NOLAI

Begrijpend lezen | PO en VO

BegrAIp: tekstbegrip ondersteunen met AI.

NOLAI

Datum	Kies of typ een datum
Referentie	Referentie
Betreft	Betreft
Behandeld door	Naam Achternaam
Gecontroleerd door	Naam Achternaam en Naam Achternaam
Versienummer	00

Relatie
Bedrijfsaam van de relatie
Persoonsnaam
Adres en huisnummer
Postbus 1234
T 012 3456789
E naam@bedrijfsnaam.nl

Inhoudsopgave

1 Managementsamenvatting 4

2 Aanleiding en vraagstuk 5
2.1 Aanleiding 5
2.2 Vraagstuk 7

3 Wetenschappelijke onderbouwing 9
3.1 Wetenschappelijke inbedding 9
3.2 De onderzoeksvragen 11
3.2 Wetenschappelijke output 11

4 Prototype 13
4.1 De ontwikkeldoelstelling 13
4.2 Use case 14
4.3 De rol van AI 15
4.4 Data 16
4.5 Op te leveren prototype 17

5 Co-creatie methodiek 18
5.1 Co-creatie in de projectgroep 18
5.2 Ethiek 19
5.3 Conceptfase 8
5.4 Ontwikkelfase 8
5.5 Validatiefase 21

6 Implementatie en opschaling 22
6.1 Kritische aandachtspunten implementatie 22
6.2 Mogelijkheden opschaling 22

7 Projectteam 24

8 Risico's 25

9 Referenties (indien van toepassing) 26

Bijlage 1: Activiteitenplan 28

Bijlage 2: Gevraagde financiële ondersteuning (begroting) 29

1 Managementsamenvatting

In dit project ontwikkelen Nestas en Portus, samen met de Radboud Universiteit en Immer Systems, een AI-leesomgeving voor begrijpend lezen in het primair en voortgezet onderwijs. In deze leesomgeving lezen leerlingen rijke teksten en wordt adaptieve ondersteuning aangeboden op basis van met AI gegenereerde content en verzamelt gegevens om leraren inzicht te geven in het leesproces van hun leerlingen. Het project richt zich op groep 7 en 8 van het PO en leerjaar 1 en 2 van het VO.

Aanleiding en vraagstuk

Veel leerlingen in het primair- en voortgezet onderwijs hebben moeite met begrijpend lezen, wat hun leerprestaties en motivatie negatief beïnvloedt. Scholen signaleren dat leerlingen om verschillende redenen (zoals een beperkte woordenschat, beperkte achtergrondkennis, moeite met het herkennen van tekststructuren en moeite met strategiegebruik) vastlopen in teksten en daardoor niet of in beperkte mate tot tekstbegrip komen. Voor leraren is het moeilijk om inzicht te krijgen in waar leerlingen vastlopen, waardoor ze handvatten missen om leerlingen gericht te kunnen ondersteunen. Dit project onderzoekt hoe AI kan bijdragen aan een oplossing middels een digitale leesomgeving. Uitgangspunt daarbij is het volgende vraagstuk: "**Hoe kunnen we AI inzetten om leerlingen uit de groepen 7,8 en de brede brugklas te ondersteunen op de cognitieve en taalkundige factoren nodig voor het begrijpend lezen van rijke teksten en om leraren inzicht te bieden in de cognitieve en taalkundige factoren waar leerlingen in het leesproces op vastlopen?"**.

Ontwikkeldoelstelling

We ontwikkelen een AI-leesomgeving met 4 kerncomponenten:

1. **AI-ondersteuning**: Ondersteuning van het cognitieve proces van begrijpend lezen door contextuele en interactieve ondersteuning op basis van automatisch gegenereerde content.
2. **Dataverzameling**: Real-time registratie van leestijd, klikgedrag, kijkgedrag, interacties met de tekst en gebruik van AI functionaliteiten.
3. **AI-inzichten**: Inzicht in elementen van het cognitieve proces van begrijpend lezen, zoals woordenschat, strategiegebruik en tekstbegrip op basis van dynamische studentmodellen.
4. **Adaptiviteit**: Adaptief aanbieden van de AI-ondersteuning op basis van de dynamische studentmodellen, waarbij leraren de mogelijkheid behouden de functionaliteiten aan of uit te zetten.

Onderzoeksvragen

1. Hoe kunnen AI-functionaliteiten worden ingezet om het cognitieve proces van begrijpend lezen te ondersteunen?
2. Hoe ziet een dashboard voor leraren eruit dat inzage geeft in leesprocessen en –uitkomsten van leerlingen?
3. Wat is het effect van de AI-ondersteuning op tekstbegrip en motivatie van leerlingen?

2 Aanleiding en vraagstuk

2.1 Aanleiding

Zowel de scholen van Nestas (primair onderwijs) als Portus (voortgezet onderwijs) signaleren een structureel probleem: veel leerlingen hebben moeite met begrijpend lezen. Het niveau blijft achter bij wat wenselijk is of verwacht mag worden. Een laag leesniveau heeft een negatieve invloed op leerprestaties, en leerlingen benutten niet hun volledige potentieel. Dit hangt negatief samen met kennisontwikkeling en motivatie.

Het probleem in de praktijk

De scholen van beide schoolbesturen hebben allemaal 'een eigen aanpak en visie' op begrijpend lezen. Dit komt tot uiting in vorm, aanbod, mogelijke vakintegratie of didactische aanpak. Leerlingen moeten verschillende soorten teksten lezen en begrijpen, waarvan een deel onder de 'verarmde teksten' valt. Ondanks de verschillen worden de tegenvallende resultaten voor begrijpend lezen herkend door (vrijwel) alle scholen die aangesloten zijn bij de twee schoolbesturen. Zo blijkt uit een enquête onder de Portus-scholen, met 57 respondenten, dat 91,7% van de leraren ziet begrijpend lezen als de grootste uitdaging in de dagelijkse praktijk. De uitkomsten van deze enquête sluiten aan bij internationale onderzoeksresultaten, die aantonen dat Nederlandse leerlingen steeds meer moeite hebben met begrijpend lezen (PISA & PIRLS).

Voorbeeld uit de Nestas praktijk

Tijdens de les lezen de leerlingen zelfstandig (soms ook eerst klassikaal) een tekst over een bepaald onderwerp, bijvoorbeeld over klimaatverandering. Daarna maken ze verwerkingsopdrachten om te laten zien dat ze de tekst begrijpen: ze beantwoorden vragen of maken een schema of een tekening. Tijdens het lezen komt een leerling een woord of zinsdeel tegen dat hij niet kent en leest door zonder het echt te begrijpen. Daardoor wordt het alineabegrip beperkt en vermindert zijn motivatie. Dit gebeurt bij meerdere alinea's waardoor het gehele tekstbegrip onvoldoende is. In dezelfde klas zit een leerling die al is afgehaakt bij het zien van de lengte van de tekst en nog weer ander steekt haar vinger op en zegt: "Meester, ik begrijp hier hélemaal niks van." Voor de leraar is het onmogelijk om gelijktijdig de juiste ondersteuning aan al deze verschillende leerlingen te bieden. Tijdens het bespreken van de opdrachten merkt hij wel dat ze de tekst niet goed hebben begrepen, maar hij weet niet precies waar ze op vastgelopen zijn.

Bovenstaande situatieschets geeft een voorbeeld weer van een klassensituatie in het PO, die herkend wordt door leraren in het VO. De problematiek rondom begrijpend lezen die leraren tegenkomen in de praktijk is divers. Voor leraren is het moeilijk om leerlingen hier gericht op te ondersteunen, omdat er zoveel variatie zit in de behoeftes van de leerlingen en inzicht ontbreekt over hoe leerlingen teksten verwerken en waar ze op vastlopen. Hoewel het zicht op de problematiek van individuele leerlingen ontbreekt, zien zowel Nestas als Portus dat de uitdagingen worden veroorzaakt door een combinatie van factoren, die onderling samenhangen en de begrijpend leesvaardigheid beïnvloeden.

Enkele belangrijke (mogelijke) oorzaken zijn:

Cognitieve en taalkundige factoren:

- Beperkte woordenschat;
- Beperkte achtergrondkennis en voorkennis;
- Moeite met het herkennen van tekststructuren en het leggen van verbanden;

- Moeite met strategiegebruik.

Persoonlijke factoren:
- Gebrek aan concentratie;
- Gebrek aan zelfvertrouwen;
- Onvoldoende leesmotivatie.

Onderwijs- en omgevingsfactoren:
- Weinig leeservaring thuis;
- Te weinig reflectie op de eigen leesvaardigheid;
- Meertaligheid van leerlingen;
- Beperkte mogelijkheden voor leraren om inzicht te verkrijgen in het leesproces;
- Verarmde teksten in het onderwijs, met beperkte complexe structuren en diepgaande inhoud.

Behoeftes van leerlingen en leraren

Begrijpend lezen is een fundamentele vaardigheid die zich niet beperkt tot één specifiek aspect, maar voortkomt uit een complexe wisselwerking tussen o.a. het herkennen van tekststructuren, voorkennis, strategiegebruik en motivatie. Uit een brainstormsessie met 180 leerlingen uit leerjaar 1,2 en 3 van de Portus-scholen, bleek dat leerlingen moeite hebben met het verwerken van teksten op school. “Ik lees het wel, maar ik snap niet altijd wat er staat” vertelde een leerling “Ik zou willen leren hoe ik teksten makkelijker kan begrijpen, zonder dat ik alleen maar opnieuw moet lezen.”. Er is duidelijk behoefte aan ondersteuning op de **cognitieve en taalkundige factoren** die nodig zijn voor begrijpend lezen. Uit dezelfde sessie kwam naar voren dat **motivatie** een niet te onderschatten rol speelt. De behoefte aan ondersteuning op **cognitieve en taalkundige factoren** sluit aan bij de behoefte van leraren om inzicht te krijgen in welke leerlingen op welk aspect vastlopen, hetzij woordenschat, tekststructuur en/of (lees)strategieën.

Gezien de complexiteit van dit probleem is een innovatieve aanpak nodig. Daarom bundelen Nestas en Portus hun krachten met de Radboud Universiteit en Immer Systems in deze aanvraag richting NOLAI. Vanuit de Radboud Universiteit sluiten wetenschappers aan met specifieke expertise op begrijpend lezen en technische AI. Immer Systems is een bedrijf dat vernieuwende digitale leestechnologie ontwikkelt dat teksten, anonieme lezers en groepen, en leesgedrag verwerkt en daarmee de benodigde basis biedt om het leesproces op de **cognitieve en taalkundige factoren** te ondersteunen en in kaart te brengen met AI-functionaliteiten.

Doelgroep

Hoewel het de wens is om uiteindelijke een breed inzetbare oplossing te ontwikkelen, richt het NOLAI-project zich op een specifieke doelgroep: **groep 7 en 8 en de brede brugklas (klas 1 en 2), waarin alle niveaus vertegenwoordigd zijn**. In het PO krijgt de ontwikkeling in het herkennen van tekststructuren, het leggen van verbanden en het bewust kunnen toepassen van strategieën meer aandacht naarmate de leerling ouder wordt en komt dit vanaf groep 7 duidelijk terug in het leesaanbod. In het VO wordt er vervolgens vanuit gegaan dat de leerlingen bovenstaande beheersen terwijl de moeilijkheid van de teksten hoger wordt en de leerlingen dezelfde problemen ervaren. De keuze voor deze doelgroep sluit logisch aan bij de samenwerking tussen Nestas en Portus en zorgt ervoor dat de tool op de lange termijn een doorlopende leerlijn kan faciliteren.

2.2 Vraagstuk

Om een bijdrage te leveren aan een oplossing voor de problemen rondom begrijpend lezen, willen Nestas en Portus in co-creatie met wetenschap en bedrijfsleven een AI-leesomgeving ontwikkelen die het proces van begrijpend lezen voor leerlingen en leraren kan ondersteunen. Uitgangspunt bij deze ontwikkeling is het volgende vraagstuk:

In deze vraagstelling maken we een aantal bewuste keuzes op basis van de behoeftes van leerlingen en leraren:

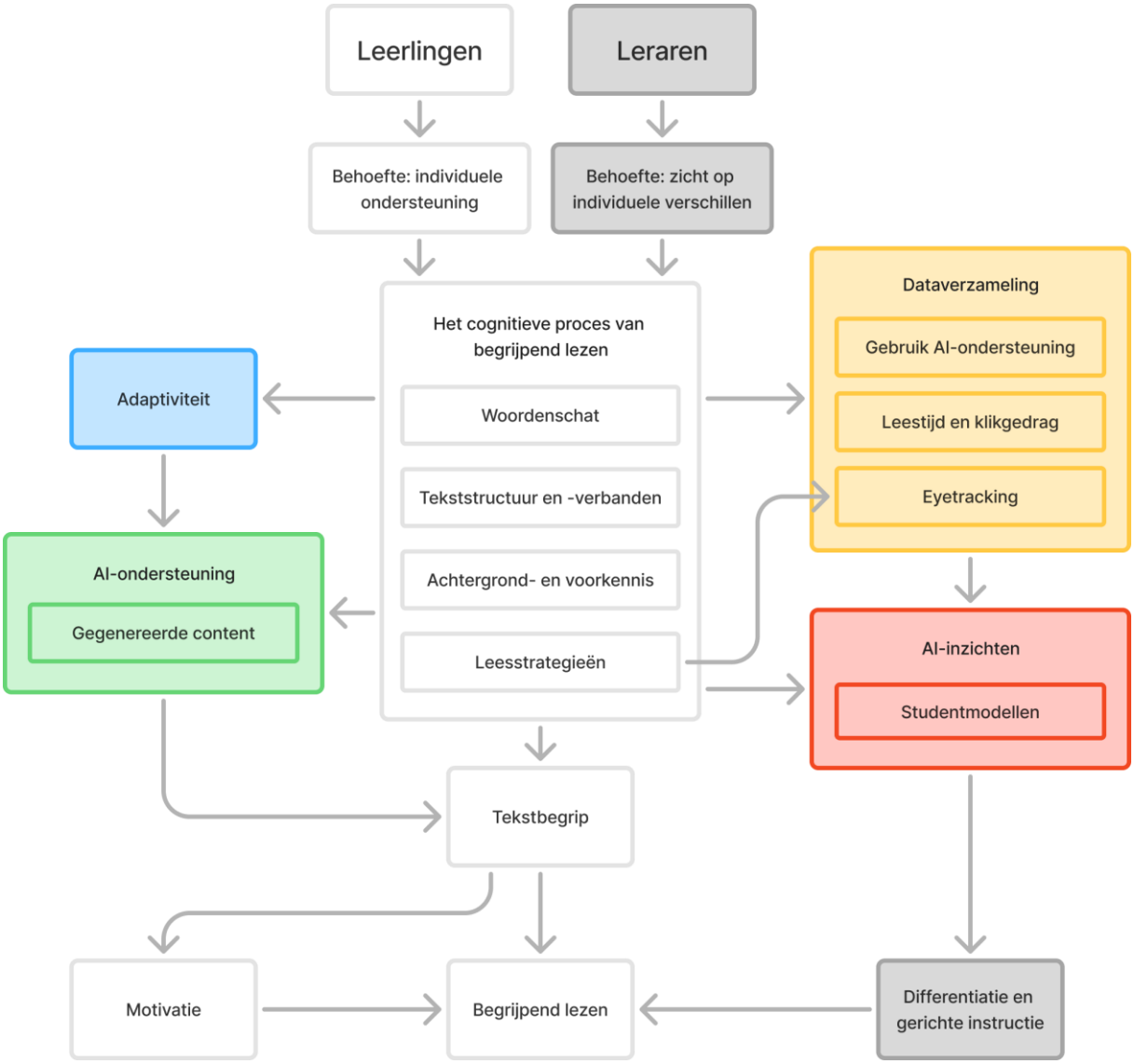
> "Hoe kunnen we AI inzetten om leerlingen uit de groepen 7, 8 en de brede brugklas, te ondersteunen op **cognitieve en taalkundige factoren** nodig voor begrijpend lezen van rijke teksten en om leraren inzicht te bieden in de **cognitieve en taalkundige factoren** waar leerlingen in het leesproces op vastlopen? En hoe kan dit het tekstbegrip en de **motivatie** van leerlingen bevorderen?"

1. We richten de oplossing op rijke teksten, want verarmde teksten in het onderwijs beperken de ontwikkeling van leesvaardigheid. Zo sluiten we aan bij door leraren gesignaleerde belemmeringen en kiezen we niet voor een specifiek vakgebied, zoals Nederlands of begrijpend lezen, zodat de leesomgeving breed vanuit de inhoud inzetbaar is.
2. We zoeken AI-ondersteuning en AI-inzichten op de **cognitieve en taalkundige factoren** die nodig zijn voor begrijpend lezen omdat daar de grootste behoeftes van leraren en leerlingen liggen, maar integreren dat in een omgeving waarin ook aandacht is voor **motivatie**.
3. We kiezen in dit project voor de doelgroep groep 7 en 8 in het PO omdat de **cognitieve en taalkundige factoren** hier expliciet van belang worden bij het lezen van hele teksten, en voor leerjaar 1 en 2, omdat in deze leerjaren vaardigheid op de **cognitieve en taalkundige factoren** veelal verondersteld wordt.
4. We maken een bewuste keuze voor een brede benadering van de complexiteit van dit vraagstuk binnen de afgebakende keuzes die gemaakt zijn.

Idee voor de oplossing

Onder 'leesomgeving' verstaan we het geheel van een applicatie waarin: 1) leraren teksten kunnen invoeren en, 2) leerlingen teksten kunnen lezen met adaptieve AI-ondersteuning gericht op **cognitieve en taalkundige factoren** en 3) leraren inzicht in de **cognitieve en taalkundige factoren** van het leesproces krijgen middels een dashboard. AI speelt daarin op verschillende manieren een rol van betekenis. Generatieve AI biedt bijvoorbeeld de mogelijkheid om op een bestaande rijke teksten content (zoals woordbetekenissen, of een tekstvereenvoudiging) te genereren die ondersteunend kan zijn aan het cognitieve proces van begrijpend lezen. AI kan daarnaast helpen om de variatie in het leesproces in kaart te brengen. Wanneer leerlingen in een deze omgeving lezen, wordt op de achtergrond data verzameld die middels studentmodellen vertaald kan worden naar inzichten in specifieke aspecten van het leesproces. Deze studentmodellen dienen vervolgens als basis voor het adaptief aanbieden van de ondersteuningsmogelijkheden. Op die manier voorzien we in de ondersteuningsbehoefte van de leerlingen en bieden we leerkrachten inzicht in waar leerlingen vastlopen. We verwachten dat het lezen in deze omgeving allereerst een positieve invloed heeft op het **tekstbegrip** van de gelezen tekst. Daarnaast verwachten we dat op termijn het algemene vaardigheid van **begrijpend lezen** en de **motivatie** van leerlingen zal toenemen, doordat ze leren omgaan met teksten en ze meer succeservaringen opdoen.

Onderstaande afbeelding weergeeft hoe de verschillende concepten in het vraagstuk en de oplossing zich tot elkaar verhouden.



3 Wetenschappelijke onderbouwing

3.1 Wetenschappelijke inbedding

Volgens het PISA-onderzoek van 2022 scoren Nederlandse 15-jarigen onder het internationale gemiddelde op begrijpend leesvaardigheid. Nederland is gezakt naar de 34e plaats van 81 landen. Ook in het basisonderwijs zien we een neerwaartse trend: het PIRLS-onderzoek van 2021 toont aan dat Nederlandse tienjarigen steeds vaker worstelen met het begrijpen van teksten, het doorzien van structuren in de tekst en het leggen van verbanden (**cognitieve en taalkundige factoren**). Deze neerwaartse trends lijken te gelden voor alle groepen leerlingen, op verschillende schoolniveaus, met verschillende sociaal economische achtergronden en voor jongens en meisjes. Belangrijke oorzaken lijken te liggen in problemen die de leerlingen ervaren in het leggen van verdiepende verbanden en dieper leesbegrip (PISA). Dit sluit aan bij de behoeften van leerlingen en leraren van Nestas en Portus aan ondersteuning op- en inzicht in **cognitieve en taalkundige factoren** die nodig zijn voor begrijpend lezen. Een AI-leesomgeving zou ondersteuning kunnen bieden op het cognitieve proces van begrijpend lezen en daarmee het diepere leesbegrip van leerlingen kunnen bevorderen. Tegelijkertijd is het belangrijk aan te merken dat deze leesomgeving niet gezien kan worden als 'het medicijn' voor de bovenstaand beschreven problematiek, maar dient ter ondersteuning van een effectieve didactische aanpak van begrijpend lezen.

Het cognitieve proces van begrijpend lezen

Begrijpend lezen is een complexe vaardigheid. Het Reading Systems Framework (RSF, Perfetti & Stafura, 2014) geeft een overzicht van hoe een lezer tot begrip komt vanuit een cognitief perspectief. Centraal in het framework staat de kwaliteit van de opslag van woorden in het brein: hoe goed kent de lezer een woord, kan de lezer het woord snel lezen en snel de betekenis(sen) ophalen?. Dat alles valt onder "lexical quality" de kwaliteit van het lexicon. Een leerling die traag leest (bijv. een lezer met dyslexie), zal daarom ook problemen hebben met leesbegrip (Georgiou et al., 2022). En een leerling met een beperkte(re) woordenschat zal ook een lager begrip hebben. Dit is vaak het geval bij leerlingen die thuis een andere taal spreken (zie bijv. Raudszus et al., 2021). Ook algemene kennis wordt genoemd in het RSF; voorkennis speelt een belangrijke rol in leesbegrip. Het begrijpen van de tekst zelf vraagt daarnaast aandacht en het vermogen om zaken af te leiden die niet direct in de tekst staan en het leggen van verbanden. Leerlingen met ADHD hebben hier bijvoorbeeld meer problemen mee (Miller et al., 2013).

Er zijn verschillende onderzoeken gedaan naar ondersteuning op onderdelen van het cognitieve proces van begrijpend lezen. Die sluiten aan bij ontwikkelsessies voor het huidige project waarin verschillende ideeën geopperd zijn, zoals ondersteuning op woordenschat, vereenvoudiging van de tekst of het ondersteunen van leesstrategieën. Proctor et al. (2011) lieten bijvoorbeeld effecten zien van een digitale interventie voor meertalige leerlingen, waarbij ze hun beide talen konden gebruiken om digitaal teksten te lezen en te begrijpen. In de interventie met digitale ondersteuning, die 16 weken duurde werden sterke effecten op woordenschat gevonden, maar niet op een gestandaardiseerde leesbegripstaak. Dit laatste is moeilijk te realiseren, omdat het

zo'n generieke maat is. Een tweede voorbeeld is het vereenvoudigen van teksten. Dit is echter complexer dan het lijkt. Zo lieten Ulijn en Strother in 1990 al zien dat een syntactische vereenvoudiging geen effect had. Arfé en collega's (2018) stellen daarom voor om te zoeken naar manieren om de tekststructuur te verduidelijken, maar de effectiviteit hiervan is nog niet duidelijk. Dergelijke vormen van ondersteuning zijn nog niet met AI gegenereerd en zijn zonder AI erg/te arbeidsintensief. In het huidige project onderzoeken we of AI deze taak (deels) kan overnemen. De hierboven genoemde voorbeelden zijn technisch te realiseren met AI.

Als voorbeeld project zullen we hierbij inspiratie opdoen bij iSTART (interactive Strategy Training for Active Reading and Thinking; McNamara et al., 2023), waarbij met behulp van AI de lezer gesteund wordt in het proces doordat de lezer gevraagd wordt een korte samenvatting te geven van wat zojuist is gelezen en daar feedback op krijgt. Dit is een voorbeeld van ondersteuning van een leesstrategie (Guthrie et al., 2004). Tevens wordt het leesbegrip in kaart gebracht.

Affectieve factoren van invloed

De scholen hebben aangegeven **motivatie** als een factor van belang te zien. Uit onderzoek is bekend dat cognitieve ondersteuning van leesvaardigheid pas echt effectief is als het hand in hand gaat met motivationele ondersteuning (Guthrie et al., 2004). De combinatie van cognitie en motivatie leidt tot meer *engagement* (o.a. het diep lezen van een tekst) en het is belangrijk om dit mee te nemen in onderzoek (Wigfield et al., 2016) naast het cognitieve perspectief. Leerlingen die meer lezen, worden er beter in, gaan het leuker vinden, hun zelfvertrouwen neemt toe, ze lezen daardoor meer, enzovoorts. Dit wordt de opwaartse spiraal van causaliteit genoemd (Mol & Bus, 2011).

Inzichten in cognitieve en taalkundige factoren op basis van studentmodellen

AI kan helpen om de variatie in het leerproces in kaart te brengen (bijv. Dijkstra et al., 2023), en dat kan zowel input zijn voor het leraar dashboard, als voor het adaptief aanbieden van de ondersteuning. De verschillende elementen uit het Reading Systems Framework (RSF, Perfetti & Stafura, 2014) laten zien dat er grote individuele variatie in begrijpend leesvaardigheid bestaat. Het is voor een leraar complex om inzicht te krijgen in de oorzaak van een zwak leesbegrip, en daarmee ook complex om individuele leerlingen te ondersteunen, zoals ook al bleek uit de aanleiding voor dit voorstel. Inzage in het leesproces kan hierbij een belangrijke informatiebron zijn.

Met behulp van zogenaamde teacher dashboards kunnen leraren inzage in het proces inzetten in de feedback die ze leerlingen geven (Knoop-van Campen & Molenaar, 2020). Dat kan zowel op individueel niveau (leerling X heeft moeite met...) of op groepsniveau (veel leerlingen zien het verband niet tussen...), wat aansluit op de behoeftes van leraren die tijdens de ontwikkelsessies naar bovenkwamen. Gruhn et al. (2020) lieten zien dat het mogelijk is om met behulp van een dynamische assessment inzage te krijgen in verschillende profielen van begrijpend lezen, die tevens voorspellend zijn voor groei op een gestandaardiseerde test voor begrijpend lezen. Met behulp van eye-tracking kan heel precies worden gekeken naar het leesproces, maar dat is niet haalbaar in een schoolcontext. Echter, recente studies laten zien dat met een eenvoudige camera op een laptop ook al mogelijkheden zijn (Lin et al., 2022), waarbij in ieder geval feedback zou kunnen worden gegeven op de aandacht die de leerling bij de tekst heeft, en ook informatie kan worden gegeven hierover aan de leraar. Dit zijn gegevens die de dataverzameling binnen de leesomgeving kunnen verrijken, zodat leraren heel specifieke informatie krijgen over de variatie in **cognitieve en taalkundige factoren** die nodig zijn voor begrijpend lezen. Tenslotte wordt

recent veel onderzoek uitgevoerd waarbij verschillende datastromen worden gecombineerd. De voortgang van een leerling kan dan worden beschreven in een *studentmodel*. Een studentmodel beschrijft de kennis en vaardigheden van een leerling, vaak in termen van het domeinmodel dat de belangrijke elementen van in dit geval het domein begrijpend lezen bevat, en soms ook andere karakteristieken (Abyaa 2019). Deze kunnen gepresenteerd worden in een dashboard voor leraren, maar een studentmodel wordt ook vaak gebruikt om onderwijs te personaliseren, bijvoorbeeld door een leerling ondersteuning adaptief aan te bieden.

Onderzoek naar de effecten van genoemde "hulpmiddelen" is schaars, en het is belangrijk om te achterhalen of dergelijke middelen als manier kunnen worden ingezet op weg naar het lezen zonder deze steun. In hoeverre AI een dergelijke ondersteuning kan bieden, en in hoeverre dat zinvol is, is onderdeel van het huidige project.

3.2 De onderzoeksvragen

Allereerst onderzoeken we hoe we binnen bestaande leessoftware door AI gegenereerde functionaliteiten kunnen toevoegen om het cognitieve proces van begrijpend lezen te ondersteunen en hoe de gelijktijdig verzamelde data ingezet kan worden om inzichten op aspecten van dit proces voor leraren te genereren. Daarna onderzoeken we wat het effect is op het tekstbegrip van leerlingen van teksten die ze lezen met hulp van AI, en of dit ook overdraagt op algemene begripsvaardigheden en **motivatie** (i.e., transfereffect). Daarbij kijken we ook sterk naar individuele variatie. De onderzoeksvragen die we willen beantwoorden zijn:

1. Hoe ziet AI-ondersteuning gericht op **cognitieve en taalkundige factoren** eruit in een leesomgeving voor leerlingen in groep 7/8 van het PO en leerjaar 1 en 2 van het VO?
    a. Wat zijn effectieve manieren om het cognitieve proces van begrijpend lezen te ondersteunen?
    b. (Hoe) kunnen dergelijke vormen van ondersteuning door AI worden gegenereerd?
2. Hoe ziet een dashboard voor leraren eruit dat inzage geeft in de **cognitieve en taalkundige factoren** van het leesproces?
    a. Hoe ziet een studentmodel eruit dat inzage geeft in leesprocessen en –uitkomsten van leerlingen?
    b. Wat is het effect van het gebruik van de studentmodellen en het dashboard op inzicht van leraren en de feedback die zij aan leerlingen geven?
3. Wat is het effect van het werken van een AI-leesomgeving op het **tekstbegrip** en wat zijn transfereffecten op algemene vaardigheid in **begrijpend lezen** en **motivatie** voor lezen?
    a. Welke individuele verschillen in cognitie en motivatie vooraf, en in processen tijdens het lezen verklaren de effecten?
    b. En welke leerlingkenmerken (diagnose, meertaligheid, SES) zijn verklarend voor de effecten?

In het onderzoek kijken we in eerste instantie naar PO en VO apart, maar later zal getracht worden de data van beide samen te nemen, om zo een overkoepelend beeld te geven.

3.3 Wetenschappelijke output

Het beoogde co-creatie project is feitelijk een dubbelproject, waarbij zowel PO als VO scholen meedoen. Daarnaast zal het project gekoppeld worden aan de beoogde junior onderzoeker (PhD

student) bij het pedagogisch-didactische focusgebied van NOLAI. Deze junior onderzoeker zal een grote rol spelen in het voorgestelde CC project, daarbij ondersteund door een postdoc onderzoeker die zich meer zal richten op de AI aspecten rondom leerling- en leraarondersteuning. Tot slot zal een junior onderzoeker aanhaken die in september 2024 gestart is binnen het NWA project Leesevolutie. In dat project zit met name de aandacht op bovenbouw vmbo, en het lezen voor de lijst, in combinatie met leesmotivatie. Dat PhD project kan als een vliegwiel dienen voor het huidige project, omdat er parallellen zijn in de samenwerking met Immer en het analyseren van leesprocessen, leesvaardigheid en motivatie.

De wetenschappelijke output zal bestaan uit publicaties op leerling effecten, de rol van AI en het leesproces, en leraar effecten. Daarbij zal onderscheid gemaakt worden tussen PO en VO. Het project zal belangrijke inzichten verwerven in de mogelijkheden van AI om daadwerkelijk een meerwaarde te vormen in het vormgeven van onderwijs in relatie tot begrijpend lezen.

Vanuit het CC-project zorgen we voor vakpublicaties en wetenschappelijke output. In het dagelijkse werk voor het project zijn met name twee junior onderzoekers en een postdoc betrokken. Een van de junior onderzoekers is tevens PhD student bij NOLAI en zal zich vooral richten op het leerlingdeel. De tweede junior onderzoeker werkt op een NWA project en zal zich in dit CC project vooral richten op het leraardeel. Wat het **leerlingd**eel betreft: De pilotstudies in de ontwikkelfase wordt geflankeerd door grotere parallelstudies van het NOLAI PhD project, waarin de verschillende ondersteuningsmogelijkheden in isolatie worden onderzocht op hun effectiviteit (“wat werkt voor wie”). Dit fundamentelere onderzoek is nodig om te komen tot een optimale invulling voor de leeromgeving. De evaluatiefase is een grote studie die pas goed tot zijn recht kan komen als de krachten worden gebundeld met het NOLAI PhD traject: met voldoende leerlingen en met voldoende ruimte om de rijke data te verwerken en analyseren in samenwerken met de postdoc en met mogelijkheden om transfer te onderzoeker. Daar waar het in het CC project vooral draait om de meer algemene vraag “of het werkt”, zal in het PhD traject dieper worden in gegaan op ""waarom het werkt en voor wie”. Wat betreft het **leraar**deel, zit het werk voornamelijk binnen het CC project.

4 Prototype

4.1 De ontwikkeldoelstelling

Op de scholen van Nestas en Portus blijft het niveau van **begrijpend lezen** achter op wat wenselijk is of verwacht mag worden. Leerlingen ervaren verschillende belemmeringen in het begrijpen van teksten, zoals een beperkte woordenschat en moeite met het leggen van verbanden. Voor leraren is het niet altijd duidelijk waar leerlingen op vastlopen, waardoor gerichte ondersteuning ontbreekt. We ontwikkelen daarom een AI-leesomgeving die het **cognitieve en taalkundige factoren** van begrijpend lezen ondersteunt en leraren inzicht biedt in specifieke aspecten van het proces. We verwachten dat het lezen in deze omgeving allereerst een positieve invloed heeft op het **tekstbegrip** van de gelezen tekst. Daarnaast verwachten we dat op termijn het algemene vaardigheid van **begrijpend lezen** en de **motivatie** van leerlingen zal toenemen, doordat ze leren omgaan met teksten en ze meer succeservaringen opdoen. AI speelt hierbij een centrale rol door het genereren van content ter ondersteuning, het verzamelen en analyseren van leesdata en het adaptief aanbieden van de ondersteuning.

Op basis van de *building blocks* van het Immer Reading System ontwikkelen we een leesomgeving met vier kerncomponenten:

5. **AI-ondersteuning**
   Ondersteuning van het cognitieve proces van begrijpend lezen door contextuele en interactieve ondersteuning op basis van automatisch gegenereerde content. Deze ondersteuning wordt gekoppeld aan de **cognitieve en taalkundige factoren** die nodig zijn voor begrijpend lezen, zoals woordbetekenissen, visualisaties van verbanden en structuren in de tekst en vragen gericht op tekstbegrip.
6. **Dataverzameling**
   Real-time registratie van leestijd, klikgedrag, kijkgedrag, interacties met de tekst en gebruik van AI functionaliteiten.
7. **AI-inzichten**
   Inzicht in elementen van het cognitieve proces van begrijpend lezen, zoals woordenschat, strategiegebruik en tekstbegrip op basis van dynamische studentmodellen of de meer 'platte' loggegevens die het systeem verzamelt.
8. **Adaptiviteit**
   Adaptief aanbieden van de AI-ondersteuning op basis van de dynamische studentmodellen, waarbij leraren de mogelijkheid behouden de functionaliteiten aan of uit te zetten.

4.2 Use case

Stap 0: inloggen leraar

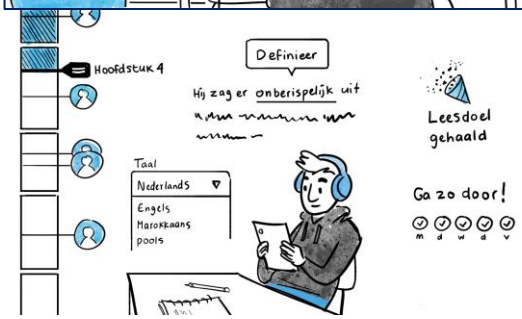
- De leerkracht logt in, zet de groep klaar en zet de rijke tekst klaar.

Stap 1: inloggen leerling en tekst selecteren

- De leraar zet de leerlingen met de leesomgeving aan het werk en geeft de benodigde instructie.
- De leerling logt in en opent de door de leraar klaargezette rijke tekst.

Stap 2: transfer naar de tool/tekst (AI-ondersteuning, **pre-module**)[1]

- In de leesomgeving verschijnt een korte introductie over de te lezen tekst.
- Voorkennis van leerlingen wordt geactiveerd dmv enkele automatisch gegenereerde vragen.



Stap 3: ondersteuning tijdens het lezen (AI-ondersteuning, **lees-module**)

- Tijdens het lezen zijn er verschillende ondersteuningsmogelijkheden voor de leerlingen, deze ondersteuning is adaptief en past zich aan aan de behoeftes van de leerling.
- Zo kunnen leerlingen woorden en zinnen selecteren, waardoor ze een contextrijke definitie krijgen.
- Er is automatisch gegenereerde ondersteuning beschikbaar op de structuren in de tekst, bijvoorbeeld door oorzaak-gevolg relaties inzichtelijk te maken.

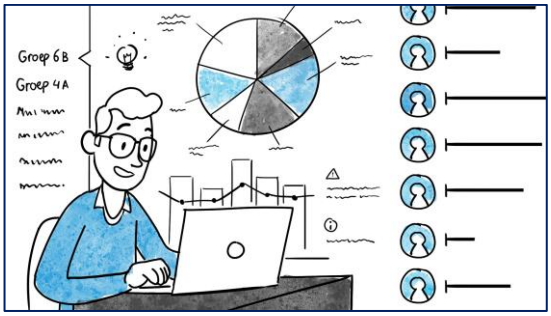
[1] De genoemde functionaliteiten in stap 2 t/m 4 zijn voorbeelden. Tijdens de conceptfase worden op basis van focusgroepen en literatuuronderzoek definitieve keuzes gemaakt.

Stap 4: vragen na het lezen (AI-ondersteuning, **post-module**)

- De leerling krijgt na het lezen van een passage (een leerling wisselt dus tussen stap 3 en 4) automatisch gegenereerde adaptieve vragen over de tekst om strategiegebruik te bevorderen en tekstbegrip in kaart te brengen.

Stap 5: Leraar inzichten en feedback (AI-inzichten)

- Het systeem verzamelt verschillende datapunten, zoals: leestijd, klikgedrag, kijkgedrag, type ondersteuning die gebruikt wordt en antwoorden op de vragen.
- De datapunten worden vertaald naar een dashboard met een signaalfunctie.
- In het dashboard vinden leraren individuele- en groepsrapportages, die zij kunnen gebruiken om hun instructie mee aan te passen.



4.3 De rol van AI

In dit project wordt AI globaal voor twee doeleinden gebruikt:

- **Content**: Genereren ondersteunende content op basis van de klaargezette rijke teksten, vooraf, tijdens en na het lezen: een korte introductie van de te lezen tekst, vragen op voorkennis te activeren, contextrijke definities van woorden en zinnen, inzichtelijk maken van tekststructuren, vragen gericht op tekstbegrip en strategiegebruik. Tezamen vormt dit de AI-ondersteuning op de **cognitieve en taalkundige factoren**.
- **Analyse**: Analyseren resultaten en gebruik ondersteunende features om gebaseerd hierop rapportages en aanbevelingen voor leraren te genereren op woordenschat, voorkennis, strategiegebruik, inzicht in tekststructuren en tekstbegrip. Tezamen vormt dit deAI-inzichten in de **cognitieve en taalkundige factoren**.

In de conceptfase zullen we diverse AI-technologieën en leveranciers onderzoeken, en uiteindelijk de beste opties kiezen voor de verschillende aspecten van het prototype. Voor contentgeneratie denken we aan Large Language Models (bijvoorbeeld transformer-gebaseerde modellen). Bij de beschikbare modellen letten we onder andere op gebruikte trainingsdata, privacy, veiligheid, milieu-impact, reinforced learning, context-afhankelijkheid en de mogelijkheid om het model lokaal te draaien in plaats van bij de leverancier in de cloud.

In het ‘6 niveaus van automatisering’-model begeven we ons op niveau 4: de technologie monitort het leesgedrag van de leerling in zeer groot detail (AI-inzichten), wat de leraar niet wil en kan evenaren. Ook automatiseert de AI het maken van de content (AI-ondersteuning) voor,

tijdens en na het lezen, zodat een breder scala aan teksten ingezet kan worden zonder dat de leraar of een educatieve uitgever hiervoor handwerk hoeft te verrichten. Tegelijkertijd vindt de projectgroep het belangrijk dat zowel de leraar als de leerling een bepaalde mate van regie behoudt. Leraren krijgen de mogelijkheid de functionaliteiten binnen de AI-ondersteuning aan of uit te zetten en leerlingen kunnen tijdens het lezen uiteindelijk kiezen de ondersteuning wel of niet te gebruiken.

Op het niveau van het Detecteren, Interpreteren, Handelen-model wordt in onderstaande tabel het prototype opgesplitst in de twee hoofd AI-componenten.

Component	Detecteren	Interpreteren	Handelen
AI-ondersteuning	Relevante taalpatronen in de ingevoerde rijke tekst	Betekenis, onderwerp, context, tekststructuren en verbanden	Gegenereerde content en vragen gericht op de cognitieve en taalkundige factoren
AI-inzichten	Leestijd, kijkgedrag, antwoorden op vragen, aantal geselecteerde woordbetekenissen en tekststructuren	Cognitieve en taalkundige factoren: voorkennis, strategiegebruik, herkenning tekststructuren, woordenschat en tekstbegrip	Dashboard en adaptief aanbieden van AI-ondersteuning

4.4 Data

In het bestaande systeem van Immer slaan we de volgende data op:

- Events (zoals sessie start, pagina omslaan, ondersteuning inschakelen, sessie eind) - in de pre-, lees- en post-modules
- Sessies (met regelmaat geaggregeerde events, die we gemakkelijker kunnen analyseren; deze kunnen ook gebruikt worden door de wetenschappers via een dashboard met exporteerfunctie en een API)
- Anonieme groepen en gebruikers; voor het huidige onderzoek zal dit gekoppeld gaan worden aan een unieke leerlingcode, zodat de onderzoekers de procesdata kunnen koppelen aan andere testdata en leerlingkenmerken (zie hieronder).
- Teksten wanneer deze door leraren worden toegevoegd, deze worden in het systeem verwerkt om gemakkelijk naar de leerlingen te kunnen sturen

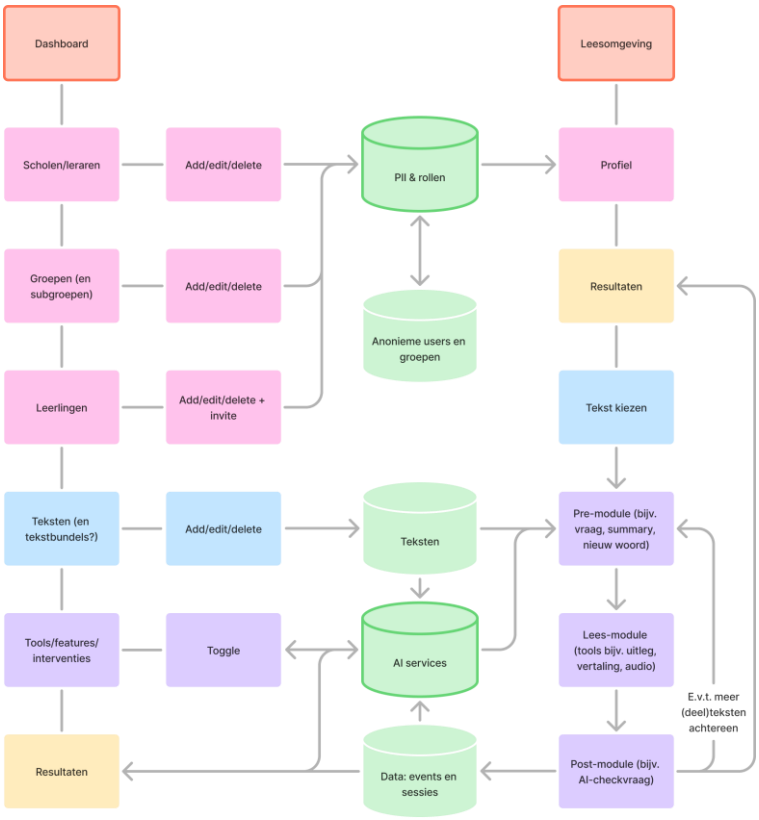
Voor dit prototype zetten we daarnaast een extra database op waarin data van scholen, leraren, (sub)groepen en leerlingen wordt opgeslagen (procedure volgend op ethische aanvraag). Deze wordt in samenwerking met het bedrijf waarschijnlijk bij of door de scholen gehost en zal ten behoeve van het PhD project op een beveiligde omgeving bij de Radboud Universiteit worden opgeslagen. Wanneer er tijdens de conceptfase gekozen wordt voor het opslaan van eyetrackingdata zoekt het bedrijf samen met de wetenschappers naar een passende en veilige oplossing.

Naast deze procesdata zal in het onderzoek data worden verzameld omtrent algemene leesvaardigheid (indien mogelijk via bestaande toetsen in het leerlingvolgsysteem), leesmotivatie,

en leerlingkenmerken (SES, diagnose, meertaligheid), leraarpercepties. Ook zullen lesobservaties worden uitgevoerd. Hierbij zullen ethische richtlijnen worden gevolgd, alsmede privacy-wetgeving. Dat betekent dat zowel scholen als ouders toestemming zullen moeten geven voor het verzamelen en opslaan van deze data ten behoeve van onderzoek.

4.5 Op te leveren prototype

Het prototype bestaat globaal gezien uit drie onderdelen: een dashboard (lerarentool), een leesomgeving (leerlingentool) en een tussenliggende datalaag (zie diagram).



De **datalaag** bestaat voor een groot deel uit de reeds beschikbare 'background': het Immer Reading System dat teksten, anonieme lezers en groepen, en leesgedrag verwerkt. De nader te ontwikkelen of licenseren AI services die we in het systeem zullen inbedden behoren deels tot de 'foreground' en blijven deels eigendom van derden (AI-leveranciers).

De **leesomgeving** bestaat voor een klein maar belangrijk deel uit reeds beschikbare background: de 'reader module' in het Immer Reading System. Deze breiden we uit met een profiel, resultatenscherm, tekstkeuze, pre- en postmodules, en nieuwe features die we als plugins in de reader module zullen integreren. De integratie hiervan, voor zover geen deel van de foreground, zal Immer zelf bekostigen.

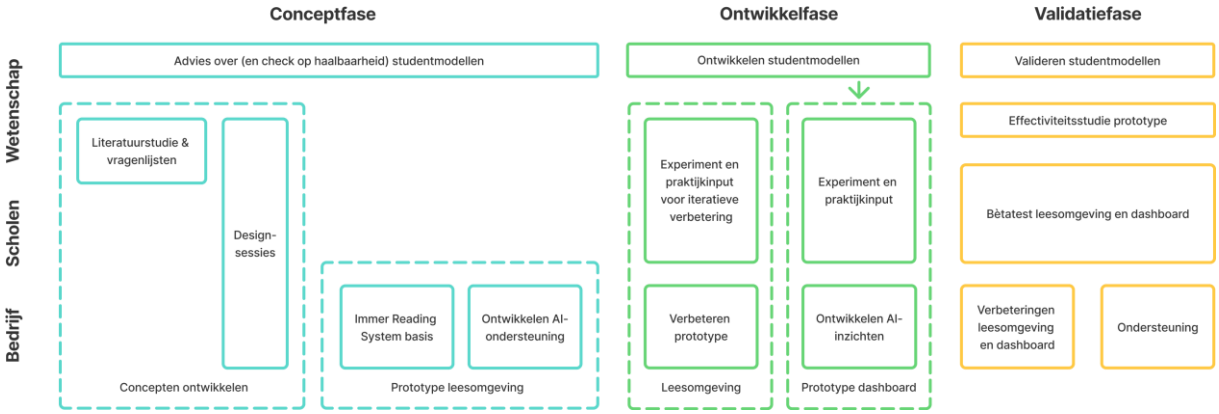
Het **dashboard** is grotendeels foreground: een omgeving waarmee scholen, (sub)groepen, leerlingen en teksten toegevoegd, bewerkt en verwijderd kunnen worden, resultaten per leerling of (sub)groep bekeken kunnen worden en AI-ondersteuning aan- en uitgezet kan worden. Mogelijk integreren we bestaande Immer-features in deze tool, of verwijzen we door naar het Immer Reading System, wat dan uiteraard wel tot background zou behoren - bijvoorbeeld onze tool voor het bewerken van (boek)teksten.

Welke ondersteunende functionaliteiten we ontwikkelen bepalen we in de loop van het traject aan de hand van de input van scholen, onderzoek en experiment. Hierin volgen we ruwweg de volgorde beschreven in de bovenstaande ontwikkeldoelstelling. Omdat we voortbouwen op het bestaande Immer Reading System verwachten we dat het prototype uit zal komen op Technology Readiness Level 5 of 6. We werken met gerichte experimenten toe naar een validering van het prototype en testen in de validatiefase de werking van alle componenten tezamen.

5 Co-creatie methodiek

5.1 Co-creatie in de projectgroep

Het project wordt gefaseerd aangepakt en zal zich voltrekken langs de lijnen van concept-, ontwikkel- en validatiefase. We beogen tot een leesomgeving te komen die breed inzetbaar is in de onderwijspraktijk. De ontwikkeldoelstelling is ambitieus en tijdens de conceptfase dient nog veel uitgewerkt te worden. Om risico's te minimaliseren wijken we op een aantal punten af van de standaardfases. Het ontwikkelen van de losse functionaliteiten halen we bewust naar voren, omdat we voor het ontwikkelen van studentmodellen de dataverzameling op gang moeten brengen en omdat we hier verwachten de meeste verrassingen tegen te komen waar we tijdens het project met een agile ontwikkelmethodiek oplossingen voor kunnen vinden. Pas als we een goed beeld hebben van de data die verzameld wordt starten we met de ontwikkeling van studentmodellen. Onderstaand volgt schematische weergave van de opbouw van de fases in het project, die in paragraaf 5.3 t/m 5.6 verder uitgewerkt worden.



Onderzoeks- en ontwikkelactiviteiten vinden plaats in voortdurende wisselwerking met elkaar. Binnen deze activiteiten spelen zowel leraren en leerlingen een belangrijke rol.

Samenstelling projectgroep

De projectgroep bestaat uit een kernprojectgroep, een flexibele schil met een wisselend aantal leraren daaromheen en daar weer omheen een groep van overige betrokkenen en belanghebbenden. In de kernprojectgroep neemt vanuit iedere partner een interne coördinator deel en minimaal 1 leraar per scholengroep. Dit is de groep die samenkomt tijdens projectgroep bijeenkomsten en daarin belangrijke besluiten neemt over de voortgang van het project. Afgesproken is om rondom micro-beslissingen te vertrouwen op de expertise van de respectievelijke partners en over macro-beslissingen (die beslissingen die een grote invloed hebben op het verloop van het project en/of het eindproduct) gezamenlijk te besluiten tijdens projectgroep bijeenkomsten. Wanneer nodig gebeurt dat bij hoofde van een meerderheid. Om de kernprojectgroep heen is bij beide schoolbesturen een flexibele schil van leraren gemobiliseerd. Dit zijn de leraren die deel zullen nemen aan de focusgroepen, ontwikkelsessies, pilots en effectiviteitsstudies. Benodigde aantallen leraren verschillen per activiteit, vandaar dat is ingezet op een wisselend aantal.

5.2 Ethiek

Bij de ontwikkeling van de AI-leesomgeving houden we rekening met verschillende ethische aspecten, die onderverdeeld kunnen worden in de volgende drie hoofdonderwerpen:

1. **Data verzamelen:** binnen het project verkennen we verschillende innovatieve manieren om gegevens te verzamelen die waardevolle inzichten voor leraren kunnen opleveren. De keuzes die we daarin maken brengen ethische aandachtspunten mee. Eye-tracking bijvoorbeeld, kan zeer persoonlijke cognitieve processen blootleggen en vragen oproepen over privacy en comfort bij leerlingen. In de conceptfase van dit project maken we hierover gezamenlijk definitieve keuzes langs de lijnen van haalbaarheid, wenselijkheid en mogelijke meerwaarde. Voordat we data verzamelen, worden de plannen getoetst door de ethische commissie van de Faculteit der Sociale Wetenschappen van de Radboud Universiteit. Hierop volgend zal ook een Data Management Plan worden opgesteld. Het is hierbij de bedoeling dat data na afloop van het project openbaar gedeeld kan worden.

2. **Het gebruik van de leesomgeving door leerlingen:** wanneer leerlingen in de leesomgeving werken, vindt zogenaamde *stealth-assessment* plaats, leerlingen worden beoordeeld zonder dat zij zich daar direct bewust van zijn. Wij vinden het belangrijk dat leerlingen zich bewust zijn van de gegevens die op de achtergrond verzameld worden en verkennen tijdens het project manieren om dit op een begrijpelijk manier inzichtelijk te maken binnen de leesomgeving. Daarnaast willen we voorkomen dat leerlingen te afhankelijk worden van de AI-ondersteuning. De leesomgeving wordt zo ontwikkeld dat leerlingen steeds minder hulp nodig hebben naarmate ze meer ervaring opdoen, met als doel dat zij uiteindelijk zelfstandige lezers worden.

3. **Beslissingen en inzichten die de leesomgeving genereert**: de AI-leesomgeving genereert inzichten en adviezen op basis van de verzamelde data. Dit brengt uitdagingen met zich mee rondom de uitlegbaarheid en betrouwbaarheid van deze beslissingen. We hanteren daarom een human-in-the-loop-benadering, waarbij leraren de mogelijkheid hebben de AI-adviezen te controleren en aan te passen.

Tot slot realiseren we ons dat zich tijdens het project nieuwe ethische dilemma's voor kunnen doen. Omdat de conceptfase nog veel beslissingen vraagt, worden deze dilemma's opgepakt als 'macro-beslissing' binnen de projectgroep en daarover wordt gerapporteerd in de kwartaalrapportages. Ethiek wordt daartoe een vast agendapunt tijdens de projectgroep bijeenkomsten, zodat we continu een zorgvuldige afweging kunnen maken in het belang van leerlingen en docenten.

5.3 Conceptfase

In het eerste jaar van het project ligt de focus op de ai-ondersteuning. We willen vaststellen hoe AI kan worden ingezet om het proces van begrijpend lezen te ondersteunen en te bevorderen. Met de input vanuit het onderwijs en de wetenschap kunnen eerste concepten voor de ai-ondersteuning worden ontwikkeld. Vanuit deze concepten wordt in dit eerste jaar ook gestart met de prototype ontwikkeling van deze functionaliteiten.

Belangrijke mijlpalen in deze fase zijn:

- Focusgroepen met **leraren** en **leerlingen** om de ondersteuningsbehoeften verder uit te diepen;
- Literatuuronderzoek en vragenlijsten (directie, leraren, leerlingen) om tot een eerste ontwerp te komen;
- Ontwikkelen met **leraren** van een kijkkader en richtlijnen voor wat een rijke tekst kenmerkt;
- Designsessies met **leraren** om de inzichten uit het onderwijs en de wetenschap te vertalen naar functionaliteiten;
- Ontwikkelen prototype losse functionaliteiten ai-ondersteuning.

De ontwikkeling van een kijkkader en richtlijnen voor rijke teksten zorgt ervoor dat er een bij **leraren** een gedeeld referentiekader ontstaat, waarmee leraren niet alleen weloverwogen tekstkeuzes kunnen maken, maar ook kunnen reflecteren op hoe teksten effectief ingezet kunnen worden met behulp van de leesomgeving. De keuzes rondom de ai-ondersteuning die in deze eerste fase worden gemaakt zijn bepalend voor de data die in de leesomgeving kan worden verzameld en daarmee bepalend voor de haalbaarheid van het ontwikkelen van studentmodellen. Gedurende deze eerste fase zal Johan Jeuring (trekker focusgebied AI technologie) daartoe adviserend optreden en een go/no-go geven voor het opstarten van het ontwikkelen van studentmodellen.

5.4 Ontwikkelfase

In het tweede jaar van het project wordt het prototype voor de ai-ondersteuning iteratief verbeterd en wordt gestart met het ontwikkelen van de ai-inzichten. Bij een go voor de studentmodellen, wordt deze onderzoekslijn in jaar 2 opgestart. Bij een no-go werken we met het bedrijf toe naar een ‘platter’ dashboard op basis van de data die in de leesomgeving verzameld wordt. Doordat gedurende deze fase de ai-ondersteuning in de praktijk getest wordt, komt er voldoende data beschikbaar om te starten met de ontwikkeling van de ai-inzichten.

Belangrijke mijlpalen in deze fase zijn:

- Training van **leraren** voor het gebruik van de ai-ondersteuning;
- Testen werkzame bestanddelen van de ai-ondersteuning bij **leerlingen** door middel van kleinschalige pilot experimenten;
- Ontwikkelen studentmodellen voor ai-inzichten;
- Designsessies met **leraren** voor het dashboard met ai-inzichten;
- Prototype ontwikkeling dashboard;
- Onderzoek naar toegevoegde waarde procesmaten in dashboard.

De meerwaarde van de verschillende functionaliteiten in de ai-ondersteuning en de procesmaten in het dashboard wordt gedurende deze fase onderzocht om de prototypes iteratief te kunnen verbeteren. Daarbij ontstaat een wisselwerking tussen onderwijs (testen), wetenschap (analyse) en bedrijf (verbetering prototype). We zullen binnen het CC-project een aantal pilot-testen uitvoeren in het iteratieve proces. In het flankerende NOLAI PhD traject zal gewerkt worden aan het evidence-based maken van afzonderlijke features. Als in de leesomgeving een feature wordt opgenomen waarin een **leerling** op een stuk tekst kan klikken om deze in vereenvoudigde vorm te kunnen lezen, dan kan het effect hiervan op leesproces en –uitkomst worden onderzocht in een within-subjects design. Het is immers de vraag of dit wel werkt om het tekstbegrip te bevorderen, en of dat zo is voor iedere leerling. Een groep leerlingen krijgt dan in random

volgorde verschillende teksten, waarbij bij een deel van de teksten de feature is toegevoegd. Gebruik van de feature, leesproces, en tekstbegrip kunnen gemeten worden, waarna kan worden vastgesteld of de feature een meerwaarde heeft. In het PhD traject worden in alle experimenten leerlingen van PO en VO onderzocht, zodat per leeftijds- en eventueel niveau-groep effecten kunnen worden vastgesteld. Binnen het CC-project onderzoeken we op een zelfde wijze de prototypes van het beoogde dashboard en analyseren in hoeverre de procesmaten van de **leerlingen** een toegevoegde waarde hebben op het beeld dat de **leraar** al heeft van de leerling en de tekstbegrip uitkomstmaat. Op deze manier komen we tot een product dat getoetst gaat worden in de validatiefase.

5.5 Validatiefase

In de validatiefase wordt de betaversie van het product uitgerold binnen de deelnemende PO en VO scholen. We werken met een waiting-control group design. Dat houdt in dat in fase 1 in de helft van de klassen wordt gewerkt met het product *met* AI ondersteuning, terwijl de andere helft van de klassen met hetzelfde product werkt maar de leerlingen *geen* AI ondersteuning krijgen. Na een half jaar wordt dit omgekeerd (fase 2).

Belangrijke mijlpalen in deze fase zijn:

- Opstellen implementatie richtlijnen voor validatiefase met **leraren**;
- Ondersteuning en verbetering van de software voor vlekkeloze validatiefase;
- Opstellen best practices AI-inzichten met **leraren**;
- Effectiviteitsstudie en validatie leesomgeving;
    - Gebruiken leesomgeving in de praktijk door **leraren** en **leerlingen**;
    - Voor- en nametingen;
- Validatie studentmodellen door **leraren**;
    - Afname interviews/vragenlijsten.

Bij alle **leerlingen** wordt een voortest afgenomen aan begin van het schooljaar (begrijpend lezen, leesmotivatie, zelfbeeld, woordenschat, technische leesvaardigheid), een test halverwege het schooljaar (voor fase 2), en een test aan het einde van het schooljaar (na fase 2) om het algemene niveau in begrijpend lezen te meten, alsmede relevante andere factoren. Waar mogelijk maken we hierbij gebruik van toets gegevens die scholen reeds beschikbaar hebben. Hiermee brengen we in kaart wat de transfereffecten zijn van de verschillende leessessies in de omgeving. Dergelijk meer fundamenteel onderzoek valt niet direct binnen een validatie van een nieuw product in een CC-project, maar is wel een duidelijke vraag van de scholen (en van de onderzoekers). Het leeuwendeel van het werk in dit deel zit daarom bij het PhD traject.

Tijdens het lezen zelf worden *stealth assessments* uitgevoerd, waarbij het directe effect van een AI feature op leesbegrip van een betreffende tekst kan worden onderzocht. Het lezen en leesbegrip van de leerlingen in de omgeving wordt bijgehouden middels log-data. Om de studentmodellen te valideren worden deze gekoppeld aan de metingen op voor- tussen- en na-test. Dit deel valt voornamelijk binnen het CC-project, waarbij de postdoc een grote rol heeft, in samenwerking met een van de junior onderzoekers. In het CC-project richt de tweede junior onderzoeker zich op de leraar. Bij de **leraren** meten we hoe ze de tool gebruiken, inzetten in de les, en we bevragen of/hoe het hun helpt in de hulp die ze leerlingen kunnen bieden. Daarnaast spelen de leraren een rol in de validatie van de studentmodellenen door hen te bevragen over of de studentmodellen een goed beeld geven van de vorderingen van leerlingen.

6 Implementatie en opschaling

6.1 Kritische aandachtspunten implementatie

De effectiviteit van de leesomgeving is uiteindelijk afhankelijk van de manier waarop deze door leraren wordt ingezet in hun lessen. Uit eerder onderzoek binnen de schoolbesturen blijkt dat rijke teksten nog beperkt worden gebruikt, wat betekent dat leraren mogelijk extra stappen moeten zetten om de tool te integreren in hun aanpak. Om te voorkomen dat dit een te grote extra belasting vormt, wordt de tool ontworpen als aanvulling op bestaande lesmethodes. Binnen het project wordt daarnaast samen met leraren een kijkkader en richtlijnen voor rijke teksten ontwikkeld. Dit zou leraren kunnen ondersteunen bij de selectie en toepassing van rijke teksten en bijdragen aan een bredere integratie in de onderwijspraktijk. Leraren kunnen zelf geschikte rijke teksten invoeren in het systeem en deze wordt zo ontwikkeld dat docenten de vrijheid bewaren om te bepalen wanneer zij de tool inzetten, passend bij hun lesmethodiek en onderwijsvisie. Handleidingen en trainingen moeten leraren wegwijs maken in de tool, zodat zij zelf goed begrijpen hoe de leesomgeving werkt en ook hun leerlingen op de juiste manier kunnen ondersteunen bij het gebruik. Tijdens de validatiefase wordt gewerkt met implementatierichtlijnen, zodat het gebruik voldoende gekaderd is voor een gedegen effectiviteitsstudie.

Naast de juiste positionering binnen het lesprogramma en de ondersteuning bij het gebruik van de leesomgeving is het belangrijk dat leraren weten hoe zij de inzichten uit de tool nuttig kunnen gebruiken voor verdere differentiatie in de klas. Onderdeel hiervan is de manier waarop de gegevens gerepresenteerd binnen het dashboard, dit wordt in nauwe samenwerking met de leraren vormgegeven. Daarnaast stimuleren we in de projectgroep de uitwisseling van best practices zodat we deze kunnen bundelen voor gebruik door derden.

Als laatste is de in hoofdstuk 5 beschreven iteratieve aanpak noodzakelijk om de leesomgeving te optimaliseren en door te ontwikkelen op basis van praktijkervaringen. Op deze manier verwachten we te kunnen komen tot een hoge gebruiksvriendelijkheid.

6.2 Mogelijkheden opschaling

De projectgroep ziet met de ontwikkeling van de AI-leesomgeving binnen dit project voldoende kansen voor verdere opschaling. Het vraagstuk dat centraal staat richt zich op problematiek die breed leeft binnen het Nederlandse onderwijsveld en de projectgroep heeft de ambitie te komen tot een duurzame en breed inzetbare tool. Na een succesvolle validatiefase zijn er verschillende mogelijke scenario's voor opschaling, waar verschillende partners uit dit project een rol in kunnen spelen:

- **Geleidelijke opschaling binnen deelnemende schoolbesturen**: de leesomgeving kan verder uitgerold worden in de groep 5 en 6 in het PO en klas 3 en 4 in het VO. De adoptie

moet ondersteund worden door leraarbegeleiding en data-analyse en door middel van verschillende iteraties kan de tool geschikt gemaakt worden voor een bredere doelgroep.
- **Uitbreiding naar andere onderwijsinstellingen**: wanneer de AI-leesomgeving effectief blijkt, kan gezocht worden naar nieuwe partners in andere onderwijsnetwerken. Hierbij valt bijvoorbeeld ook te denken aan het MBO.
- **Samenwerking met (educatieve)uitgeverijen**: omdat de leesomgeving zo ontwikkeld wordt dat deze aanvullend/ondersteunend werkt op het bestaande aanbod van scholen, is het goed denkbaar dat deze passend is binnen bestaande methodes gericht op begrijpend lezen of rondom zaakvakken.

Een belangrijke voorwaarde voor succesvolle opschaling is de voortzetting van een co-creatieve aanpak zoals die in dit project gehanteerd wordt. Ook tijdens een eventuele opschalingsfase blijven iteratieve verbeteringen en analyses van de effectiviteit van belang. Een samenwerking tussen onderwijs, wetenschap en bedrijfsleven moet ervoor zorgen dat de leesomgeving goed onderbouwd is en (blijft) aansluiten op de praktijk. De foreground in dit project wordt openbaar gedeeld en kan dus ook door anderen dan de partners in dit project opgepakt worden. Voorwaarde daarvoor is wel dat zij dit integreren in hun eigen leessoftware omdat dit tot de background van dit project behoort.

7 Projectteam

Naam partnerorganisatie	Contactpersoon	Telefoonnummer & e-mailadres	Functie	Rol in het project
Nestas	Remco van der Sluis			Projectteam
Nestas	Thijs de Feijter			Kartrekker 0,1 FTE
Nestas	Nader aan te wijzen docent	-	Leraar	Projectteam
Flexibele schil docenten Nestas (12)		-	Leraren groep 7/8	
Portus	Jenya Krul	jenyakrul@gmail.com		Kartrekker 0,1 FTE
Portus	Obaid Abrahimi	o.abrahimi@cvo-portus.nl		Projectteam
Portus	Nader aan te wijzen docent	-	Leraar	Projectteam
Flexibele schil docenten Portus (18)		-	Leraren Nederlands en zaakvakken	
Wetenschapper 1	Eliane Segers	Eliane.segers@ru.nl	PI	Eindverantwoording wetenschappelijke deel
Wetenschapper 2	Joep van der Graaf	Joep.vandergraaf@ru.nl	Co-PI	Mede-verantwoording wetenschappelijke deel
Wetenschapper 3	Rens van Haaren	Rens.vanhaaren@ru.nl	Junior onderzoeker	Onderzoeksuitvoering
Wetenschapper 4	vacature	-	Junior onderzoeker	Onderzoeksuitvoering
Wetenschapper 5	Onuralp Ulusoy		postdoc	Onderzoeksuitvoering
Wetenschapper 6	Johan Jeuring		advies	Mede-verantwoording wetenschappelijk deel
Immer	Niels ’t Hooft	niels@immer.app	CEO	Zakelijke leiding
Immer	Lennart de Meij	lennart@immer.app	CTO	Technische leiding
Immer	Spencer Williams	spencer@immer.app	Lead engineer	Ontwikkeling systeemarchitectuur
Immer	Jon Dujaka	jon@immer.app	Engineer	Ontwikkeling datawebsite

In afwachting van de formatie van de scholen kunnen er op dit moment nog geen concrete namen worden benoemd bij de docenten die zullen deelnemen. Wel kan benoemd worden dat er al een community van docenten gevormd is die betrokken zijn bij dit project en bereid zijn een bijdrage te leveren en dat dit is afgestemd op directie- en bestuursniveau.

8 Risico's

	Omschrijving risico	Kans (klein-midden-groot)	Impact (klein-midden-groot)	Beheersmaatregel
1	Te veel afleiding tijdens het lezen door AI-functies zoals pop-ups, hints en eyetracking-indicatoren.	Midden	Midden	De tool wordt getest in verschillende klassen, en feedback van docenten en leerlingen wordt gebruikt om de balans te vinden tussen ondersteuning en afleiding.
2	Privacyrisico's bij verwerking leerlingdata, met name bij eyetracking en gedragsanalyse.	Midden	Groot	Strikte naleving van de AVG, en implementatie van anonimisatie en versleuteling van gegevens.
3	Beperkte acceptatie door docenten, waardoor de tool niet effectief wordt ingezet in de klas.	Midden	Groot	Trainingen en workshops worden aangeboden om docenten vertrouwd te maken met de tool en de voordelen ervan.
4	Complexiteit van het vraagstuk leidt tot vertraging in besluitvorming en ontwikkeling.	Hoog	Midden	Duidelijke afbakening en fasering van deelvragen en ontwikkelstappen om te voorkomen dat het project vertraagt. Regelmatige afstemming met alle partners om prioriteiten te bewaken en besluitvorming te versnellen.
5	Onvoldoende motivatie bij leerlingen om de AI-ondersteuning te gebruiken.	Midden	Midden	De tool wordt ontworpen met motiverende elementen zoals persoonlijke suggesties om de betrokkenheid van leerlingen te vergroten.
6	Ongelijkheid in toegang tot technologie, bijvoorbeeld bij scholen met beperkte middelen.	Klein	Groot	De tool wordt als webapplicatie ontwikkeld, zodat deze zonder dure hardware toegankelijk is op basisapparaten zoals tablets en Chromebooks.
7	Co-creatieproces verloopt moeizaam door uiteenlopende belangen en verwachtingen	Midden	Hoog	Vaststellen van gezamenlijke uitgangspunten aan het begin van het co-creatieproces. Faciliteren van regelmatige feedback,- en overlegmomenten om verwachtingen te managen en draagvlak te behouden.
8	Mislukken ontwikkeling vooruitstrevende AI-features	Midden	Hoog	De-risking door zo snel mogelijk deelprototypes te maken en verschillende (technische) oplossingen te verkennen; inzet op meerdere soorten ondersteuning maakt dat het project niet staat of valt bij één bepaalde feature.

9 Referenties (indien van toepassing)

Abir Abyaa, Mohammed Khalidi Idrissi, and Samir Bennani. Learner modelling: systematic review of the literature from the last 5 years. Educational Technology Research and Development, 67:1105–1143, 2019

Arfé, B., Mason, L., & Fajardo, I. (2018). Simplifying informational text structure for struggling readers. *Reading and Writing*, *31*, 2191-2210.

Dijkstra, S. H. E., Hinne, M., Segers, E., & Molenaar, I. (2023). Clustering children's learning behaviour to identify self-regulated learning support needs. *Computers in Human Behavior*, *145*, 107754.

Georgiou, G. K., Martinez, D., Vieira, A. P. A., Antoniuk, A., Romero, S., & Guo, K. (2022). A meta-analytic review of comprehension deficits in students with dyslexia. *Annals of Dyslexia*, *72*(2), 204–248. https://doi.org/10.1007/s11881-021-00244-y

Gruhn, S., Segers, E., Keuning, J., & Verhoeven, L. (2020). Profiling children's reading comprehension: A dynamic approach. *Learning and individual differences*, *82*, 101923.

Guthrie, J. T., Wigfield, A., Barbosa, P., Perencevich, K. C., Taboada, A., Davis, M. H., ... & Tonks, S. (2004). Increasing reading comprehension and engagement through concept-oriented reading instruction. *Journal of educational psychology*, *96*(3), 403.

Knoop-van Campen, C., & Molenaar, I. (2020). How Teachers Integrate Dashboards into Their Feedback Practices. *Frontline Learning Research*, *8*(4), 37-51.

Lim, L., Bannert, M., van der Graaf, J., Singh, S., Fan, Y., Surendrannair, S., ... & Gašević, D. (2023). Effects of real-time analytics-based personalized scaffolds on students' self-regulated learning. *Computers in Human Behavior*, *139*, 107547.

Lin, Z., Liu, Y., Wang, H., Liu, Z., Cai, S., Zheng, Z., ... & Zhang, X. (2022). An eye tracker based on webcam and its preliminary application evaluation in Chinese reading tests. *Biomedical Signal Processing and Control*, *74*, 103521.

McNamara, D. S., Arner, T., Butterfuss, R., Fang, Y., Watanabe, M., Newton, N., ... & Roscoe, R. D. (2023). iSTART: Adaptive comprehension strategy training and stealth literacy assessment. *International Journal of Human–Computer Interaction*, *39*(11), 2239-2252.

Miller, A. C., Keenan, J. M., Betjemann, R. S., Willcutt, E. G., Pennington, B. F., & Olson, R. K. (2013). Reading comprehension in children with ADHD: Cognitive underpinnings of the

centrality deficit. *Journal of Abnormal Child Psychology, 41*(3), 473–483. https://doi.org/10.1007/s10802-012-9686-8

Mol, S. E., & Bus, A. G. (2011). To read or not to read: a meta-analysis of print exposure from infancy to early adulthood. *Psychological bulletin*, *137*(2), 267.

Perfetti, C., & Stafura, J. (2014). Word knowledge in a theory of reading comprehension. *Scientific Studies of Reading*, *18*(1), 22-37. https://doi.org/10.1080/10888438.2013.827687

Proctor, C. P., Dalton, B., Uccelli, P., Biancarosa, G., Mo, E., Snow, C., & Neugebauer, S. (2011). Improving comprehension online: Effects of deep vocabulary instruction with bilingual and monolingual fifth graders. *Reading and Writing*, *24*, 517-544.

Raudszus, H., Segers, E., & Verhoeven, L. (2021). Patterns and predictors of reading comprehension growth in first and second language readers. *Journal of Research in Reading*, *44*(2), 400-417.

Ulijn, J. M., & Strother, J. B. (1990). The effect of syntactic simplification on reading EST texts as L1 and L2. *Journal of research in reading*, *13*(1), 38-54.

Wigfield, A., Gladstone, J. R., & Turci, L. (2016). Beyond cognition: Reading motivation and reading comprehension. *Child development perspectives*, *10*(3), 190-195.

10 Bijlage 1: Activiteitenplan

De geplande activiteiten voor dit project zijn te vinden in de externe Excelbijlage 1.

11 Bijlage 2: Gevraagde financiële ondersteuning (begroting)

De gevraagde financiële ondersteuning in tijd, personeel en materiele kosten zijn te vinden in de externe Excelbijlage 2.