis getoetst wordt, is uitgebreid beschreven in bijlage E.

5.2 Resultaten uit onderzoeksfase 2: innovatiecyclus naar het definitieve ontwerp

De deelvragen in onderzoeksfase 2 (innovatiecyclus) zijn achtereenvolgens gericht op het maken van het ontwerp van het E6E-model (één vraag), het testen en evalueren van dit ontwerp (twee vragen) en tenslotte voor het aanpassen van het ontwerp (één vraag). Hieronder worden de vier deelvragen één voor één beantwoord.

Hoe ziet het best passende ontwerp van het E6E-model eruit?

Wetende dat het E6E-model moet voldoen aan bovenstaande ontwerpeisen heb ik een **passend ontwerp** van het E6E-model gemaakt als onderdeel van de (eerste) kernactiviteit 'ontwerpen' van onderzoeksfase 2.

Als eerste heb ik **ontwerpvormen** gekozen en hulpbronnen gezocht. Uit eigen ervaring tijdens de lerarenopleiding en in de onderwijspraktijk weet ik dat de overzichtskaart van het 6E-model (Windels, 2012) een efficiënt hulpmiddel is bij het opzetten en voorbereiden van een les.

⁸ Gebruiksvriendelijk en eenvoudig, laagdrempelig, aantrekkelijk, inspirerend, uitnodigend en (relatief) tijdbesparend zijn in gebruik.

Daarnaast vind ik het praktisch om een standaard presentatie template voor handen te hebben waarin (conform het toegepaste model) concrete aanwijzingen zijn opgenomen voor invulling van de presentatie. Deze template inclusief aanwijzingen (bijv. als “onderwatertekst” of notities) vormt dan ook meteen een hand-out (oftewel een handleiding) van het model.

Met in gedachten de overzichtskaart van het 6E-model en de presentatie template / hand-out heb ik vervolgens het ontwerp van het E6E-model gemaakt. Het ontwerp (zie bijlage F) is een afgewogen keuze geweest waarbij ik verschillende **ontwerpideeën** heb onderzocht:

- **Naamgeving:** Als naam heb ik voor E6E-model gekozen omdat het model is gebaseerd, ofwel een uitbreiding is van het bestaande 6E-model. Dit wil ik duidelijk terug laten komen in de naamgeving. De extra E aan het begin van de gewijzigde modelnaam moet het enthousiasmerende karakter van het herziene model benadrukken. Een alternatieve gedachte was bijvoorbeeld om de naam symmetrisch te maken, i.c. “E83”; echter, de zichtbare connectie met het 6E-model via “E6E” heb ik uiteindelijk laten prevaleren.
- **Overzichtskaart:** Voor de uitbreiding van de bestaande overzichtskaart van het 6E-model (Windels, 2012) naar een praktische overzichtskaart van het E6E-model heb ik een aantal ontwerpideeën gevormd en beoordeeld op hun merites. Het toevoegen van een extra kolom met daarin enthousiasme-aspecten in de bestaande overzichtskaart bleek niet praktisch te zijn (hierdoor ontstaan smalle kolommen en of kleine lettergroottes, als ook veel overlap of verschuiving van 6E-modeltekst met al een enthousiasme-vergroterend karakter). Met het oog op het zo intact mogelijk houden van de bestaande 6E-model overzichtskaart heb ik uiteindelijk gekozen om te werken met verschillende kleuren en arceringen van de tekst; de originele tekst heb ik onveranderd met zwarte letters weergegeven, originele tekst met een enthousiasme-vergroterend karakter met blauwe letters, en nieuwe tekst met witte letters en blauwe arcering.
- **Presentatie template / hand-out:** Vanwege de praktische mogelijkheden en het wijdverspreide gebruik van PowerPoint heb ik de presentatie template in dat programma gemaakt. De aanwijzingen heb ik per presentatie-dia verwerkt in het notatieveld. In hand-out formaat (bijvoorbeeld als pdf-bestand af te drukken) verschijnt - overzichtelijk en (veelal) op één A4 - per presentatie-dia de feitelijke inhoud met eronder de bijbehorende notitie. Een soortgelijke uitwerking is ook mogelijk in bijv. Smart Notebook voor praktisch gebruik op het digibord (dit laat ik echter over aan de lezer).

Bijlage F bevat het uiteindelijke resultaat: het definitieve ontwerp van het E6E-model.

In hoeverre voldoet het E6E-model aan de randvoorwaarden en ontwerpisen?

Als onderdeel van de kernactiviteit ‘testen en verzamelen’ in onderzoeksfase 2 heb ik allereerst het ontworpen E6E-model getest door de overzichtskaart en template / hand-out te gebruiken bij het maken van een presentatie voor een fictieve wiskundeles over de product-som-methode. Bijlage G bevat het bewuste **testresultaat**. De wijze waarop het gebruik van het E6E-model tot specifieke testresultaten heeft geleid is [*cursief tussen haken*] aangegeven en beschreven in het notatieveld van elke presentatie-dia.

Parallel aan en na deze test heb ik data verzameld over het E6E-model ontwerp om vast te stellen of het ontwerp voldoet aan de randvoorwaarden en ontwerpisen. Dit heb ik gedaan door het ontwerp- en testmateriaal te ‘bestuderen’ middels een ‘**screening**’, oftewel door checklijsten van ontwerpisen en randvoorwaarden af te werken. De screening-resultaten van het voldoen van het E6E-model aan zowel de ontwerpisen als de randvoorwaarden zijn weergegeven in bijlage E. Wat betreft het voldoen aan ontwerpisen #2 en #3 kom ik op terug tijdens de behandeling van de volgende deelvraag.

Kort samengevat blijkt uit de screening dat het E6E-model in de basis de uitgangspunten van het 6E-model aanhoudt, het E6E-model een ontwerp oplevert van een 45-minuten-durende enthousiasmerende wiskundeles, het E6E-model de toepassing van enthousiasme-vergroten strategieën stimuleert, en dat het E6E-model in de basis (6E-model) al zorgdraagt voor lesontwerpen die voldoen aan de basisbehoeften van de leerling. En wat betreft de randvoorwaarden kan men er in het Nederlandse onderwijssysteem in het algemeen vanuit gaan dat zowel leerling als docent “geschikt” zijn in de context van het succesvol toepassen van het E6E-model. Daarnaast voeren middelbare scholen in Nederland -onder het toezicht van de onderwijsinspectie- een degelijk schoolbeleid, gebruiken ze gecertificeerde lesmethoden en beschikken ze over voldoende faciliteiten. Voor zover de publieke belangen in Nederland niet in het geding komen, kan de leerling centraal worden gesteld in het onderwijs (Onderwijsraad, 2017). In principe draagt dit bij aan geleidelijk meer leerling-gestuurd onderwijs en effectief leren. Daarnaast is wiskunde een kernvak op de middelbare school; het bevorderen van wiskundige bekwaamheid is dan ook vrijwel iedere schooldag aan de orde. Een prettig en veilig leerklimaat op school en in de klas is niet vanzelfsprekend; leerlingen, docenten, de school en ouders moeten daar samen aan werken. Meestal slaagt men daar ook in zodat er een goede basis bestaat om een krachtige leeromgeving te creëren (bijvoorbeeld m.b.v. het E6E-model).

Voor de definitieve beantwoording van de bewuste deelvraag heb ik naast bovengenoemde screening ook nog collega-wiskundeleraren ingezet als **focusgroep**. Ik heb hen voorzien van het ontwerp- en testmateriaal en hierover ‘bevraagd’. De resultaten hiervan worden gepresenteerd en besproken bij de behandeling van de volgende deelvragen.

Wat zijn de bevindingen van de betrokken wiskundeleraren wat betreft het E6E-model en de eerste testresultaten (i.c. een ontwerp van een enthousiasmerende wiskundelesfase als onderwijspraktijkvoorbeeld)?

De relevante bevindingen van collega-wiskundeleraren heb ik verkregen via het ‘bevragen’ (met een vragenlijst) in kernactiviteit ‘testen en verzamelen’. Dit betreft wederom een uitgebreide respons inclusief:

- Beoordeling in hoeverre het E6E-model voldoet aan de ontwerpeisen.
- Hun persoonlijke indruk en algemene beoordeling van het E6E-model plus (mogelijk) gebruik voor eigen doeleinden.
- Bevindingen van het eerste testresultaat, i.c. een wiskundeles over de product-som-methode in presentatievorm, en algemene opmerkingen.

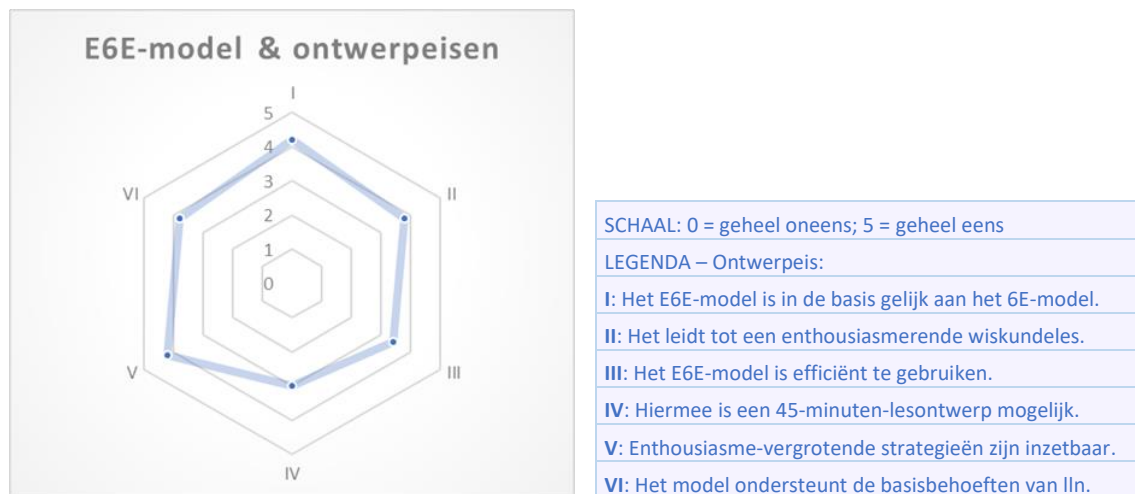
Samengevat als ook grafisch weergegeven en statistisch beschreven is hun respons als volgt (zie bijlage D voor de volledige reacties; i.c., enquêtevragen 3 t/m 6).

Mate waarin het E6E-model voldoet aan de ontwerpeisen

Uit onderstaande diagram en berekende statistische resultaten (zie figuur 5.4) valt op te maken dat (gemiddeld gezien per ontwerpeis) de collega-wiskundeleraren het voldoende tot geheel eens zijn met de stellingen dat het E6E-model **voldoet aan de ontwerpeisen**.

Gemiddeld gezien zijn de respondenten het eens (i.c., 4,2) met de stellingen dat het E6E-model in de basis gelijk is aan het 6E-model (eis I) en dat enthousiasme-vergroten strategieën inzetbaar zijn (eis V). Met het voldoen aan de ontwerpeis (IV) dat een 45-minuten-lesontwerp mogelijk is met het E6E-model, is men het minder eens echter -gemiddeld gezien- toch nog ‘voldoende eens’ (i.c., met een gemiddelde en de mediaan gelijk aan 3,0; en met een relatief grote standaarddeviatie van 1,1).

NB: In onderzoeksfase 2 geldt voor alle statistisch berekende waarden dat de steekproefomvang $n = 5$; respondent C heeft de gesloten enquêtevragen met een beoordelingsschaal alleen kwalitatief (tekstueel) beantwoord.



Ontwerpeis Stat. maat	I	II	III	IV	V	VI
Gemiddelde	4,2	3,8	3,4	3,0	4,2	3,8
Mediaan	4,0	4,0	4,0	3,0	4,0	4,0
Modus	-	4	4	-	4	-
St. deviatie	0,7	0,4	0,8	1,1	0,4	0,7

Figuur 5.4: Mate waarin het E6E-model voldoet aan de verschillende ontwerpeisen: beoordeling van collega-wiskundeleraren (respondenten; let op: steekproef-omvang $n = 5$) weergegeven in een radardiagram (b) en tabel met statistische maten (o).

Op basis van deze resultaten kan ik nu ook de vorige deelvraag omtrent het wel of niet voldoen van het E6E-model aan de ontwerpeisen positief beantwoorden. Het voldoen aan ontwerpeisen #2 en #3 (zie bijlage E; oftewel bovenstaande stellingen II en III in figuur 5.4) heb ik laten afhangen van het oordeel van collega-wiskundeleraren. De respondenten zijn het -gemiddeld gezien- eens met de stellingen (met een gemiddelde van 3,8 resp. 3,4; en een mediaan van 4,0 en modus van 4; en relatief gezien een lage tot gemiddelde standaarddeviatie van 0,4 resp. 0,8).

Persoonlijke indruk en beoordeling van het (gebruik van het) E6E-model

Uit onderstaande diagram en berekende statistische resultaten (zie figuur 5.5) valt op te maken dat de respondenten oftewel collega-wiskundeleraren (gemiddeld gezien):

- Het eens tot geheel eens zijn met dat het E6E-model ontwerp duidelijk is uitgewerkt [I] en dat het E6E-model (template) gebruiksvriendelijk is opgezet [IV].
- Het voldoende eens tot eens zijn met dat het E6E-model eenvoudig in gebruik is (of lijkt te zijn) [II] en het model (en template) laagdrempelig is [III].
- Het voldoende eens zijn met dat het model uitnodigt voor gebruik in de eigen lesvoorbereiding [V].
- Het oneens zijn met de stelling dat het E6E-model weerstand oproept [VI].

Wederom geldt hier voor alle statistisch berekende waarden dat de steekproefomvang $n = 5$ is (m.b.t. de laatste bullet merkt overigens ook respondent C op dat het model geen weerstand oproept).



Persoonlijke Stat. maat	I	II	III	IV	V	VI
Gemiddelde	4,2	3,6	3,6	4,2	3,0	1,0
Mediaan	4,0	3,0	4,0	4,0	3,0	1,0
Modus	-	3	4	-	-	1
St. deviatie	0,7	0,8	1,0	0,7	0,9	0,6

Figuur 5.5: Persoonlijk indruk van het E6E-model: beoordeling van collega-wiskundeleraren (i.c., respondenten; let op: steekproef-omvang $n = 5$) weergegeven in een radardiagram (b) en tabel met statistische maten (o).

In aanvulling op bovenstaande reacties op gesloten enquêtevragen hebben de respondenten hun bevindingen over (het gebruik van) het E6E-model ook doorgegeven via het beantwoorden van open enquêtevragen (zie bijlage D voor de volledige reacties; i.c., enquêtevragen 4 t/m 6). Kort samengevat luiden deze reacties:

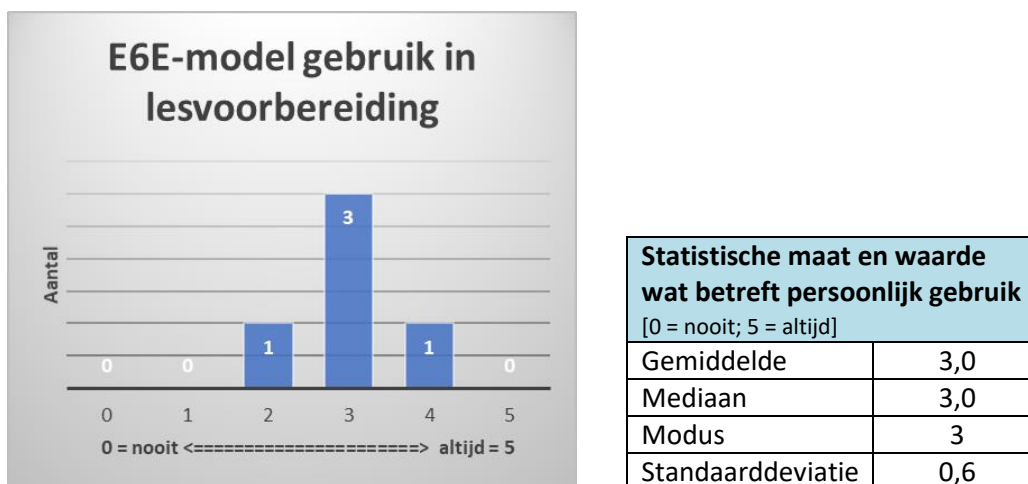
- Respondenten A, B en D geven aan het E6E-model ontwerpmateriaal (als ook het praktische nut ervan) duidelijk tot heel erg duidelijk te vinden. Respondent F zegt onder de indruk te zijn en wil het E6E-model gaan gebruiken in de onderwijspraktijk.
- Respondent B vindt wel dat het model (zowel 6E als E6E) niet heel toegankelijk is voor een onervaren docent en meer geschikt is voor een ervaren docent. [Ed.: Windels (2012) schrijft dat het maken van lesvoorbereidingen in het begin moeizaam gaat, maar dat gebruikers na een 15-tal lessen het 6E-model ervaren als een concrete ondersteuning.]
- Respondent D heeft behoefte aan een korte samenvatting van de belangrijkste punten om als geheugensteun te gebruiken tijdens de les. [Ed.: Toegevoegd in bijlage F.]
- Respondenten B en E refereren aan het mogelijke gevaar dat de lesuitvoering te veel E6E-model-gedreven wordt in plaats van voldoende aandacht te geven aan (vragen van) leerlingen; in dit verband wordt er gerefereerd aan ruimte voor improvisatie overlaten. [Ed.: Zie volgende deelvraag en hoofdstuk 6 met conclusies.]
- Respondent E worstelt met de lastige vraag: wanneer vinden de leerlingen iets boeiend? [Ed.: Deels gekoppeld aan niet-direct in het model inpasbare aspecten zoals (individuele) leerling interesses en een docentvaardigheid om dit te achterhalen.]

- Respondent F merkt op dat het praktisch gezien niet makkelijk zal zijn om bij elk type les een enthousiasmerende invulling te vinden (een les met uitleg over een nieuw onderwerp versus een les om meer te oefenen of leerstof op te halen); ook zet “F” een vraagteken bij de benodigde lesvoorbereidingstijd. [Ed.: zie bovenstaande opmerking van Windels (2012).]

(Mogelijk) Gebruik van het E6E-model voor eigen doeleinden

Zoals valt af te lezen in onderstaande diagram en berekende statistische resultaten zullen de respondenten het E6E-model soms, geregeld of vaak **gebruiken voor eigen doeleinden**. Bij meerderheid (modus is 3) en gemiddeld gezien (3,0) zal ‘geregeld’ gebruik worden gemaakt.

NB: Respondent F, een ervaren docent, licht de beoordeling nader toe en geeft aan niet zo van het volgen van een model te zijn; het “voelt” als veel werk, “F” heeft niet veel tijd en houdt vast aan een eigen stijl van lesvoorbereiding (“de grote valkuil voor ervaren docenten”).



Figuur 5.6: Het (mogelijke) gebruik van het E6E-model in de eigen lesvoorbereiding: beoordeling van collega-wiskundeleraren (i.c., respondenten; let op: steekproef-omvang $n = 5$) weergegeven in een staafdiagram (l) en tabel met statistische maten (r).

Bevindingen over het eerste testresultaat en overige opmerkingen rondom het E6E-model

Naast het ontwerp materiaal (zie bijlage F) ontvingen de ondervraagde collega-wiskundeleraren ook ter beoordeling het eerste **testresultaat** (zie bijlage G; i.c., een presentatie plus toelichtende notities van een wiskundeles over de product-som-methode). De uitgebreide reacties op de open enquêtevragen naar de bevindingen en enig andere opmerkingen zijn als volgt kort samen te vatten (zie bijlage D voor de volledige reacties; i.c., enquêtevragen #5 en #6).

- Respondent A vindt de les over de product-som-methode heel erg duidelijk en relationeel uitgelegd; respondent B verwoordt het als een erg goede en enthousiaste les waarbij de leerlingen actief aan het denken worden gezet. Respondent F vindt het een leuke les waar zeker over na is gedacht en met vele enthousiasmerende elementen.
- Respondenten B en E refereren aan het dobbelspel; “B” verwacht dat het dobbelspel voor enthousiasme en activiteit zorgt bij de leerlingen en “E” vindt het een leuk voorbeeld en goed qua context. Volgens respondent B trekken de spreken van Loesje ook de aandacht. Respondent C vindt de papegaai en de actieve werkvormen leuk.

- Respondent B is wel benieuwd of leerlingen het resultaat van het dobbelspel kunnen relateren aan de product-som-methode.
- Respondent C vindt de sheet van "Ontdekkingstocht (einde)" wat ingewikkeld ogen.
- Respondent D betwijfelt de nauwgezette tijdsplanning van het lesprogramma en noemt stress bij leerlingen als mogelijk gevolg. De suggestie is om alleen acties te noemen voor meer flexibiliteit. Verder suggereert "D" om op het eind nogmaals de leerdoelen te presenteren en te controleren of ze wel of niet zijn gerealiseerd door de leerlingen.
- Respondent E vindt het lastig inschatten hoe de balans is tussen docent-actief en leerlingen-actief in de ontworpen les.
- Respondent F noemt als kritische punten dat leerlingen alleen een kwadratisch drieterm leren ontbinden en dat het eindspel erg eenvoudig is en mogelijk niet enthousiasmerend.

Op welke wijze moet het E6E-model (na het testen) worden aangepast?

Voor de beantwoording van deze deelvraag heb ik wederom veel waarde gehecht aan de bevindingen van de collega-wiskundeleraars. Naast bovengenoemde respons betreft dit ook hun reacties op aanvullende open vragen naar (eventuele) **praktische problemen** die men in het algemeen voorziet met het gebruik van het E6E-model, en eventuele **suggesties voor verbetering en aanvulling**. Deze respons is als volgt samen te vatten (zie bijlage D voor de volledige reacties; enquêtevragen #5 en #6).

- Respondent A ziet enkel een probleem in de lege slides van de presentatie template en is heel erg benieuwd hoe leerlingen hierop (wellicht eenmalig verward zullen) reageren.
- [Zie ook vorige deelvraag] Respondenten B en E refereren aan het mogelijke gevaar dat de lesuitvoering te veel E6E-model-gedreven wordt in plaats van voldoende aandacht te geven aan (vragen van) leerlingen en ruimte over te laten voor improvisatie.
- [Zie ook vorige deelvraag] Respondent D betwijfelt de nauwgezette tijdsplanning van het lesprogramma en geeft als suggestie om alleen acties te noemen voor meer flexibiliteit.
- [Zie ook vorige deelvraag] Respondent D suggereert om op het eind de leerdoelen nogmaals te presenteren en te controleren of ze zijn gerealiseerd door de leerlingen.

Om tot het **definitieve ontwerp van het E6E-model** te komen (i.c., de overzichtskaart en de presentatie template / hand-out⁹ in bijlage F) heb ik op grond van bovenstaande opmerkingen en suggesties het eerste ontwerp nog als volgt aangepast:

- De oorspronkelijk lege dia's in de presentatie template en hand-out heb ik voorzien van de tekst "Voordat we verder gaan: zijn er vragen over deze leerstap?" Alternatieve suggesties / aanvullingen worden overgelaten aan de lezer / gebruiker van de template.
- Op dia #2 in de presentatie template (en bladzijde 2 van de hand-out) is de volgende notitie / referentie toegevoegd bij het woord lesprogramma: "Advies (voor flexibiliteit / improvisatieruimte): houd minimaal 10 minuten aan per lesprogramma-onderdeel of combinatie van onderdelen." Door de (tijd)planning van de lesonderdelen minder vast te leggen, heb je als docent meer ruimte en mogelijkheden om elk onderdeel te bekorten of te verlengen en daarmee ruimte te creëren voor bijvoorbeeld vragen van leerlingen.
- Op dia #13 in de presentatie template (en bladzijde 13 van de hand-out) is de volgende notitie / referentie toegevoegd na het woord leerdoelen: "Advies: herhaal de leerdoelen woordelijk en gebruik een open vierkantje als bullet om elk leerdoel af te kunnen vinken als gerealiseerd."

⁹ De tekstuele inhoud van de overzichtskaart, de presentatie template en de hand-out is nagenoeg gelijk. De gebruiksdoeleinden zijn echter verschillend: de kaart maakt onderdeel uit van het eindrapport; de presentatie template dient ter vergroting van het gebruikersgemak en is als hulpmiddel te gebruiken bij de wiskundelesvoorbereiding; en op de hand-out is de toelichting per leerstap goed leesbaar en daarom te gebruiken als gebruikershandleiding.

6 CONCLUSIES, DISCUSSIE EN REFLECTIE

Met mijn Onderzoek van Onderwijs (5EC variant) beoogde ik een variant van het constructivistische instructiemodel '6E' te ontwikkelen waarmee wiskundeleraren in het voortgezet onderwijs efficiënt en effectief een enthousiasmerende wiskundeles kunnen construeren. Mijn ontwerponderzoek bestond daartoe uit twee onderzoeksfasen: een eerste fase met een vooronderzoek naar ontwerpeisen, en een tweede fase met een innovatiecyclus gericht op het definitieve ontwerp van het nieuwe zogenaamde E6E-model.

Aan de basis van het E6E-model staat het originele 6E-model. Hieraan zijn verschillende elementen toegevoegd die het mogelijk maken om efficiënt en effectief een enthousiasmerende wiskundeles te construeren. Nieuwe elementen zijn: extra leerstappen met betrekking tot lesvoorbereiding/introductie en lesafsluiting, suggesties voor gebruik van (digitaal) lesmateriaal en aanwijzingen voor de wiskundedocent wat betreft eigen opstelling en handelen tijdens de les als ook aanpak van de lesinhoud. Hierdoor is met de inzet van het E6E-model het enthousiasmerende karakter van een wiskundeles (direct of indirect) te vergroten. De extra leerstap qua lesvoorbereiding zorgt er namelijk voor dat de les goed wordt voorbereid (inclusief keuze van enthousiasmestrategie, zie ook verderop). Verder dat het lesprogramma en de leerdoelen duidelijk worden gepresenteerd. Dat de wiskundeleraar goed voorbereid is, hierdoor vertrouwen bij de leerlingen wekt en enthousiast les kan geven. Verder geeft het E6E-model aan om de lesstof behapbaar en op enthousiaste wijze te behandelen. Dat er modern en aantrekkelijk lesmateriaal wordt ingezet. Er voldoende ruimte is voor differentiatie, groepswerk, vragen van leerlingen en feedback. En tenslotte, dat de voortgang wordt bewaakt en verwachtingen van de leerlingen worden gemanaged.

Overall draagt dit alles bij aan de basisbehoeften van een leerling: zich competent, autonoom en verbonden voelen, en is -met alle positieve hierboven geschetste leselementen- een enthousiaste leerling binnen handbereik. Met de uitvoering van mijn ontwerponderzoek heb ik mijn onderzoeksdoel dus bereikt (en de bijbehorende onderzoeksvraag beantwoord). Wiskundeleraren in het voortgezet onderwijs kunnen nu met het nieuwe E6E-model aan de slag en o.a. hiermee het probleem ofwel de uitdaging in de onderwijspraktijk aangaan: het enthousiast(er) maken van leerlingen over wiskunde.

Zowel de bestudeerde tekstbronnen als de ondervraagde collega-wiskundeleraren onderstrepen het belang van leer(ling)enthousiasme. Tijdens de wiskundeles zorgt het voor meer inzet en inspiratie onder de leerlingen; ze besteden meer aandacht aan het vak en ze onthouden de lesstof beter. Een positieve houding is essentieel, en enthousiasme in de vorm van motivatie en nieuwsgierigheid vormt één van de sleutels tot effectief leren. Tekstbronnen bevestigen dat als een leerling enthousiast is en echt iets wil dan wordt het vanzelf belangrijk. Het voorkomt bovendien verveling en wanordelijk gedrag van leerlingen. Een win-win situatie dus.

Het eerste ontwerp van het E6E-model als ook het eerste testresultaat (een enthousiasmerende wiskundeles over de product-som-methode) zijn goed ontvangen door de focusgroep van collega-wiskundeleraren. Zonder aanvullende ontwerpeisen en met slechts een klein aantal geringe aanpassingen ten opzichte van het eerste ontwerp is het definitieve ontwerp van het E6E-model afgerond en opgenomen in dit onderzoeksrapport. In bijlage F is deze te vinden in de vorm van een overzichtskaart en een handleiding (i.c., een presentatie in hand-out formaat).

Daarnaast heeft het onderzoek de volgende "compromis" definities opgeleverd van een (wiskunde)enthousiaste leerling en een enthousiasmerende wiskundeles:

Een (wiskunde)enthousiaste leerling vindt de lesopdracht interessant, is gemotiveerd en actief bezig, toont inzet en is betrokken, nieuwsgierig en leergierig, en heeft vertrouwen in de docent.

Een enthousiasmerende wiskundeles is een boeiende les die de interesse en nieuwsgierigheid bij leerlingen wekt; het lesonderwerp wordt betekenisvol gemaakt (ook voor het later nut); de gedreven docent staat enthousiast voor de klas en straalt dit ook uit; hij/zij geeft op spontane wijze les en deelt opdrachten uit die uitnodigend of uitdagend zijn voor de leerlingen; leerlingen worden positief benaderd en of beloond tijdens de les; de les wordt ondersteund met visualisaties.

Middels een enquête verkozen de respondenten oftewel collega-wiskundeleraren voor de volgende top drie van strategieën om leerlingen te enthousiasmeren in een wiskundeles:

1. Afwisseling aanbrengen in het lesprogramma en of de opbouw.
2. Leerling-vriendelijk en of -uitnodigend lesmateriaal inzetten.
3. Het lesonderwerp contextrijk en of betekenisvol maken.

Daarbij werd ook de suggestie gedaan om als wiskundeleraar vooral enthousiast te zijn over het vak en dat ook uit te stralen. Naast dat het E6E-model bovenstaande strategieën voorlegt, bevat het model -zoals eerder aangegeven- ook een apart item over het voorbereiden van het lesprogramma (inclusief afwisseling aanbrengen qua opzet, volgorde en inhoud), een apart item met bronnen en suggesties voor alternatief en eigentijds (digitaal) lesmateriaal en een apart item over het kaderen van het lesonderwerp in een realistische of vakoverschrijdende context. Motivatiestrategieën zijn ook als startpunt opgenomen in een schematische weergave van het [ideale] leerproces (zie figuur 2.1) dat ik heb opgesteld als onderdeel van mijn vooronderzoek (fase 1).

Discussie

Het best passende ontwerp. Of mijn ontwerp van het E6E-model ook daadwerkelijk het best passende ontwerp is, wil ik in het midden laten. In principe is (mijn inziens) alles voor verbetering vatbaar, dus ook het door mij ontworpen E6E-model. Het huidige ontwerp voldoet echter in ieder geval wel aan de gestelde ontwerpisen en randvoorwaarden. In die zin is het binnen mijn ontwerponderzoek een passend ontwerp van het E6E-model. Daarnaast herbergt het model ook de nodige flexibiliteit zodat -om terug te komen op een opmerking van één van de collega-wiskundeleraren- het model toegepast kan worden om een enthousiasmerende les te construeren zowel over een nieuw onderwerp als met herhaling en of oefening van de leerstof. Dit kan gerealiseerd worden door bijvoorbeeld één of meerdere toepasselijke enthousiasme-vergroten strategieën te volgen in de wiskundeles: een pakkende binnenkomer en het onderwerp betekenisvol maken bij een nieuw lesonderwerp, respectievelijk, vakoverstijgende toepassingen en uitdagende oefeningen inzetten bij herhaling en oefening van de leerstof. En sowieso helpt het altijd wanneer de wiskundeleraar (vak)enthousiasme toont en plezier uitstraalt.

Kwaliteit van het onderzoek. Overall heb ik de kwaliteit van mijn ontwerponderzoek zo hoog mogelijk proberen te houden en gewaarborgd door bij de uitvoering rekening te houden met de richtlijnen omtrent validiteit en betrouwbaarheid (o.a. zorgen voor triangulatie en transparantie). Door één van de respondenten in de eerste enquêteronde werden vraagtekens gezet bij de betrouwbaarheid van de resultaten op de gesloten vragen met een beoordelingsschaal (die tegen-intuïtief van opzet zou zijn met bijvoorbeeld "belangrijk" links en "onbelangrijk" rechts in plaats van andersom). Dit heb ik nauwkeurig bekeken als ook besproken met mijn begeleider. Mijn conclusie is dat de respondenten de vragen correct hebben geïnterpreteerd en zorgvuldig hebben ingevuld. Dit baseer ik vooral op de passende toelichtingen die respondenten geregeld hebben toegevoegd aan de bewuste vragen. De enquêteresultaten zijn m.i. dan ook

betrouwbaar. Overigens in de tweede enquête heb ik wel de opzet van de gesloten vragen met beoordelingsschaal aangepast conform het advies van de respondent.

Kwaliteit boven kwantiteit. Ondanks hun geringe aantal (kwantitatief gezien) hebben de elf respondenten in fase 1 en daarvan weer zes respondenten in fase 2 wel (kwalitatief gezien) veel, interessante en zeer bruikbare informatie en persoonlijke meningen gegeven. Hierdoor zal ik mijn onderzoek weliswaar niet als een kwantitatieve analyse mogen bestempelen maar als een kwalitatief onderzoek. Echter, bovenal heb ik met de waardevolle oordelen van mijn collega-wiskundeleraren een positieve respons en gefundeerde eerste indruk verkregen op (het gebruik van) het E6E-model. Daar waar ik kwantitatieve resultaten presenteren en of gebruik, maak ik nadrukkelijk het voorbehoud dat het resultaat is gebaseerd op een beperkte respons.

Tempo. Evenals bij het 6E-model zal waarschijnlijk het maken van lesvoorbereidingen met het E6E-model in het begin moeizaam verlopen. Uit onderzoek naar het gebruik van het 6E-model blijkt dat pas na een vijftiental lessen het model als een concrete ondersteuning wordt ervaren. Hoewel niet daadwerkelijk getest in de praktijk (mogelijk vervolgonderzoek), echter gezien de overeenkomsten tussen beide modellen, zal dit naar verwachting ook van toepassing zijn op het E6E-model. Daarnaast hoeven voor elke les niet alle door het model voorgeschreven leerstappen in detail uitgewerkt te worden; denk vooral ook aan het lestempo.

Leerling(behoefte) boven model. Respondenten geven het mogelijke gevaar aan dat de lesuitvoering te veel E6E-model-gedreven wordt in plaats van dat er voldoende aandacht wordt besteed aan (vragen van) de leerlingen. Dit gevaar is reëel en daarom is het zaak voor de lesvoorbereidende wiskundeleraar om naast het bovengenoemde lestempo ook de nodige ruimte over te laten voor improvisatie.

Persoonlijk coachen en reflectie uitlokken. Eén van de respondenten heeft hier terecht over opgemerkt dat dit twee verschillende dingen zijn. En bestempelde reflectie uitlokken als heel belangrijk en dat persoonlijk coachen juist vaak niet nodig zou moeten zijn (leerlingen deels verantwoordelijk maken voor het leerproces). Deze mogelijke enthousiasme-vergroten strategieën zijn daarom niet verder meegenomen in het ontwerponderzoek. Voor een eventueel vervolgonderzoek zou ik willen aanbevelen om deze aspecten alsnog nader te beschouwen en een gelijke behandeling te geven in deze context.

Wiskundelesmateriaal. Om mijn ontwerponderzoek te beperken tot een '5EC variant OvO' heb ik één van mijn oorspronkelijke onderzoek-ideeën laten varen. Dit betreft het verzamelen van (enthousiasme-vergroten) wiskundelesmateriaal inclusief het opzetten van een bijbehorende repository onder de naam "Heavy Mathal" (en heavymathal.nl of .com). Dat leg ik dan hierbij ook maar vast als aanbeveling voor eventueel vervolgonderzoek.

Leerlingen kiezen voor bèta / exact / techniek. Mijn ultieme doel is om (via het vak wiskunde) meer leerlingen te motiveren voor een technische vervolgopleiding en of een beroep in de techniek. Een belangrijke rol daarin is inderdaad weggelegd voor een (wiskunde)leraar. Draijer et al. (2017) merken op dat leerlingen aangeven dat het eigen enthousiasme van docenten voor bèta stimulerend werkt op hun interesse. Verder merkt Laarhoven (2012) op dat wiskunde een vakgebied is waar nog wat te behalen valt wat betreft techniekpromotie; wiskundedocenten staan er open voor en kunnen nog enthousiast(er) worden gemaakt. Maar voor een breder draagvlak moet de wiskunde-specifieke techniekpromotie dan wel meer aangeboden en of beter gestroomlijnd worden. Daar kan ik me helemaal in vinden en draag ik graag een steentje aan bij.

Reflectie

Mijn ontwerponderzoek heeft het beoogde resultaat opgeleverd: een E6E-instructiemodel waarmee efficiënt en effectief een enthousiasmerende wiskundeles geconstrueerd kan worden. Collega-wiskundeleraren in de focusgroep hebben het E6E-model (en het eerste testresultaat) goed ontvangen en zullen er gemiddeld gezien “geregeld” gebruik van maken in hun wiskundelesvoorbereiding. Gebruik van het model is ook voorzien voor de cursus Vakdidactiek Wiskunde van de Universiteit Twente. Deze resultaten en oordelen stemmen mij al (zeer) positief. Ik ben me er overigens wel van bewust dat het hier gaat om een positieve eerste indruk van het model en een kwalitatief onderzoek met een -statistisch gezien- beperkte onderbouwing.

Naast bovenstaande positieve resultaten inclusief de constructieve begeleiding en omvangrijke medewerking van collega-wiskundeleraren heeft de uitvoering van mijn ontwerponderzoek ook z'n mindere punten (die ik overigens zelf volledig in de hand had). Het onderzoek omvat meer werk en heeft langer geduurd dan gepland was. Deels kwam dit door mijn eigen enthousiasme, deels door mijn perfectionistische insteek en deels omdat ik na de meivakantie weer aan de slag ben gegaan als wiskundedocent op een middelbare school. Van het meerwerk ben ik echter wel een stuk wijzer geworden en de uiteindelijke vertraging in de planning is beperkt gebleven tot een paar maanden. Desondanks is mijn voornemen om een volgende keer eerder te beginnen met de concrete rapportage van al gereed zijnde onderdelen van het onderzoek, in plaats van pas op het eind alle verzamelde informatie te bundelen in een eindrapportage.

7 LITERATUUR

3TU (2018). *Studiewijzer Onderzoek van Onderwijs (10 ECTS) Studiejaar 2018-2019 – Voor studenten UT-Lerarenopleidingen*. Enschede: Lerarenopleidingen ELAN, Universiteit Twente.

Boekaerts, M. (2002). *Motivation to learn (Educational practices series–10)*. Brussels: International Academy of Education, and Geneva: International Bureau of Education.

Boer, E. de, et al. (1996). *Handboek zelfstandig leren – Tweede fase*. Loenen aan de Vecht: Edumedia bv. ISBN 9072153286

Bors, G., & Stevens, L. (2018). *De gemotiveerde leerling* (Vierde, ongewijzigde druk). Antwerpen-Apeldoorn: Uitgeverij Garant. ISBN 9789044124583

Deci, E., & Ryan, R. (2000). The “what” and “why” of goal pursuits: human needs and the self-determination of behavior. *Psychological inquiry*, 11(4), 227-268.

Deci, E., & Ryan, R. (2008). Facilitating optimal motivation and psychological well-being across life's domains. *Canadian Psychology*, 49(1), 14-23.

Donk, C. van der, & Lanen, B. van (2016). *Praktijkonderzoek in de school* (Derde, herziene druk). Bussum: Uitgeverij Coutinho. ISBN 9789046905135

Draijer, J., Bakker, A., Tromp, S., & Akkerman, S. (2017). *Interesses en studiekeuze van jongeren met bètatalent*. Utrecht: Universiteit Utrecht, Freudenthal Instituut / U-Talent

Ebbens, S., & Ettekenoven, S. (2015). *Effectief leren – Basisboek* (Vierde druk). Groningen / Houten: Noordhoff Uitgevers. ISBN 9789001873127

Hattie, J. (2014). *Leren zichtbaar maken*. Rotterdam: Bazalt Educatieve Uitgaven. ISBN 9789461182036

Heemskerk, I., Meijer, J., Eck, E. van, Volman, M., & Karssen, M., m.m.v. Els Kuiper (2011) EXPO II. *Experimenteren met ict in het PO, tweede tranche. Onderzoeksrapportage*. Amsterdam: Kohnstamm Instituut/POWL, UvA.

Hornstra, L., Weijers, D., Van der Veen, I., & Peetsma, T. (2016). *Motiverend lesgeven. Handleiding voor docenten*. Utrecht: Universiteit Utrecht.

Keller, J.M. (1987). Development and use of the ARCS model of instructional design. *Journal of Instructional Development*, 10(3), 2-10.

KleinJan, G.-J. (29 januari 2019). Wat wil de leerling zelf eigenlijk leren? *Trouw, de Verdieping*, 6-7.

Laarhoven, B. (2012). *Docenten en techniekpromotie – een onderzoek naar de effecten van techniekpromotie op die andere doelgroep* (Master). Eindhoven: Technische Universiteit Eindhoven.

Lingen, R. van (2018). *Een praktische lessenserie voor statistiek in 4 HAVO – Verslag van Onderzoek van Onderwijs (10 EC variant) Wiskunde*. Enschede: Universiteit Twente.

Martinot, M., Kuhlemeier, H., & Feenstra, H. (1988). Het meten van affectieve doelen: de validering en normering van de belevingsschaal voor Wiskunde (BSW). *Tijdschrift voor Onderwijsresearch*, 13, 65-76.

Mols, B., & Smeets, I. (2017). *Succesformules – Toepassingen van wiskunde*. Amsterdam: Platform Wiskunde Nederland. ISBN 9789082323504

Nelis, H., & Sark, Y. van (2018). *Motivatatie binnenstebuiten* (Zesde druk). Utrecht/Antwerpen: Kosmos Uitgevers. ISBN 9789021556383

Onderwijsraad (2017). *De leerling centraal?* Den Haag: Onderwijsraad. ISBN 9789461210586

Prestatiemotivatatie Test (z.d.). Opgevraagd op 13 april 2019 van www.123test.nl/prestatiemotivatatie.

Smid, H.J. (2015). *Zestig jaar hart voor wiskundeonderwijs – Een geschiedenis van het Nederlandse wiskundeonderwijs in 10 portretten*. Nederlandse Vereniging van Wiskundeleraren. ISBN 9789082367904

Streun, A. van (2016). Leren en onderwijzen van wiskunde. In P. Drijvers, A. van Streun, & B. Zwaneveld (red.), *Handboek Wiskundendidactiek* (Vijfde druk). Amsterdam: Epsilon Uitgaven. ISBN 9789050411301

Streun, A. van, & Kop, P. (2016). Wiskundige denkactiviteiten. In P. Drijvers, A. van Streun, & B. Zwaneveld (red.), *Handboek Wiskundendidactiek* (Vijfde druk). Amsterdam: Epsilon Uitgaven. ISBN 9789050411301

Tall, D. (2013). *How humans learn to think mathematically – Exploring the three worlds of mathematics*. New York: Cambridge University Press. ISBN 9781107668546

Teitler P. (2017). *Lessen in orde – Handboek voor de onderwijspraktijk* (derde, herziene druk). Bussum: Uitgeverij Coutinho. ISBN 9789046905531

UT (2017). *OvO – Addendum 5EC variant OvO voor bekwaamheidstraject ELAN*. Enschede: Lerarenopleidingen ELAN, Universiteit Twente.

Vanhoof, J., Broek, M. van de, Penninckx, M., Donche, V., & Petegem, P. van (2012). *Leerbereidheid van leerlingen aanwakken – Principes die motiveren, inspireren én werken*. Antwerpen: ACCO. ISBN 9789033488054

Veen, T. van der, & Wal, J. van der (2016). *Van leertheorie naar onderwijspraktijk* (Zesde druk). Groningen / Houten: Noordhoff Uitgevers. ISBN 9789001866204

Windels, B. (2012). Het 6E-model - Een richtsnoer voor zelfontdekkend wiskundeonderwijs met sterke sturing. *Nieuwe Wiskrant*, 32(2), 20-26.

Ziegler, G.M. (2012). Mathematics school education provides answers – To which questions? *EMS Newsletter*, June 2012, 8-11.

BIJLAGEN

- Bijlage A: Toegepaste methoden en instrumenten voor beantwoording deelvragen
- Bijlage B: Informed consent formulier
- Bijlage C: Vragenlijst en respons onderzoeksfase 1
- Bijlage D: Vragenlijst en respons onderzoeksfase 2
- Bijlage E: Lijsten met ontwerpeisen en randvoorwaarden
- Bijlage F: Definitieve ontwerp van het E6E-model
- Bijlage G: Test E6E-model - presentatiedia's wiskundeles over product-sommethode

(opzettelijk blanco)

BIJLAGE A: OVERZICHT TOEGEPASTE METHODEN EN INSTRUMENTEN VOOR BEANTWOORDING DEELVRAGEN

(opzettelijk blanco)

Toegepaste methoden en instrumenten voor beantwoording deelvragen

Onderstaande tabel geeft de methoden en instrumenten (van data verzamelen, analyseren en ontwerpen) weer die zijn gebruikt voor de beantwoording van de deelvragen. Deze deelvragen zijn in hoofdstuk 3 geformuleerd voor zowel fase 1 als fase 2 van het ontwerponderzoek.

Fase	Deelvraag	Toegepaste methode (en instrument) voor beantwoording van de deelvraag
1	a) Wat zijn de kenmerken van een enthousiaste leerling?	'Bestuderen van tekstbronnen' (open kijkpunt in kijkkader) en 'bevragen' (open vraag in enquête) hoofdzakelijk in kernactiviteit 'verzamelen' [en nogmaals in 'testen en verzamelen' in fase 2]. Beantwoording in kernactiviteit 'analyseren en concluderen' middels 'analyseresultaten van gestructureerde data illustreren'.
	b) Wat is een enthousiasmerende wiskundeles voor leerlingen?	Idem
	c) Waarom is leer(ling)enthousiasme tijdens een wiskundeles belangrijk?	'Bestuderen van tekstbronnen' (open kijkpunt in kijkkader) en 'bevragen' (open en gesloten enquêtevragen) hoofdzakelijk in kernactiviteit 'verzamelen'. Beantwoording in kernactiviteit 'analyseren en concluderen' via 'analyse-resultaten van gestructureerde data illustreren' en statistische berekeningsmethoden.
	d) Wat maakt leerlingen enthousiast tijdens een wiskundeles?	'Bestuderen van tekstbronnen' (open kijkpunt in kijkkader) in kernactiviteit 'richten' en kernactiviteit 'verzamelen'. Beantwoording in 'analyseren en concluderen' via 'analyse-resultaten van gestructureerde data illustreren'.
	e) Hoe en waarmee is een wiskundeles te enthousiasmeren?	Idem
	f) Wat zijn relevante ervaringen en suggesties van wiskundeleraren? [NB: Met betrekking tot enthousiasme-strategieën.]	'Bevragen' (open en gesloten enquêtevragen) in kernactiviteit 'verzamelen'. Beantwoording in kernactiviteit 'analyseren en concluderen' via 'analyseresultaten van gestructureerde data illustreren' en met behulp van statistische berekeningsmethoden.
	g) In hoeverre is het 6E-model geschikt als basis voor het uiteindelijke E6E-model?	'Bestuderen van tekstbronnen' (open kijkpunt in kijkkader) in de kernactiviteiten 'richten' en 'verzamelen'. Beantwoording in 'analyseren en concluderen' middels analysemethoden via 'analyse-resultaten van gestructureerde data illustreren'.
	h) Welke aspecten m.b.t. een enthousiasmerende les zijn in te passen in het E6E-model?	Idem
	i) Welke aspecten zijn niet in te passen en worden bijvoorbeeld veronderstellingen?	Idem
	j) Aan welke randvoorwaarden moet het E6E-model voldoen?	Idem
	k) Wat zijn de ontwerpeisen voor het E6E-model?	Idem

Fase	Deelvraag	Toegepaste methode (en instrument) voor beantwoording van de deelvraag
2	a) Hoe ziet het best passende ontwerp van het E6E-model eruit?	Bepaald tijdens de uitvoering van de eerste twee stappen in de kernactiviteit 'ontwerpen'. Gekozen ontwerpvormen: overzichtskaart van het model, presentatie template en handleiding.
	b) In hoeverre voldoet het E6E-model aan de randvoorwaarden en ontwerpeisen?	Teststrategieën (incl. evaluatiemethoden): 'screening' ('bestuderen' van het ontwerp- en testmateriaal) en 'focusgroep' ('bevragen' via een vragenlijst met open en gesloten vragen) in de kernactiviteit 'testen en verzamelen'. Beantwoording in kernactiviteit 'analyseren en concluderen' via 'analyseresultaten van gestructureerde data illustreren' en met behulp van statistische berekeningsmethoden.
	c) Wat zijn de bevindingen van de betrokken wiskundeleraren wat betreft het E6E-model en de eerste testresultaten (...)?	'Bevragen' (open en gesloten enquêtevragen) in de kernactiviteit 'testen en verzamelen'. Beantwoording in kernactiviteit 'analyseren en concluderen' via 'analyseresultaten van gestructureerde data illustreren' en met behulp van statistische berekeningsmethoden.
	d) Op welke wijze moet het E6E-model (na het testen) worden aangepast?	Bevragen' (open enquêtevragen) in de kernactiviteit 'testen en verzamelen'. Beantwoording in kernactiviteit 'analyseren en concluderen' via 'analyseresultaten van gestructureerde data illustreren'.

BIJLAGE B: INFORMED CONSENT FORMULIER

(opzettelijk blanco)

INFORMED CONSENT FORMULIER

Naam van het onderzoeksproject

'Yes, wiskunde nu!'

Doel van het onderzoek

Doel van het onderzoek is een variant van het constructivistische instructiemodel '6E' te ontwikkelen waarmee gericht een enthousiasmerende wiskundeles kan worden geconstrueerd. Het onderzoek wordt uitgevoerd/geleid door Paul Brok en u bent van harte uitgenodigd om hieraan deel te nemen.

Gang van zaken tijdens het onderzoek

U neemt deel aan een enquête waarin vragen zullen worden gesteld over het enthousiasmeren van leerlingen (in een eerste ronde: april 2019) en over het ontwikkelde instructiemodel 'E6E' (in een tweede ronde: juni 2019). Een voorbeeld van een typische vraag die u zal worden gesteld: "Waarmee maakt u tijdens de les uw leerlingen enthousiast(er) over wiskunde?".

Om deel te nemen aan dit onderzoek dient u tenminste 16 jaar te zijn, en in het bezit te zijn van een tweede- of eerstegraads lesbevoegdheid wiskunde of hiervoor in opleiding zijn.

Vergoeding

U ontvangt voor deelname aan dit onderzoek geen vergoeding. Door deel te nemen zult u mogelijk meer inzicht krijgen in het enthousiasmeren van leerlingen tijdens de wiskundeles en sowieso gebruik kunnen maken van het ontwikkelde instructiemodel. Het bredere doel van dit onderzoek is om leerlingen enthousiast(er) te maken over wiskunde, voor nu in het VO en voor het later nut.

Potentiële risico's en ongemakken

Er zijn geen fysieke, juridische of economische risico's verbonden aan uw deelname aan dit onderzoek. U hoeft geen vragen te beantwoorden die u niet wilt beantwoorden.

Vrijwilligheid

Uw deelname aan dit onderzoek is geheel vrijwillig. U kunt als deelnemer uw medewerking aan het onderzoek te allen tijde stoppen, of weigeren dat uw gegevens voor het onderzoek mogen worden gebruikt, zonder opgaaf van redenen. Dit betekent ook dat als u voorafgaand aan of tijdens het onderzoek besluit om af te zien van deelname aan dit onderzoek, dat dit op geen enkele wijze gevolgen voor u zal hebben. Tevens kunt u tot 5 werkdagen (bedenktijd) na inlevering van uw ingevulde enquête alsnog de toestemming intrekken die u heeft gegeven om gebruik te maken van uw gegevens. In deze gevallen zullen uw gegevens uit onze bestanden worden verwijderd en vernietigd.

Als u besluit om te stoppen met deelname aan het onderzoek, of als u vragen of klachten heeft, of uw bezorgdheid kenbaar wilt maken, of een vorm van schade of ongemak vanwege het onderzoek ervaart, neemt u dan s.v.p. contact op met de onderzoeksleider via p.h.h.brok@student.utwente.nl.

Vertrouwelijkheid van gegevens

Uw privacy is en blijft maximaal beschermd. Er wordt op geen enkele wijze vertrouwelijke informatie of persoonsgegevens van of over u naar buiten gebracht, waardoor iemand u zal kunnen herkennen. Voordat de onderzoeksgegevens naar buiten worden gebracht, worden uw gegevens **anoniem** gemaakt. Het door u ingevulde enquêteformulier wordt voorzien van een nummer (in volgorde van binnenkomst). De onderzoeksleider is verantwoordelijk voor deze nummering en zal de koppeling van uw naam met uw formulier/gegevens niet delen met anderen.

In het onderzoeksrapport en eventuele publicatie of presentatie zullen alleen anonieme gegevens worden gebruikt. Formulieren en andere documenten die in het kader van dit onderzoek worden gemaakt of verzameld, worden opgeslagen op een -met een wachtwoord- beveiligde computer van de

onderzoeksleider. Noodzakelijke documenten (alleen met anonieme gegevens) worden opgeslagen op een beveiligde locatie bij de Universiteit Twente. Op een beveiligde site van de Universiteit Twente zal de finale versie van het onderzoeksrapport toegankelijk zijn voor, en te downloaden zijn door docenten en studenten van de Universiteit Twente.

Toestemmingsverklaring

Met uw ondertekening van dit document geeft u aan dat u minstens 16 jaar oud bent; dat u goed bent geïnformeerd over het onderzoek, de manier waarop de onderzoeksgegevens worden verzameld, gebruikt en behandeld en welke eventuele risico's u zou kunnen lopen door te participeren in dit onderzoek. Indien u vragen had, geeft u bij ondertekening aan dat u deze vragen heeft kunnen stellen en dat deze vragen duidelijk zijn beantwoord. U geeft aan dat u vrijwillig akkoord gaat met uw deelname aan dit onderzoek. U ontvangt een kopie van dit ondertekende toestemmingsformulier.

Ik ga akkoord met deelname aan het onderzoek geleid door Paul Brok. Het doel van dit document is om de voorwaarden van mijn deelname aan het onderzoek vast te leggen.

1. Ik kreeg voldoende informatie over dit onderzoek. Het doel van mijn deelname als geënquêteerde in dit onderzoek is voor mij helder uitgelegd en ik weet wat dit voor mij betekent.
2. Mijn deelname als geënquêteerde in dit onderzoek is vrijwillig. Er is geen expliciete of impliciete dwang voor mij om aan dit onderzoek deel te nemen.
3. Mijn deelname houdt in dat ik word geënquêteerd. Het invullen van de vragenlijst zal ca. 15 minuten (1e ronde) en 30 minuten (2e ronde) duren. Het is mij duidelijk dat ik op elk gewenst moment mijn deelname, zonder opgave van reden, kan stoppen.
4. Ik heb het recht om vragen niet te beantwoorden.
5. Ik heb van de onderzoeksleider de uitdrukkelijke garantie gekregen dat de onderzoeksleider er zorg voor draagt dat ik niet ben te identificeren in door het onderzoek naar buiten gebrachte gegevens, rapporten of artikelen. Mijn privacy is gewaarborgd als deelnemer aan dit onderzoek.
6. Ik heb de garantie gekregen dat dit onderzoeksproject is beoordeeld en goedgekeurd door de Ethische Commissie van de Faculty of Behavioural, Management and Social sciences (BMS) op de Universiteit Twente. Voor bezwaren met betrekking tot de opzet en of uitvoering van het onderzoek kan ik me wenden tot de Secretaris van de BMS Ethische Commissie via ethicscommittee-bms@utwente.nl.
7. Ik heb dit formulier gelezen en begrepen. Al mijn vragen zijn naar mijn tevredenheid beantwoord en ik ben vrijwillig akkoord met deelname aan dit onderzoek.
8. Ik heb een kopie ontvangen van dit toestemmingsformulier dat ook ondertekend is door de onderzoeksleider.

Naam deelnemer

Handtekening

Datum

Naam onderzoeksleider

Handtekening

Datum

BIJLAGE C: VRAGENLIJST EN RESPONS ONDERZOEKSFASE 1

- Vragenlijst onderzoeksfase 1
- Overzicht van respons op vragenlijst onderzoeksfase 1

(opzettelijk blanco)

Uitnodiging onderzoek | 'Yes, wiskunde nu!' | Introductie vragenlijst

Hierbij nodig ik je graag uit om deel te nemen aan mijn ontwerponderzoek met als titel: 'Yes, wiskunde nu!'. Dit onderzoek voer ik uit als student van de lerarenopleiding (ELAN) van de Universiteit Twente en specifiek in het kader van de cursus Onderzoek van Onderwijs.

Het doel van mijn onderzoek is een variant van het constructivistische instructiemodel '6E' te ontwikkelen waarmee wiskundeleraren in het voortgezet onderwijs efficiënt en effectief een enthousiasmerende wiskundeles kunnen construeren. Het onderzoeksresultaat is dus wellicht ook interessant voor jou.

Voor de samenstelling van ontwerpeisen en -in een later stadium- de evaluatie van het nieuwe model ('E6E' genaamd) is jouw input in de vorm van het invullen van twee korte vragenlijsten essentieel. De eerste vragenlijst kost je ongeveer 15 minuten om in te vullen; de tweede vragenlijst (pas in de eerste helft van juni) ongeveer een half uur.

Je deelname aan dit ontwerponderzoek is volledig vrijwillig en je kunt je op elk moment terugtrekken. Het staat je ook vrij om bepaalde vragen niet te beantwoorden.

De universiteit is van mening dat er geen bekende risico's zijn verbonden aan dit onderzoek. Zoals met alle digitale activiteiten is het risico van inbreuk echter altijd aanwezig. Voor zover mogelijk zullen je antwoorden in dit onderzoek vertrouwelijk blijven. We minimaliseren eventuele risico's door je bijdrage zo spoedig mogelijk op te slaan in een wachtwoord-beveiligde omgeving. In de rapportage van mijn onderzoek zullen jouw bijdragen anoniem, niet-traceerbaar en gelijkwaardig worden verwerkt en opgenomen in het totaal van bijdragen van collega-wiskundeleraren. Hiermee verwacht ik de anonimiteit en vertrouwelijkheid te kunnen waarborgen.

Alvast hartelijk dank voor je medewerking en bijdragen! Neem gerust contact met mij op voor eventueel aanvullende informatie over mijn ontwerponderzoek.

Paul Brok

E-mail: p.h.brok@student.utwente.nl of brok.paul@gmail.com

Telefoon | SMS | WhatsApp: 

PS: Het ingevulde enquêteformulier en het ondertekende 'informed consent' formulier s.v.p. voor 18 mei a.s. retourneren als bestand of scan naar bovenstaand e-mailadres of als foto via WhatsApp. Dank alvast voor alle moeite!

1. Een (wiskunde)enthousiaste leerling vindt de lesopdracht leuk, interessant en belangrijk om te doen, is actief, gemotiveerd en geconcentreerd bezig, en gaat vol vertrouwen uitdagingen aan en werkt samen met klasgenoten. → Met welk(e) kenmerk(en) ben je het niet eens (s.v.p. doorstrepen in de voorgaande zin); welk(e) kenmerk(en) zou jij willen toevoegen:

2. Een enthousiasmerende wiskundeles is een boeiende les die de interesse en nieuwsgierigheid bij leerlingen opwekt; het lesonderwerp sluit aan bij hun leefwereld of wordt betekenisvol gemaakt; de gedreven docent geeft op spontane wijze les en deelt opdrachten uit die uitnodigend en uitdagend zijn voor de leerlingen; naar eigen keuze voeren ze de opdrachten zelfstandig uit of in samenwerking met één of meerdere klasgenoten en of met coaching van de docent. → Met welk(e) kenmerk(en) ben je het niet eens (s.v.p. doorstrepen in de voorgaande zin); welk(e) kenmerk(en) zou jij willen toevoegen:

3. Leerenthousiasme in de wiskundeles

In hoeverre vind je dit aspect belangrijk? Heel belangrijk ← 0 0 0 0 0 0 → Geheel onbelangrijk
 Waarom (of welk aspect vind je belangrijker)?

4. Strategieën waarmee je je leerlingen enthousiast(er) kunt maken tijdens de wiskundeles

Je interpersoonlijke aanpak per les(fase) veranderen.	Geheel eens ← 0 0 0 0 0 0 → Geheel oneens
Afwisseling aanbrengen in lesprogramma / opbouw.	Geheel eens ← 0 0 0 0 0 0 → Geheel oneens
Leerling-gestuurd onderwijs bieden.	Geheel eens ← 0 0 0 0 0 0 → Geheel oneens
Het lesonderwerp contextrijk/betekenisvol maken.	Geheel eens ← 0 0 0 0 0 0 → Geheel oneens
De historie van het lesonderwerp vertellen.	Geheel eens ← 0 0 0 0 0 0 → Geheel oneens
Leerling-vriendelijk/uitnodigend lesmateriaal inzetten.	Geheel eens ← 0 0 0 0 0 0 → Geheel oneens
Samenwerking tussen leerlingen stimuleren.	Geheel eens ← 0 0 0 0 0 0 → Geheel oneens
Gebruik maken van webtools en digi-middelen (ICT).	Geheel eens ← 0 0 0 0 0 0 → Geheel oneens
Lessen afwisselen met praktische opdracht/practica.	Geheel eens ← 0 0 0 0 0 0 → Geheel oneens
Lestijd reserveren voor een wiskundig spel / puzzel.	Geheel eens ← 0 0 0 0 0 0 → Geheel oneens
Reflectie uitlokken / leerling persoonlijk coachen.	Geheel eens ← 0 0 0 0 0 0 → Geheel oneens
Overige suggestie(s):	

5. Jouw voorbereiding van een wiskundeles

Ik bereid mijn lessen <u>niet</u> voor (voldoende leservaring).	Altijd ← 0 0 0 0 0 0 → Nooit
Ik gebruik een vaste lesindeling, opbouw en structuur.	Altijd ← 0 0 0 0 0 0 → Nooit
Ik gebruik een specifiek model voor leerstofordening.	Altijd ← 0 0 0 0 0 0 → Nooit
Ik volg de opzet, indeling en inhoud van de wiskundemethode.	Altijd ← 0 0 0 0 0 0 → Nooit
Ik hergebruik mijn oude presentaties en lesmateriaal.	Altijd ← 0 0 0 0 0 0 → Nooit
Toelichting (bijv. welk model of lesindeling):	

6. Wat zijn jouw bronnen (bijv. een boek of website) voor enthousiasmerend lesmateriaal?

.....

Overzicht van de respons op de vragenlijst in onderzoeksfase 1

1. Een (wiskunde)enthousiaste leerling vindt de lesopdracht leuk, interessant en belangrijk om te doen, is actief, gemotiveerd en geconcentreerd bezig, en gaat vol vertrouwen uitdagingen aan en werkt samen met klasgenoten. → Met welk(e) kenmerk(en) ben je het niet eens (s.v.p. doorstrepen in de voorgaande zin); welk(e) kenmerk(en) zou jij willen toevoegen:

Respondent	Niet eens met	Toe te voegen kenmerk(en)
1	"Geconcentreerd" Ik denk niet dat elke enthousiaste leerling ook direct geconcentreerd kan zijn. Verschillende redenen (of aandoeningen) kunnen er voor zorgen dat een leerling zich moeilijk kan concentreren, ondanks dat hij/zij enthousiast is.	Ik zou nog willen toevoegen dat het voor een leerling zinvol/nuttig moet voelen om aan de slag te gaan.
2	-	Snapt waar hij/zij mee bezig is of begrijpt wat hij/zij aan het doen is.
3	"belangrijk om te doen"; "geconcentreerd"; "werkt samen met klasgenoten"	-
4	"belangrijk om te doen"	Straalt plezier uit.
5	"belangrijk"; "geconcentreerd"; "gaat vol vertrouwen uitdagingen aan en werkt samen met klasgenoten"	Nieuwsgierig, betrokken, leergierig.
6	"vol vertrouwen"; "werkt samen" Een wiskunde-enthousiaste leerling kan best onzeker zijn, en sommigen werken ook liever alleen.	-
7	"en werkt samen met klasgenoten"	Stelt verdiepende vragen over het onderwerp.
8	"belangrijk om te doen"; "werkt samen met klasgenoten" Hoewel "belangrijk om te doen" soms tot enthousiasme kan leiden, is het wat mij betreft geen verplicht onderdeel van enthousiasme. Ik ben vaak genoeg enthousiast over iets wat niet per se belangrijk is om te doen (bijvoorbeeld een serie op Netflix kijken). Een leerling kan dus ook best enthousiast zijn omdat ie iets leuk vindt, ondanks dat het misschien niet altijd belangrijk is. Verder kan je volgens mij ook enthousiast zijn zonder samen te werken, dus dat zou ik ook niet als verplicht onderdeel van definitie hanteren. Een leerling die in z'n eentje heel blij en vrolijk aan een som werkt zou ik ook enthousiast willen noemen.	-
9	"leuk"; "vol vertrouwen"; "werkt samen met klasgenoten"	-
10	"belangrijk"; "geconcentreerd"; "vol vertrouwen"; "werkt samen"	Schiet me geen toevoeging te binnen.
11	"en gaat vol vertrouwen uitdagingen aan en werkt samen met klasgenoten"	Heeft vertrouwen in de docent.

2. Een enthousiasmerende wiskundeles is een boeiende les die de interesse en nieuwsgierigheid bij leerlingen opwekt; het lesonderwerp sluit aan bij hun leefwereld of wordt betekenisvol gemaakt; de gedreven docent geeft op spontane wijze les en deelt opdrachten uit die uitnodigend en uitdagend zijn voor de leerlingen; naar eigen keuze voeren ze de opdrachten zelfstandig uit of in samenwerking met één of meerdere klasgenoten en of met coaching van de docent. → Met welk(e) kenmerk(en) ben je het niet eens (s.v.p. doorstrepen in de voorgaande zin); welk(e) kenmerk(en) zou jij willen toevoegen:

Respondent	Niet eens met	Toe te voegen kenmerk(en)
1	-	Ik zou nog toevoegen dat leerlingen positief benaderd/beloofd worden tijdens de les.
2	-	-
3	"naar eigen keuze"	"... Leerlingen zijn met volle aandacht bij de les zonder hier moeite voor te moeten doen." (misschien valt dit onder boeiend)
4	-	De docent staat enthousiast voor de klas en straalt dit uit.
5	Ik ben het met alle kenmerken eens, dus vandaar dat ik er geen heb doorgestreept.	Het kenmerk dat ik nog zou toevoegen: ontdekkingstocht.
6	"naar eigen keuze" Naar eigen keuze kan, hoeft niet per se denk ik.	-
7	Niet alle kenmerken hoeven zichtbaar te zijn.	Hoofdkenmerk is dat een leerling verrast wordt door het probleem en de wijze van oplossen.
8	"naar eigen keuze voeren ze de opdrachten zelfstandig uit of in samenwerking met één of meerdere klasgenoten en of met coaching van de docent." *)	
9	"en"	"... uitnodigend of uitdagend" (i.p.v. "en")
10	"sluit aan bij hun leefwereld"; "naar eigen keuze"	Schiet me geen toevoeging te binnen.
11	"sluit aan bij hun leefwereld of"; "naar eigen keuze"; "ze"; "en of"	De les wordt altijd ondersteund door animatie.

*) Resterende deel van de reactie van respondent #8: Ook hier vind ik dat er wel erg veel eisen zijn voordat iets een enthousiasmerende les genoemd mag worden. Als aan alle bovenstaande voorwaarden voldaan is, behalve dat ze niet mogen kiezen tussen zelfstandig/samenwerken maar dat de docent voor een van die twee opties gekozen heeft, is de les dan niet enthousiasmerend? Definitie 1 en 2 spreken elkaar nu ook enigszins tegen, want een leerling kan volgens de eerste definitie alleen maar enthousiast zijn als ie samenwerkt, terwijl deze definitie ook enthousiasmerende lessen omvat waarin zelfstandig gewerkt wordt – dus, volgens jou definities kan je in sommige soorten enthousiasmerende wiskundelessen per definitie geen enthousiaste leerlingen hebben :) Dat probleem is overigens al verholpen door de doorhaling van “werkt samen met klasgenoten” die ik in definitie 1 heb gedaan. Ik twijfel ook over “sluit aan bij hun leefwereld”. Vaak is dat inderdaad een belangrijk/nuttig onderdeel van enthousiasmeren, maar ik kan me ook best een les voor vwo Wiskunde D voorstellen waarin iets heel abstracts op een superboeiende manier behandeld wordt, zonder dat het aansluit op de leefwereld. Valt dat dan niet onder enthousiasmerende wiskundelessen?

3. Leerenhousiasme in de wiskundeles

In hoeverre vind je dit aspect belangrijk? Heel belangrijk ← 0 0 0 0 0 0 → Geheel onbelangrijk
 Waarom (of welk aspect vind je belangrijker)?

Respondent	Mate van belang [0 = geheel onbelangrijk] [5 = heel belangrijk]	Waarom (of welk aspect vind je belangrijker)?
1	5	Heel belangrijk, het is een wisselwerking tussen docent en leerlingen. Een enthousiaste docent helpt leerlingen te enthousiasmeren, enthousiaste leerlingen zorgen voor een enthousiaste docent.
2	5	Als een leerling enthousiast is over wiskunde, zal die leerling sneller geneigd zijn zich in te zetten voor het vak. Ook zal de leerling sneller en beter de stof tot zich nemen.
3	3	Algemeen geluk van de leerling en veilig gevoel vind ik belangrijker. Ik heb liever dat al mijn leerlingen zich prettig voelen in mijn les, dan dat ze allemaal zin hebben om wiskunde te leren.
4	4	Werk/klas-sfeer vind ik belangrijker.
5	4	Ik ben van mening dat het een enthousiasmerende wiskundeles en het leerenhousiasme erg belangrijk is in een les. Naar mijn idee zullen de leerlingen meer van de lesstof onthouden als het met enthousiasme wordt gebracht. Daarnaast zorgt het leerenhousiasme bij leerlingen ook voor motivatie en zullen zij meer bereid zijn om zich in te zetten voor het vak.
6	4	Zorgt wel voor meer plezier, betere prestaties en minder frustraties. Structuur ook belangrijk.
7	4	-
8	4	Ik heb niet "heel belangrijk" omdat soms iets ook gewoon wat minder leuk kan zijn in het leven. Uiteraard proberen we ons onderwijs zo interessant en enthousiasmerend mogelijk te maken, dus ik vind het belangrijk, maar het is wat mij betreft niet het allerhoogste doel. Het belangrijkste is dat er veel geleerd wordt (maar liefst uiteraard met enthousiasme). Beetje gevaarlijk om "belangrijk" links en "onbelangrijk" rechts te zetten in een enquête; dat voelt nogal tegenintuïtief. Als iemand niet goed leest dan zet ie wellicht een kruisje rechts met het idee dat dat hoger is. Ik betwijfel daarom of de resultaten op deze vraag heel betrouwbaar zullen zijn. Hmm, hetzelfde geldt overigens hieronder bij de resterende vragen.
9	5	Het bevordert het leren, heeft positief effect op de sfeer.
10	4	Effectiviteit van de les ligt voorop. Heel enthousiast maar niet leren is geen goede les.
11	3	Wiskunde onderwijzen niet verbinden aan het woord leren.

Statistische maat en waarde wat betreft belang leerenhousiasme	
Gemiddelde	4,1
Mediaan	4,0
Modus	4
Standaarddeviatie	0,7

4. Strategieën waarmee je je leerlingen enthousiast(er) kunt maken tijdens de wiskundeles

Je interpersoonlijke aanpak per les(fase) veranderen.
 Afwisseling aanbrengen in lesprogramma / opbouw.
 Leerling-gestuurd onderwijs bieden.
 Het lesonderwerp contextrijk/betekenisvol maken.
 De historie van het lesonderwerp vertellen.
 Leerling-vriendelijk/uitnodigend lesmateriaal inzetten.
 Samenwerking tussen leerlingen stimuleren.
 Gebruik maken van webtools en digi-middelen (ICT).
 Lessen afwisselen met praktische opdracht/practica.
 Lestijd reserveren voor een wiskundig spel / puzzel.
 Reflectie uitlokken / leerling persoonlijk coachen.
 Overige suggestie(s):

Geheel eens ← 0 0 0 0 0 0 → Geheel oneens
 Geheel eens ← 0 0 0 0 0 0 → Geheel oneens
 Geheel eens ← 0 0 0 0 0 0 → Geheel oneens
 Geheel eens ← 0 0 0 0 0 0 → Geheel oneens
 Geheel eens ← 0 0 0 0 0 0 → Geheel oneens
 Geheel eens ← 0 0 0 0 0 0 → Geheel oneens
 Geheel eens ← 0 0 0 0 0 0 → Geheel oneens
 Geheel eens ← 0 0 0 0 0 0 → Geheel oneens
 Geheel eens ← 0 0 0 0 0 0 → Geheel oneens
 Geheel eens ← 0 0 0 0 0 0 → Geheel oneens

Respondent	Enthousiasme-strategieën tijdens wiskundeles **)									
	[0 = geheel oneens; 5 = geheel eens]									
	<i>I: Je interpersoonlijke aanpak per les(fase) veranderen.</i> <i>II: Afwisseling aanbrengen in lesprogramma / opbouw.</i> <i>III: Leerling-gestuurd onderwijs bieden.</i> <i>IV: Het lesonderwerp contextrijk / betekenisvol maken.</i> <i>V: De historie van het lesonderwerp vertellen.</i>					<i>VI: Leerling-vriendelijk / -uitnodigend lesmateriaal inzetten.</i> <i>VII: Samenwerking tussen leerlingen stimuleren.</i> <i>VIII: Gebruik maken van webtools en digi-middelen (ICT).</i> <i>IX: Lessen afwisselen met praktische opdracht / practica.</i> <i>X: Lestijd reserveren voor een wiskundig spel / puzzel.</i>				
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
1	3	4	5	5	1	4	3	3	3	3
2	4	5	5	4	3	4	4	3	3	5
3	4	5	4	5	4	5	4	4	3	4
4	4	5	3	4	1	4	5	5	4	2
5	5	4	2	4	0	3	3	4	3	3
6	4	4	4	5	4	4	4	4	3	4
7	4	4	4	3	2	5	5	4	3	1
8	1	4	3	4	3	5	4	2	2	4
9	5	5	5	5	5	5	2	3	5	5
10	1	4	4	3	1	5	3	3	4	3
11	4	5	2	4	3	5	3	4	4	2
Statistische maten en waarde per strategie										
Gemiddelde	3,5	4,5	3,7	4,2	2,5	4,5	3,6	3,5	3,4	3,3
Mediaan	4,0	4,0	4,0	4,0	3,0	5,0	4,0	4,0	3,0	3,0
Modus	4	4	4	4	-	5	-	4	3	-
St. deviatie	1,3	0,5	1,1	0,7	1,5	0,7	0,9	0,8	0,8	1,2

Respondent	Overige suggestie(s) rondom enthousiasme-strategieën
1	-
2	-
3	-
4	-
5	-
6	-
7	-
8	Het allerbelangrijkste volgens mij: enthousiast zijn over je vak en dat uitstralen.
9	-
10	Eerst een opmerking: De laatste vraag zijn twee verschillende dingen. Reflectie uitlokken is heel belangrijk, persoonlijk coachen zou juist vaak niet nodig moeten zijn. Ik zou leerlingen deels verantwoordelijk maken voor het leerproces (valt waarschijnlijk onder leerling gestuurd onderwijs).
11	-

***) Als vervolg op de opmerking van respondent #10 is de -in de vraag vermelde- strategie "Reflectie uitlokken / leerling persoonlijk coachen" niet opgenomen in de dataverzameling (voor een nadere toelichting, zie hoofdstukken 5 en 6 [respectievelijk resultaten en conclusies] in het huidige onderzoeksrapport).



SCHAAL: 0 = geheel oneens; 5 = geheel eens

LEGENDA – Enthousiasme-strategieën:

I: Je interpersoonlijke aanpak per les(fase) veranderen.

II: Afwisseling aanbrengen in lesprogramma / opbouw.

III: Leerling-gestuurd onderwijs bieden.

IV: Het lesonderwerp contextrijk/betekenisvol maken.

V: De historie van het lesonderwerp vertellen.

VI: Leerling-vriendelijk/uitnodigend lesmateriaal inzetten.

VII: Samenwerking tussen leerlingen stimuleren.

VIII: Gebruik maken van webtools en digi-middelen (ICT).

IX: Lessen afwisselen met praktische opdracht/practica.

X: Lestijd reserveren voor een wiskundig spel / puzzel.

5. Jouw voorbereiding van een wiskundeles

Ik bereid mijn lessen niet voor (voldoende leservaring).

Altijd ← 0 0 0 0 0 0 → Nooit

Ik gebruik een vaste lesindeling, opbouw en structuur.

Altijd ← 0 0 0 0 0 0 → Nooit

Ik gebruik een specifiek model voor leerstofordening.

Altijd ← 0 0 0 0 0 0 → Nooit

Ik volg de opzet, indeling en inhoud van de wiskundemethode.

Altijd ← 0 0 0 0 0 0 → Nooit

Ik hergebruik mijn oude presentaties en lesmateriaal.

Altijd ← 0 0 0 0 0 0 → Nooit

Toelichting (bijv. welk model of lesindeling):

Respondent	Persoonlijke voorbereiding van een wiskundeles				
	[0 = nooit; 5 = altijd]				
	I: Ik bereid mijn lessen voor. ***) II: Ik gebruik een vaste lesindeling, opbouw en structuur. III: Ik gebruik een specifiek model voor leerstofordening. IV: Ik volg de opzet, indeling en inhoud van de wiskundemethode. V: Ik hergebruik mijn oude presentaties en lesmateriaal.				
	I	II	III	IV	V
1	5	4	4	4	3
2	4	4	0	4	0
3	5	3	1	4	4
4	5	4	3	4	n.v.t.
5	5	4	0	4	n.v.t.
6	5	4	0	4	4
7	3	3	1	3	1
8	5	4	1	4	4
9	5	3	0	4	3
10	1	4	4	1	1
11	5	4	2	1	4
Statistische maten en waarde per strategie					
Gemiddelde	4,4	3,7	1,5	3,4	2,7
Mediaan	5,0	4,0	1,0	4,0	3,0
Modus	5	4	0	4	4
St. deviatie	1,2	0,4	1,5	1,1	1,5

***) Oorspronkelijk luidde de eerste stelling in dit onderdeel "Ik bereid mijn lessen niet voor (voldoende leservaring)"; om grafisch-numerieke redenen is deze stelling vervangen door "Ik bereid mijn lessen voor". De bijbehorende score is als volgt afgeleid: $score_{nieuw} = score_{altijd} [5] - score_{oud}$ (voor een nadere toelichting, zie hoofdstukken 5 en 6 [respectievelijk resultaten en conclusies] in het huidige onderzoeksrapport).

Respondent	Toelichting (bijv. welk model of lesindeling)
1	Aangezien ik nog weinig ervaring heb volg ik vrijwel altijd de methode van het boek en is er nog geen sprake van het hergebruiken van presentaties en lesmateriaal.
2	Ik heb alleen nog maar stages gelopen. Welke stof welke les behandeld moest worden werd door de vaksectie wiskunde bepaald. Voor de boeken gebruikten wij Getal en Ruimte.
3	-
4	Lesindeling: huiswerk bespreken, nieuwe theorie, zelfstandig werken.
5	N.v.t. want heb mijn lessen niet meerdere keren gegeven (te weinig ervaring).
6	Ik verbeter mijn oude materiaal wel.
7	-
8	-
9	Lesindeling: klassikale start, daarna verwerking.
10	Veelal een frontale, klassikale aanpak. Een uitdagende opgave die het doel van de les aangeeft. Deze gaan we samen proberen te tackelen, waarbij de nadruk gelegd wordt op voorkennis, wiskundig correcte uitwerking en notatie en cruciale elementen. Aan het eind van deze opgave (en ondertussen) nog vragen of extra uitleg en dan een nieuwe opgave voor de leerlingen om zelf te kijken of het lukt. Daarna tijd voor huiswerk.
11	-



SCHAAL: 0 = nooit; 5 = altijd

LEGENDA – Persoonlijke wiskundelesvoorbereiding:

I: Ik bereid mijn lessen voor.

II: Ik gebruik een vaste lesindeling, opbouw en structuur.

III: Ik gebruik een specifiek model voor leerstofordening.

IV: Ik volg opzet, indeling en inhoud wiskundemethode.

V: Ik hergebruik mijn oude presentaties en lesmateriaal.

6. Wat zijn jouw bronnen (bijv. een boek of website) voor enthousiasmerend lesmateriaal?

.....

.....

Respondent	Bronnen voor enthousiasmerend lesmateriaal
1	Verschillende websites (door te googelen op het onderwerp), wat niet per sé echt een site hoeft te zijn voor lesmateriaal, maar wat wel als zodanig te gebruiken is. Daarnaast (indien beschikbaar) lesmateriaal van andere lesmethoden (de Wageningse methode en Math4All).
2	Eigen ervaringen vanuit Biomedische Technologie of wat ik mee maak in het dagelijkse leven; https://www.brainzilla.com/ ; Geogebra (om de stof duidelijker te maken); Wiskunde apps zoals Euclidea; Youtube filmpjes.
3	Mijn eigen ervaringen, mijn dagelijks leven (bijv. treinvertraging), collega's, artikelen van VD2, Euclides tijdschrift!!!!, studiemiddagen.
4	Facebook groep wiskunde leraar, Wageningse methode.
5	Ervaringen van stagebegeleiders, medestudenten van de UT, en andere (wiskunde)docenten op mijn stagescholen.
6	Boek: Activerende werkvormen voor bèta docenten. Verder vraag ik vaak collega's voor tips.
7	N.v.t. (nu nog mijn eigen creativiteit en/of werk van collega's).
8	Facebookgroep "Leraar Wiskunde", wat wetenschappelijke Facebook-accounts die ik volg, boeken (zo nu en dan lees ik eens wat populair-wetenschappelijks over wiskunde).
9	Ik schuim internet af, luister naar collega's, vraag leerling en bedenk veel zelf.
10	Samenwerking in een docent ontwikkel team (DOT) heeft me op veel vlakken nieuwe inzichten en nieuw materiaal opgeleverd. Zouden meer docenten moeten doen, extreem leerzaam en nuttig. En zeker enthousiasmerend!
11	Websites (youtube).

BIJLAGE D: VRAGENLIJST ONDERZOEKSFASE 2

- Vragenlijst onderzoeksfase 2
- Overzicht van respons op vragenlijst onderzoeksfase 2

(opzettelijk blanco)

Ontwerponderzoek 'Yes, wiskunde nu!' – Vragenlijst bij het E6E-model ontwerp

Beste Collega,

Nogmaals hartelijk dank voor je deelname aan mijn OvO-ontwerponderzoek met als titel: 'Yes, wiskunde nu!'. In de afgelopen maanden heb ik in totaal elf ingevulde vragenlijsten ontvangen boordevol relevante informatie en persoonlijke meningen. Een waardevolle opbrengst.

Inmiddels heb ik op basis hiervan -plus aanvullend literatuuronderzoek- een set ontwerpeisen samengesteld en vervolgens het zogenoemde E6E-model ontworpen en getest. Dit model is mijn beoogde variant van het bestaande constructivistische instructiemodel '6E'. Met het ontwikkelde E6E-model kunnen wiskundeleraren in het voortgezet onderwijs m.i. efficiënt en effectief een enthousiasmerende wiskundeles construeren.

Voor de evaluatie van het E6E-model zou ik graag nog één keer een beroep op je willen doen en willen vragen om het toegevoegde ontwerp materiaal te analyseren (i.c., het E6E-model ontwerp in de vorm van een overzichtskaart en als template voor presentatiedia's) plus het eerste test-resultaat (i.c., presentatiedia's voor een enthousiasmerende wiskundeles rondom het thema product-som-methode). Op de hiernavolgende -tweede en laatste- vragenlijst kun je jouw commentaar en suggesties voor verbetering weergeven. Mijn inschatting is dat het analyseren van het ontwerp materiaal en het invullen van de vragenlijst je ongeveer een half uur zal kosten.

Jouw deelname aan dit ontwerponderzoek is wederom volledig vrijwillig en je kunt je op elk moment terugtrekken. Het staat je ook vrij om bepaalde vragen niet te beantwoorden.

De universiteit is van mening dat er geen bekende risico's zijn verbonden aan dit onderzoek. Zoals met alle digitale activiteiten is het risico van inbreuk echter altijd aanwezig. Voor zover mogelijk zullen je antwoorden in dit onderzoek vertrouwelijk blijven. We minimaliseren eventuele risico's door je bijdrage zo spoedig mogelijk op te slaan in een wachtwoord-beveiligde omgeving. In de rapportage van mijn onderzoek zullen jouw bijdragen anoniem, niet-traceerbaar en gelijkwaardig worden verwerkt en opgenomen in het totaal van bijdragen van collega-wiskundeleraren. Hiermee verwacht ik de anonimiteit en vertrouwelijkheid te kunnen waarborgen.

Alvast hartelijk dank voor je medewerking en bijdrage! Neem gerust contact met mij op voor eventueel aanvullende informatie over mijn ontwerponderzoek.

Paul Brok

E-mail: p.h.h.brok@student.utwente.nl of brok.paul@gmail.com

Telefoon | SMS | WhatsApp: 

PS: Het ingevulde enquêteformulier s.v.p. voor 20 juli a.s. retourneren als bestand of scan naar bovenstaand e-mailadres (of als foto via WhatsApp). Dank alvast voor alle moeite!

1. Een (wiskunde)enthousiaste leerling vindt de lesopdracht interessant, straalt plezier uit, is actief en gemotiveerd bezig, is betrokken, nieuwsgierig en leergierig, begrijpt waar hij/zij mee bezig is, stelt verdiepende vragen over het onderwerp en heeft vertrouwen in de docent. → [Herziene definitie n.a.v. feedback in de eerste vragenronde](#). Met welk(e) kenmerk(en) ben je het niet eens (s.v.p. doorstrepen in de voorgaande zin); welk(e) kenmerk(en) zou jij willen toevoegen:

2. Een enthousiasmerende wiskundeles is een boeiende les ofwel een ontdekkingstocht die de interesse en nieuwsgierigheid bij leerlingen wekt; het lesonderwerp wordt betekenisvol gemaakt; de gedreven docent staat enthousiast voor de klas en straalt dit ook uit; hij/zij geeft op spontane wijze les en deelt opdrachten uit die uitnodigend of uitdagend zijn voor de leerlingen; een leerling wordt verrast door het probleem en de wijze van oplossen; leerlingen worden positief benaderd en of beloond tijdens de les; de les wordt ondersteund met visualisaties. → [Herziene definitie n.a.v. feedback in de eerste vragenronde](#). Met welk(e) kenmerk(en) ben je het niet eens (s.v.p. doorstrepen in de voorgaande zin); welk(e) kenmerk(en) zou jij willen toevoegen:

3. Voldoet het E6E-model ontwerp aan de ontwerpeisen (zie de tekst volgend op de overzichtskaart)

Het E6E-model is in de basis gelijk aan het 6E-model.	Geheel oneens ← 0 0 0 0 0 0 → Geheel eens
Het leidt tot een enthousiasmerende wiskundeles.	Geheel oneens ← 0 0 0 0 0 0 → Geheel eens
Het E6E-model is efficiënt te gebruiken.	Geheel oneens ← 0 0 0 0 0 0 → Geheel eens
Hiermee is een 45-minuten-lesontwerp mogelijk.	Geheel oneens ← 0 0 0 0 0 0 → Geheel eens
Enthousiasme-vergroten strategieën zijn inzetbaar.	Geheel oneens ← 0 0 0 0 0 0 → Geheel eens
Het model ondersteunt de basisbehoeften van IIn.	Geheel oneens ← 0 0 0 0 0 0 → Geheel eens

Overige opmerkingen:

4. Persoonlijke indruk van het E6E-model en (mogelijk) gebruik voor eigen doeleinden

Het E6E-model ontwerp is duidelijk uitgewerkt.	Geheel oneens ← 0 0 0 0 0 0 → Geheel eens
Het E6E-model is (of lijkt) eenvoudig in gebruik.	Geheel oneens ← 0 0 0 0 0 0 → Geheel eens
Het E6E-model (en template) is laagdrempelig.	Geheel oneens ← 0 0 0 0 0 0 → Geheel eens
Het model (template) is gebruiksvriendelijk opgezet.	Geheel oneens ← 0 0 0 0 0 0 → Geheel eens
Het nodigt uit voor gebruik in je lesvoorbereiding.	Geheel oneens ← 0 0 0 0 0 0 → Geheel eens
Het E6E-model roept weerstand op.	Geheel oneens ← 0 0 0 0 0 0 → Geheel eens

Ik ga het E6E-model gebruiken in mijn lesvoorbereidingen. Altijd ← 0 0 0 0 0 0 → Nooit

Overige opmerkingen:

5. Open vragen

Wat vind je van het eerste testresultaat (i.c. de les over product-som-methode in presentatie-vorm):

.....

Welke (eventuele) praktische problemen voorzie je i.h.a. met het gebruik van het E6E-model:

.....

6. Ruimte voor andere opmerkingen (bijv. suggesties voor E6E-model verbetering of aanvulling)

.....

.....

Overzicht van de respons op de vragenlijst in onderzoeksfase 2

1. Een (wiskunde)enthousiaste leerling vindt de lesopdracht interessant, straalt plezier uit, is actief en gemotiveerd bezig, is betrokken, nieuwsgierig en leergierig, begrijpt waar hij/zij mee bezig is, stelt verdiepende vragen over het onderwerp en heeft vertrouwen in de docent. → [Herziene definitie n.a.v. feedback in de eerste vragenronde](#). Met welk(e) kenmerk(en) ben je het niet eens (s.v.p. doorstrepen in de voorgaande zin); welk(e) kenmerk(en) zou jij willen toevoegen:

Respondent	Niet eens met	Toe te voegen kenmerk(en)
A	-	-
B	"begrijpt waar hij/zij mee bezig is, stelt verdiepende vragen over het onderwerp"	Toont inzet (aan de andere kant valt dat natuurlijk wel samen met dat een leerling actief en gemotiveerd bezig is).
C	-	Eens.
D	"straalt plezier uit"; ... Ik zou alleen 'straalt plezier uit' weg halen. Omdat je, als je geconcentreerd bezig bent, het best even lastig of moeilijk kan vinden, waardoor je op dat moment even geen plezier uitstraalt. Dat neemt niet weg dat je nog wel enthousiast kan zijn/blijven.	Ik heb eigenlijk niets om toe te voegen. ...
E	-	Helemaal mee eens.
F	"begrijpt waar hij/zij mee bezig is, stelt verdiepende vragen over het onderwerp". Toelichting: Ook als je nog niet begrijpt wat je aan het doen bent kan je enthousiast bezig zijn om dit te ontdekken. Verdiepende vragen stel je alleen wanneer nodig, dus dit is geen voorwaarde in mijn ogen.	-

2. Een enthousiasmerende wiskundeles is een boeiende les ofwel een ontdekkingstocht die de interesse en nieuwsgierigheid bij leerlingen wekt; het lesonderwerp wordt betekenisvol gemaakt; de gedreven docent staat enthousiast voor de klas en straalt dit ook uit; hij/zij geeft op spontane wijze les en deelt opdrachten uit die uitnodigend of uitdagend zijn voor de leerlingen; een leerling wordt verrast door het probleem en de wijze van oplossen; leerlingen worden positief benaderd en of beloond tijdens de les; de les wordt ondersteund met visualisaties. → [Herziene definitie n.a.v. feedback in de eerste vragenronde](#). Met welk(e) kenmerk(en) ben je het niet eens (s.v.p. doorstrepen in de voorgaande zin); welk(e) kenmerk(en) zou jij willen toevoegen:

Respondent	Niet eens met	Toe te voegen kenmerk(en)
A	-	-
B	-	Ik ben het met alle kenmerken eens, een mooie beschrijving van een enthousiasmerende wiskundeles.
C	-	Eens.
D	-	Niets op aan te merken!
E	-	Dat het op lange termijn duidelijk wordt waarom ze de desbetreffende stof leren of wat ze eraan hebben.
F	"ontdekkingstocht"; "een leerling wordt verrast door het probleem en de wijze van oplossen" Toelichting: Een ontdekkingstocht hoeft niet, want niet elke les ontdek je iets. Verrassend hoeft het ook niet te zijn, het is juist ook mooi als leerlingen doorhebben dat ze iets eigenlijk al kunnen en dus niet nieuws zien, dat kan ook zeker enthousiasmerend werken.	-

3. Voldoet het E6E-model ontwerp aan de ontwerpeisen (zie de tekst volgend op de overzichtskaart)

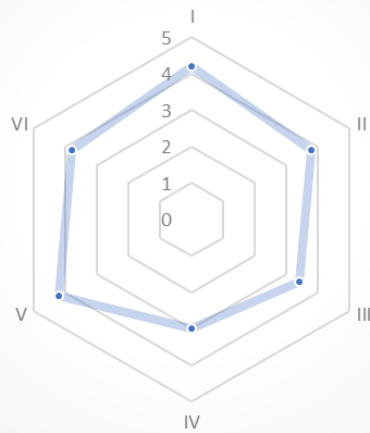
Het E6E-model is in de basis gelijk aan het 6E-model.
 Het leidt tot een enthousiasmerende wiskundeles.
 Het E6E-model is efficiënt te gebruiken.
 Hiermee is een 45-minuten-lesontwerp mogelijk.
 Enthousiasme-vergrotenende strategieën zijn inzetbaar.
 Het model ondersteunt de basisbehoeften van IIn.
 Overige opmerkingen:

Geheel oneens ← 0 0 0 0 0 0 → Geheel eens
 Geheel oneens ← 0 0 0 0 0 0 → Geheel eens
 Geheel oneens ← 0 0 0 0 0 0 → Geheel eens
 Geheel oneens ← 0 0 0 0 0 0 → Geheel eens
 Geheel oneens ← 0 0 0 0 0 0 → Geheel eens
 Geheel oneens ← 0 0 0 0 0 0 → Geheel eens

Respondent	E6E-model voldoet aan ontwerpeisen [0 = geheel oneens; 5 = geheel eens]					
	I: Het E6E-model is in de basis gelijk aan het 6E-model. II: Het leidt tot een enthousiasmerende wiskundeles. III: Het E6E-model is efficiënt te gebruiken.			IV: Hiermee is een 45-minuten-lesontwerp mogelijk. V: Enthousiasme-vergrotenende strategieën zijn inzetbaar. VI: Het model ondersteunt de basisbehoeften van leerlingen.		
	I	II	III	IV	V	VI
A	3	4	3	4	4	3
B	4	3	2	1	4	3
C	-	-	-	-	-	-
D	4	4	4	3	4	4
E	5	4	4	4	5	5
F	5	4	4	3	4	4
Statistische maten en waarde per ontwerpeis						
Gemiddelde	4,2	3,8	3,4	3,0	4,2	3,8
Mediaan	4,0	4,0	4,0	3,0	4,0	4,0
Modus	-	4	4	-	4	-
St. deviatie	0,7	0,4	0,8	1,1	0,4	0,7

Respondent	Overige opmerkingen
A	-
B	-
C	Ja [Ed.: Als antwoord op de vraag of het E6E-model voldoet aan de ontwerpeisen.]
D	-
E	-
F	Mooi model en erg handzaam gemaakt, wat een flinke uitdaging moet zijn geweest. Er lijkt wel veel in te zitten, zodat een 45 minuten les lastig lijkt te zijn.

E6E-model & ontwerpisen



SCHAAL: 0 = geheel oneens; 5 = geheel eens

LEGENDA – Ontwerpeis:

I: Het E6E-model is in de basis gelijk aan het 6E-model.

II: Het leidt tot een enthousiasmerende wiskundeles.

III: Het E6E-model is efficiënt te gebruiken.

IV: Hiermee is een 45-minuten-lesontwerp mogelijk.

V: Enthousiasme-vergroten strategieën zijn inzetbaar.

VI: Het model ondersteunt de basisbehoeften van IIn.

4. Persoonlijke indruk van het E6E-model en (mogelijk) gebruik voor eigen doeleinden

Het E6E-model ontwerp is duidelijk uitgewerkt.
 Het E6E-model is (of lijkt) eenvoudig in gebruik.
 Het E6E-model (en template) is laagdrempelig.
 Het model (template) is gebruiksvriendelijk opgezet.
 Het nodigt uit voor gebruik in je lesvoorbereiding.
 Het E6E-model roept weerstand op.

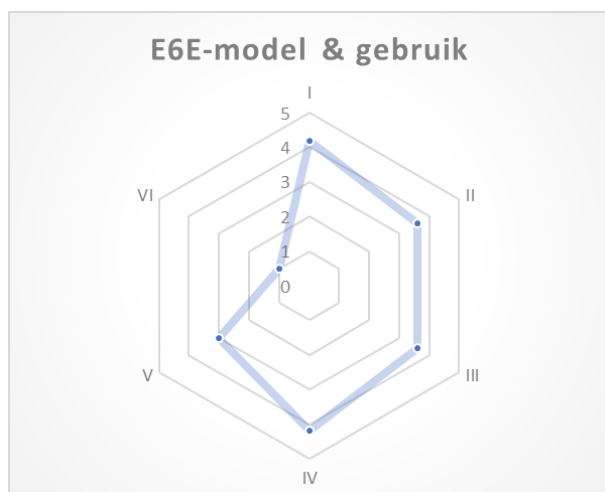
Geheel oneens ← 0 0 0 0 0 0 → Geheel eens
 Geheel oneens ← 0 0 0 0 0 0 → Geheel eens
 Geheel oneens ← 0 0 0 0 0 0 → Geheel eens
 Geheel oneens ← 0 0 0 0 0 0 → Geheel eens
 Geheel oneens ← 0 0 0 0 0 0 → Geheel eens
 Geheel oneens ← 0 0 0 0 0 0 → Geheel eens

Ik ga het E6E-model gebruiken in mijn lesvoorbereidingen.

Altijd ← 0 0 0 0 0 0 → Nooit

Overige opmerkingen:

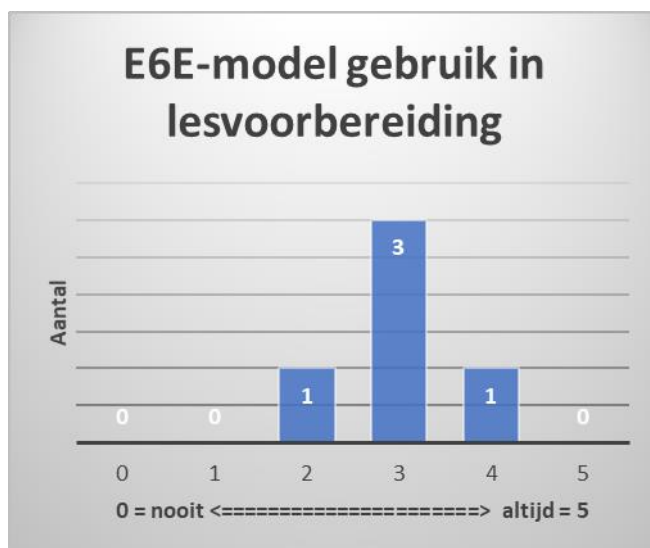
Respondent	Persoonlijke indruk van het E6E-model en (mogelijk) eigen gebruik [0 = geheel oneens; 5 = geheel eens]					
	I: Het E6E-model ontwerp is duidelijk uitgewerkt. II: Het E6E-model is (of lijkt) eenvoudig in gebruik. III: Het E6E-model (en template) is laagdrempelig.			IV: Het model (template) is gebruiksvriendelijk opgezet. V: Het nodigt uit voor gebruik in je lesvoorbereiding. VI: Het E6E-model roept weerstand op.		
	I	II	III	IV	V	VI
A	4	4	5	5	4	1
B	5	3	3	4	2	1
C	-	-	-	-	-	-
D	3	3	4	4	3	1
E	5	5	4	5	4	0
F	4	3	2	3	2	2
Statistische maten en waarde per indruk						
Gemiddelde	4,2	3,6	3,6	4,2	3,0	1,0
Mediaan	4,0	3,0	4,0	4,0	3,0	1,0
Modus	-	3	4	-	-	1
St. deviatie	0,7	0,8	1,0	0,7	0,9	0,6



SCHAAL: 0 = geheel oneens; 5 = geheel eens
LEGENDA – Persoonlijke indruk E6E-model en gebruik:
I: Het E6E-model ontwerp is duidelijk uitgewerkt.
II: Het E6E-model is (of lijkt) eenvoudig in gebruik.
III: Het E6E-model (en template) is laagdrempelig.
IV: Het model (template) is gebruiksvriendelijk opgezet.
V: Het nodigt uit voor gebruik in je lesvoorbereiding.
VI: Het E6E-model roept weerstand op.

Respondent	Mate van gebruik [0 = nooit; 5 = altijd]	Overige opmerkingen
A	3	-
B	3	-
C	-	Roept geen weerstand op.
D	4	Ik vind het een duidelijk document. Echter is het wel vrij lang en verdiepend, wat goed is, maar een korte samenvatting met de belangrijkste punten zou kunnen helpen bij het overzicht. Een korte samenvatting kan dan bij de les worden gebruikt, en voor meer info over verduidelijking kan naar het gehele document worden verwezen. Ook wanneer je het als docent een tijdje gebruikt is een korte geheugensteun genoeg, en hoeft je niet elke keer het volledige document bij de hand te hebben.
E	3	-
F	2	Ik ken mezelf en ben niet zo van het volgen van een model ... Het "probleem" met modellen die docenten kunnen gebruiken is dat het voelt als veel werk. Let op het woord "voelt". Gewoon een les voorbereiden in de eigen stijl is veel laagdrempeliger. De grote valkuil vooral voor ervaren docenten. Vat de scores dan ook niet op als kritiek dat je model niet goed is, maar zie het als ingevuld door een docent die niet te veel tijd heeft om zijn lessen intensief voor te bereiden.

Statistische maat en waarde wat betreft persoonlijk gebruik	
Gemiddelde	3,0
Mediaan	3,0
Modus	3
Standaarddeviatie	0,6



5. Open vragen

Wat vind je van het eerste testresultaat (i.c. de les over product-som-methode in presentatie-vorm):

.....

Welke (eventuele) praktische problemen voorzie je i.h.a. met het gebruik van het E6E-model:

.....

Respondent	Bevinding eerste testresultaat
A	Ik vind het overzicht van de presentaties heel erg duidelijk. Vooral ook de bijgevoegde pdf-bestanden maken duidelijk wat het nut is. De les over de product-som-methode is heel erg duidelijk en relationeel uitgelegd.
B	Het lijkt mij een erg goede en enthousiaste les waarbij de leerlingen actief aan het denken worden gezet. Het idee van het dobbelspel zorgt denk ik voor enthousiasme en activiteit bij de leerlingen, dus een goed gekozen spel. Wel ben ik benieuwd of ze het resultaat van het dobbelspel kunnen relateren aan de product-som-methode (zie dia 16). Ook de spreken van Loesje zijn pakkend en ik verwacht dat je hier de aandacht van leerlingen mee trekt.
C	Presentatie is direct toepasbaar in de klas. Leuke papegaai. De sheet van "Ontdekkingstocht (einde)" oogt wat ingewikkeld. Leuke, actieve werkvormen.
D	Ik twijfel of het verstandig is om per minuut aan te geven hoe het lesprogramma in elkaar zit. Ik zou daar als leerling stress van krijgen, vooral omdat er acties van 2 en 3 minuten in zitten. Alleen het benoemen van de acties lijkt mij voldoende. Dan kun je als docent ook nog wat schuiven met het programma. Als het ene deel een paar minuten langer dan het andere duurt is dat geen probleem. Daarnaast zou ik de leerdoelen nogmaals aan het einde presenteren en controleren bij leerlingen of zij deze hebben behaald (en eventueel waarom niet, daar leer je als docent weer van zodat je je lessen kunt verbeteren).
E	Leuk voorbeeld met de dobbelstenen! Goed om een context te hebben. Het is lastig in te schatten maar het lijkt of je lang aan het woord moet zijn hiervoor. Maar de les bestaat ook veel uit het zelf oefenen van de stof voor de leerlingen natuurlijk.
F	Een leuke les waar zeker over na is gedacht en met vele enthousiasmerende elementen. Chapeau! Er zijn nog wel wat kritische punten (ze leren bijv. alleen een kwadratisch drieterm ontbinden namelijk). Het spelletje op het einde is wel erg eenvoudig in mijn beleving, zijn leerlingen daar wel enthousiast over of ondervraag je ze nu? Ik denk wel dat je heel tevreden kan zijn over de les die is ontwikkeld hoor!

Respondent	Voorziene praktische problemen
A	Mijn enige probleem eigenlijk zijn de lege slides. Ik weet niet of dit al een keer in de les uitgeprobeerd is maar ik ben heel erg benieuwd hoe leerlingen hierop reageren. Denken ze dat de les voorbij is, denken ze dat er een foutje gemaakt is of iets dergelijks. Dit geldt natuurlijk alleen voor de eerste keer toepassen van het model. Hierna zijn de leerlingen hieraan gewend.
B	Ik kan mij voorstellen dat je tijdens je les erg graag het voorbereide E6E-model wilt uitvoeren, maar daardoor verwacht ik wel dat je misschien bepaalde vragen van leerlingen te snel zou kunnen beantwoorden of leerlingen niet voldoende aandacht geeft omdat je in je hoofd te veel bezig bent met het model.
C	-
D	<i>Zie antwoord van respondent D bij vorige open vraag.</i>

Respondent	Voorziene praktische problemen
E	Je hebt denk ik aardig een lijn in gedachten van hoe de les moet verlopen. Dat kan heel goed zijn, want je hebt dan je les uitermate goed voorbereid. Aan de andere kant, als iemand een lastige vraag stelt of er gebeurt iets is het de kunst dit op te lossen en niet van je plan af te wijken. Je moet de tijd ook goed in de gaten houden. Ruimte voor improvisatie vind ik zelf ook altijd wel fijn.
F	Praktisch gezien zal je niet bij elk type les makkelijk een invulling vinden. Je ging bij je voorbeeld uit van een les waarin je een nieuw onderwerp uit wilt leggen. Maar wat nu als je een les gaat geven waarin je wat stof op wilt halen of wat meer wilt oefenen? Kan dat nog steeds enthousiasmerend, ook via jouw model? Hoeveel tijd was je kwijt aan het ontwikkelen van je les en hoeveel staat hier eigenlijk voor. Ik voorspel dat je ruim over die tijd heen ging. Hopelijk zit ik fout. Natuurlijk wordt je hier in de loop der tijd steeds soepeler in.

6. Ruimte voor andere opmerkingen (bijv. suggesties voor E6E-model verbetering of aanvulling)

.....

.....

Respondent	Andere opmerkingen
A	-
B	Ik vind het E6E-model duidelijk beschreven en ik kan zien dat je er goed over nagedacht hebt. Het 6E-model en het E6E-model vind ik alleen niet heel toegankelijk voor een onervaren docent. Wel verwacht ik dat ik dit model zou kunnen gebruiken als ik meer ervaring en vertrouwen in het lesgeven heb opgebouwd.
C	-
D	-
E	Bij de stap Engageren heb je het over een boeiend voorbeeld en een boeiende demonstratie. Maar wanneer vinden de leerlingen iets boeiend? Lastige vraag natuurlijk.. :)
F	Wauw, goed bezig geweest zeg. Ik ben nog steeds onder de indruk. Mag ik je werk gebruiken in de colleges die ik geef? Want natuurlijk behandelen we het 6E model in vakdidactiek, maar het E6E model is natuurlijk veel leuker!

BIJLAGE E: LIJSTEN MET ONTWERPEISEN EN RANDVOORWAARDEN

- Lijst met ontwerpeisen inclusief verantwoording
- Lijst met randvoorwaarden inclusief verantwoording

NB: Met betrekking tot ontwerpeisen #2 en #3 in eerstgenoemde lijst is de genoemde screening inmiddels afgerond en gerapporteerd in hoofdstukken 5 en 6 (Resultaten resp. Conclusies) van dit onderzoeksrapport.

(opzettelijk blanco)

Ontwerpeisen voor het E6E-model

Hieronder staan de eisen die van toepassing zijn en gebruikt zijn bij het ontwerpen van het E6E-model. Deze set van ontwerpeisen is samengesteld op basis van -tijdens het vooronderzoek- verzamelde gegevens: relevante tekstfragmenten uit geselecteerde literatuurbronnen en resultaten uit de afgenomen enquête onder collega-wiskundeleraren.

Het E6E-model is gebaseerd op het bestaande ontwerp van het 6E-model (Windels, 2012)¹; de eerste E in de uitgebreide modelnaam "E6E" benadrukt de enthousiasmerende aspecten die zijn toegevoegd in het herziene model.

Ontwerpeisen

1) In de basis moet het E6E-model de uitgangspunten aanhouden van het constructivistische instructiemodel 6E.

- Oorsprong: Het 6E-model conform Windels (2012) met zijn pijlers: i) wiskunde leren gebeurt constructivistisch, met ruime aandacht voor het onderzoeksproces, ii) wiskunde leren wordt door de docent sterk gestuurd, iii) realistische contexten worden als motivatie verhogend element gebruikt, maar de inhouden worden contextvrij geformuleerd en worden deels contextvrij ingeoefend. Plus de zes gespecificeerde leerstappen: 1) evalueren van de begincompetenties, 2) engageren, 3) exploreren, 4) empirische kennis toepassen, 5) expliciteren, en 6) eindcompetenties consolideren.
- Toetsing: Afvinken tijdens de screening van het uiteindelijke ontwerp.
- Screening: In de basis is het 6E-model met bovengenoemde pijlers en leerstappen 1-op-1 ongewijzigd doorgevoerd in het E6E-model.

2) Het gebruik van het E6E-model moet effectief leiden tot een ontwerp van een enthousiasmerende wiskundeles (en uiteindelijk tot [wiskunde]enthousiaste leerlingen).

- Oorsprong: Hoofdvraag van het ontwerponderzoek
- Toetsing: Het E6E-model inzetten om een enthousiasmerende wiskundeles(fase) te ontwikkelen. Dit ontwerp(proces) voorleggen en bevragen in de tweede enquête onder de betrokken wiskundedocenten. Hierbij ook de herziene definities geven van een (wiskunde) enthousiaste leerling en een enthousiasmerende wiskundeles die zijn aangepast naar aanleiding van het geleverde commentaar van de respondenten in de eerste enquêteronde.
- Screening: *Nog af te ronden na ontvangst van de resultaten van bovengenoemde enquête.*

3) Het E6E-model moet efficiënt² te gebruiken zijn door wiskundedocenten voor het ontwerpen van een enthousiasmerende wiskundeles.

- Oorsprong: Afgeleide van de hoofdvraag van het ontwerponderzoek
- Toetsing: Als vraag opnemen in de tweede enquête onder de betrokken wiskundedocenten.
- Screening: *Nog af te ronden na ontvangst van de resultaten van bovengenoemde enquête.*

¹ Windels, B. (2012). Het 6E-model - Een richtsnoer voor zelfontdekkend wiskundeonderwijs met sterke sturing. *Nieuwe Wiskrant*, 32(2), 20-26.

² Gebruiksvriendelijk en eenvoudig, laagdrempelig, aantrekkelijk, inspirerend, uitnodigend en (relatief) tijdbesparend zijn in gebruik.

4) Het E6E-model moet een ontwerp opleveren van een (lesfase binnen een) 45-minuten-durende enthousiasmerende wiskundeles.

- Oorsprong: Rekening houden met de meest gangbare duur (i.c., 45 à 50 minuten) van een enkele lesuur op een middelbare school in Nederland.
- Toetsing: Afvinken tijdens de screening van het uiteindelijke ontwerp en eerste testresultaat.
- Screening: Aan deze eis wordt voldaan; in het resultaat van de uitgevoerde test met het E6E-model is een lesprogramma samengesteld dat (in theorie) 45 minuten tijd in beslag neemt.

5) Het E6E-model moet aansturen op één of meerdere strategieën om een enthousiasmerende wiskundeles te realiseren: 1) afwisseling in het lesprogramma aanbrengen, 2) lesonderwerp contextrijk / betekenisvol maken, en 3) leerling-vriendelijk en uitnodigend lesmateriaal inzetten (bijvoorbeeld, pakkende binnenkomer en leuke voorbeeldopgaven).

- Oorsprong: Volgens de enquêteresultaten zijn dit de drie voornaamste strategieën waarmee je de leerlingen enthousiast(er) kunt maken tijdens de wiskundeles; daarnaast komen de genoemde voorbeelden uit Teitler (2017)³
- Toetsing: Afvinken tijdens de screening van het uiteindelijke ontwerp en eerste testresultaat.
- Screening: Aan deze eis wordt voldaan; in het resultaat van de uitgevoerde test met het E6E-model zit afwisseling in theorie, spel en oefening rondom het thema Product-Som-Methode, en wordt leerling-vriendelijk/uitnodigend lesmateriaal ingezet in de vorm van een gestructureerde en illustratie-rijke presentatie, zo nodig met gebruik van een webtool (padlet.com) als ook een dobbelspel en zelfgemaakte memorykaarten.

6) Het E6E-model moet leiden tot lesontwerpen die voldoen aan de basisbehoeften van de leerling: relatie (ik hoor erbij), competentie (ik kan het) en autonomie (ik kan het zelf).

- Oorsprong: Aan de basis van welbevinden, motivatie en inzet van leerlingen liggen volgens Deci & Ryan (2008)⁴ drie natuurlijke behoeften: zich verbonden, competent en autonoom voelen. Bors & Stevens (2010)⁵ vatten deze elementen samen als respectievelijk 'ik hoor erbij', 'ik kan het' en 'ik kan het zelf'. Aan dit alles ligt de zelfdeterminatietheorie ten grondslag dat veronderstelt "dat mensen actieve, op groei gerichte organismen zijn die van nature geneigd zijn om zich te ontwikkelen en te zoeken naar een geordend verband tussen hun eigen psychologische aard en hun sociale wereld." (Deci & Ryan, 2000).⁶
- Toetsing: Afvinken tijdens de screening van het uiteindelijke ontwerp en eerste testresultaat.
- Screening: Het E6E-model voldoet aan bovengenoemde drie randvoorwaarden. Reeds in de basis (het 6E-model) wordt tegemoet gekomen aan de elementen competentie (ik kan het), autonomie (ik kan het zelf) en verbondenheid (ik hoor erbij). Competentie en autonomie in de diverse leerstappen: evaluatie van begincompetenties in EE1 (dit kan ik al), nieuwe ontdekkingen gedaan in EE3 (ik ontdek het), empirische kennis toegepast in EE4 (kan ik het al [zelf]?), expliciet gemaakt in EE5 (ik kan het bijna [zelf]) en in EE6 consolidatie van eindcompetenties (ik kan het [zelf]). Verbondenheid komt voor in de leerstappen waarin aandacht wordt besteed aan betrokkenheid (EE2), coöperatief leren en positieve interactie (EE3 en EE6) en differentiatie (EE6).

³ Teitler P. (2017). *Lessen in orde – Handboek voor de onderwijspraktijk* (derde, herziene druk). Bussum: Uitgeverij Coutinho. ISBN 9789046905531

⁴ Deci, E.L., & Ryan, R.M. (2008). Facilitating optimal motivation and psychological well-being across life's domains. *Canadian Psychology*, 49(1), 14-23.

⁵ Bors, G., & Stevens, L. (2010). *De gemotiveerde leerling*. Antwerpen-Apeldoorn: Uitgeverij Garant. ISBN 9789044124583

⁶ Deci, E.L., & Ryan, R.M. (2000). The "what" and "why" of goal pursuits: human needs and the self-determination of behavior. *Psychological inquiry*, 11(4), 227-268.

Randvoorwaarden voor het E6E-model

Hieronder staan de randvoorwaarden die van toepassing zijn en gebruikt zijn bij het ontwerpen en evalueren van het E6E-model. Deze set van randvoorwaarden is samengesteld op basis van -tijdens het vooronderzoek- verzamelde gegevens: relevante tekstfragmenten uit geselecteerde literatuurbronnen en resultaten uit de afgenomen enquête onder collega-wiskundeleraren.

Randvoorwaarden

1) De individuele leerling in de bewuste wiskundeklas heeft een bepaalde (voldoende) mate van competentie en betrokkenheid, vindt iets boeiend, zet zich in en werkt mee.

- Oorsprong: zie analyseresultaten behorende bij de deelvraag “welke aspecten zijn niet in te passen en worden bijvoorbeeld veronderstellingen?” (onderdeel “Individuele leerling”).
- Toetsing: Afvinken tijdens de screening van het uiteindelijke ontwerp.
- Screening: In het Nederlandse onderwijssysteem kan men er in het algemeen vanuit gaan dat een leerling “geschikt” is, oftewel qua kennis, vaardigheden en instelling op het juiste school- en leerjaarniveau is ingedeeld. In deze context van een wiskundeklas met “geschikte” leerlingen kan het E6E-model succesvol worden toegepast.

2) De wiskundeleraar heeft voldoende kwaliteiten en beschikt over vaardigheden om activiteiten in de klas te organiseren, instructie te geven en in het omgaan met leerlingen.

- Oorsprong: zie analyseresultaten behorende bij de deelvraag “welke aspecten zijn niet in te passen en worden bijvoorbeeld veronderstellingen?” (onderdeel: “Wiskundeleraar/docent”).
- Toetsing: Afvinken tijdens de screening van het uiteindelijke ontwerp.
- Screening: In het Nederlandse onderwijssysteem kan men er in het algemeen vanuit gaan dat een docent “geschikt” is, oftewel qua kennis, vaardigheden en instelling op of boven een bepaald minimaal vereist niveau zit. In de lerarenopleiding worden eisen gesteld aan kandidaat-docenten op o.a. interactief, pedagogisch, (vak)didactisch en organisatorische competentiegebieden. In principe wordt een wiskundeles dus gegeven door een “geschikte” wiskundeleraar die het E6E-model succesvol kan toepassen.

3) De school beschikt over de nodige faciliteiten, en in de basis staan de strategie en het beleid van de school, inclusief de schoolregels en procedures, en de geselecteerde lesmethode garant voor goed onderwijs. Een geleidelijke overgang van docent-gestuurd naar leerling-gestuurd onderwijs behoort tot de mogelijkheden. En elementen voor het bevorderen van wiskundige bekwaamheid, en relevante sleutelbegrippen van effectief leren en factoren van invloed op het leergedrag worden ondersteund op school.

- Oorsprong: zie analyseresultaten behorende bij de deelvraag “welke aspecten zijn niet in te passen en worden bijvoorbeeld veronderstellingen?”
- Toetsing: Afvinken tijdens de screening van het uiteindelijke ontwerp.
- Screening: Onder het toezicht van de onderwijsinspectie voeren middelbare scholen in Nederland over het algemeen een degelijk schoolbeleid, gebruiken ze gecertificeerde lesmethoden en beschikken ze over voldoende faciliteiten. Voor zover de publieke belangen in Nederland niet in het geding komen, kan de leerling centraal worden gesteld in het onderwijs¹; in principe draagt dit bij aan geleidelijk meer leerling-gestuurd onderwijs, het effectief leren en constructief leergedrag. Daarnaast is wiskunde een kernvak op de Nederlandse middelbare school; het bevorderen van wiskundige bekwaamheid is dan ook vrijwel iedere schooldag aan de orde. Een prima basis voor toepassing van het E6E-model.

¹ Onderwijsraad (2017). *De leerling centraal?* Den Haag: Onderwijsraad. ISBN 9789461210586

4) Er is sprake van een prettige en veilige leeromgeving en leerklimaat op school en in de klas (de klas is een groep) om uiteindelijk tot een krachtige leeromgeving te komen.

- Oorsprong: zie analyseresultaten behorende bij de deelvraag “welke aspecten zijn niet in te passen en worden bijvoorbeeld veronderstellingen?”
- Toetsing: Afvinken tijdens de screening van het uiteindelijke ontwerp.
- Screening: Een prettig en veilig leerklimaat op school en in de klas is niet vanzelfsprekend; leerlingen, docenten, de school en ouders moeten daar samen aan werken. Voor het merendeel slaagt men daar ook in zodat er een goede basis bestaat om een krachtige leeromgeving te creëren (bijvoorbeeld door middel van toepassing van het E6E-model).

BIJLAGE F: DEFINITIEVE ONTWERP VAN HET E6E-MODEL

- Overzichtskaart van het E6E-model
- Het E6E-model in kernwoorden per leerstap
- Het E6E-model in presentatievorm (PowerPoint template / pdf hand-out)

(opzettelijk blanco)

Overzichtskaart van het E6E-model voor enthousiasmerend constructivistische instructie

Originele tekst: © 2008 Bart Windels

Originele tekst met een enthousiasme-vergroterend karakter: © 2008 Bart Windels (karakterisering door Paul Brok)

Aanvullende tekst ter vergroting van het enthousiasmerende karakter van de les / leerstap: (CC) 2019 Paul Brok

Beschrijving leerstap	Acties van de docent	Acties van de leerlingen
EE0 Lesvoorbereiding / introductie		
Tijdens deze leerstap bereiden de leerlingen en de docent zich voor op de les inclusief het onderwerp.	- De docent bereidt de les voor inclusief het lesprogramma.¹ - De docent formuleert duidelijke en relevante leerdoelen. - De docent overweegt alle leerstappen één of meerdere keren toe te passen. - De docent maakt één of meerdere keuzes uit enthousiasme-vergroterende strategieën.²	De leerlingen maken hun huiswerk.
EE1 Evalueren van de begincompetenties		
Tijdens deze leerstap worden de leerlingen voorbereid op het leerproces.	- De docent evalueert relevante voorkennis, vaardigheden en attitudes. - De docent herhaalt waar nodig. - De docent doseert hierbij: hij/zij belicht de hoofdzaken en presenteert behapbare porties op aantrekkelijke wijze.³	De leerlingen rakelen begrippen, concepten en eigenschappen op, die tijdens deze les nuttig zijn.
EE2 Engageren		
Tijdens deze leerstap wordt de interesse en het engagement van de leerlingen opgewekt.	- De docent kadert het onderwerp in een realistische of vakoverschrijdende context. - De docent engageert de leerlingen met een uitdagende probleemstelling of een boeiend instapprobleem. - De docent kadert het onderwerp binnen een groter leerstofgeheel of een historische context. - De docent geeft een boeiende demonstratie.³	De leerlingen ontdekken een motivatie voor de leerinhouden van deze les.
EE3 Exploreren		
Tijdens deze leerstap worden nieuwe begrippen, concepten of eigenschappen aan de hand van concrete voorbeelden onderzocht of ontdekt.	- De docent geeft overdacht gekozen voorbeelden en non-voorbeelden. - De docent verbindt informeel met formeel taalgebruik en introduceert nieuwe terminologie of symbolen. - De docent streeft concrete en visuele voorstelling na, eventueel in een realistische context. - De docent zet leerling-vriendelijk en of uitnodigend (digitaal) lesmateriaal in.³ - De docent stelt vooraf gesloten vragen. - De docent stimuleert coöperatief leren.	- De leerlingen gebruiken eerder verworven kennis en vaardigheden om zelf nieuwe begrippen, concepten of eigenschappen te ontdekken. - De leerlingen classificeren voorbeelden en non-voorbeelden. - De leerlingen ontdekken wetmatigheden of verbanden in de aangereikte voorbeelden. - De leerlingen voeren een positieve interactie.

¹ Advies (voor flexibiliteit / improvisatieruimte): houd minimaal 10 minuten aan per lesprogramma-onderdeel of combinatie van onderdelen.

² Leerling-enthousiasme-vergroterende strategieën zijn: a) afwisseling in het lesprogramma aanbrengen, b) een pakkende binnenkomer en leuke voorbeeldopgave(n) gebruiken, c) het lesonderwerp contextrijk en of betekenisvol maken, en d) leerling-vriendelijk en of uitnodigend lesmateriaal inzetten.

³ Bronnen en suggesties: YouTube-filmpjes; webtools; internetsites; Facebookgroep "Leraar Wiskunde"; overige ideeën van collega-wiskundeleraars; sprekende voorbeelden uit de natuur, techniek, economie, maatschappij en eigen leven; wetenschappelijke proefjes; Kijk/Quest-kalenderblaadjes; spellen; puzzels; wiskundige denkactiviteiten.

Beschrijving leerstap	Acties van de docent	Acties van de leerlingen
EE4 Empirische kennis toepassen		
Tijdens deze leerstap wordt gecontroleerd of de leerlingen een intuïtieve of empirische contextvrije kennis van de begrippen, concepten of eigenschappen hebben verworven.	- N.B.: De docent toont herhaaldelijk -in deze leerstap als ook in de leerstappen hiervoor en hierna- zijn (vak)enthousiasme en straalt plezier uit. - De docent stelt vragen die de leerlingen kunnen oplossen aan de hand van de zopas opgedane intuïtieve ervaringskennis. - De docent stelt vooral halfopen vragen.	- De leerlingen passen ontdekte wetmatigheden en verbanden intuïtief toe in nieuwe concrete en contextvrije voorbeelden. - De leerlingen geven nieuwe voorbeelden van begrippen of nieuwe toepassingen van eigenschappen.
EE5 Expliciteren		
Tijdens deze leerstap wordt van begrippen en concepten een definitie gegeven en worden eigenschappen geformuleerd en bewezen.	- De docent stelt vragen -op gevarieerde wijze⁴- opdat de leerlingen de nieuwe begrippen en concepten kunnen definiëren en nieuwe eigenschappen formuleren en bewijzen. - De docent stimuleert het gebruik van formele wiskundetaal en luistert actief. - De docent zet een interactieve webtool⁵ in waarmee leerlingen onderling hun suggesties voor formulering van een definitie of eigenschap kunnen delen, en gezamenlijk tot een eindtekst komen.	- De leerlingen antwoorden op waaromvragen over concrete voorbeelden en formuleren aldus een definitie of eigenschap in hun eigen woorden. - De leerlingen formuleren de ontdekte wetmatigheden, verbanden en structuren in formele wiskundetaal.
EE6 Eindcompetenties consolideren		
Tijdens deze leerstap worden de aangeleerde begrippen, concepten en eigenschappen toegepast. De nieuwe kennis en vaardigheden worden ingeoefend.	- De docent kiest (uitdagende) oefeningen en (vakoverschrijdende) toepassingen.⁶ - De docent stelt zich op als coach en geeft zo spoedig mogelijk (constructieve) feedback of draagt een alternatief aan. - De docent komt terug op onopgeloste uitdagende probleemstellingen uit de engageerstap EE2. - De docent evalueert de leerwinst, o.a. door beschouwing van de voortgang ten opzichte van de leerdoelen.⁶ - De docent stimuleert coöperatief leren. - De docent differentieert.	- De leerlingen passen de nieuwe begrippen en eigenschappen toe. - De leerlingen brengen het nieuwe onderwerp in verband met andere kennis en vaardigheden. - De leerlingen vertonen zelfredzaamheid en verantwoordelijkheid voor hun eigen leerproces. - De leerlingen evalueren hun eigen leerwinst. - De leerlingen tonen hun leerwinst aan.
EEE Lesafsluiting		
Tijdens deze leerstap worden de leerlingen geïnformeerd over het huiswerk en het onderwerp van de volgende les. Daarna sluit de docent de huidige les af.	- De docent geeft het huiswerk op. - De docent presenteert het onderwerp van de volgende les. - De docent sluit de huidige les af.	De leerlingen luisteren en noteren het huiswerk en het lesonderwerp met betrekking tot de volgende les.

⁴ Variatie aanbrengen in verbaal en non-verbaal gedrag, bijvoorbeeld in de adressering van de vraag, variatie in stemgebruik (tempo, intensiteit, nadruk), mimiek en lichaamshouding.

⁵ Suggesties voor diverse online webtools zijn te vinden op bijvoorbeeld <http://www.eduet.nl/Ter-inspiratie/webtools>.

⁶ Advies: herhaal de leerdoelen woordelijk en gebruik een open vierkantje als bullet om elk leerdoel af te kunnen vinken als gerealiseerd

E6E-model in kernwoorden per leerstap

(bijvoorbeeld om te gebruiken als geheugensteun tijdens de les).



E6E-model kernwoorden per leerstap

0 – Voorbereiding / introductie: lesprogramma; leerdoelen; leerstappen; enthousiasmerende strategie(ën).

1 – Evalueren begincompetenties: relevante voorkennis; korte herhaling op aantrekkelijke wijze.

2 – Engageren: lesonderwerp in breder realistisch kader; boeiend instaprobleem en dito demonstratie

3 – Exploreren: nieuwe terminologie en of symbolen; (non-)voorbeelden; visuele voorstelling; gesloten vragen; coöperatief leren; aantrekkelijk lesmateriaal.

4 – Empirische kennis toepassen: contextvrije kennisverwerving; halfopen controlevragen; blijvend (vak)enthousiasme tonen.

5 – Expliciteren: waaromvragen en actief luisteren; definiëren, formuleren en bewijzen; formele wiskundetaal; (non-)verbale technieken; webtool.

6 – Eindcompetenties consolideren: uitdagende oefeningen; vakoverstijgende toepassingen; coaching; feedback; differentiatie; leerwinst.

E – Lesafsluiting: huiswerk; volgende lesonderwerp.

(opzettelijk blanco)

Enthousiasmerende wiskundeles

Op basis van E6E-model voor
enthousiasmerend constructivistische instructie

Enthousiasmerende wiskundeles

Op basis van E6E-model voor enthousiasmerend constructivistische instructie

Template voor presentatiedia's

Naar eigen keuze en voorkeur aanpassen of toevoegen: schoollogo, achtergrond,
kleurstelling en overige ontwerpaspecten

Welkom, lesprogramma en leerdoelen

EE0 Lesvoorbereiding / introductie

Tijdens deze leerstap bereiden de leerlingen en de docent zich voor op de les inclusief het onderwerp.

Acties van de docent:

- De docent bereidt de les voor inclusief het lesprogramma.*)
- De docent formuleert duidelijke en relevante leerdoelen.
- De docent overweegt alle leerstappen één of meerdere keren toe te passen.
- De docent maakt één of meerdere keuzes uit enthousiasme-vergotende strategieën.**)

Acties van de leerlingen:

- De leerlingen maken hun huiswerk.

*) Advies (voor flexibiliteit / improvisatieruimte): houd minimaal 10 minuten aan per lesprogramma-onderdeel of combinatie van onderdelen.

***) Leerling-enthousiasme-vergotende strategieën zijn: a) afwisseling in het lesprogramma aanbrengen, b) een pakkende binnenkomer en leuke voorbeeldopgave(n) gebruiken, c) het lesonderwerp contextrijk en of betekenisvol maken, en d) leerling-vriendelijk en of uitnodigend lesmateriaal inzetten.

Evalueren van de begincompetenties

EE1 Evalueren van de begincompetenties

Tijdens deze leerstap worden de leerlingen voorbereid op het leerproces.

Acties van de docent:

- De docent evalueert relevante voorkennis, vaardigheden en attitudes.
- De docent herhaalt waar nodig.
- De docent doseert hierbij: hij/zij belicht de hoofdzaken en presenteert behapbare porties op aantrekkelijke wijze. *)

Acties van de leerlingen:

- De leerlingen rakelen begrippen, concepten en eigenschappen op, die tijdens deze les nuttig zijn.

*) Bronnen en suggesties: YouTube-filmpjes; webtools; internetsites; Facebookgroep "Leraar Wiskunde"; overige ideeën van collega-wiskundeleraren; sprekende voorbeelden uit de natuur, techniek, economie, maatschappij en eigen leven; wetenschappelijke proefjes; Kijk/Quest-kalenderblaadjes; spellen; puzzels; wiskundige denkactiviteiten.

Voordat we verder gaan:
zijn er vragen over
deze leerstap?

Om nadrukkelijk de leerstap af te ronden en de overgang naar de volgende leerstap weer te geven.

Engageren

EE2 Engageren

Tijdens deze leerstap wordt de interesse en het engagement van de leerlingen opgewekt.

Acties van de docent:

- De docent kadert het onderwerp in een realistische of vakoverschrijdende context.
- De docent engageert de leerlingen met een uitdagende probleemstelling of een boeiend instaprobleem.
- De docent kadert het onderwerp binnen een groter leerstofgeheel of een historische context.
- De docent geeft een boeiende demonstratie.*)

Acties van de leerlingen:

- De leerlingen ontdekken een motivatie voor de leerinhouden van deze les.

*) Bronnen en suggesties: YouTube-filmpjes; webtools; internetsites; Facebookgroep “Leraar Wiskunde”; overige ideeën van collega-wiskundeleraren; sprekende voorbeelden uit de natuur, techniek, economie, maatschappij en eigen leven; wetenschappelijke proefjes; Kijk/Quest-kalenderblaadjes; spellen; puzzels; wiskundige denkactiviteiten.

Voordat we verder gaan:
zijn er vragen over
deze leerstap?

Om nadrukkelijk de leerstap af te ronden en de overgang naar de volgende leerstap weer te geven.

Exploreren

EE3 Exploreren

Tijdens deze leerstap worden nieuwe begrippen, concepten of eigenschappen aan de hand van concrete voorbeelden onderzocht of ontdekt.

Acties van de docent:

- De docent geeft overdacht gekozen voorbeelden en non-voorbeelden.
- De docent verbindt informeel met formeel taalgebruik en introduceert nieuwe terminologie of symbolen.
- De docent streeft concrete en visuele voorstelling na, eventueel in een realistische context.
- De docent zet leerling-vriendelijk en of uitnodigend (digitaal) lesmateriaal in.
- De docent stelt vooral gesloten vragen.
- De docent stimuleert coöperatief leren.

Acties van de leerlingen:

- De leerlingen gebruiken eerder verworven kennis en vaardigheden om zelf nieuwe begrippen, concepten of eigenschappen te ontdekken.
- De leerlingen classificeren voorbeelden en non-voorbeelden.
- De leerlingen ontdekken wetmatigheden of verbanden in de aangereikte voorbeelden.
- De leerlingen voeren een positieve interactie.

Voordat we verder gaan:
zijn er vragen over
deze leerstap?

Om nadrukkelijk de leerstap af te ronden en de overgang naar de volgende leerstap weer te geven.

Empirische kennis toepassen

EE4 Empirische kennis toepassen

Tijdens deze leerstap wordt gecontroleerd of de leerlingen een intuïtieve of empirische contextvrije kennis van de begrippen, concepten of eigenschappen hebben verworven.

Acties van de docent:

- N.B.: De docent toont herhaaldelijk -in deze leerstap als ook in de leerstappen hiervoor en hierna- zijn (vak)enthousiasme en straalt plezier uit.
- De docent stelt vragen die de leerlingen kunnen oplossen aan de hand van de zopas opgedane intuïtieve ervaringskennis.
- De docent stelt vooral halfopen vragen.

Acties van de leerlingen:

- De leerlingen passen ontdekte wetmatigheden en verbanden intuïtief toe in nieuwe concrete en contextvrije voorbeelden.
- De leerlingen geven nieuwe voorbeelden van begrippen of nieuwe toepassingen van eigenschappen.

Voordat we verder gaan:
zijn er vragen over
deze leerstap?

Om nadrukkelijk de leerstap af te ronden en de overgang naar de volgende leerstap weer te geven.

Expliciteren

EE5 Expliciteren

Tijdens deze leerstap wordt van begrippen en concepten een definitie gegeven en worden eigenschappen geformuleerd en bewezen.

Acties van de docent:

- De docent stelt vragen - op gevarieerde wijze*) - opdat de leerlingen de nieuwe begrippen en concepten kunnen definiëren en nieuwe eigenschappen formuleren en bewijzen.
- De docent stimuleert het gebruik van formele wiskundetaal en luistert actief.
- De docent zet een interactieve webtool**) in waarmee leerlingen onderling hun suggesties voor formulering van een definitie of eigenschap kunnen delen, en gezamenlijk tot een eindtekst komen.

Acties van de leerlingen:

- De leerlingen antwoorden op waaromvragen over concrete voorbeelden en formuleren aldus een definitie of eigenschap in hun eigen woorden.
- De leerlingen formuleren de ontdekte wetmatigheden, verbanden en structuren in formele wiskundetaal.

*) Variatie aanbrengen in verbaal en non-verbaal gedrag, bijvoorbeeld in de adressering van de vraag, variatie in stemgebruik (tempo, intensiteit, nadruk), mimiek en

lichaamshouding.

**) Suggesties voor diverse online webtools zijn te vinden op bijvoorbeeld <http://www.eduet.nl/Ter-inspiratie/webtools>.

Voordat we verder gaan:
zijn er vragen over
deze leerstap?

Om nadrukkelijk de leerstap af te ronden en de overgang naar de volgende leerstap weer te geven.

Eindcompetenties consolideren

EE6 Eindcompetenties consolideren

Tijdens deze leerstap worden de aangeleerde begrippen, concepten en eigenschappen toegepast. De nieuwe kennis en vaardigheden worden ingeoeft.

Acties van de docent

- De docent kiest (uitdagende) oefeningen en (vakoverschrijdende) toepassingen.*)
- De docent stelt zich op als coach en geeft zo spoedig mogelijk (constructieve) feedback of draagt een alternatief aan.
- De docent komt terug op onopgeloste uitdagende probleemstellingen uit de engageerstap EE2.
- De docent evalueert de leerwinst, o.a. door beschouwing van de voortgang ten opzichte van de leerdoelen.**)
- De docent stimuleert coöperatief leren.
- De docent differentieert.

Acties van de leerlingen:

- De leerlingen passen de nieuwe begrippen en eigenschappen toe.
- De leerlingen brengen het nieuwe onderwerp in verband met andere kennis en vaardigheden.
- De leerlingen vertonen zelfredzaamheid en verantwoordelijkheid voor hun eigen leerproces.

- De leerlingen evalueren hun eigen leerwinst.
- De leerlingen tonen hun leerwinst aan.

*) Bronnen en suggesties: YouTube-filmpjes; webtools; internetsites; Facebookgroep “Leraar Wiskunde”; overige ideeën van collega-wiskundeleraren; sprekende voorbeelden uit de natuur, techniek, economie, maatschappij en eigen leven; wetenschappelijke proefjes; Kijk/Quest-kalenderblaadjes; spellen; puzzels; wiskundige denkactiviteiten.

**) Advies: herhaal de leerdoelen woordelijk en gebruik een open vierkantje als bullet om elk leerdoel af te kunnen vinken als gerealiseerd.

Lesafsluiting

EEE Lesafsluiting

Tijdens deze leerstap worden de leerlingen geïnformeerd over het huiswerk en het onderwerp van de volgende les. Daarna sluit de docent de huidige les af.

Acties van de docent:

- De docent geeft het huiswerk op.
- De docent presenteert het onderwerp van de volgende les.
- De docent sluit de huidige les af.

Acties van de leerlingen:

- De leerlingen luisteren en noteren het huiswerk en het lesonderwerp met betrekking tot de volgende les.

BIJLAGE G: TEST E6E-MODEL – PRESENTATIEDIA'S WISKUNDELES OVER PRODUCT-SOMMETHODE

(opzettelijk blanco)



Product-Som-Methode

Paragraaf 7.3

Hoofdstuk 7 Kwadratische vergelijkingen

2 HAVO/VWO deel 2 Getal & Ruimte

Enthousiasmerende wiskundeles

Op basis van E6E-model voor enthousiasmerend constructivistische instructie

Testresultaat en toepassing op het thema product-som-methode

Samengesteld met behulp van het E6E presentatiedia's template

Koppeling tussen E6E-model/template en testresultaat/inhoud wordt als volgt cursief weergegeven: "[...]"

Naar eigen keuze en voorkeur aanpassen of toevoegen: schoollogo, achtergrond, kleurstelling en overige ontwerpaspecten

Welkom !

Lesprogramma:

- [3m] Introductie
- [3m] Voorkennis
- [22m] Product-Som-Methode
- [15m] Oefeningen
- [2m] Lesafsluiting

EE0 Lesvoorbereiding / introductie

Tijdens deze leerstap bereiden de leerlingen en de docent zich voor op de les inclusief het onderwerp.

Acties van de docent:

- De docent bereidt de les voor inclusief het lesprogramma. *[Gedaan met samenstellen van deze presentatie.]*
- De docent formuleert duidelijke en relevante leerdoelen. *[Zie volgende dia.]*
- De docent overweegt alle leerstappen één of meerdere keren toe te passen. *[Elke leerstap wordt één keer toegepast.]*
- De docent maakt één of meerdere keuzes uit enthousiasme-vergrotende strategieën*). *[Gekozen voor: afwisseling in het lesprogramma met theorie, oefening en spellen; een dobbelspel als pakkende binnenkomer; inzet van leerling-vriendelijk/uitnodigend lesmateriaal, i.c. deze set presentatiedia's, (eventueel) webtool padlet.com plus dobbelspel en zelfgemaakt memoryspel.]*

Acties van de leerlingen:

- De leerlingen maken hun huiswerk.

*) Leerling-enthousiasme-vergroten de strategieën zijn: a) afwisseling in het lesprogramma aanbrengen, b) een pakkende binnenkomer en leuke voorbeeldopgave(n) gebruiken, c) het lesonderwerp contextrijk en of betekenisvol maken, en d) leerling-vriendelijk en of uitnodigend lesmateriaal inzetten.

Introductie: Leerdoelen

- ☐ Je kunt ontbinden in factoren op een andere wijze dan de gemeenschappelijke factor buiten haakjes brengen.
- ☐ Je kunt een som van drie termen ontbinden in factoren.
- ☐ Je kunt uitleggen hoe de product-som-methode werkt.

EE0 Lesvoorbereiding / introductie

Tijdens deze leerstap bereiden de leerlingen en de docent zich voor op de les inclusief het onderwerp.

Acties van de docent:

- De docent bereidt de les voor inclusief het lesprogramma. *[Zie vorige dia.]*
- De docent formuleert duidelijke en relevante leerdoelen. *[Zie huidige dia.]*
- De docent overweegt alle leerstappen één of meerdere keren toe te passen. *[Zie vorige dia.]*
- De docent maakt één of meerdere keuzes uit enthousiasme-vergrotende strategieën*). *[Zie vorige dia.]*

Acties van de leerlingen:

- De leerlingen maken hun huiswerk.

*) Leerling-enthousiasme-vergrotende strategieën zijn: a) afwisseling in het lesprogramma aanbrengen, b) een pakkende binnenkomer en leuke voorbeeldopgave(n) gebruiken, c) het lesonderwerp contextrijk en of betekenisvol maken, en d) leerling-vriendelijk en of uitnodigend lesmateriaal inzetten.

Voorkennis

Ontbinden in factoren:

- 1^e methode
- Gemeenschappelijke factor buiten haakjes brengen.



EE1 Evalueren van de begincompetenties

Tijdens deze leerstap worden de leerlingen voorbereid op het leerproces.

Acties van de docent:

- De docent evalueert relevante voorkennis, vaardigheden en attitudes.
- De docent herhaalt waar nodig.
- De docent doseert hierbij: hij/zij belicht de hoofdzaken en presenteert behapbare porties op aantrekkelijke wijze.*)

[Hoofdstuk 7 in "Getal & Ruimte" her-beschouwend, betreft m.i. de benodigde voorkennis hoofdzakelijk de eerste vorm van ontbinden in factoren (i.c., gemeenschappelijke factor buiten haakjes brengen) en, zoals hierboven weergegeven, dit ook kort samengevat plus toepasselijke illustratie toegevoegd.]

Acties van de leerlingen:

- De leerlingen rakelen begrippen, concepten en eigenschappen op, die tijdens deze les nuttig zijn.

*) Bronnen en suggesties: YouTube-filmpjes; webtools; internetsites; Facebookgroep "Leraar Wiskunde"; overige ideeën van collega-wiskundeleraren; sprekende

voorbeelden uit de natuur, techniek, economie, maatschappij en eigen leven;
wetenschappelijke proefjes; Kijk/Quest-kalenderblaadjes; spellen; puzzels;
wiskundige denkactiviteiten.



Opzettelijk blanco.

Om nadrukkelijk de overgang weer te geven naar de volgende leerstap.

Het PS-dobbelspel

- We gaan (online) dobbelen met twee dobbelstenen.
- Na elke worp, noteer je in je werkschrift:
 - [G1] aantal ogen op dobbelsteen #1
 - [G2] aantal ogen op dobbelsteen #2
 - [P] het product hiervan, en
 - [S] de som daarvan.

EE2 Engageren

Tijdens deze leerstap wordt de interesse en het engagement van de leerlingen opgewekt.

Acties van de docent:

- De docent kadert het onderwerp in een realistische of vakoverschrijdende context.
- De docent engageert de leerlingen met een uitdagende probleemstelling of een boeiend instapprobleem.
- De docent kadert het onderwerp binnen een groter leerstofgeheel of een historische context.
- De docent geeft een boeiende demonstratie.*)

[Het onderwerp product-som-methode inkaderen binnen een realistische context kon ik me niet 123 voorstellen; daarom heb ik gekozen voor een “boeiend instapprobleem” / “boeiende demonstratie” in de vorm van een spel met twee dobbelstenen en te focussen op het bepalen van het product en de som van een getallenpaar.]

Acties van de leerlingen:

- De leerlingen ontdekken een motivatie voor de leerinhouden van deze les.

*) Bronnen en suggesties: YouTube-filmpjes; webtools; internetsites; Facebookgroep “Leraar Wiskunde”; overige ideeën van collega-wiskundeleraren; sprekende voorbeelden uit de natuur, techniek, economie, maatschappij en eigen leven; wetenschappelijke proefjes; Kijk/Quest-kalenderblaadjes; spellen; puzzels; wiskundige denkactiviteiten.

Het PS-dobbelspel

- We gaan (online) dobbelen met twee dobbelstenen.
- Na elke worp, noteer je in je werkschrift:
 - [G1] aantal ogen op dobbelsteen #1
 - [G2] aantal ogen op dobbelsteen #2
 - [P] het product hiervan, en
 - [S] de som daarvan.

- Bijvoorbeeld:



G1	G2	P	S
4	5	20	9
...	...	...	...
...	...	...	...

EE2 Engageren

Tijdens deze leerstap wordt de interesse en het engagement van de leerlingen opgewekt.

Acties van de docent:

- De docent kadert het onderwerp in een realistische of vakoverschrijdende context.
- De docent engageert de leerlingen met een uitdagende probleemstelling of een boeiend instapprobleem.
- De docent kadert het onderwerp binnen een groter leerstofgeheel of een historische context.
- De docent geeft een boeiende demonstratie.*)

[Zie toegevoegd commentaar bij de vorige dia.]

Acties van de leerlingen:

- De leerlingen ontdekken een motivatie voor de leerinhouden van deze les.

*) Bronnen en suggesties: YouTube-filmpjes; webtools; internetsites; Facebookgroep “Leraar Wiskunde”; overige ideeën van collega-wiskundeleraars; sprekende voorbeelden uit de natuur, techniek, economie, maatschappij en eigen leven;

wetenschappelijke proefjes; Kijk/Quest-kalenderblaadjes; spellen; puzzels;
wiskundige denkactiviteiten.

Het PS-dobbelspel (vervolg)

- De uitkomsten zijn:

G1	G2	P	S
...	...	...	...
...	...	...	...
...	...	...	...

<Docent vult de kolommen klassikaal in op het digibord.>

EE2 Engageren

Tijdens deze leerstap wordt de interesse en het engagement van de leerlingen opgewekt.

Acties van de docent:

- De docent kadert het onderwerp in een realistische of vakoverschrijdende context.
- De docent engageert de leerlingen met een uitdagende probleemstelling of een boeiend instapprobleem.
- De docent kadert het onderwerp binnen een groter leerstofgeheel of een historische context.
- De docent geeft een boeiende demonstratie.*)

[Zie toegevoegd commentaar bij de vorige dia.]

Acties van de leerlingen:

- De leerlingen ontdekken een motivatie voor de leerinhouden van deze les.

*) Bronnen en suggesties: YouTube-filmpjes; webtools; internetsites; Facebookgroep “Leraar Wiskunde”; overige ideeën van collega-wiskundeleraren; sprekende voorbeelden uit de natuur, techniek, economie, maatschappij en eigen leven;

wetenschappelijke proefjes; Kijk/Quest-kalenderblaadjes; spellen; puzzels;
wiskundige denkactiviteiten.



Opzettelijk blanco.

Om nadrukkelijk de overgang weer te geven naar de volgende leerstap.

Ontdekkingstocht begint ...

- De eerste belangrijke stappen op weg naar de product-som-methode zijn gezet!
- ✓ Product en som bepalen van twee getallen (oftewel een getallenpaar) is gelukt.
- ✓ Het maken van een product-som-tabel ook.

EE3 Exploreren

Tijdens deze leerstap worden nieuwe begrippen, concepten of eigenschappen aan de hand van concrete voorbeelden onderzocht of ontdekt.

Acties van de docent: *[Zie volgende dia's.]*

- De docent geeft overdacht gekozen voorbeelden en non-voorbeelden.
- De docent verbindt informeel met formeel taalgebruik en introduceert nieuwe terminologie of symbolen.
- De docent streeft concrete en visuele voorstelling na, eventueel in een realistische context.
- De docent zet leerling-vriendelijk en of uitnodigend (digitaal) lesmateriaal in.
- De docent stelt vooral gesloten vragen.
- De docent stimuleert coöperatief leren.

Acties van de leerlingen:

- De leerlingen gebruiken eerder verworven kennis en vaardigheden om zelf nieuwe begrippen, concepten of eigenschappen te ontdekken.
- De leerlingen classificeren voorbeelden en non-voorbeelden.
- De leerlingen ontdekken wetmatigheden of verbanden in de aangereikte

voorbeelden.

- De leerlingen voeren een positieve interactie.

Ontdekkingstocht (vervolg)

- We gaan de volgende uitdrukking herleiden:

$$(x + 4)(x + 5)$$

EE3 Exploreren

Tijdens deze leerstap worden nieuwe begrippen, concepten of eigenschappen aan de hand van concrete voorbeelden onderzocht of ontdekt.

Acties van de docent:

- De docent geeft overdacht gekozen voorbeelden en non-voorbeelden. *[De uitdrukking bevat de getallen 4 en 5, de gegooide aantallen ogen van de dobbelstenen in de vorige leerstap.]*
- De docent verbindt informeel met formeel taalgebruik en introduceert nieuwe terminologie of symbolen. *[Bovenstaande uitdrukking.]*
- De docent streeft concrete en visuele voorstelling na, eventueel in een realistische context. *[Zie volgende dia's.]*
- De docent zet leerling-vriendelijk en of uitnodigend (digitaal) lesmateriaal in. *[Zie volgende dia's.]*
- De docent stelt vooral gesloten vragen. *[Zie dia's verderop.]*
- De docent stimuleert coöperatief leren. *[Zie dia's verderop.]*

Acties van de leerlingen:

- De leerlingen gebruiken eerder verworven kennis en vaardigheden om zelf nieuwe

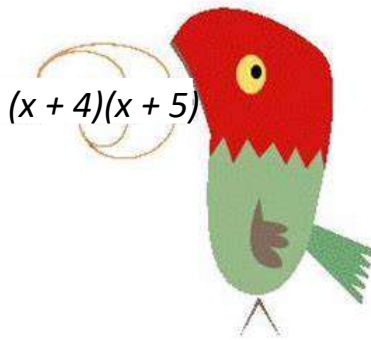
begrippen, concepten of eigenschappen te ontdekken.

- De leerlingen classificeren voorbeelden en non-voorbeelden.
- De leerlingen ontdekken wetmatigheden of verbanden in de aangereikte voorbeelden.
- De leerlingen voeren een positieve interactie.

Ontdekkingstocht (vervolg)

- Herleid:

$$(x + 4)(x + 5)$$



EE3 Exploreren

Tijdens deze leerstap worden nieuwe begrippen, concepten of eigenschappen aan de hand van concrete voorbeelden onderzocht of ontdekt.

Acties van de docent:

- De docent geeft overdacht gekozen voorbeelden en non-voorbeelden. [*Zie commentaar vermeld op de vorige dia.*]
- De docent verbindt informeel met formeel taalgebruik en introduceert nieuwe terminologie of symbolen. [*“Herleiden”*]
- De docent streeft concrete en visuele voorstelling na, eventueel in een realistische context. [*Papegaaienbepijmethode.*]
- De docent zet leerling-vriendelijk en of uitnodigend (digitaal) lesmateriaal in. [*De huidige kleurrijke dia.*]
- De docent stelt vooral gesloten vragen. [*Zie dia’s verderop.*]
- De docent stimuleert coöperatief leren. [*Zie dia’s verderop.*]

Acties van de leerlingen:

- De leerlingen gebruiken eerder verworven kennis en vaardigheden om zelf nieuwe begrippen, concepten of eigenschappen te ontdekken.

- De leerlingen classificeren voorbeelden en non-voorbeelden.
- De leerlingen ontdekken wetmatigheden of verbanden in de aangereikte voorbeelden.
- De leerlingen voeren een positieve interactie.

Ontdekkingstocht (vervolg)

- Uitwerking:

$$\begin{aligned}(x + 4)(x + 5) &= x^2 + 5x + 4x + 20 \\ &= x^2 + 9x + 20\end{aligned}$$

EE3 Exploreren

Tijdens deze leerstap worden nieuwe begrippen, concepten of eigenschappen aan de hand van concrete voorbeelden onderzocht of ontdekt.

Acties van de docent: *[Zie commentaar vermeld op vorige en volgende dia's.]*

- De docent geeft overdacht gekozen voorbeelden en non-voorbeelden.
- De docent verbindt informeel met formeel taalgebruik en introduceert nieuwe terminologie of symbolen.
- De docent streeft concrete en visuele voorstelling na, eventueel in een realistische context.
- De docent zet leerling-vriendelijk en of uitnodigend (digitaal) lesmateriaal in.
- De docent stelt vooral gesloten vragen.
- De docent stimuleert coöperatief leren.

Acties van de leerlingen:

- De leerlingen gebruiken eerder verworven kennis en vaardigheden om zelf nieuwe begrippen, concepten of eigenschappen te ontdekken.
- De leerlingen classificeren voorbeelden en non-voorbeelden.
- De leerlingen ontdekken wetmatigheden of verbanden in de aangereikte

voorbeelden.

- De leerlingen voeren een positieve interactie.

Ontdekkingstocht (vervolg)

- Uitwerking:

$$(x + 4)(x + 5) = x^2 + 5x + 4x + 20$$
$$= x^2 + 9x + 20$$

- Beschouw de rode getallen, zie jij hierin ook een som en een product terug?

EE3 Exploreren

Tijdens deze leerstap worden nieuwe begrippen, concepten of eigenschappen aan de hand van concrete voorbeelden onderzocht of ontdekt.

Acties van de docent:

- De docent geeft overdacht gekozen voorbeelden en non-voorbeelden. *[Zie commentaar vermeld op vorige en volgende dia's.]*
- De docent verbindt informeel met formeel taalgebruik en introduceert nieuwe terminologie of symbolen. *[N.v.t.]*
- De docent streeft concrete en visuele voorstelling na, eventueel in een realistische context. *[Concrete uitwerking met kleurgebruik.]*
- De docent zet leerling-vriendelijk en of uitnodigend (digitaal) lesmateriaal in. *[Kleurgebruik plus niet teveel informatie op één dia plaatsen.]*
- De docent stelt vooral gesloten vragen. *[Zie bovenstaande vraag die met ja of nee is te beantwoorden.]*
- De docent stimuleert coöperatief leren. *[Voor beantwoording van de vraag, de leerlingen in duo's laten overleggen en bijvoorbeeld na een halve minuut het antwoord opvragen bij een aantal duo's.]*

Acties van de leerlingen:

- De leerlingen gebruiken eerder verworven kennis en vaardigheden om zelf nieuwe begrippen, concepten of eigenschappen te ontdekken.
- De leerlingen classificeren voorbeelden en non-voorbeelden.
- De leerlingen ontdekken wetmatigheden of verbanden in de aangereikte voorbeelden.
- De leerlingen voeren een positieve interactie.

Ontdekkingstocht (vervolg)

- Uitwerking:

$$(x + 4)(x + 5) = x^2 + 5x + 4x + 20$$

$$= x^2 + 9x + 20$$

{Som!} $4 + 5$

$4 \cdot 5$ *{Product!}*

EE3 Exploreren

Tijdens deze leerstap worden nieuwe begrippen, concepten of eigenschappen aan de hand van concrete voorbeelden onderzocht of ontdekt.

Acties van de docent: *[Vervolg op docent acties op de vorige dia.]*

- De docent geeft overdacht gekozen voorbeelden en non-voorbeelden.
- De docent verbindt informeel met formeel taalgebruik en introduceert nieuwe terminologie of symbolen.
- De docent streeft concrete en visuele voorstelling na, eventueel in een realistische context.
- De docent zet leerling-vriendelijk en of uitnodigend (digitaal) lesmateriaal in.
- De docent stelt vooral gesloten vragen.
- De docent stimuleert coöperatief leren.

Acties van de leerlingen:

- De leerlingen gebruiken eerder verworven kennis en vaardigheden om zelf nieuwe begrippen, concepten of eigenschappen te ontdekken.
- De leerlingen classificeren voorbeelden en non-voorbeelden.
- De leerlingen ontdekken wetmatigheden of verbanden in de aangereikte

voorbeelden.

- De leerlingen voeren een positieve interactie.

begrippen, concepten of eigenschappen te ontdekken.

- De leerlingen classificeren voorbeelden en non-voorbeelden.
- De leerlingen ontdekken wetmatigheden of verbanden in de aangereikte voorbeelden.
- De leerlingen voeren een positieve interactie.



Opzettelijk blanco.

Om nadrukkelijk de overgang weer te geven naar een volgende leerstap.

VAN
GELUKKIGE
LERAREN

LEER JE
DE MOOISTE
DINGEN

Loesje

Toepassen

Ontbind in factoren: $x^2 + 5x + 6$

Uitwerking (vul zelf verder in):

$x^2 + 5x + 6 \Leftrightarrow$

G1	G2	P	S
2	...	6	...

 $\Leftrightarrow (x + 2)(x + \dots)$

Dus: $x^2 + 5x + 6 = (x + 2)(x + \dots)$

EE4 Empirische kennis toepassen

Tijdens deze leerstap wordt gecontroleerd of de leerlingen een intuïtieve of empirische contextvrije kennis van de begrippen, concepten of eigenschappen hebben verworven.

Acties van de docent:

- N.B.: De docent toont herhaaldelijk -in deze leerstap als ook in de leerstappen hiervoor en hierna- zijn (vak)enthousiasme en straalt plezier uit. *[Zien als reminder halverwege de les (of serie leerstappen); het toepasselijke Loesje-pamflet heeft enige toegevoegde waarde in dit verband.]*
- De docent stelt vragen die de leerlingen kunnen oplossen aan de hand van de zopas opgedane intuïtieve ervaringskennis. *[Zie hieronder.]*
- De docent stelt vooral halfopen vragen. *[Met halfopen en suggestieve vragen (i.c., scaffolding) de open plekken één voor één aflopen en klassikaal oplossen.]*

Acties van de leerlingen:

- De leerlingen passen ontdekte wetmatigheden en verbanden intuïtief toe in nieuwe concrete en contextvrije voorbeelden.
- De leerlingen geven nieuwe voorbeelden van begrippen of nieuwe toepassingen

van eigenschappen.

Toepassen (vervolg)

Ontbind in factoren: $x^2 + x - 6$

Uitwerking (vul zelf verder in):

$$x^2 + x - 6 \Leftrightarrow \begin{array}{|c|c|c|c|} \hline \mathbf{G1} & \mathbf{G2} & \mathbf{P} & \mathbf{S} \\ \hline \dots & 3 & \dots & 1 \\ \hline \end{array} \Leftrightarrow (x + \dots)(x + 3)$$

Dus: $x^2 + x - 6 = (x + \dots)(x + 3)$

EE4 Empirische kennis toepassen

Tijdens deze leerstap wordt gecontroleerd of de leerlingen een intuïtieve of empirische contextvrije kennis van de begrippen, concepten of eigenschappen hebben verworven.

Acties van de docent: *[Zie het commentaar op de vorige dia; echter, de leerlingen steeds minder begeleiden en meer zelfstandig de lege plekken laten invullen.]*

- N.B.: De docent toont herhaaldelijk -in deze leerstap als ook in de leerstappen hiervoor en hierna- zijn (vak)enthousiasme en straalt plezier uit.
- De docent stelt vragen die de leerlingen kunnen oplossen aan de hand van de zopas opgedane intuïtieve ervaringskennis.
- De docent stelt vooral halfopen vragen.

Acties van de leerlingen:

- De leerlingen passen ontdekte wetmatigheden en verbanden intuïtief toe in nieuwe concrete en contextvrije voorbeelden.
- De leerlingen geven nieuwe voorbeelden van begrippen of nieuwe toepassingen van eigenschappen.

Toepassen (vervolg)

Ontbind in factoren: $x^2 + 3x - 10$

Uitwerking (vul zelf verder in):

$$x^2 + 3x - 10 \Leftrightarrow \begin{array}{|c|c|c|c|} \hline \mathbf{G1} & \mathbf{G2} & \mathbf{P} & \mathbf{S} \\ \hline \dots & \dots & \dots & \dots \\ \hline \end{array} \Leftrightarrow (x + \dots)(x + \dots)$$

$$\text{Dus: } x^2 + 3x - 10 = (x + \dots)(x + \dots)$$

EE4 Empirische kennis toepassen

Tijdens deze leerstap wordt gecontroleerd of de leerlingen een intuïtieve of empirische contextvrije kennis van de begrippen, concepten of eigenschappen hebben verworven.

Acties van de docent: *[Zie het commentaar op de vorige dia's; de leerlingen bij deze laatste toepassing nog zo min mogelijk begeleiden en de lege plekken geheel zelfstandig laten invullen.]*

- N.B.: De docent toont herhaaldelijk -in deze leerstap als ook in de leerstappen hiervoor en hierna- zijn (vak)enthousiasme en straalt plezier uit.
- De docent stelt vragen die de leerlingen kunnen oplossen aan de hand van de zopas opgedane intuïtieve ervaringskennis.
- De docent stelt vooral halfopen vragen.

Acties van de leerlingen:

- De leerlingen passen ontdekte wetmatigheden en verbanden intuïtief toe in nieuwe concrete en contextvrije voorbeelden.
- De leerlingen geven nieuwe voorbeelden van begrippen of nieuwe toepassingen van eigenschappen.



Opzettelijk blanco.

Om nadrukkelijk de overgang weer te geven naar een volgende leerstap.

Definitie

- De product-som-methode, kort samengevat:
- ...

<Docent vraagt willekeurig aan circa vijf leerlingen om hem te helpen met een beknopte beschrijving van de product-som-methode op het digibord; of vraagt leerlingenduo's een bijdrage te leveren via padlet.com.>

**WAAROM
MOEILIK DOEN
ALS
HET SAMEN KAN**

Loesje

EE5 Expliciteren

Tijdens deze leerstap wordt van begrippen en concepten een definitie gegeven en worden eigenschappen geformuleerd en bewezen.

Acties van de docent:

- De docent stelt vragen - op gevarieerde wijze*) - opdat de leerlingen de nieuwe begrippen en concepten kunnen definiëren en nieuwe eigenschappen formuleren en bewijzen. *[Afwisselend gericht en klassikaal vragen stellen aan leerlingen om kernwoorden of kernzinnen te leveren en deze opschrijven op het digibord; hierbij ook als docent door de klas heen lopen en hier en daar een klassikaal verstaanbaar praatje maken met één of meerdere leerlingen; hierbij een tikkeltje theatraal doen maar niet te overdreven.]*
- De docent stimuleert het gebruik van formele wiskundetaal en luistert actief. *[Meenemen in bovenstaande praatjes met leerlingen.]*
- De docent zet een interactieve webtool**) in waarmee leerlingen onderling hun suggesties voor formulering van een definitie of eigenschap kunnen delen, en gezamenlijk tot een eindtekst komen. *[Klassikaal op het digibord of in duo's via padlet.com voor het verkrijgen van leerlingen input.]*

Acties van de leerlingen:

- De leerlingen antwoorden op waaromvragen over concrete voorbeelden en formuleren aldus een definitie of eigenschap in hun eigen woorden.
- De leerlingen formuleren de ontdekte wetmatigheden, verbanden en structuren in formele wiskundetaal.

*) Variatie aanbrengen in verbaal en non-verbaal gedrag, bijvoorbeeld in de adressering van de vraag, variatie in stemgebruik (tempo, intensiteit, nadruk), mimiek en lichaamshouding.

**) Suggesties voor diverse online webtools zijn te vinden op bijvoorbeeld <http://www.eduet.nl/Ter-inspiratie/webtools>.



Opzettelijk blanco.

Om nadrukkelijk de overgang weer te geven naar een volgende leerstap.

Oefeningen

Individuele opdracht:

- Schrijf op twee van de vier uitgedeelde kaartjes een som van drie termen (die te ontbinden is in factoren!).
- Neem de twee beschreven kaartjes van je buur-m/v in ontvangst; ontbind beide drietermen in factoren en schrijf de oplossingen ieder apart op een blanco kaartje.

EE6 Eindcompetenties consolideren

Tijdens deze leerstap worden de aangeleerde begrippen, concepten en eigenschappen toegepast. De nieuwe kennis en vaardigheden worden ingeoefend.

Acties van de docent:

- De docent kiest (uitdagende) oefeningen en (vakoverschrijdende) toepassingen. *)
[Gekozen voor een toepasselijke oefening in spelvorm.]
- De docent stelt zich op als coach en geeft zo spoedig mogelijk (constructieve) feedback of draagt een alternatief aan. *[Als docent loop ik rond in de klas en beantwoord ik ter plekke eventuele vragen of geef ik spontaan suggesties om leerlingen verder op weg te helpen.]*
- De docent komt terug op onopgeloste uitdagende probleemstellingen uit de engageerstap EE2. *[N.v.t.]*
- De docent evalueert de leerwinst, onder andere door beschouwing van de voortgang ten opzichte van de leerdoelen. *[Zie dia verderop]*
- De docent stimuleert coöperatief leren. *[Samenwerking in duo's]*
- De docent differentieert. *[Niet specifiek; in principe doet elke leerling op gelijke voet mee; echter, het niveau van de som van drie termen en zijn oplossing zal variëren per duo.]*

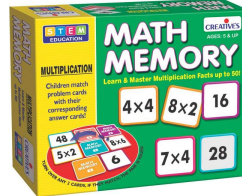
Acties van de leerlingen:

- De leerlingen passen de nieuwe begrippen en eigenschappen toe.
- De leerlingen brengen het nieuwe onderwerp in verband met andere kennis en vaardigheden.
- De leerlingen vertonen zelfredzaamheid en verantwoordelijkheid voor hun eigen leerproces.
- De leerlingen evalueren hun eigen leerwinst.
- De leerlingen tonen hun leerwinst aan.

*) Bronnen en suggesties: YouTube-filmpjes; webtools; internetsites; Facebookgroep “Leraar Wiskunde”; overige ideeën van collega-wiskundeleraren; sprekende voorbeelden uit de natuur, techniek, economie, maatschappij en eigen leven; wetenschappelijke proefjes; Kijk/Quest-kalenderblaadjes; spellen; puzzels; wiskundige denkactiviteiten.

Oefening (vervolg)

Kwadratisch Memory - groepsopdracht:



- Schuif twee tafels tegen elkaar en leg hierop op de kop alle kartonnetjes van zes personen. Schud ze goed door elkaar.
- Speel met z'n zessen het Memory spel.

Speluitleg: Als je aan de beurt bent, draai je twee kaartjes om, horen ze bij elkaar, dan leg je ze bij je neer en mag je nog een keer; horen ze niet bij elkaar dan draai je de kaartjes weer om en gaat de beurt over naar je buur-m/v, enzovoort; speel door totdat alle kaarten uit het spel zijn, wie dan de meeste kaartjes bezit heeft gewonnen.

EE6 Eindcompetenties consolideren

Tijdens deze leerstap worden de aangeleerde begrippen, concepten en eigenschappen toegepast. De nieuwe kennis en vaardigheden worden ingeoefend.

Acties van de docent:

- De docent kiest (uitdagende) oefeningen en (vakoverschrijdende) toepassingen. *) *[Oefening in de vorm van een memoryspel.]*
- De docent stelt zich op als coach en geeft zo spoedig mogelijk (constructieve) feedback of draagt een alternatief aan. *[Waar nodig zal ik als docent bij één (of twee) groep(en) optreden als memoryspelleider.]*
- De docent komt terug op onopgeloste uitdagende probleemstellingen uit de engageerstap EE2. *[N.v.t.]*
- De docent evalueert de leerwinst, onder andere door beschouwing van de voortgang ten opzichte van de leerdoelen. *[Zie volgende dia.]*
- De docent stimuleert coöperatief leren. *[Samenwerking in groepsverband.]*
- De docent differentieert. *[Zo nodig is differentiatie mogelijk bij de samenstelling van de groepen die het memoryspel gaan spelen.]*

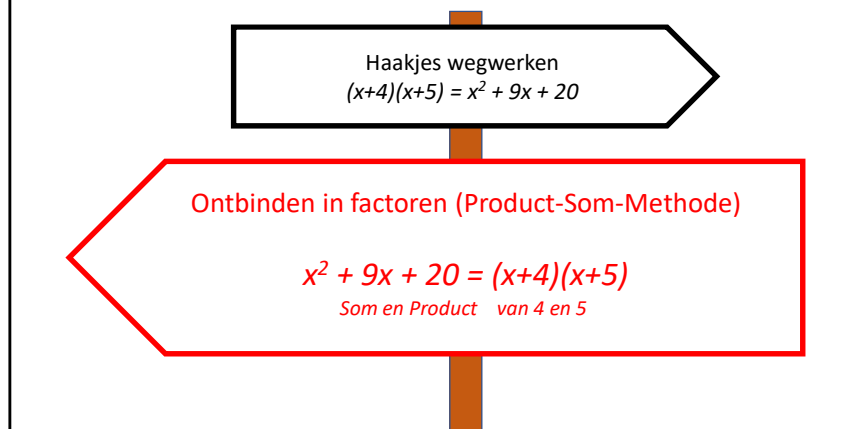
Acties van de leerlingen:

- De leerlingen passen de nieuwe begrippen en eigenschappen toe.
- De leerlingen brengen het nieuwe onderwerp in verband met andere kennis en vaardigheden.
- De leerlingen vertonen zelfredzaamheid en verantwoordelijkheid voor hun eigen leerproces.
- De leerlingen evalueren hun eigen leerwinst.
- De leerlingen tonen hun leerwinst aan.

*) Bronnen en suggesties: YouTube-filmpjes; webtools; internetsites; Facebookgroep “Leraar Wiskunde”; overige ideeën van collega-wiskundeleraren; sprekende voorbeelden uit de natuur, techniek, economie, maatschappij en eigen leven; wetenschappelijke proefjes; Kijk/Quest-kalenderblaadjes; spellen; puzzels; wiskundige denkactiviteiten.

Check: vooraf-vragen en leerdoelen

- Alle leerdoelen bereikt?



EE6 Eindcompetenties consolideren

Tijdens deze leerstap worden de aangeleerde begrippen, concepten en eigenschappen toegepast. De nieuwe kennis en vaardigheden worden ingeoefend.

Acties van de docent:

- De docent kiest (uitdagende) oefeningen en (vakoverschrijdende) toepassingen. *)
[N.v.t.]
- De docent stelt zich op als coach en geeft zo spoedig mogelijk (constructieve) feedback of draagt een alternatief aan. [Indien nodig.]
- De docent komt terug op onopgeloste uitdagende probleemstellingen uit de engageerstap EE2. [N.v.t.]
- De docent evalueert de leerwinst, onder andere door beschouwing van de voortgang ten opzichte van de leerdoelen. [Terugkoppelen naar de lijst met leerdoelen op dia nr. 3.]
- De docent stimuleert coöperatief leren. [N.v.t.]
- De docent differentieert. [Indien nodig.]

Acties van de leerlingen:

- De leerlingen passen de nieuwe begrippen en eigenschappen toe.

- De leerlingen brengen het nieuwe onderwerp in verband met andere kennis en vaardigheden.
- De leerlingen vertonen zelfredzaamheid en verantwoordelijkheid voor hun eigen leerproces.
- De leerlingen evalueren hun eigen leerwinst.
- De leerlingen tonen hun leerwinst aan.

*) Bronnen en suggesties: YouTube-filmpjes; webtools; internetsites; Facebookgroep “Leraar Wiskunde”; overige ideeën van collega-wiskundeleraren; sprekende voorbeelden uit de natuur, techniek, economie, maatschappij en eigen leven; wetenschappelijke proefjes; Kijk/Quest-kalenderblaadjes; spellen; puzzels; wiskundige denkactiviteiten.

Lesafsluiting

- Volgende les:
 - Huiswerk: zie huiswerkopgaven in Magister
 - Onderwerp volgende les: kwadratische vergelijkingen (paragraaf 7.4)
- Zijn er verder nog vragen?
- Fijne dag en tot de volgende keer !

EEE Lesafsluiting

Tijdens deze leerstap worden de leerlingen geïnformeerd over het huiswerk en het onderwerp van de volgende les. Daarna sluit de docent de huidige les af.

Acties van de docent: *[Uitvoeren conform beschrijving.]*

- De docent geeft het huiswerk op.
- De docent presenteert het onderwerp van de volgende les.
- De docent sluit de huidige les af.

Acties van de leerlingen:

- De leerlingen luisteren en noteren het huiswerk en het lesonderwerp met betrekking tot de volgende les.

(opzettelijk blanco)

