



Universiteit  
Leiden

The Netherlands

## Helping me, helping you: behavioral and neural development of social competence from childhood to adolescence

Dobbelaar, S.

### Citation

Dobbelaar, S. (2023, October 26). *Helping me, helping you: behavioral and neural development of social competence from childhood to adolescence*.

Retrieved from <https://hdl.handle.net/1887/3646068>

Version: Publisher's Version

License: [Licence agreement concerning inclusion of doctoral thesis in the Institutional Repository of the University of Leiden](#)

Downloaded from: <https://hdl.handle.net/1887/3646068>

**Note:** To cite this publication please use the final published version (if applicable).

## NEDERLANDSE SAMENVATTING (SUMMARY IN DUTCH)

### Sociale competentie in de kindertijd en adolescentie

Hoe komt het dat sommige kinderen makkelijk hun weg vinden in sociale situaties, moeiteloos connecties maken met leeftijdsgenoten en gelukkig zijn met hun sociale leven, terwijl anderen daar meer moeite mee hebben? Een mogelijk mechanisme dat dit kan verklaren is sociale competentie: het vermogen om persoonlijke sociale doelen te bereiken en tegelijkertijd positieve relaties te onderhouden met anderen (Rubin & Rose-Krasnor, 1992). Sociaal competente kinderen passen dan ook hun gedrag aan in verschillende sociale situaties om deze doelen voor zichzelf en anderen te bereiken, bijvoorbeeld tijdens sociale interacties.

De periode tussen de kindertijd en de vroege adolescentie is een interessante periode om veranderingen in sociale interacties in te onderzoeken. In deze periode, die loopt van ongeveer 7 tot 13 jaar, brengen kinderen meer tijd door met leeftijdsgenoten, worden de eerste wederkerige vriendschappen gevormd en vergroten kinderen hun sociale netwerk, bijvoorbeeld op school en op sport clubs (Berndt, 2004; Del Giudice et al., 2009). In de adolescentie worden vriendschappen complexer en wordt de mening van leeftijdsgenoten belangrijker, ookal spelen ouders nog steeds een grote rol (Berndt, 2004; Blakemore & Mills, 2014; Nickerson & Nagle, 2005). Daarnaast is de periode tussen 7 en 13 jaar ook belangrijk voor de ontwikkeling van gedragscontrole, zoals inhibitie of het switchen tussen taken. Meer complexe vormen van gedragscontrole, zoals het kiezen voor een uitgestelde beloning, ontwikkelen ook later in de adolescentie nog door (Crone & Steinbeis, 2017; Prencipe et al., 2011; Zelazo & Carlson, 2012). In de kindertijd leren kinderen om te handelen naar wat eerlijk is en gedrag te wederkeren, terwijl de adolescentie belangrijk is om nog beter het perspectief van anderen te leren nemen (Chajes et al., 2022; Crone, 2013; Dumontheil et al., 2010; Guazzelli Williamson & Mills, 2023; McAuliffe et al., 2017).

Onderzoek naar sociale ontwikkeling op het niveau van het brein kan helpen om de sociale en cognitieve veranderingen in de periode tussen de kindertijd en vroege adolescentie beter te begrijpen. Toch is het meeste hersenonderzoek tot nu toe gefocust op de vroege kindertijd en in de adolescentie, perioden waarin grote breinveranderingen voorkomen (Gilmore et al., 2018; Tamnes et al., 2017), en minder op de periode tussen 7-13 jaar. Het doel van dit proefschrift is om te begrijpen waarom sommige kinderen hun gedrag makkelijker aanpassen aan de sociale context dan anderen, en hoe dit ontwikkelt tussen de kindertijd en adolescentie. Daarom focus ik in dit proefschrift op de ontwikkeling, neurale mechanismes, omgevingseffecten en uitkomsten van sociale competentie van de kindertijd tot adolescentie. Het bestuderen van individuele verschillen en mogelijke mechanismes onderliggend aan sociale

competentie kan ons helpen begrijpen hoe jongeren opgroeien tot sociale individuen, en hoe zij zo goed mogelijk ondersteund kunnen worden in hun ontwikkeling.

### **Tel tot tien... agressieregulatie na sociale afwijzing**

Een belangrijk aspect van sociale competentie is hoe jongeren reageren op leeftijdsgenoten, bijvoorbeeld wanneer ze feedback ontvangen. Zo kan het krijgen van likes op social media belonend voelen en ervoor zorgen dat je iets aardigs terug doet, terwijl een negatieve opmerking kan zorgen voor ergernis en agressie ('wraak nemen'). Ook onderzoek laat zien dat het krijgen van positieve feedback zelfvertrouwen kan verhogen (Guyer et al., 2014; Thomaes et al., 2010), terwijl negatieve feedback zelfvertrouwen kan verminderen en kan leiden tot frustratie en agressie (Achterberg et al., 2016; Quarmley et al., 2022; Rodman et al., 2017). Op de korte termijn kan het goed voelen om die agressie te uiten (Chester, 2017), terwijl op de lange termijn agressie juist kan zorgen voor nog meer afwijzing en problemen met leeftijdsgenoten (Lansford et al., 2010). Daarom is het belangrijk om te bestuderen waarom sommige kinderen hun agressie beter kunnen reguleren dan anderen.

In theorieën die agressie proberen te verklaren, wordt vaak onderscheid gemaakt tussen een onderliggende affectieve en regulatie component. In andere woorden, iemand kan agressief reageren op feedback omdat hij of zij extra gevoelig is voor negatieve feedback (de affectieve component) en/of omdat hij of zij moeite heeft om de agressie te onderdrukken (de regulatie component). Deze twee componenten zijn mogelijk gelinkt aan verschillende hersenprocessen (Nelson et al., 2005). Zo zijn er volgens het Social Information Processing Network (SIPN) verschillende breinnetwerken actief wanneer sociale informatie zoals feedback verwerkt wordt, namelijk het detectie netwerk (de anterior temporal cortex, superior temporal sulcus en de fusiform face area), het affectieve netwerk (limbische gebieden zoals de amygdala, het ventrale striatum en de orbitofrontale cortex) en het cognitieve-regulatie netwerk (prefrontale gebieden zoals de dorsomediale en ventrolaterale prefrontale cortex) (Nelson et al., 2005). Deze drie hersennetwerken laten allemaal ontwikkeling zien in de adolescentie. Zo is eerder gevonden dat adolescenten deze netwerken op een andere manier gebruiken tijdens cognitieve processen dan volwassenen (Blakemore et al., 2007; Blakemore & Mills, 2014). Daarnaast stelt het *imbalance* model (Casey et al., 2008; Somerville & Casey, 2010) en de *dual systems* theorie (Steinberg, 2010) dat corticale gebieden, die belangrijk zijn voor gedragsregulatie en impulscontrole, langer door ontwikkelen dan subcorticale gebieden, die juist belangrijk zijn voor gevoeligheid voor beloningen en emoties. Dit model wordt daarom vaak gebruikt om risicogedrag en impulsiviteit in de adolescentie te verklaren.

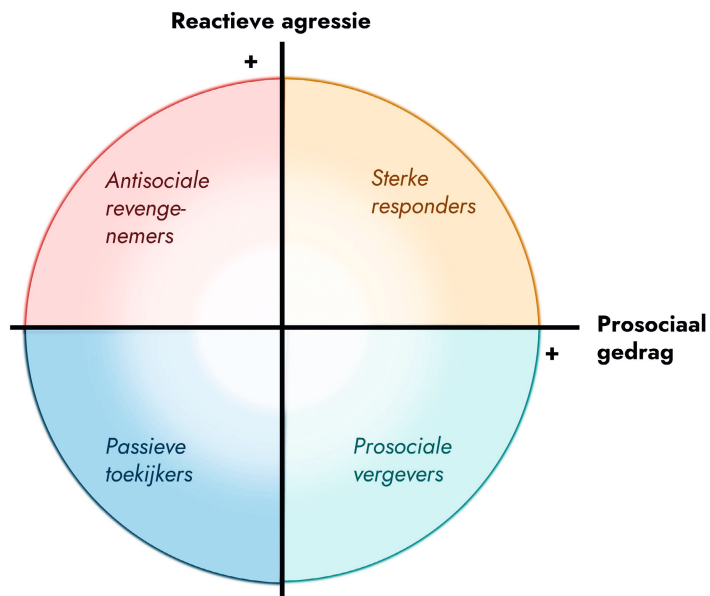
De meeste neuro-ontwikkelingsmodellen en theorieën zijn gericht op de adolescentie, terwijl juist het bestuderen van de sociale ontwikkeling in de periode vlak voor de adolescentie mogelijk kan helpen om individuele verschillen die zichtbaar worden in de adolescentie te verklaren. Kennis over deze ontwikkelingsperiode kan op die manier bijdragen aan het voorkomen van mentale problemen die vaak ontstaan in de adolescentie (Rapee et al., 2019). In dit proefschrift heb ik gebruik gemaakt van functionele *magnetic resonance imaging* (fMRI) om de hersenprocessen te onderzoeken die gerelateerd zijn aan de ontwikkeling van agressieregulatie van kindertijd tot adolescentie.

### **Agressief, prosociaal of allebei?**

De rode draad in mijn proefschrift is dat we een brede kennis van ontwikkelingsprocessen en sociale context factoren nodig hebben om te begrijpen hoe de ontwikkeling van reacties op sociale feedback werkt. Recente studies laten zien dat hetzelfde neurale netwerk actief betrokken is bij zowel het ervaren als het observeren van afwijzing. Zo is de mediale prefrontale cortex (mPFC) actief bij het ontvangen van negatieve (versus positieve) feedback (Achterberg et al., 2018; Davis et al., 2022; Wikman et al., 2022), bij het ervaren van exclusie (versus inclusie) in een balspel (van der Meulen et al., 2018) en bij het observeren van exclusie bij iemand anders (Masten et al., 2011; Tousignant et al., 2018). Waar het ontvangen van negatieve feedback voor jezelf tot frustratie of agressie kan leiden, kan het observeren van afwijzing bij een ander er juist ook voor zorgen dat je het slachtoffer gaat helpen, oftewel het kan leiden tot prosociaal gedrag (Masten et al., 2011; van der Meulen et al., 2016, 2018; Will et al., 2013). Vaak worden agressie ('antisociaal') en prosociaal gedrag als onafhankelijk en zelfs tegengesteld gedrag onderzocht. Agressie wordt vaak gelinkt aan ongunstige uitkomsten, zoals gedragsproblemen (Card & Little, 2006; Evans et al., 2021; Lansford et al., 2010) en prosociaal gedrag aan gunstige uitkomsten, zoals een beter mentaal welzijn (Chávez et al., 2022; Flynn et al., 2015; Layous et al., 2012). Of iemand agressief of prosociaal handelt kan echter afhangen van de context, en zowel agressief als prosociaal gedrag kunnen een bepaalde mate van responsiviteit naar de omgeving zijn. Daarnaast kunnen ontwikkelingsuitkomsten zoals mentale gezondheid worden beïnvloed door een combinatie aan factoren. Daarom test ik in dit proefschrift of agressie en prosociaal gedrag samen, in plaats van onafhankelijk van elkaar, mogelijk een betere voorspeller zijn voor welzijn later in de tijd.

Om de vraag te beantwoorden of het samen voorkomen van agressief en prosociaal gedrag welzijn kan voorspellen gebruik ik in mijn proefschrift een bi-dimensioneel model van sociale responsiviteit (Crone et al., 2020). Dit model is gebaseerd op het idee dat zowel agressie na afwijzing van jezelf als prosociaal gedrag na afwijzing van een

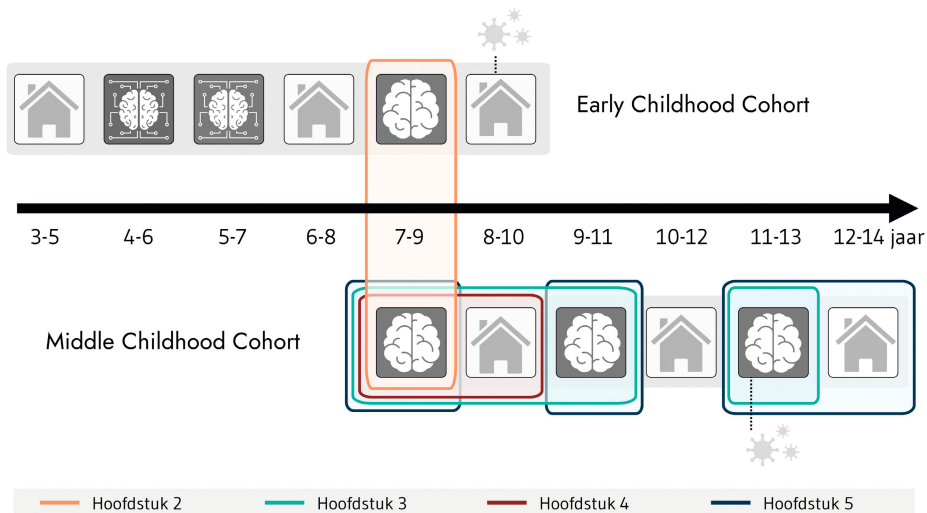
ander beiden een bepaalde mate van responsiviteit naar de sociale omgeving kunnen zijn. Het model bestaat uit vier groepen die gedefinieerd zijn basis van aggressief en pro sociaal gedrag in reactie op afwijzing (Figuur 1). De eerste groep bestaat uit individuen die aggressief zijn na persoonlijke afwijzing en pro sociaal zijn nadat iemand anders is afgewezen. Individuen in deze groep worden 'sterke responders' genoemd, aangezien zij mogelijk extra sterk reageren op veranderingen in de sociale omgeving (de afwijzing). De tweede groep, de 'pro sociale vergevers', bestaat uit individuen die laag scoren op agressie maar hoog scoren op pro sociaal gedrag en zij reageren vooral op geobserveerde afwijzing van anderen. De derde groep, de 'antisociale revengene-mers', bestaat uit individuen die hoog scoren op agressie maar laag scoren op pro sociaal gedrag en zij reageren juist vooral op persoonlijke afwijzing. Individuen in de vierde en laatste groep, de 'passieve toekijkers', scoren laag op zowel aggressief als pro sociaal gedrag en laten weinig responsiviteit zien in reactie op afwijzing van henzelf of anderen. Het gebruik van dit model kan helpen om meer inzicht te krijgen in sociaal gedrag in verschillende contexten en in ontwikkelingsuitkomsten later in de tijd.



**Figuur 1.** Bi-dimensioneel model van sociale responsiviteit (Crone et al., 2020)

## Het Leiden Consortium on Individual Development (L-CID)

In mijn proefschrift heb ik gebruik gemaakt van data van het Leiden Consortium on Individual Development (L-CID; Crone et al., 2020; Euser et al., 2016). Dit is een longitudinale tweelingstudie waarin twee leeftijdscohorten worden gevolgd: een *early childhood cohort* (ECC) dat gevolgd is van 3 tot 9 jaar, en een *middle childhood cohort* (MCC) dat gevolgd is van 7 tot 13 jaar. Binnen elk cohort waren er 6 jaarlijkse metingen, met afwisselend huis- en labbezoeken (inclusief MRI of EEG metingen). De leeftijd van de cohorten overlapt op twee tijdstippen (zie Figuur 2). Door dit design van de studie kon ik belangrijke theoretische en methodologische vragen beantwoorden. Zo kon ik door de overlap in leeftijd tussen de twee cohorten onderzoeken of neurowetenschappelijke bevindingen in de kindertijd gerepliceerd kunnen worden en door het longitudinale design ontwikkeling *binnen* personen bestuderen. Daarnaast heb ik een multimodale aanpak gebruikt, waarbij ik verschillende soorten metingen (zoals fMRI, experimentele taken, vragenlijsten en ouder-kind observaties) gecombineerd heb om complexe sociale processen zo goed mogelijk te begrijpen.



Figuur 2. Design van de L-CID studie.

## Studies binnen dit proefschrift

Het hoofddoel in dit proefschrift was om te begrijpen waarom sommige kinderen hun gedrag makkelijker aanpassen aan de sociale omgeving dan anderen, en hoe dit ontwikkelt van de kindertijd tot adolescentie. Deze vraag heb ik in verschillende

stappen beantwoord. Eerst heb ik breinactivatie tijdens sociale feedback verwerking en agressie regulatie in de kindertijd onderzocht in twee grote onafhankelijke samples door middel van een test-replicatie design (**hoofdstuk 2**). Vervolgens heb ik de longitudinale gedrags- en breinontwikkeling van agressie onderzocht van kindertijd tot adolescentie. Daarnaast heb ik gekeken naar de invloed van ouders op deze ontwikkeling (**hoofdstuk 3**). Tot slot heb ik getest of individuele verschillen in de combinatie van agressie en pro sociaal gedrag voorspellend waren voor gedragsproblemen en mentaal welzijn later in de ontwikkeling (**hoofdstuk 4 en 5**).

### ***Breinactivatie tijdens sociale feedbackverwerking en agressie in de kindertijd***

Het doel van **hoofdstuk 2** was om de neurale correlaten van feedback verwerking en agressieve reacties in de kindertijd te onderzoeken. Hiervoor heb ik gebruik gemaakt van de Social Network Aggression Task (SNAT; Achterberg et al., 2016). In deze taak ontvangen proefpersonen positieve, neutrale of negatieve feedback van een leeftijdsgenoot op een vriendenboekje, waarna ze hierop kunnen reageren door een hard geluid te sturen. De duur van dit geluid is gebruikt als maat voor agressie na sociale feedback. In lijn met eerdere bevindingen (Achterberg et al., 2016, 2017, 2018, 2020; van de Groep et al., 2021, 2022) vond ik dat kinderen de meeste agressie lieten zien na negatieve feedback, iets minder na neutrale feedback en de minste agressie na positieve feedback. De replicatie van fMRI bevindingen staat vaak ter discussie (zie bijv. Elliott et al., 2020; Turner et al., 2018) en is in de kindertijd nog maar weinig onderzocht. Daarom heb ik in dit hoofdstuk gebruik gemaakt van een test-replicatie design in twee grote onafhankelijke samples van 7-9-jarigen (test sample: N=385, replicatie sample: N=195).

Als eerste kon ik eerdere bevindingen over neurale activiteit tijdens sociale feedback verwerking in de kindertijd repliceren (Achterberg et al., 2018, 2020). Resultaten lieten namelijk zien dat het ontvangen van positieve en negatieve feedback (vergeleken met neutrale feedback) beiden de anterior insula (AI) en mediale prefrontale cortex (mPFC) activeerden, wat suggereert dat deze gebieden gevoelig zijn voor sociaal opvallende feedback. Tijdens het ontvangen van positieve feedback werd daarnaast de dorsolaterale prefrontale cortex (dlPFC) actief, een gebied wat vaak wordt gerelateerd aan gedragscontrole. Tot slot repliceerde ik de eerdere bevinding dat kinderen met meer activiteit in de dlPFC tijdens het ontvangen van negatieve feedback, minder agressie lieten zien. Door het gebruik van de SNAT kon ik echter niet alleen activiteit tijdens sociale feedback verwerking analyseren, maar ook kijken naar activiteit tijdens agressieve reacties op de feedback. Een nog niet eerder onderzochte vraag was welke breingebieden actief werden tijdens deze agressieve reacties. In

zowel de test als replicatie sample vond ik dat de mediale prefrontale gebieden (de mPFC en orbitofrontale cortex (OFC)) actief werden tijdens het reageren op zowel positieve en negatieve feedback. De laterale prefrontale gebieden (de dlPFC en ventrolaterale prefrontale cortex (vlPFC)) en insula lieten juist de meeste activiteit lieten zien tijdens positieve feedback en de minste tijdens negatieve feedback, wat erop kan wijzen dat deze gebieden belangrijk zijn bij het inhouden van agressie. Kinderen met meer activiteit in de dlPFC tijdens het reageren op feedback lieten inderdaad minder agressie zien, onafhankelijk van of de feedback positief, negatief of neutraal was. Deze bevindingen suggereren dat het neurale netwerk onderliggend aan agressie regulatie al aanwezig is in de kindertijd en dat de dlPFC een regulerende rol heeft in zowel feedback verwerking als agressie regulatie.

Tot slot heb ik in **hoofdstuk 2** gekeken naar leeftijdseffecten op agressie regulatie. Tussen 7 en 9 jaar nam agressie na negatieve feedback toe en agressie na positieve feedback juist af. Er waren geen leeftijdseffecten op neurale activatie tijdens sociale feedbackverwerking, maar wel op neurale activatie tijdens agressieve reacties op feedback. Samen laten deze resultaten zien dat het neurale netwerk onderliggend aan sociale feedbackverwerking al vrij stabiel is in de kindertijd, maar dat het neurale netwerk onderliggend aan agressie regulatie nog volop in ontwikkeling is in deze periode.

### ***De ontwikkeling van agressie van kindertijd tot adolescentie***

Om de ontwikkeling van agressie na sociale feedback nog beter te begrijpen, heb ik in **hoofdstuk 3** gekeken naar de longitudinale ontwikkeling van agressie regulatie van kindertijd tot de vroege adolescentie (7-13 jaar) in een longitudinale sample met drie meetmomenten. Resultaten uit dit hoofdstuk toonden aan dat de ontwikkelingstrajecten van agressie verschilden voor agressie na negatieve, neutrale en positieve feedback. Het inhouden van agressie na positieve feedback liet de snelste ontwikkeling zien tussen 7 en 10 jaar, terwijl het inhouden van agressie na negatieve feedback de snelste ontwikkeling liet zien tussen 10 en 13 jaar. In de kindertijd was het inhouden van agressie geassocieerd met veel neurale activatie, waaronder in de dlPFC, waarbij kinderen die meer neurale activatie hadden minder agressie lieten zien. Deze associatie was echter sterker in de kindertijd dan in de adolescentie, wat mogelijk wijst op veranderingen in neurale mechanismes in de transitie periode van kindertijd tot adolescentie (Crone & Steinbeis, 2017; Luna, 2009; Luna et al., 2015; Ordaz et al., 2013). Deze bevindingen benadrukken het belang van de periode tussen kindertijd en adolescentie voor de ontwikkeling van agressieregulatie na sociale feedback.



### ***Ouderlijke invloeden op agressieregulatie***

Een tweede doel van **hoofdstuk 3** was om omgevingsinvloeden, specifiek van ouders, op de ontwikkeling van agressieregulatie te bestuderen. Ouders zijn een van de belangrijkste rolmodellen in de kindertijd en ouderlijke responsiviteit, het kunnen opmerken, interpreteren en reageren op signalen van het kind (Ainsworth et al., 1974), wordt vaak gelinkt aan meer pro sociaal gedrag en gedragsregulatie (Day & Padilla-Walker, 2009; Eisenberg et al., 2005; Neppl et al., 2020). Om ouderlijke sensitiviteit te meten maakte ik gebruik van de Etch-a-Sketch, een observatie taak om de interactie tussen ouder en kind te meten (Cents et al., 2014). Resultaten lieten zien dat in de kindertijd (7-9 jaar), kinderen met sensitievere ouders minder agressie vertoonden na positieve feedback dan kinderen met minder sensitieve ouders. Dit suggereert dat het gedrag van ouder en kind elkaar mogelijk beïnvloed in deze periode. Ouderlijke sensitiviteit was alleen gerelateerd aan agressie in de kindertijd, maar niet in de adolescentie. Mogelijk worden andere omgevingsinvloeden, zoals vrienden, leeftijdsgenoten en een combinatie van verschillende invloeden, belangrijker om gedrag te verklaren later in de ontwikkeling (Blakemore & Mills, 2014; Brown & Larson, 2009; Molleman et al., 2022).

### ***De combinatie van agressie en pro sociaal gedrag als voorspeller voor welzijn***

In **hoofdstuk 4 en 5** heb ik sociale competentie bestudeerd door te onderzoeken of kinderen en adolescenten verschilden in agressie na persoonlijke afwijzing en pro sociaal gedrag na geobserveerde afwijzing van een ander. Om agressie na persoonlijke afwijzing te meten heb ik gebruik gemaakt van de SNAT en om pro sociaal gedrag na geobserveerde afwijzing van een ander te meten heb ik gebruik gemaakt van de Prosocial Cyberball Game (PCG; van der Meulen et al., 2016). De PCG is een experimentele taak waar vier spelers (waaronder de proefpersoon) een bal overgooien. Eerst ontvangt elke speler de bal even vaak, maar vervolgens wordt een speler geëxcludeerd door de andere twee spelers. De proefpersoon kan hiervoor compenseren door de bal vaker naar de geëxcludeerde speler te gooien, wat gebruikt wordt als maat voor pro sociaal gedrag.

In **hoofdstuk 4** heb ik gekeken of agressie na persoonlijke afwijzing en pro sociaal gedrag na geobserveerde afwijzing met elkaar samenhangen in de kindertijd (7-9 jaar). Ook al kunnen beide gedragingen een mate van responsiviteit naar de sociale omgeving zijn (Crone et al., 2020), toch waren agressie en pro sociaal gedrag niet aan elkaar gerelateerd. Wel vond ik dat er individuele verschillen waren in of agressie en pro sociaal gedrag samen voorkwamen, waarbij sommige kinderen zowel agressief als pro sociaal waren, en anderen een of geen van beide gedragingen lieten zien.

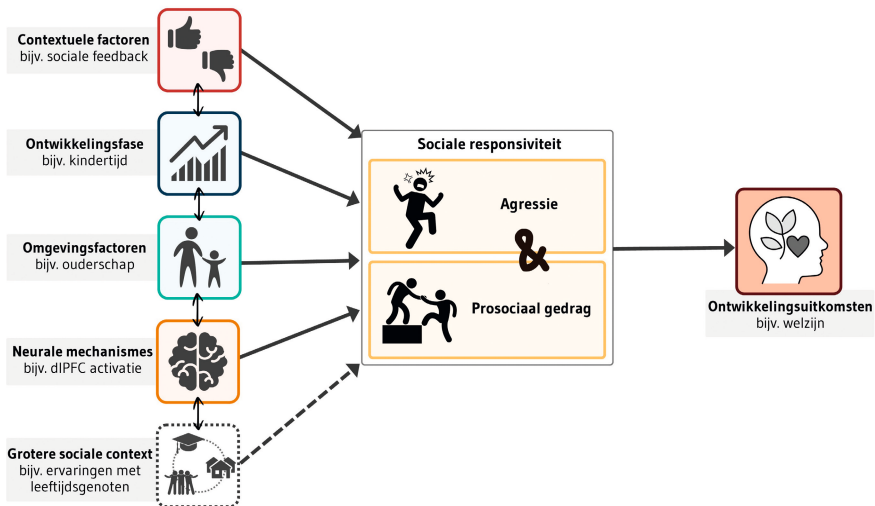
Onafhankelijk van elkaar waren agressie en pro sociaal gedrag niet voorspellend voor gedragsproblemen, maar de combinatie van agressie en pro sociaal gedrag was dit wel: kinderen die meer responsiviteit (agressie en pro sociaal gedrag) lieten zien ontwikkelden minder externaliserende problemen een jaar later, vergeleken met kinderen die minder responsiviteit lieten zien. Deze bevindingen benadrukken dat het belangrijk is om sociale competentie te bestuderen als een samenspel tussen gedrag in verschillende contexten.

In **hoofdstuk 5** heb ik vervolgens de samenhang van agressie na persoonlijke afwijzing en pro sociaal gedrag na geobserveerde afwijzing, oftewel sociale responsiviteit, onderzocht in de transitie periode tussen de kindertijd en adolescentie. Als eerste heb ik onderzocht of subgroepen van sociale responsiviteit (zie Figuur 2) stabiel waren over de tijd. Resultaten toonden aan dat kinderen tussen de kindertijd en adolescentie vaak van subgroep wisselden, wat wijst op een lage stabiliteit van subgroepen over de tijd heen. Dit suggereert dat hoe kinderen zich gedragen op 8-jarige leeftijd niet per se vastlegt hoe dezelfde jongeren zich gedragen op 12-jarige leeftijd. Als tweede heb ik onderzocht of sociale responsiviteit samenhang met neurale activiteit tijdens persoonlijke of geobserveerde afwijzing. Ik vond dat kinderen die meer responsiviteit toonden minder mPFC activiteit lieten zien tijdens persoonlijke afwijzing, maar meer activiteit tijdens geobserveerde afwijzing van anderen. Deze bevindingen wijzen erop dat het reageren op afwijzing in de kindertijd gerelateerd is aan een grotere neurale gevoeligheid voor processen die gefocust zijn op de ander (in plaats van op jezelf). Tot slot vond ik in **hoofdstuk 5** dat adolescenten die responsiever waren een jaar later een beter persoonlijk welzijn rapporteerden, vergeleken met adolescenten die minder responsief waren. Waar de resultaten in **hoofdstuk 4** dus suggereren dat sociale responsiviteit (de combinatie van agressie en pro sociaal gedrag na afwijzing) mogelijk een beschermende factor kan zijn voor gedragsproblemen in de kindertijd, suggereren de resultaten in **hoofdstuk 5** dat sociale responsiviteit ook een bevorderende factor kan zijn voor welzijn in de adolescentie.

## Algemene discussie

Om te kunnen begrijpen waarom sommige kinderen hun gedrag makkelijker aanpassen in sociale situaties dan anderen, moet sociale competentie onderzocht worden als een complex samenspel tussen contextuele factoren, neurale mechanismes, ontwikkelingsprocessen en sociale omgevingsinvloeden (Figuur 3). In andere woorden, om sociale competentie te begrijpen is het belangrijk om het te bestuderen in verschillende soorten gedrag, in verschillende contexten, in longitudinale onderzoeksdesigns en op verschillende meetniveaus. Dit proefschrift draagt bij aan deze kennis door 1) agressie na persoonlijke afwijzing in combinatie met

prosociaal gedrag na geobserveerde afwijzing te onderzoeken; 2) de longitudinale ontwikkeling van agressieve reacties na negatieve, neutrale en positieve feedback te onderzoeken; 3) de rol van de sociale omgeving mee te nemen door associaties met ouderlijke sensitiviteit te onderzoeken; 4) een multimodale aanpak te gebruiken door experimentele taken, neuroimaging, observationele taken en ouder- en kindvragenlijsten te combineren. De studies in dit proefschrift bevestigen de complexiteit van sociale competentie, in het bijzonder van het reageren op sociale feedback, in drie hoofdbevindingen.



**Figuur 3.** Om sociaal gedrag zoals agressie en sociaal gedrag te begrijpen in de kindertijd en adolescentie, is het belangrijk om contextuele, neurale, ontwikkelings- en omgevingsinvloeden te bestuderen. De combinatie van deze factoren en gedragingen kunnen ontwikkelingsuitkomsten later in de tijd verklaren, zoals welzijn. Ook al is dit niet weergegeven in het figuur, kunnen relaties ook bi-directioneel zijn en kunnen contextuele, neurale, ontwikkelings- en omgevingsinvloeden mogelijk ook direct ontwikkelingsuitkomsten beïnvloeden.

Ten eerste bevestigen de studies in dit proefschrift dat er een *robust breinnetwerk betrokken is bij sociale feedback verwerking en agressie reacties in de kindertijd*, waarbij sommige gebieden verschillend betrokken zijn bij beide processen. Zo was activatie in de dIPFC gerelateerd aan minder agressie, maar hing de specificiteit van de functie van de dIPFC af van het proces waarbij het betrokken was: tijdens sociale feedback verwerking was dIPFC activatie na negatieve feedback gerelateerd aan minder agressie, terwijl tijdens het reageren op feedback dIPFC activatie in het algemeen gerelateerd was aan minder agressie. Mogelijk speelt de dIPFC tijdens feedback verwerking vooral een rol in emotie regulatie strategieën, zoals afleiding (Zhao et al., 2021) of omdenken (Dörfel et al., 2014; Golkar et al., 2012; Silvers & Guassi Moreira,

2019), maar tijdens het reageren op feedback vooral een rol in algemenere inhibitie strategieën (Bertsch et al., 2020; Blasi et al., 2006). Daarnaast werd tijdens het reageren op feedback de mediale prefrontale cortex vooral actief tijdens sociaal opvallende feedback, namelijk negatieve en positieve feedback, in lijn met studies die de mPFC linken aan het nadenken over de gedachten of motivaties van anderen (Blakemore, 2008; Blakemore et al., 2007; Frith & Frith, 2006). Laterale prefrontale gebieden werden juist actief tijdens reacties na positieve feedback (van de Groep et al., 2021, 2022), wat impliceert dat deze gebieden niet alleen belangrijk zijn voor non-sociale inhibitie (Blasi et al., 2006; Cai et al., 2016; Jacobson et al., 2011) maar ook voor regulatie in sociale contexten. Dit onderscheid is in overeenstemming met eerder modellen die de mediale prefrontale cortex linken aan interne processen, zoals het monitoren van negatieve feedback, en laterale gebieden aan het implementeren van regulatie en gedragscontrole (Crone & Steinbeis, 2017; Shenhav et al., 2016).

Ten tweede laten de studies in dit proefschrift zien dat *de periode tussen de kindertijd en adolescentie belangrijk is voor de ontwikkeling van agressieregulatie na sociale feedback*, waarbij regulatie na negatieve, neutrale en positieve feedback op een verschillend tempo ontwikkelen. De grootste differentiatie in agressie tussen negatieve en positieve feedback vond plaats in de late kindertijd, een periode waarin kinderen normen over wat eerlijk is beginnen te internaliseren (House, 2018; McAuliffe et al., 2017; Smith et al., 2013). Richting de adolescentie verminderde ook agressie na negatieve feedback (Cui et al., 2016; Fite et al., 2008), wat mogelijk gepaard gaat met een toename in vaardigheden zoals perspectief nemen en een grotere behoefte om bij de groep te horen (Blakemore & Mills, 2014). De bevinding dat de rol van de dlPFC in agressieregulatie verandert tussen 7 en 13 jaar benadrukt dat het belangrijk is om ook de periode tussen kindertijd en adolescentie te integreren in toekomstige neuro-ontwikkelingsmodellen. In de kindertijd lieten de resultaten zien dat kinderen met meer dlPFC activatie minder agressie lieten zien, maar dit verband werd kleiner in de adolescentie. Ook in volwassenen werd eerder dit verband tussen brein en gedrag niet gevonden (van de Groep et al., 2021), mogelijk doordat inhibitie minder moeite gaat kosten (Ordaz et al., 2013) en inhibitie meer gelokaliseerd wordt in het brein (Crone & Steinbeis, 2017). Deze bevindingen suggereren dus dat de dlPFC een vergelijkbare rol heeft in inhibitie na sociale feedback in de vroege adolescentie als in de volwassenheid, een resultaat dat juist vaak gerapporteerd wordt voor meer non-sociale cognitieve functies (Crone & Steinbeis, 2017; Zelazo & Carlson, 2012).

Ten derde demonstrenen de studies in dit proefschrift dat *om ontwikkelingsuitkomsten, zoals mentale gezondheid of probleemgedrag, te begrijpen het belangrijk is om combinaties van gedrag in verschillende sociale contexten te bestuderen*. Zo lieten de resultaten van **hoofdstuk 4** zien dat alleen de combinatie van agressie

en prosociaal gedrag voorspellend was voor een afname in gedragsproblemen. De bevindingen uit dit proefschrift benadrukken dat agressie niet per se negatieve uitkomsten hoeft te hebben (Card & Little, 2006; Evans et al., 2021), maar ook adaptief kan zijn wanneer jongeren in een andere context ook prosociaal gedrag laten zien. Dit sluit aan op eerder werk dat laat zien dat zowel agressieve als prosociale strategieën gebruikt kunnen worden om sociale doelen te bereiken (Hawley, 1999, 2014) en dat jongeren die beide soorten gedrag laten zien zich goed aan leeftijdsgenoten kunnen aanpassen (Hartl et al., 2020; Hawley, 2003). Zowel agressief als prosociaal gedrag na afwijzing kan mogelijk bijdragen aan een positief zelfbeeld (Grant & Sonnentag, 2010; Rodman et al., 2017) en flexibel kunnen aanpassen aan de omgeving kan het mogelijk makkelijker maken om sociale connecties te leggen.

### **Aanbevelingen voor vervolgonderzoek**

Op basis van de hoofdbevindingen in dit proefschrift doe ik een aantal aanbevelingen die in toekomstige studies onderzocht kunnen worden.

Dit proefschrift was gefocust op agressie en prosociaal gedrag, wat allebei gedrag is dat naar buiten toe gericht is. Het ontvangen van afwijzing kan echter ook zorgen voor internaliserend gedrag, zoals angst of het willen terugtrekken of vermijden van situaties. Zeker in de adolescentie is het belangrijk om ook deze reacties op afwijzing te onderzoeken, aangezien de adolescentie een gevoelige periode is om socio-emotionele problemen te ontwikkelen (Kessler et al., 2001; Rapee et al., 2019) en adolescenten vaker afwijzing internaliseren dan volwassenen (Rodman et al., 2017; Sebastian et al., 2010). Daarnaast kunnen er verschillende motivaties zijn om agressief of prosociaal gedrag te vertonen, die in dit proefschrift moeilijk uit elkaar te halen waren. In toekomstige studies is het daarom belangrijk om ook meetinstrumenten over sociale motivaties en internaliserend gedrag mee te nemen, om individuele verschillen en ontwikkelingsuitkomsten van sociaal gedrag nog beter te kunnen verklaren.

Om nog beter te kunnen begrijpen waarom sommige kinderen sterker reageren op sociale feedback dan anderen, is het ook belangrijk om niet alleen verschillende soorten sociaal gedrag in verschillende contexten te combineren, maar ook om eerdere sociale ervaringen en bredere contextuele invloeden mee te nemen. Zo kunnen eerdere ervaringen met leeftijdsgenoten, zoals gepest worden of juist populair zijn binnen een groep, reacties op sociale feedback beïnvloeden (Kiefer et al., 2021; Rudolph et al., 2021). Toekomstige studies kunnen methodes zoals sociometrie gebruiken om te onderzoeken hoe vriendschappen en sociale status gerelateerd zijn aan deze reacties op feedback.

Tot slot zijn de studies in dit proefschrift uitgevoerd in een lab omgeving, waarin neurobiologische en contextuele processen goed bestudeerd en gecontroleerd kunnen worden door het gebruik van experimentele taken en neuroimaging. Om echter grote maatschappelijke vraagstukken te beantwoorden is het in de toekomst belangrijk om ook buiten het lab te kijken. Een belangrijke stap hierin is het gebruik van een transdisciplinaire aanpak te gebruiken, waarin kennis uit wetenschappelijke experimenten gecombineerd wordt met maatschappelijke kennis (Vandenbroucke et al., 2021). Een voorbeeld hiervan is om perspectieven van docenten, die experts zijn op het gebied van sociale ontwikkeling van jongeren (Farmer et al., 2011), te integreren met wetenschappelijke studies. Zo kunnen de perspectieven van docenten in kaart worden gebracht, kunnen docenten betrokken zijn bij de dataverzameling en kunnen resultaten samen geïnterpreteerd en geïmplementeerd worden. Ook het betrekken van jongeren zelf bij wetenschappelijk onderzoek kan wetenschappers helpen om de juiste vragen te onderzoeken, en kan tegelijkertijd jongeren de kans geven om bij te dragen aan wat voor hen belangrijk is (Fulgini, 2018; Green et al., 2023; te Brinke et al., 2022; Whitmore & Mills, 2022).

## **Conclusie**

Dit proefschrift omvat een brede kijk op individuele verschillen in sociale competentie ontwikkeling door contextuele, neurobiologische, ontwikkelings- en omgevingsinvloeden op agressieve en prosociale reacties op sociale feedback te integreren. Ik toonde aan dat er in de kindertijd al robuuste neurale processen gerelateerd zijn aan sociale feedback verwerking en agressie regulatie. Tussen de kindertijd en adolescentie vond ik verschillende ontwikkelingstrajecten voor agressieregulatie na negatieve, neutrale en positieve feedback, en vond ik dat de dlPFC over de tijd heen minder sterk betrokken was bij agressieregulatie. Deze resultaten demonstreren dat de periode tussen de kindertijd en adolescentie belangrijk is voor de ontwikkeling van sociale competentie, en benadrukken dat ook de periode voor de adolescentie in neuro-ontwikkelingsmodellen geïntegreerd moet worden. Daarnaast laten de bevindingen in dit proefschrift zien dat het belangrijk is om het samenspel tussen verschillende soorten gedrag mee te nemen om welzijn later in de tijd te kunnen verklaren. Het ontrafelen van de complexiteit van sociaal gedrag door de combinatie van biologische, ontwikkelings- en omgevingsinvloeden te begrijpen kan een startpunt zijn voor het ondersteunen van kinderen en jongeren in hun sociale ontwikkeling.