

# Samenvatting

## Inleiding

Het terugdringen van criminaliteit staat onverminderd hoog op de maatschappelijke agenda. Hoe crimineel gedrag verminderd of stopgezet kan worden is daarbij een belangrijke vraag. De laatste jaren wordt veel geïnvesteerd in de ontwikkeling van effectieve gedragsinterventies gericht op het reduceren van de kans op recidive. Wetenschappers concluderen dat sommige interventies redelijk effectief zijn, maar dat onderzoek daarnaast laat zien dat bij veel kinderen, jeugdigen en volwassenen ook de meest effectieve interventies onvoldoende werken. Een aantal van hen kan mogelijk baat hebben bij verfijndere diagnostiek en vernieuwing van interventies. Een ander belangrijk onderwerp is preventie. Veel criminele carrières beginnen met ernstig probleemgedrag in de kindertijd. De vraag is hoe een dergelijke ontwikkeling tijdig kan worden onderkend en hoe kan worden voorkomen dat kinderen ontsporen in crimineel gedrag. Het wetenschappelijke inzicht wint terrein dat bij de benadering van dit soort vraagstukken, naast sociale, maatschappelijke, rechtswetenschappelijke en psychologische, ook biologische factoren moeten worden betrokken.

De laatste decennia is het onderzoek dat inzichten oplevert over biologische processen die mede ten grondslag liggen aan antisociaal gedrag, waaronder ook crimineel gedrag, sterk gegroeid. Een in het oog springende oorzaak vormen recente technologische ontwikkelingen. De kennis over de werking van de menselijke hersenen is snel toegenomen mede doordat we dankzij nieuwe hersenscantechnieken, zoals *Magnetic Resonance Imaging* (MRI), de hersenen nu steeds nauwkeuriger in beeld kunnen brengen en voor het eerst ook de hersenen 'in actie' kunnen bestuderen. Ook levert de moleculaire genetica veel nieuwe inzichten over bepaalde varianten van genen als risico- of beschermende factoren voor antisociaal gedrag. Een tweede oorzaak is dat door het groeiende aantal onderzoeken ook de theorievorming zich verder heeft ontwikkeld. De hypothesen over bijvoorbeeld de relaties tussen genetische factoren, opgroeicondities, emotionele en cognitieve problemen en de ontwikkeling van antisociaal gedrag zijn nu preciezer dan pakweg twintig jaar geleden.

Voor het ministerie van Justitie is het van belang om naast de huidige, overwegend sociaal-wetenschappelijke en rechtswetenschappelijke kennis, ook de ontwikkeling van neurobiologische kennis een plaats te geven in het onderzoek, het beleid en de praktijk. Dit is in de eerste plaats nodig om bij te kunnen blijven in de kennisontwikkeling. Dit past bij het idee dat beleid steeds meer kennisgericht en wetenschappelijk onderbouwd moet zijn. Het neurobiologische, neuropsychologische en gedragsgenetische onderzoek is nog relatief onbekend in justitiekringen. Ten tweede zullen de wetenschappelijke ontwikkelingen in de neurobiologie en de genetica consequenties hebben voor het *up to date* houden en verder

ontwikkelen van diagnostiek en justitiële interventies. Om de voor de tenuitvoerlegging van strafrechtelijke sancties beschikbare middelen zo effectief mogelijk in te kunnen (blijven) zetten, is niet alleen kennis nodig over sociale en psychologische diagnostiek en interventies, maar ook van diagnostiek en interventies die aangrijpen op biologische factoren. Ten derde heeft de ontwikkeling van neurobiologische kennis implicaties voor de preventie van criminaliteit. Meer in het bijzonder gaat het om preventie van de ontwikkeling van antisociaal gedrag dat ernstige overlast kan bezorgen en/of tot strafrechtelijke veroordeling kan leiden.

Ten vierde kan onderzoek op het raakvlak tussen de sociale psychologie en de neurowetenschap bijdragen aan de kennis over factoren die sociale cohesie kunnen bevorderen of juist belemmeren. In dat verband kan ook de vraag worden gesteld hoe ervoor kan worden gezorgd dat de komende jaren neurobiologisch onderzoek wordt verricht dat kennis en inzichten oplevert die aansluiten bij beleids- en praktijkvragen op het gebied van de preventie en reductie van criminaliteit. Een andere belangrijke vraag is hoe kennisoverdracht over de relevante ontwikkelingen op het gebied van de neurobiologie en de genetica naar professionals zoals rechters en in de juridische opleidingen kan plaatsvinden.

Deze literatuurstudie heeft twee doelstellingen. In de eerste plaats wordt aan de hand van thema's op het gebied van sancties en criminaliteitspreventie een aantal voorbeelden gepresenteerd van neurobiologische onderzoekslijnen. Dit gebeurt om een indruk te geven van waar dit type kennis aansluiting vindt of kan gaan vinden met maatschappelijke vraagstukken op het gebied van de effectiviteit van sancties en de preventie van antisociaal gedrag. In de tweede plaats wordt een begin gemaakt met het expliciteren van richtingen waarin toekomstig onderzoek zich zou kunnen bewegen.

De volgende thema's komen in de hoofdstukken aan de orde: 'kinder mishandeling en -verwaarlozing', 'probleemkinderen, gevaarlijke pubers en gewelddadige volwassenen', 'zedendelinquenten', 'terugdringen recidive en justitiële interventies' en 'neurowetenschap en sociale binding en conflict'. De opbouw van de hoofdstukken is telkens dezelfde: eerst wordt de beleidscontext bij het desbetreffende thema beknopt geschetst en worden onderzoeksvragen benoemd die belangrijk zijn bij een wetenschappelijke onderbouwing van het beleid op het desbetreffende terrein. Vervolgens wordt een indruk gegeven van neurobiologisch onderzoek dat relevant is voor het desbetreffende thema. De neurobiologische onderzoekslijnen die worden besproken zijn gekozen in samenspraak met deskundigen op dit terrein en daarnaast op basis van literatuuronderzoek.

Criminaliteit, normoverschrijdend gedrag, antisociaal gedrag, agressie en gewelddadig gedrag zijn begrippen die elkaar gedeeltelijk overlappen. Zo

voldoen bijvoorbeeld niet alle veroordeelde delinquenten aan de diagnose antisociale gedragsstoornis (ASP), en zal niet iedereen met de diagnose ASP delicten plegen waardoor hij met het strafrecht in aanraking komt. In deze studie wordt de term *antisociaal gedrag* als verzamelbegrip gebruikt voor de hierboven genoemde fenomenen.

## Bevindingen

### *Kindermishandeling en -verwaarlozing*

Huiselijk geweld, waaronder kindermishandeling en verwaarlozing, is wereldwijd maar ook in Nederland een ernstig probleem dat hoog op de politieke agenda staat. Mishandeling (fysiek, emotioneel, seksueel) of verwaarlozing op jeugdige leeftijd kan tot velerlei psychische en sociale problemen leiden en komt in onderzoek keer op keer naar voren als voorspeller van later antisociaal gedrag. Om effectieve preventiestrategieën en interventies te kunnen ontwikkelen is meer inzicht nodig in de onderliggende mechanismen die tot het verband leiden tussen mishandeling en later antisociaal gedrag.

Er wordt steeds meer bekend over de neurobiologische effecten van mishandeling en verwaarlozing. Onderzoek laat zien dat mishandeling en verwaarlozing gevolgen hebben voor de ontwikkeling en afstelling van het hormonale stresssysteem (een overactief stresssysteem kan leiden tot depressie en een onderactief stresssysteem kan leiden tot antisociaal gedrag), voor het verwerken van sociale informatie (bijvoorbeeld het te snel situaties of gedrag van personen interpreteren als bedreigend of vijandig). Ook hebben ze invloed op het vermogen tot het aanmaken van chemische boodschapperstoffen in de hersenen die een belangrijke rol spelen bij positief sociaal gedrag en sociale hechting. Ten slotte hebben ze nadelige effecten op de cognitieve ontwikkeling. Daarbij gaat het onder meer om de executieve functies, zoals het beheersen van impulsen en het flexibel kunnen bijstellen van gedrag als de situatie verandert.

Niet bij alle mishandelde of verwaarloosde kinderen is er sprake van antisociaal gedrag. Onderzoek richt zich ook op de vraag hoe het komt dat sommige kinderen later wel en andere later geen antisociaal en gewelddadig gedrag vertonen. Daarbij blijkt een genetische kwetsbaarheid een rol te spelen. Onderzocht werd of het MAOA-gen dat belangrijke effecten heeft op de concentratie van chemische boodschapperstoffen in de hersenen, daarbij een rol speelt. Dit gen kent twee veelvoorkomende vormen: een korte en een lange variant. Het bleek dat alleen kinderen die én de korte vorm van het MAOA-gen hadden, én mishandeld waren een vergrote kans hadden om als volwassene antisociaal en gewelddadig gedrag te vertonen. Bij mishandelde kinderen met de lange variant van het MAOA-gen verschilde die kans niet van die van niet-mishandelde

kinderen. Wetenschappers hebben zich afgevraagd via welke mechanismen het MAOA-gen tot een verhoogd risico van antisociaal gedrag zou kunnen leiden. Onderzoek biedt aanwijzingen dat mensen met de korte vorm gevoeliger zijn voor vervelende sociale ervaringen, waarbij de gevoeligheid van reageren waarschijnlijk mede te maken heeft met de concentraties van neurotransmitters in de hersenen. Neurotransmitters zijn boodschapperstoffen met belangrijke effecten op de ontwikkeling van de hersenen en op de communicatie tussen verschillende hersengebieden. Ze hebben veel invloed op de persoonlijkheid en op het sociale gedrag. Er zijn aanwijzingen dat bij mensen met de korte vorm van het MAOA-gen het circuit voor emotieregulatie in de hersenen minder stabiel is aangelegd. Er zijn overigens meer genen in verband gebracht met een verhoogd risico van antisociaal gedrag. Behalve het MAOA-gen zijn dit onder meer ook het COMT-gen, DRD4-gen en het 5HTT-gen. Al deze genen hebben invloed op de hersenontwikkeling, in het bijzonder op de neurotransmitters en hun aangrijpingsplaatsen.

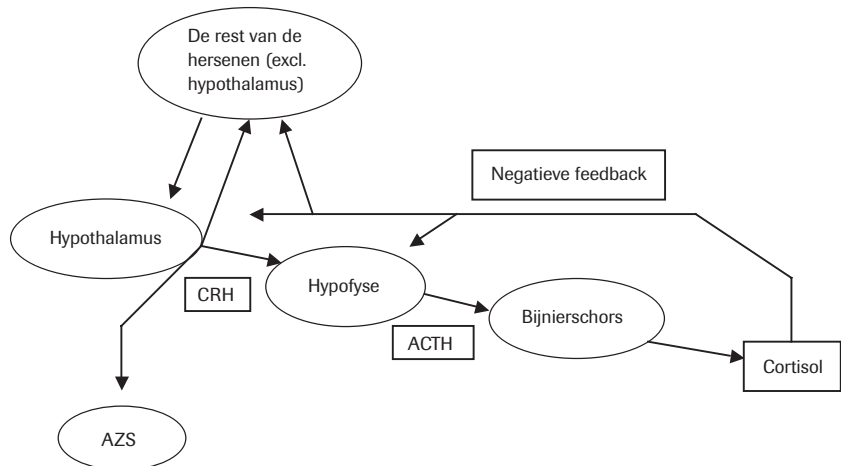
*'Probleemkinderen, gevaarlijke pubers en gewelddadige volwassenen'*

Het voorkomen en zo veel mogelijk terugdringen van criminaliteit staat onverminderd hoog op de agenda van het ministerie van Justitie. Veel criminele carrières beginnen met ernstig antisociaal gedrag en ander probleemgedrag in de kindertijd. Om effectieve preventiestrategieën te kunnen ontwerpen en uitbreiden is kennis nodig over dergelijke ontwikkelingstrajecten. Via welke mechanismen komt antisociaal gedrag tot ontwikkeling en hoe kan worden voorkomen dat kinderen en jeugdigen ontsporen in een criminele carrière? Daarnaast is uitbreiding van het inzicht nodig in de aspecten waarop interventies en risicomangement bij criminele jeugdigen en volwassenen het beste kunnen worden gericht.

Er komen steeds meer gegevens uit onderzoek beschikbaar over de relatie tussen een aantal met elkaar verweven neurobiologische systemen, emotionele en cognitieve problemen en persistent antisociaal gedrag (zie figuur S1). Deze systemen zijn het hormonale stresssysteem: de hypothalamus-hypofyse-bijnier-as (*hypothalamus-pituitary-adrenal axis*, HPA-as), het autonome zenuwstelsel (AZS), boodschapperstoffen in de hersenen (neurotransmitters, waaronder serotonine) en een circuit van hersengebieden die betrokken zijn bij de regulatie van emoties. De HPA-as loopt van de hypothalamus via de hypofyse naar de bijnier. De hypothalamus produceert CRH (corticotropine releasing hormone), dit stimuleert de hypofyse tot afgifte van ACTH (adrenocorticotroop hormoon) dat op zijn beurt de bijnierschors aanzet tot productie van het stresshormoon cortisol. Cortisol zorgt ervoor dat het lichaam langere tijd met stress om kan gaan (bijvoorbeeld door een betere beschikbaarheid van energie). Het autonome zenuwstelsel is het gedeelte van het zenuwstelsel dat we niet bewust kunnen aansturen maar dat automatisch reageert op prikkels

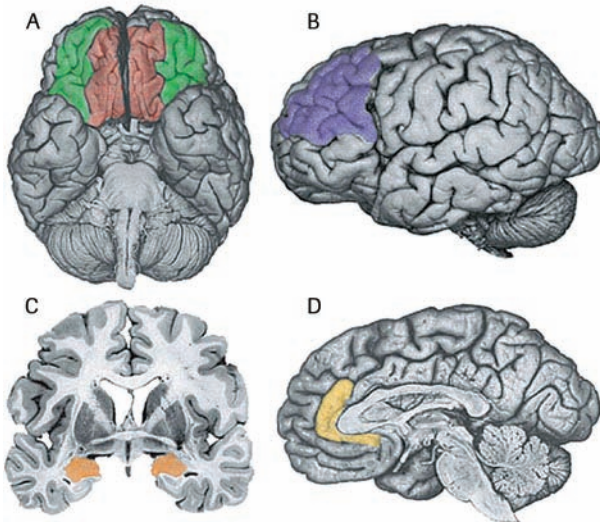
zoals honger, dorst, kou, maar ook op het ervaren van stress. Het AZS regelt functies zoals de hartslag, verwijding en vernauwing van bloedvaten en reacties van de zweetklieren. Reacties van het AZS worden in gang gezet door activiteit van hogere hersengebieden, met name de hypothalamus. Onder emotieregulatie wordt verstaan de mate waarin emoties worden ervaren, worden geuit of juist onderdrukt. Het circuit voor emotieregulatie bestaat uit onder meer de orbitofrontale cortex (OFC, onderdeel van de prefrontale cortex, PFC), de amygdala, hippocampus, hypothalamus, anterior cingulate cortex (ACC), de insula en het ventrale striatum (zie figuren S2 en S3). De voorhersenen (PFC, OFC) zijn belangrijk voor de zogeheten executieve functies zoals planning, cognitieve flexibiliteit en abstractievermogen en de mogelijkheid om het eigen gedrag (ook bijvoorbeeld emotionele impulsen) bij te sturen en te beheersen. De amygdala is betrokken bij emoties als angst en mogelijk ook bij impulsief agressief gedrag.

**Figuur S1 De hypothalamus-hypofyse-bijnier-as (HPA-as)**



De HPA-as (hypothalamus-pituitary-adrenal axis) loopt van de hypothalamus via de hypofyse naar de bijnier. De hypothalamus produceert CRH (corticotropine releasing hormone), dit stimuleert de hypofyse tot afgifte van ACTH (adrenocorticotroop hormoon) dat op zijn beurt de bijnierschors aanzet tot productie van het stresshormoon cortisol. Cortisol zorgt ervoor dat het lichaam langere tijd met stress om kan gaan (bijvoorbeeld door een betere beschikbaarheid van energie) maar kan op de lange duur schade veroorzaken (Kahn, 2006). Het stijgen van het cortisolgehalte in het bloed zet de hypothalamus en hypofyse via een negatief feedbacksysteem aan tot vermindering van de afgifte van respectievelijk CRH en ACTH. Zo kan de stressreactie weer uitdoven. De HPA-as wordt via de hypothalamus aangestuurd vanuit de hersenen (o.a. door de amygdala) met behulp van neurotransmitters. De producten van de HPA-as hebben op hun beurt weer effecten op de hersenen (cortisol beïnvloedt bijvoorbeeld op die manier de stemming). De hypothalamus beïnvloedt ook de rest van het autonome zenuwstelsel (AZS) door middel van onder meer CRH. Dit uit zich onder meer door een verhoogde hartslag en zweetklierreactie.

**Figuur S2 Hersenstructuren die zijn betrokken bij de regulatie van emoties**



Belangrijke structuren in het circuit dat ten grondslag ligt aan emotieregulatie. **(A)** De orbitoprefrontale cortex is groen weergegeven en de ventromediale prefrontale cortex rood. **(B)** De dorsolaterale prefrontale cortex. **(C)** De amygdala. **(D)** De anterior cingulate cortex. Elk van deze onderling verbonden structuren speelt een rol bij verschillende aspecten van emotieregulatie. Gebreken in een of meer van deze gebieden en/of de verbindingen tussen deze gebieden zijn geassocieerd met tekorten in het reguleren van emoties en ook met een verhoogde kans op impulsief agressief en gewelddadig gedrag (bron: Davidson, Putnam & Larson, 2000).

De genoemde systemen zijn nauw met elkaar verbonden. Het AZS en de HPA-as worden vanuit de hersenen aangestuurd door de hypothalamus. De hypothalamus heeft verbindingen met veel andere hersengebieden die betrokken zijn bij emotieregulatie. Gebieden uit dit circuit (bijvoorbeeld de amygdala) kunnen ook via de hypothalamus de HPA-as aansturen. De hersengebieden beïnvloeden elkaar onder meer met behulp van neurotransmitters. Neurotransmitters zijn chemische stoffen die signalen doorgeven van de ene hersencel naar de andere. Deze kunnen leiden tot verhoogde of juist verminderde activatie van een bepaalde functie of circuit. Verschillende gebieden uit het emotieregulatiecircuit bevatten veel aanhechtingsplaatsen voor de neurotransmitter serotonine. Het zien van een angstige situatie bijvoorbeeld, activeert normaal gesproken de amygdala, deze beïnvloedt de hypothalamus, die de HPA-as in werking zet met als eindproduct cortisol. De hypothalamus activeert ook het AZS met als resultaat een verhoogde hartslag en zweetklierreactie.

**Figuur S3 De regulatie van emotionele impulsen**

Hoe worden op hersenniveau emotionele impulsen getemperd? Buckholtz en Meyer-Lindenberg (2008) achten het op basis van de bevindingen uit fMRI-studies plausibel dat de ventromediale prefrontale cortex (VMPFC) de cingulate cortex (CC) stimuleert, die vervolgens een temperende invloed heeft op de amygdala. Op deze manier kunnen emotionele impulsen worden onderdrukt. Bij mensen met de korte variant van het MAOA-gen zou dit systeem voor emotieregulatie minder goed zijn aangelegd (bron: Buckholz & Meyer-Lindenberg, 2008).

In een groot aantal studies is een verband gevonden tussen enerzijds een lage activiteit van het autonome zenuwstelsel (blijkend uit een lage hartslag, lage huidweerstand) en een verlaagde activiteit van het hormonale stresssysteem (blijkend uit een laag cortisolniveau in reactie op stressoren zoals frustratie en provocatie) en anderzijds antisociaal gedrag. Daarnaast neemt in neurobiologische theorieën over antisociaal gedrag het onderzoek naar de wisselwerking tussen de prefrontale hersenen en de amygdala een centrale plaats in. Uit meerdere onderzoeken blijkt dat een minder goed werkende prefrontale cortex (vooral de OFC en MFC) geassocieerd is met een voorgeschiedenis van (impulsief) agressief gedrag. Verder blijken disfuncties van de amygdala en de daarmee nauw verbonden hippocampus te zijn gerelateerd aan agressief en/of gewelddadig gedrag. De hippocampus is onder meer betrokken bij het (emotionele) langetermijngeheugen en bij het reguleren van de activiteit van het hormonale stresssysteem. Ten slotte blijkt er een verband te zijn tussen enerzijds een relatief lage activiteit van de prefrontale cortex ten opzichte van de activiteit van de amygdala, hippocampus en anderzijds impulsief

agressief en/of gewelddadig gedrag. Meerdere studies hebben bij mensen met antisociaal gedrag verlaagde niveaus van de neurotransmitter serotonine gevonden. Bij de verbindingen tussen deze hersengebieden spelen neurotransmitters, onder andere serotonine, een rol. Serotonine kent veertien verschillende typen aanhechtingsplaatsen of receptoren. Het circuit voor emotieregulatie omvat veel serotoninereceptoren. Serotonine heeft vermoedelijk een remmend effect op reactieve agressie, mede doordat het impulsiviteit vermindert.

De ontwikkelingstrajecten die leiden tot antisociaal gedrag zijn divers. Er zijn verschillende theorieën over neurobiologische disfuncties die in verband worden gebracht met antisociaal gedrag. Volgens sommige wetenschappers zijn bij verschillende typen agressie, zoals impulsief agressief gedrag en instrumenteel, doelgericht agressief gedrag verschillende neurobiologische factoren van belang. Persistent impulsief agressief gedrag zou verband houden met een disfunctie van de executieve functies en mogelijk een hyperreactieve amygdala. De activiteit van de amygdala in reactie op echte of vermeende bedreigingen uit de omgeving wordt minder effectief getemperd vanuit de OFC. Daardoor is betrokkene minder goed in staat om het eigen gedrag te reguleren en bijvoorbeeld emotionele impulsen te beheersen. Bij instrumentele agressie zou eerder een te weinig functionerende amygdala een rol spelen, waardoor betrokkene minder goed in staat is om bijvoorbeeld emotionele signalen zoals angst en verdriet van de ander te herkennen en minder gevoelig is voor het leren van negatieve consequenties van gedrag. Hierdoor ontwikkelt bij deze personen de rem op antisociaal gedrag zich onvoldoende, zo wordt verondersteld.

### *Zedendelinquenten*

Zedendelicten tegen volwassenen en vooral die tegen kinderen veroorzaken veel leed en leiden tot maatschappelijke beroering. De laatste jaren wekt grensoverschrijdend seksueel gedrag door jongeren, zoals groepsverkrachtingen, maatschappelijke en politieke zorg. Ook wat betreft zedendelinquentie geldt dat inzicht in de onderliggende, neurobiologische, psychologische en sociale mechanismen die leiden tot seksueel probleemgedrag nodig is om effectieve preventie- en interventiestrategieën te kunnen (door)ontwikkelen.

Volgens verschillende wetenschappers zou pedofilie het gevolg kunnen zijn van een ontwikkelingsstoornis die dateert van voor de geboorte of begint in de kinderjaren. Zij onderbouwen dit met een variatie aan gegevens, onder meer uit fMRI-studies. Zo komen volgens sommige onderzoeken verwondingen aan het hoofd in de kindertijd bij pedofielen vaker voor, en worden in recent onderzoek structurele afwijkingen in gebieden in de hersenen die met de seksuele ontwikkeling te maken hebben gerap-



porteed. Bij een deel van de zedendelinquenten worden meer algemene neuropsychologische tekorten gevonden die niet specifiek met zedendelicten te maken hebben, bijvoorbeeld gebrekkige impulsbeheersing. Er is nog relatief weinig onderzoek naar de endocrinologische aspecten van zedendelinquentie. Meer inzicht daarin zou mogelijk van nut kunnen zijn bij het risicomangement. In een recente studie werd bijvoorbeeld gevonden dat het testosteronniveau bij de intake in een behandelkliniek de kans op en de ernst van latere recidive voorspelde.

#### *Justitiële interventies en terugdringen recidive*

Het terugdringen van recidive is een speerpunt in het beleid van het ministerie van Justitie. In het gevangenisstelsel, de tbs-sector, de reclasering en het justitiële jeugdbeleid wordt de laatste jaren steeds meer gekozen voor ‘*evidence based*’ diagnostiek, risicotaxatie en gedragsinterventies met het doel het recidiverisico te verminderen. Keer op keer blijkt uit meta-analyses van grote aantallen effectonderzoeken dat een deel van de huidige interventies redelijk effectief is, maar dat voor een groot aantal kinderen, jeugdigen en volwassenen ook deze interventies niet of onvoldoende werken.

Onderzoek laat zien dat het van belang is om bij het ontwikkelen en plannen van interventies rekening te houden met neurobiologische en -psychologische kenmerken die geassocieerd zijn met de verwerking van sociale en emotionele informatie, het functioneren van het stresssysteem en de regulatie van het eigen gedrag. Volwassen gedetineerden en kinderen met persistent antisociaal gedrag die tekorten in de genoemde functies hadden, reageerden slechter op een cognitief gedragstherapeutisch programma. Verfijning van diagnostiek, waarbij naast sociale en psychologische aspecten ook neuropsychologische en neurobiologische factoren worden betrokken, is nodig om tot een betere keuze van interventies te komen en om vernieuwende interventies te kunnen ontwikkelen voor degenen die geen baat hebben bij de huidige interventies.

Vernieuwing van interventies kan mede komen vanuit technieken uit de neurologie die gebruikt worden om hersenfuncties te stimuleren of om een teveel aan activiteit van bepaalde hersencellen te verminderen. Voorbeelden daarvan zijn Transcraniale Magnetische Stimulatie (TMS) en *Deep Brain Stimulation* (DBS). De toepassingsmogelijkheden van dit type methoden bij psychische problemen zoals stemmings- en angststoornissen die worden gekenmerkt door emotionele problemen, worden in toeneemende mate onderzocht. TMS wordt op bescheiden schaal onderzocht op bruikbaarheid om bij forensisch psychiatrische patiënten met psychopathie bepaalde hersenfuncties te stimuleren.

Het farmacologisch onderzoek naar menselijke agressie staat nog in de kinderschoenen hoewel medicatie tegen agressie in de klinische praktijk regelmatig wordt toegepast. Voor langduriger behandeling worden middelen die werken op (bepaalde receptoren van) het serotonine-neurotransmittersysteem als mogelijk kansrijk gezien omdat ze specifieke effecten op agressie kunnen hebben zonder het overige gedrag aan te tasten. Farmacologische behandeling wordt door wetenschappers als een belangrijk onderdeel van de behandeling van een deel van de zedendelinquenten gezien. Psychofarmaca gericht op het serotoninesysteem (SSRI's) worden veel voorgeschreven en hebben minder bijwerkingen dan hormonale libidoremmers. Er is echter nog nauwelijks gecontroleerd effectonderzoek van SSRI's ter vermindering van libido en van recidive bij zedendelinquenten. Ook is er nog weinig bekend over de werkingsmechanismen.

Recent wordt meer bekend over de effecten van psychologische interventies op neurobiologische processen. Bij dwangstoornissen, fobieën en depressie zijn verschillende voorbeelden beschreven die meer inzicht geven in de werking van de therapie op hersenniveau. Bijvoorbeeld hoe afname van angsten gedurende de therapie gepaard gaat met veranderingen in hersengebieden die betrokken zijn bij emotieregulatie. Een relevante vraag is ook in hoeverre de neurochemische en neuroanatomische paden die betrokken zijn bij het reguleren van emoties en van agressief gedrag, worden beïnvloed door het zien van agressie (bijvoorbeeld op televisie) en door andere 'alledaagse activiteiten'. Het is al langer bekend dat gewelddadige film en televisie en videospellen de kans op agressie en geweld bij de kijkers of spelers op de kortere termijn kunnen vergroten. Langeretermijneffecten zijn minder bekend, onder meer omdat ze lastiger te onderzoeken zijn. De effecten van gewelddadige videospellen zijn mogelijk groter dan die van film, omdat deze actief en interactief worden gespeeld waardoor neurale circuits vermoedelijk intensiever aangesproken worden. Uit onderzoek blijkt dat kinderen die gewelddadige videospellen spelen patronen in de hersenactiviteit laten zien die lijken op die bij individuen met een gestoorde agressieregulatie. Of er langetermijneffecten zijn van het (veelvuldig) spelen van gewelddadige videospellen op de ontwikkeling van neurale circuits voor agressieregulatie zou in een longitudinale studie moeten worden onderzocht.

Uit onderzoek blijkt dat tekorten aan voedingsstoffen in de baarmoeder en in de kindertijd verband houden met later antisociaal gedrag. Een mogelijk mechanisme waardoor de tekorten tot een verhoogd risico op antisociaal gedrag leiden zou ontregeling zijn van de ontwikkeling van het serotonine-neurotransmittersysteem, waardoor de ontwikkeling van de emotie- en stressregulatie verstoord raakt. Er is onderzoek dat wijst op het belang van vroege preventie door goede prenatale zorg. Dit zou

ziekten en ontwikkelingsstoornissen maar ook antisociaal gedrag kunnen helpen voorkomen. Daarbij gaat het onder meer om preventie van roken en alcoholgebruik en stress van de zwangere moeder. Ook kan verrijking van de omgeving wat betreft voeding en activiteiten bij kinderen die in armoede opgroeien, de kans op later antisociaal gedrag verminderen. Er zijn aanwijzingen dat voedingssupplementen agressief gedrag bij jongvolwassen delinquenten kunnen verminderen.

#### *Neurowetenschap en sociale bindingen en conflicten*

Naast de groeiende kennis over de neurobiologie van antisociaal gedrag is er ook juist veel onderzoek dat zich richt op de neurobiologische basis van positief sociaal gedrag zoals empathie en samenwerking. Het vakgebied dat zich hiermee bezighoudt wordt *social neuroscience* genoemd. Ook dit is een voor het ministerie van Justitie belangrijk kennisgebied, omdat kennis over factoren die prosociaal gedrag zoals samenwerking of het naleven van sociale normen bevorderen, mogelijk mede richtinggevend kan zijn voor strategieën ter preventie en reductie van antisociaal gedrag en voor het verbeteren van sociale samenhang.

Empathie is een belangrijk concept in criminologische theorieën. Er is veel psychologisch onderzoek over. Recent onderzoek werpt meer licht op de onderliggende neurobiologische processen. Het laat zien dat bij empathie ook zogeheten spiegelneuronen betrokken zijn. Spiegelneuronen zijn neuronnen die zowel geactiveerd worden bij het zien van een doelgerichte actie als bij het zelf uitvoeren ervan. Bij het meevoelen van sociale emoties zoals schuldgevoel, schaamte, trots, lustgevoel en walging zijn spiegelneuronen betrokken die zich bevinden in de insula. De insula is betrokken bij de verwerking van emotionele informatie (bijvoorbeeld afkeer, angst, woede, liefde) en krijgt onder meer input van de amygdala. Gedacht wordt dat de insula fysieke prikkels in kaart brengt die met emoties verband houden en zo bijdraagt aan bewustwording van de emotionele ervaring. Meer kennis over de neurobiologische factoren die van belang zijn bij empathie kan mogelijk meer inzicht opleveren in de onderliggende problematiek van stoornissen als psychopathie en autisme waarbij gebrek aan empathie één van de kenmerken is.

Met behulp van spelparadigma's wordt onderzocht onder welke omstandigheden mensen geneigd zijn tot samenwerking, het steunen van het algemeen belang, het naleven van sociale normen, het nastreven van eigenbelang en het straffen van anderen die zich niet aan de sociale norm houden. Bij de verschillende experimenten wordt ook zichtbaar gemaakt welke processen daarbij in de hersenen optreden, bijvoorbeeld wat belonend is, wat pijn doet en wanneer er calculaties worden gemaakt. Dergelijk onderzoek kan in aanvulling op sociaal-psychologisch en sociologisch onderzoek meer inzicht opleveren in mogelijkheden om antisociaal

gedrag te voorkomen doordat meer bekend wordt over de onderliggende mechanismen van pro sociaal gedrag en over de situaties waarin mensen daartoe geneigd zijn.

Ook het bestuderen van sociale processen die kunnen leiden tot antisociaal gedrag behoort tot het terrein van de *social neuroscience*. Zo wordt onderzocht wat zich op neurobiologisch niveau afspeelt bij sociale processen als stereotypering en vooroordelen. Onderzoek biedt aanwijzingen dat de amygdala een rol speelt bij (onbewuste) vooroordelen en geeft ook inzicht in methoden om informatie zo aan te bieden dat de kans kleiner is dat vooroordelen worden geactiveerd. Een onderwerp dat zowel op sociaal niveau als op psychologisch en op neurobiologisch niveau wordt bestudeerd is sociale uitsluiting of ostracisme. Er zijn volgens wetenschappers aanwijzingen dat sociale uitsluiting dezelfde reacties in de hersenen oproept als fysieke pijn. Er lijken twee algemene copingstrategieën te zijn waar mensen toe kunnen neigen als ze worden buitengesloten. De eerste is het zoeken en versterken van sociale aansluiting en zelfvertrouwen. Dit betreft een relatief pro sociale strategie. Individuen blijken dan echter extra gevoelig voor sociale acceptatie en zijn bereid daarvoor een hogere prijs te betalen. De tweede strategie is gericht op het verwerven van erkenning en op het herstel of van een zekere beheersing van de sociale situatie. Deze zal volgens de desbetreffende wetenschappers eerder leiden tot antisociaal en agressief gedrag dan tot pro sociaal gedrag. Geostraceerde individuen zouden mogelijk ontvankelijker zijn voor werving door extremistische groepen die voor hen belangstelling tonen.

### *Beperkingen*

De onderhavige studie is noodzakelijkerwijs beperkt. De neurowetenschappen vormen een vakgebied dat zich enorm snel ontwikkelt en wat hier gepresenteerd wordt moet in dat licht bezien worden. De verschillende onderzoeksgebieden worden slechts globaal besproken. Er is in sterke mate gebruik gemaakt van een aantal belangrijke overzichtsartikelen en andere sleutelpublicaties. De lezer die meer over de desbetreffende onderwerpen wil weten wordt verwezen naar deze artikelen.

Onderwerpen die ook van belang zijn voor het onderzoek naar preventie en reductie van antisociaal gedrag, maar in deze studie niet aan de orde komen zijn bijvoorbeeld de neurobiologie van verslaving, de neurobiologie van verschillende psychische stoornissen (bijvoorbeeld schizofrenie, angststoornissen, dwangstoornissen, depressie). Ook de betekenis van de neurowetenschappen voor de rechtspleging en rechtshandhaving en ethische kanten van de neurobiologisch onderzoek in relatie tot antisociaal gedrag blijven in deze studie buiten beschouwing.

## Mogelijke onderzoeksrichtingen

In het navolgende wordt op basis van de hiervoor besproken onderzoekslijnen een aantal suggesties gedaan voor globale onderzoeksrichtingen en eventuele toepassingsmogelijkheden. Sommige zaken kunnen op redelijk korte termijn op bruikbaarheid worden onderzocht. Aan de andere kant liggen er veel onderzoeksvragen open, ook daarvan komen een aantal voorbeelden aan de orde.

### *Ontwikkeling en preventie van antisociaal gedrag*

Wetenschappers concluderen dat we over het geheel genomen maar matig succesvol zijn in preventie en behandeling van antisociaal en gewelddadig gedrag, omdat ook de meest effectieve interventies bij veel kinderen, jeugdigen en volwassenen onvoldoende of niet werken. Dit komt onder meer doordat er nog te weinig kennis is over onderliggende cognitieve en emotionele problemen en de neurobiologische oorzaken daarvan.

Een belangrijk onderzoeksthema is de relatie tussen genetische kenmerken, stressvolle opgroeicondities, het functioneren van het emotieregulatiecircuit in de hersenen, de ontwikkeling van het stresssysteem en de ontwikkeling van antisociaal gedrag. Wetenschappers stellen een integratief model voor waarin zij familiale factoren (waaronder genetische invloeden en ongunstige opgroeiomstandigheden door bijvoorbeeld mishandeling of verwaarlozing) in verband brengen met negatieve gedragseffecten (antisociale gedragsproblemen, criminaliteit). Neurobiologische tekorten die gekenmerkt worden door ontremming (bijvoorbeeld afwijkingen in het serotoninesysteem, het hormonale stresssysteem, de amygdala) en cognitieve en emotionele problemen (bijvoorbeeld leer- en geheugenproblemen, tekorten van de executieve functies of vijandige attributieprocessen) vormen daarbij mediërende factoren. Een dergelijk model biedt goede aanknopingspunten voor praktijkgericht wetenschappelijk onderzoek.

Het meeste van het bestaande onderzoek naar neurobiologische factoren en antisociaal gedrag is correlatieel. Veelal wordt onderzocht of bij een populatie kinderen of jeugdigen met gedragsstoornissen, of delinquenten of forensisch psychiatrische patiënten met antisociaal of gewelddadig gedrag, sprake is van neurobiologische tekorten. Uit dergelijke onderzoeken kunnen geen conclusies worden getrokken over de vraag of de neurobiologische tekorten het antisociale gedrag veroorzaken. Dit zou wel kunnen gebeuren met behulp van experimenteel onderzoek waarbij de specifieke neurobiologische tekorten worden beïnvloed met bijvoorbeeld medicatie, en waarbij wordt nagegaan of daardoor tevens veranderingen optreden in het antisociale gedrag. Een ander voorbeeld is het beïnvloeden van gedrag door middel van psychologische behandeling waarbij

wordt nagegaan of dit samengaat met veranderingen in neurobiologische factoren. Door middel van longitudinale studies kan worden onderzocht of verandering in een bepaalde variabele, veranderingen in een andere variabele voorspellen. Bijvoorbeeld of ongunstige opgroeicondities en genetische factoren de aanzet vormen tot neurobiologische, emotionele en cognitieve problemen, die vervolgens op hun beurt in onderling samenspel resulteren in antisociaal gedrag.

### *Diagnostiek en subtypering*

Diagnostiek en subtypering zijn belangrijk voor een zo effectief mogelijke keuze van interventies. Er zou al op korte termijn meer gebruik kunnen worden gemaakt van neurobiologische factoren om de waarde daarvan te onderzoeken voor subtypering en verfijning van diagnostiek in aanvulling op de gebruikelijke psychologische en psychiatrische diagnostiek. Diagnostiek en subtypering voorafgaand aan een interventie kunnen als doel hebben om tot de keuze van de meest passende interventie voor betrokkene te komen. Ze kunnen ook worden benut om de individuen te identificeren voor wie een bepaalde interventie (nog) niet geschikt is omdat betrokkene bijvoorbeeld bepaalde basisvaardigheden mist die nodig zijn om de interventie te kunnen doorlopen. Na afloop van een interventie kan bijvoorbeeld subtypering plaatsvinden wat betreft individuen bij wie de interventie voldoende effect heeft gehad en degenen bij wie dat niet het geval is. Te denken valt onder meer aan neurobiologische parameters gerelateerd aan reactiviteit van het stresssysteem (hartslag, zweetklierreactie, cortisolreactie), het functioneren van de amygdala (taken op het gebied van herkenning van gezichtsuitdrukkingen, gevoeligheid voor angstvolle prikkels, leren door negatieve consequenties) en de executieve functies (bijvoorbeeld taken waarin het eigen gedrag moet worden bijgestuurd of gecorrigeerd, impulsbeheersingstaken).

De neurobiologische parameters zouden naast subtypering mogelijk ook kunnen worden benut om te onderzoeken in hoeverre behandeldoelen worden bereikt. Op de kortere termijn zouden ook resultaten kunnen worden bereikt van normerings- en valideringsonderzoek van neurobiologische parameters. Sommige neurobiologische factoren, zoals het testosteronniveau kunnen mogelijk ook een toegevoegde waarde hebben bij risicotaxatie. Een aanvullend neurobiologisch instrumentarium kan ook methodologisch voordelen bieden. De diagnostiek bij jeugdigen en bij volwassenen vindt vooral plaats op basis van vragenlijsten en interviews. Dit zijn methoden die gevoelig zijn voor vertekening door bijvoorbeeld sociaal wenselijk antwoorden. Een aanvullend neurobiologisch instrumentarium kent dergelijke bezwaren veelal minder (maar kent niettemin uiteraard ook beperkingen).

Er wordt steeds meer bekend over de relatie tussen genetische profielen en het risico van specifieke psychische en gedragsproblematiek, waaronder ook antisociaal gedrag. Ook blijkt uit onderzoek dat genetische kenmerken in de psychiatrie belangrijke informatie kunnen bieden over de kans op succes en op bijwerkingen bij de toepassing van medicatie. Verschillende wetenschappers verwachten dat genetische profielen in de toekomst belangrijker zullen worden bij de indicatiestelling voor (gedrags)interventies. Ook met het oog op de indicatiestelling en evaluatie van justitiële interventies is het van belang om te bezien op welke wijze en onder welke condities dergelijke informatie kan worden benut. Subtypering op basis van genetische profielen om hierover door middel van onderzoek meer kennis te verwerven kan daarbij een eerste stap zijn.

#### *Vernieuwing van interventies*

Neurobiologische factoren kunnen in de eerste plaats bijdragen aan de verdere ontwikkeling van in de justitiële context reeds gebruikte interventies zoals cognitief gedragstherapeutische programma's of farmacologische behandeling. Ten tweede kunnen ze bijdragen aan het ontwikkelen van nieuwe interventies. Daarbij kan ook worden gedacht aan interventies die in een andere setting reeds ontwikkeld zijn en op effectiviteit onderzocht, maar die nog niet in de justitiecontext worden toegepast, bijvoorbeeld neuropsychologische taken die in een leer- en onderwijscontext worden gebruikt en die de ontwikkeling van bepaalde hersenfuncties stimuleren die ook van belang zijn in relatie tot antisociaal gedrag. In het verslavingsonderzoek wordt de mogelijkheid onderzocht om onbewuste aandachtsprocessen te trainen. Dit zou ook interessant kunnen zijn bij kinderen of volwassenen met antisociaal gedrag die een zogeheten '*hostility bias*' hebben, de neiging om ambigue situaties als vijandig te interpreteren. Ook wordt onderzoek verricht naar de mogelijkheid van het beïnvloeden van straf- en van beloningsgevoeligheid door middel van neuropsychologische taken of neurologische technieken zoals TMS. Verder is het gebruik van beloningsparadigma's misschien een alternatief bij gedragsinterventies en oudertrainingen voor (jeugdige) delinquenten die verminderd strafgevoelig zijn, maar wel sterk gericht zijn op beloning.

De toenemende kennis over de mechanismen achter de effecten van verwaarlozing en mishandeling op het (latere) gedrag, kan op den duur handvatten bieden voor de vernieuwing van interventies. Er kan bijvoorbeeld worden gedacht aan interventies die de ontwikkeling van sociale informatieverwerking en van cognitieve functies ondersteunen, zoals het trainen van executieve functies. Verder suggereren sommige wetenschappers om te onderzoeken of het toedienen van oxytocine wellicht hulp kan bieden aan personen die het zelf te weinig aanmaken. Ook wordt een relatie gelegd tussen een lage reactiviteit van het hormonale stresssysteem zoals die gevonden wordt bij kinderen die veel antisociaal gedrag vertonen

en cognitieve en emotionele problemen (zoals een versterkte neiging om sociale situaties als vijandig te interpreteren). Wetenschappers beargumenteren dat de cortisolpiek zoals die bij normale proefpersonen optreedt in reactie op een stressvolle gebeurtenis mogelijk nodig is om de aard van een conflict in te kunnen schatten en om op een proportionele wijze te kunnen reageren. Kinderen met antisociaal gedrag laten zo'n cortisolpiek juist niet zien. Een minder goede werking van het hormonale stresssysteem, zoals die wordt gezien bij antisociale kinderen, kan mogelijk de cognitieve en emotionele informatieverwerking belemmeren die nodig is voor gedragstherapeutische interventies. In dat geval zouden kinderen met verlaagde basisniveaus van cortisol of een verlaagde fysiologische reactie op stressoren, wellicht effectiever kunnen worden behandeld door eerst medicamenteus de werking van het hormonale stresssysteem te normaliseren, alvorens gedragsinterventies aan te bieden. Er zou meer wetenschappelijk onderzoek kunnen worden verricht naar de disfuncties en naar farmacologische behandelingsmogelijkheden van de HPA-as bij kinderen en volwassenen met antisociaal gedrag.

Naast en in combinatie met psychologische interventies zou ook farmacologische behandeling bij met name ernstige agressie behulpzaam kunnen zijn. De farmacotherapie van menselijke agressie is een gebied waarop nog relatief weinig onderzoek is verricht. Het onderzoek naar de neurobiologische factoren die in verband worden gebracht met antisociaal gedrag en de modellen voor verschillende typen ontsprende menselijke agressie, kunnen daarbij ongetwijfeld een belangrijke inspiratiebron zijn. Er zijn voorbeelden van onderzoek waarbij beeldvormende technieken worden gebruikt om meer inzicht te krijgen in de werkzame mechanismen van medicatietherapie bij agressief gedrag. Farmacotherapie wordt op basis van de huidige gegevens als een veelbelovend onderdeel van interventies bij grensoverschrijdend seksueel gedrag gezien, naast psychologische behandeling en toezicht. Hoewel medicatie gericht op deze aspecten wordt toegepast, is er nog weinig kennis van de neurobiologie en endocrinologie van verschillende typen seksueel grensoverschrijdend gedrag. Het zou bijvoorbeeld belangrijk zijn te onderzoeken op welke punten van de hypothalamus-hypofyse-geslachtsklieren-as (HPG-as) en van de HPA-as er mogelijk afwijkingen zijn bij (een aantal van de) zedendelinquenten. Meer inzicht in deze mechanismen zou kunnen bijdragen aan verhoging van de effectiviteit van (farmacologische) interventies. Voor zowel de farmacotherapie bij mensen met ernstige agressie als voor libidoremmende medicatie bij zedendelinquenten, geldt dat er een groot gebrek is aan methodologisch goed effectonderzoek, terwijl de medicatie in de praktijk wel regelmatig wordt ingezet.

Er vindt steeds meer onderzoek plaats naar kandidaatgenen die worden beschouwd als risicofactoren voor specifieke problematiek, onder meer bij



psychiatrische stoornissen, verslaving en persistent antisociaal gedrag. In het voorgaande is besproken dat interacties tussen genetische aanleg (bijvoorbeeld varianten van het MAOA-gen, DRD4-gen, COMT-gen, 5HTT-gen, zie voor uitleg bijlage 3), de hersenontwikkeling en omgevingsfactoren (ongunstige opgroeiomstandigheden) vermoedelijk belangrijk zijn bij het ontstaan van antisociaal gedrag. Bij verschillende somatische ziekten wordt gebruikgemaakt van op het genetische profiel van de patiënt afgestemde medicatie (bijvoorbeeld bij borstkanker) en ook bij psychiatrische ziektebeelden wordt de zogeheten farmacogenetica in toenemende mate in onderzoek en behandeling betrokken. Deze ontwikkelingen zijn mogelijk ook van belang voor het onderzoek naar interventies bij antisociaal gedrag. Misschien zal bijvoorbeeld blijken dat sommige interventies beter werken bij mensen met veel van het enzym MAOA in de hersenen en andere beter bij mensen met relatief weinig MAOA.

Er komen steeds meer studies die bijvoorbeeld met beeldvormende technieken zoals de fMRI laten zien dat psychologische behandeling effecten kan hebben op biologische processen in de hersenen. Dit is belangrijk onderzoek omdat het meer inzicht kan verschaffen in de werkzame mechanismen van psychotherapie. Het is zinvol om die kennis ook te krijgen over psychologische behandelingen gericht op het verminderen van antisociaal gedrag. Die kennis kan vervolgens worden benut om zo effectief mogelijk psychologische behandelingen te ontwikkelen.

#### *Verbreiding en interdisciplinariteit*

In veel van de neurobiologische onderzoeken die in deze studie zijn besproken, zijn gewelddadige delinquenten, forensisch psychiatrische patiënten of kinderen/jeugdigen met gedragsstoornissen betrokken. Het zou zinvol zijn om ook onderzoek te doen bij andere populaties om te weten te komen of de bevindingen over neurobiologische processen die in verband gebracht worden met antisociaal gedrag wellicht in een breder perspectief te benutten zijn. Daarbij kan bijvoorbeeld worden gedacht aan plegers van verkeersdelicten waarbij agressie of roekeloos gedrag een rol speelt. Maatregelen die worden opgelegd voor verkeersdelicten die zijn veroorzaakt door dit soort gedrag, kunnen hierdoor mogelijk meer op maat worden gemaakt. Ook kan worden gedacht aan lichtere vormen van antisociaal gedrag zoals vernieling en voetbalvandalisme.

Het besproken onderzoek is ook relevant voor de samenwerking van justitie op lokaal niveau met bijvoorbeeld gemeenten. Mede omdat de besproken inzichten niet alleen van belang zijn voor het signaleren en terugdringen van antisociaal gedrag, maar ook vanuit een perspectief van het bevorderen van sociale cohesie. Ook is het besproken onderzoek relevant voor bijvoorbeeld de jeugdzorg en de geestelijke en algemene gezondheidszorg. Te denken valt aan agressieproblematiek binnen de

reguliere psychiatrie, aan de relatie tussen stress en agressie en anderzijds de relatie tussen stress en depressie, en aan het belang van vroege preventie en prenatale zorg. Daarnaast zijn de inzichten en onderzoekslijnen uit de neurobiologie die aan de orde zijn gekomen van belang voor het onderwijs. In het academische en post-academische onderwijs in de rechtswetenschappen zou meer aandacht kunnen worden besteed aan deze onderwerpen. Het neurobiologisch onderzoek naar antisociaal gedrag is ook van belang voor het basis- en voortgezet onderwijs, bijvoorbeeld omdat dit tot meer inzicht kan leiden in hoe met antisociaal gedrag van leerlingen om te gaan.

Veel wetenschappers zijn het erover eens dat onderzoekers uit verschillende vakgebieden met elkaar moeten samenwerken om complexe onderwerpen als antisociaal gedrag op meer niveaus te kunnen bestuderen. Voor het onderzoek van vraagstukken op het gebied van preventie en reductie van criminaliteit zouden aanpalende onderzoeksterreinen meer kunnen worden benut, bijvoorbeeld in samenwerkingsprojecten. Dit geldt bijvoorbeeld voor onderzoek op het gebied van de gezondheidszorg, op het gebied van onderwijs en ook voor dieronderzoek. In dieronderzoek kunnen oorzaak- en gevolgrelaties worden onderzocht door middel van experimenteel onderzoek dat bij mensen om praktische en/of ethische redenen niet kan worden verricht.

## **Conclusies**

Neurobiologisch en gedragsgenetisch wetenschappelijk onderzoek hebben het laatste tiental jaren in de algemene psychiatrie veel invloed. Ze hebben aanzienlijk bijgedragen aan het begrip van psychiatrische stoornissen zoals schizofrenie en depressie. In justitiekringen is het neurobiologisch en gedragsgenetisch onderzoek nog relatief onbekend. Het is in het beleid, de praktijk en het wetenschappelijk onderzoek met betrekking tot justitiële interventies nog onderbenut. Dat geldt voor de forensische psychiatrie, voor gedragsinterventies en forensische zorg in het gevangeniswezen en de jeugdinstellingen, voor de ambulante behandelingen en voor het (reclasserings)toezicht.

Samenvattend kunnen de in deze studie besproken neurobiologische onderzoekslijnen behulpzaam zijn bij:

- het verkrijgen van meer inzicht in de onderliggende mechanismen en drijvende krachten van antisociaal gedrag;
- het *up to date* houden van bestaande gedragsinterventies;
- het *up to date* houden en verder ontwikkelen van het diagnostische instrumentarium en van risicotaxatie-instrumenten;
- selectie van de meest passende interventies (subtypering);

- het ontwikkelen van nieuwe interventies voor niet-responders bij traditionele interventies;
- verder inzicht verwerven in onderliggende mechanismen van de ontwikkeling, het in stand blijven en het stoppen van antisociaal gedrag;
- het verder ontwikkelen van de kennis over beschermende factoren tegen de ontwikkeling van antisociaal gedrag;
- het verwerven van meer inzicht in de mogelijkheden om te voorkomen dat kinderen en jeugdigen ‘ontsporen’ in antisociaal gedrag;
- het mede beïnvloeden van de (nationale) onderzoeksagenda zodat ook neurobiologisch onderzoek wordt verricht dat relevant is voor (toekomstige) justitiële toepassingen.

Tot slot worden de volgende vier algemene aanbevelingen gedaan:

- 1 Neem als uitgangspunt dat biologische parameters evenzeer in onderzoek, diagnostiek en behandeling betrokken moeten worden als psychologische en sociale. Zonder de biologische factoren missen we een deel van de onderliggende mechanismen en drijvende krachten van (antisociaal) gedrag.
- 2 Draag zorg voor interdisciplinair onderzoek waarin sociale, psychische en biologische factoren worden betrokken en analoog daaraan wetenschappers van de verschillende disciplines.
- 3 Betrek de praktijk (bijvoorbeeld behandelaars in justitiële inrichtingen) vanaf het begin ook bij de ontwikkeling van onderzoeksplannen en -vragen. Niet pas wanneer wetenschappelijke bevindingen gereed zijn voor toepassing in de praktijk.
- 4 Zorg voor overdracht van de kennis naar de samenleving, en naar opleidingen voor juristen en anderen die in het justitiebeleid en in de praktijk werkzaam zijn.

De hoofdconclusie van deze literatuurstudie is dat de besproken studies onderbouwen dat neurobiologische factoren een structurele plaats verdienen in het onderzoek naar de veroorzaking, preventie en reductie van antisociaal gedrag.

