

# Inhoud

Voorwoord .....	IX
Inleiding .....	XI

## **Deel I Visies op groei, leren en ontwikkelen** 2

<b>Hoofdstuk 1</b>	<b>Het brein als basis van groei, leren en ontwikkelen</b> .....	4
1.1	De ontstaansgeschiedenis van ons brein .....	4
1.2	Anatomie van het zenuwstelsel .....	6
1.2.1	Macro-anatomie van het zenuwstelsel .....	6
1.2.2	Micro-anatomie van het zenuwstelsel .....	12
1.3	De werking van ons brein .....	15
1.4	De ontwikkeling van onze hersenen .....	19
1.5	Spiegelneuronen .....	21
<b>Hoofdstuk 2</b>	<b>Ontwikkeling en leren vanuit verschillend perspectief</b> .....	24
2.1	Basisbegrippen: veranderen, groei, ontwikkeling en leren .....	24
2.2	Ontwikkeling en ontwikkelingspsychologie .....	26
2.2.1	Ontwikkeling nader beschouwd .....	26
2.2.2	Freud .....	29
2.2.3	Erikson .....	32
2.2.4	Maslow .....	34
2.3	Omgevingsfactoren .....	35
2.3.1	Victor .....	36
2.3.2	Het sociaalecologisch model van Bronfenbrenner .....	37
2.3.3	Maatschappelijke omstandigheden .....	47
2.4	Leren en leerpsychologie .....	49
2.4.1	Leren nader beschouwd .....	49
2.4.2	Leerpsychologie .....	51

## **Deel II De lichamelijke ontwikkeling** 60

<b>Hoofdstuk 3</b>	<b>De lichamelijke ontwikkeling</b> .....	62
3.1	Fysieke groei vanaf de geboorte .....	62
3.2	De zintuiglijke ontwikkeling .....	69

3.3	De motorische ontwikkeling.....	71
3.3.1	Van reflexmatig naar bewust bewegen.....	71
3.3.2	Grove motoriek.....	74
3.3.3	Fijne motoriek.....	75
3.3.4	Sensomotoriek.....	76
3.4	Theorieën over de motorische ontwikkeling.....	78
3.4.1	Het ontwikkelingsmodel van Gesell.....	78
3.4.2	Het neurologisch ontwikkelingsmodel van Mesker.....	79
3.5	Invloeden op lichamelijke ontwikkeling.....	80
<b>Hoofdstuk 4</b>	<b>Motorische leerprocessen.....</b>	<b>82</b>
4.1	Spelend leren.....	82
4.2	Intentioneel leren.....	83

**Afsluiting: Soms loopt het anders**

Developmental Coordination Disorder (DCD).....	86
--	----

**Deel III De emotionele, sociale en morele ontwikkeling** 102

<b>Hoofdstuk 5</b>	<b>De emotionele ontwikkeling.....</b>	<b>104</b>
5.1	Gevoelens: een eerste oriëntatie.....	104
5.2	Kernemoties.....	106
5.3	Het ontstaan van menselijke gevoelens: een proces van vele millennia.....	109
5.4	Engrammen en neurale netwerken.....	113
5.5	Het belang van de eerste levensjaren.....	115
5.5.1	Basisbehoeften.....	115
5.5.2	Impulscontrole.....	117
5.5.3	Hechting.....	119
5.6	Empathie.....	121

<b>Hoofdstuk 6</b>	<b>De sociale ontwikkeling.....</b>	<b>124</b>
6.1	Het belang van de eerste levensjaren.....	125
6.2	Spel en sociale ontwikkeling.....	126
6.2.1	Van solospel tot groepsspel.....	126
6.2.2	Spel en vriendschap.....	129
6.3	Sociale competentie.....	131
6.4	Pesten op school.....	133

<b>Hoofdstuk 7</b>	<b>De morele ontwikkeling.....</b>	<b>136</b>
7.1	Een eerste oriëntatie.....	136
7.2	De moraal.....	137
7.2.1	Normen.....	138
7.2.2	Waarden.....	139
7.3	Ethiek.....	142

7.4	Het geweten.....	143
7.5	De morele ontwikkeling bij kinderen volgens Kohlberg....	146
7.5.1	Het preconventionele stadium.....	147
7.5.2	Het conventionele stadium.....	148
7.5.3	Het postconventionele stadium.....	150
<b>Hoofdstuk 8</b>	<b>De basis van de emotionele, sociale en morele ontwikkeling.....</b>	<b>152</b>
8.1	Conditionering.....	153
8.1.1	Klassieke conditionering.....	153
8.1.2	Operante conditionering.....	154
8.2	Observationeel leren.....	156
8.3	Ten slotte.....	159
	<b>Afsluiting: Soms loopt het anders</b>	
	Autismespectrumstoornissen (ASS).....	160
<b>Deel IV</b>	<b>Cognitieve ontwikkeling.....</b>	<b>178</b>
<b>Hoofdstuk 9</b>	<b>De cognitieve ontwikkeling.....</b>	<b>180</b>
9.1	Piaget over de cognitieve ontwikkeling.....	180
9.1.1	De sensomotorische fase.....	182
9.1.2	De pre-operationele fase.....	183
9.1.3	De concreet-operationele fase.....	188
9.1.4	De formeel-operationele fase.....	189
9.2	Kritiek.....	193
9.3	Vygotski's visie op cognitieve ontwikkeling.....	196
9.3.1	Vygotski versus Piaget.....	196
9.3.2	De zone van naaste ontwikkeling en scaffolding..	197
9.3.3	Meningen over de theorie van Vygotski.....	198
9.4	Informatieverwerkingstheorie.....	199
9.5	Intelligentie.....	201
9.6	Ten slotte.....	203
<b>Hoofdstuk 10</b>	<b>Leren structureren.....</b>	<b>204</b>
10.1	Ruimtelijke oriëntatie.....	204
10.1.1	Het verkennen van de actieruimte.....	205
10.1.2	Het leren kennen van het eigen lichaam.....	206
10.1.3	Ruimtelijk structureren.....	208
10.1.4	Ontwikkeling stimuleren.....	210
10.2	Temporele ordening.....	211
10.2.1	Temporeel ordenen of temporeel structureren....	212
10.2.2	Ontwikkeling stimuleren.....	214
10.3	Classificeren en seriëren.....	215
10.3.1	Classificeren.....	216
10.3.2	Seriëren.....	218

<b>Hoofdstuk 11 Visuele en auditieve waarneming</b> .....	222
11.1 Visuele waarneming .....	222
11.2 Auditieve waarneming .....	226
<b>Hoofdstuk 12 Het leren van begrippen</b> .....	230
12.1 Wat is een begrip? .....	230
12.2 Begripsvorming .....	234
12.2.1 Begripsvorming en abstraheren .....	235
12.2.2 Begripsvorming als proces .....	236
12.2.3 Niveaus van beheersing .....	236
12.3 Het aanleren van begrippen .....	238
12.3.1 Het kennis-/inzichtniveau .....	239
12.3.2 Het identificatieniveau .....	244
12.3.3 Het handelingsniveau .....	245
12.4 Didactische implicaties .....	246
<b>Hoofdstuk 13 Het leren van inzichten</b> .....	248
13.1 Soorten verbanden .....	249
13.2 Hoe jonge kinderen inzichten leren .....	250
13.3 Hoe oudere kinderen inzichten leren .....	252
13.4 Het leren van regels .....	254
13.5 Het leren van algoritmen .....	255
<b>Hoofdstuk 14 Het leren oplossen van problemen</b> .....	260
14.1 Het leren van heuristieken .....	261
14.2 Het leren van metacognitieve vaardigheden en executieve functies .....	263
14.3 Tot slot: jouw cognitieve ontwikkeling .....	266
<b>Afsluiting: Soms loopt het anders</b>	
Nonverbal Learning Disorder (NLD) .....	268
<b>Bijlagen</b> .....	282
Bijlage 1 Dyslexie .....	284
Bijlage 2 Dyscalculie .....	306
Bijlage 3 Attention Deficit Hyperactivity Disorder (ADHD) .....	332
Literatuur .....	356
Over de auteurs .....	364
Register .....	366

# 1 Het brein als basis van groei, leren en ontwikkelen

De neurowetenschap doet onderzoek naar de wijze waarop de hersenen zijn opgebouwd en hoe ze werken. Daaruit blijkt dat ons brein een cruciale rol speelt bij al ons doen en laten. Niet alleen in lichamelijk opzicht, maar ook psychisch. Het gaat daarbij altijd om het ontstaan en het functioneren van neurale netwerken. Hoe deze werken en hoe ze ontstaan, komt in dit hoofdstuk aan de orde. Hier is echter wel een proces van vele miljoenen jaren aan voorafgegaan.

## 1.1 De ontstaansgeschiedenis van ons brein

Volgens de evolutietheorie van Darwin komen alle diersoorten voort uit een gemeenschappelijke voorouder. Tijdens de evolutie ontstonden er in de allereerste organismen kleine zenuwen, waardoor communicatie binnen deze zenuwen mogelijk werd. Miljoenen jaren daarna werden deze zenuwen gecentreerd; ze begonnen als het ware een knobbeltje te vormen. Weer miljoenen jaren later vinden we dit knobbeltje bij vele diersoorten in uitgegroeide vorm terug als ruggenmerg en hersenen.

Ons brein zoals we het nu kennen, heeft dus een lange ontstaansgeschiedenis. Enigszins vereenvoudigd bestaat het uit drie lagen. De kern en tegelijk het oudste deel is de hersenstam. Hierin liggen de vitale functies zoals ademhaling en hartslag opgeslagen. De delen van het brein die samen het limbisch systeem vormen, liggen als een tweede laag rondom de hersenstam. Belangrijke limbische structuren zijn: de amygdala, de thalamus, de nucleus accumbens (het genotscentrum) en de insula. De amygdala signaleert en onthoudt emoties. Het wordt daarom ook wel ons emotioneel geheugen genoemd. Daarnaast speelt de amygdala een belangrijke rol bij het aansturen van emotionele reacties, zoals de vlucht- of vechtreactie bij naderend gevaar. Je zou kunnen zeggen dat de hersenstam ervoor zorgt dat we leven, en dat het limbisch systeem ervoor zorgt dat we kunnen overleven; niet alleen als individu maar ook als soort.

De derde laag wordt gevormd door de cortex, met vier kwabben die elk een eigen functie vervullen: de occipitale kwab, de pariëtale kwab, de temporale kwab en de frontale kwab. Met name de frontale kwab heeft zich – in vergelijking met onze evolutionaire voorouders – het sterkst ontwikkeld. Deze is dan ook de grootste van de vier kwabben en bestaat uit drie delen: de prefrontale cortex en de primaire en secundaire motorische schors. Elk deel van de primaire motorische schors bestuurt specifieke skeletspieren. Al onze bewegingen worden door dit deel van ons brein aangestuurd. De prefrontale cortex integreert de enorme hoeveelheid zintuiglijke informatie en speelt een belangrijke rol in de planning van complex, doelgericht, intelligent en sociaal gedrag. Delen van de prefrontale cortex werken ook samen met dieper gelegen gebieden (het limbisch systeem) voor de regulatie van emotie en motivatie.

Niet alleen de mens, maar ook de hogere diersoorten beschikken over een cortex. Een belangrijk verschil is dat onze prefrontale cortex veel groter is dan die van bijvoorbeeld chimpansees. Daarom zijn bijvoorbeeld onze cognitieve mogelijkheden ook veel groter.

Lange tijd hebben we ons vergist in de slimheid van dieren. Omdat ons brein evolutionair gezien dezelfde wortels heeft als dat van de verschillende diersoorten, zijn de overeenkomsten tussen mens en dier groter dan je misschien zou verwachten. De bekende gedragsbioloog Frans de Waal (1948) heeft een belangrijk deel van zijn wetenschappelijke carrière eraan gewijd om ons te overtuigen van de intelligentie van dieren. Hij heeft zijn bevindingen en die van andere gedragsbiologen beschreven in het boek *Zijn we slim genoeg om te weten hoe slim dieren zijn?* (2018). Hierna volgt de beschrijving van een observatie van de Britse ethologe Nicky Clayton.

*“Ze zat buiten op een terras en zag westelijke struikgaaien wegvliegen met van de tafels meegenomen restjes. Ze verborgen die niet alleen, maar beschermden ze ook tegen dieven. Als een andere vogel zag waar ze hun voedsel verstopten, zou het zeker door die vogel worden opgegeten. Clayton stelde echter vast dat veel gaaien later, zodra hun rivalen van het toneel verdwenen waren, terugkwamen om hun schatten opnieuw te begraven. (...) Ze lijken te begrijpen dat hun voedsel veilig was, als er geen andere vogels waren die die informatie hadden. Bovendien verstopten alleen vogels die zelf wel eens voedsel van andere vogels hadden gestolen hun eigen lekkernijen opnieuw.” (p. 156)*

De conclusie die zich bij het lezen van dit boek opdringt, is dan ook dat de menselijke soort een van de vele intelligente levensvormen is die onze planeet kent. Ook al zijn we misschien het meest ontwikkeld; we maken nog steeds deel uit van de natuur. Pandemieën zoals corona maken ons dat nog eens duidelijk.

Tot zover deze korte schets over de ontstaansgeschiedenis van ons brein. Hierna gaan we nader in op de bouw en de werking van de hersenen. Inzicht hierin is noodzakelijk om de werking van neurale netwerken te kunnen begrijpen.

## 6 1.2 Anatomie van het zenuwstelsel

Neurale netwerken bestaan uit verbindingen tussen de verschillende delen van ons brein. Deze verbindingen worden gevormd door hersencellen (neuronen) die met elkaar communiceren door korte elektrische signalen. De buitenkant van ons brein, de hersenschors, is geplooid. Daarom beschikken we over ontelbaar veel neuronen; wel zo'n 100 miljard. Een aantal dat we ons nauwelijks kunnen voorstellen.

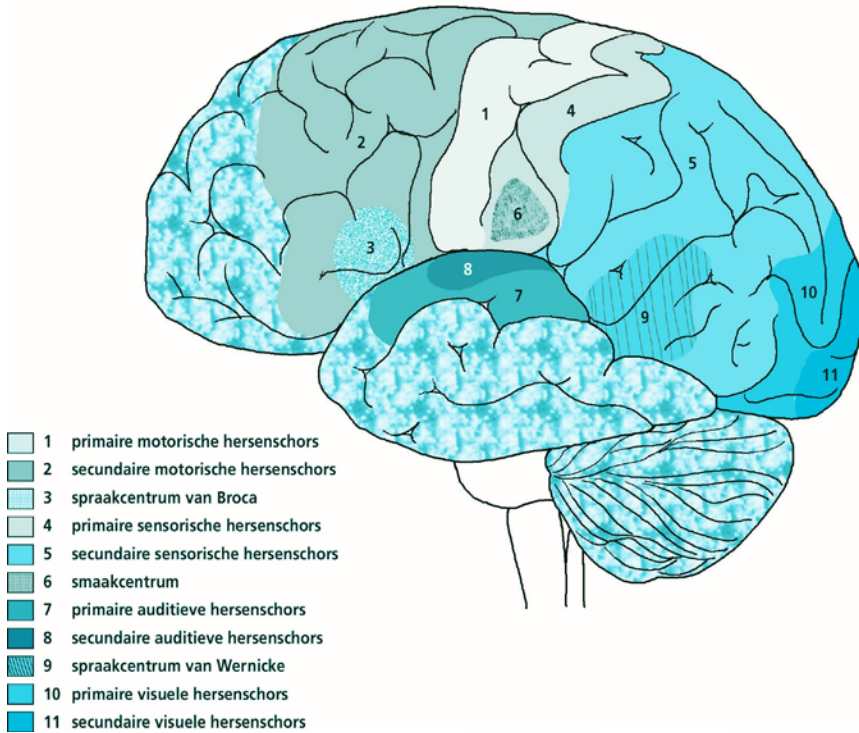
Om te kunnen begrijpen hoe neurale netwerken ontstaan en hoe ze werken, moet je inzicht hebben in de bouw en werking van neuronen (micro-anatomie) en de bouw en werking van het brein als geheel (macro-anatomie). In paragraaf 1.2.1 beschrijven we de macroscopische bouw van het zenuwstelsel, waarbij de grote hersenen centraal staan omdat deze specifiek menselijk zijn (denken, intelligentie, zelfbewustzijn enzovoort.). In paragraaf 1.2.2 komen de bouw en werking van zenuwcellen aan de orde.

Bij de volgende beschrijvingen hebben we ons beperkt tot die inhoud die relevant zijn voor een grondig inzicht in de ontwikkeling van kinderen en jeugdigen. Een uitgebreide beschrijving van de micro- en macro-anatomie van het zenuwstelsel vind je op Lerarencampus. Een enkele keer wordt bij de beschrijving van bepaalde neurale processen verwezen naar delen van het brein die niet in deze paragraaf worden beschreven. In dat geval vind je de nodige informatie in de uitgebreide digitale beschrijving.

### 1.2.1 Macro-anatomie van het zenuwstelsel

Zoals gezegd bespreken we alleen die delen van ons brein die van belang zijn om inzicht te krijgen in de structuur van neurale netwerken die voorwaarde én resultaat zijn van leren en ontwikkelen. De grote hersenen en het limbisch systeem zijn in dit verband het belangrijkste.

De grote hersenen (het cerebrum) bevinden zich boven de hersenstam en omvatten het grootste deel van de menselijke hersenen. Ze worden gekenmerkt door hun rimpelige voorkomen, waardoor ze enigszins op een grote walnoot lijken. In dit deel van ons brein zijn de typisch menselijke functies gelokaliseerd, zoals het spreken en begrijpen van taal, het denken, het zelfbewustzijn en de creativiteit.



Figuur 1.1 Functionele hersenschorsgebieden van de grote hersenen.

### *De hersenschors of cortex*

De hersenschors zit aan de buitenkant van de hersenen en bestaat uit een laag met zenuwcellen die 1,5 tot 4,5 millimeter dik is. Door de plooiing heeft de hersenschors een heel groot oppervlak. Zoals je in de volgende paragraaf zult zien, bevat de hersenschors zenuwcellen, dendrieten, axonen en synapsen. Hierdoor zijn de verschillende delen waaruit de hersenschors bestaat met elkaar verbonden.

De grote hersenen bestaan uit twee hersenhelften, een linker- en een rechterhelft die elk uit vier onderdelen bestaan:

- Temporale kwab
- Occipitale kwab
- Pariëtale kwab
- Frontale kwab

### *Temporale kwab (slaapkwab)*

De temporale kwab ligt net boven de oren, bij je jukbeen, en speelt een rol bij het gehoor en begrijpen van taal. Deze kwab bestaat uit twee delen: de primaire en de secundaire auditieve hersenschors. In de primaire auditieve hersenschors eindigen de axonen die de gehoorprikkels uit het gehoororgaan doorgeven. Hiermee neem



je dus de toonhoogte en het volume van geluiden waar. Met de secundaire auditieve hersenschors interpreteer je de waargenomen auditieve prikkels. De betekenis van bijvoorbeeld woorden ligt in dit deel van het brein opgeslagen. Het centrum van Wernicke bevindt zich in de secundaire auditieve hersenschors. Het speelt een belangrijke rol bij het spreken en het begrijpen van taal en komt maar aan een kant van de hersenen voor.

Bij sensorische afasie (afasie van Wernicke) is het vermogen om taal te begrijpen aangetast. Zo iemand kan nog wel spreken, de zinsmelodie is normaal, de grammatica is intact – maar de woorden kloppen niet, waardoor zo iemand niet te begrijpen is. De neurale verbinding tussen deze beide delen is dan beschadigd; vaak blijvend door een tumor of herseninfarct. Als de beschadiging minder ernstig is, bijvoorbeeld het gevolg van een zwelling of bloeding, is herstel soms mogelijk, maar dit proces duurt vaak maanden.

### *Occipitale kwab (achterhoofdkwab), de visuele schors*

Deze kwab ligt aan de achterkant van de hersenen en ontvangt, integreert en verwerkt visuele informatie. Ook deze kwab bestaat uit twee onderdelen, de primaire en de secundaire visuele schors. In de primaire schors eindigen de visuele prikkels vanuit de netvlies in de ogen. In de secundaire visuele schors ligt de betekenis opgeslagen die we aan die prikkels hebben leren geven.

Er zijn aanwijzingen dat een aantal vormen van dyslexie het gevolg zijn van problemen met het verwerken en sorteren van visuele informatie.

### *Pariëtale kwab (wandbeenkwab), de sensorische schors*

Deze kwab ligt hoog achter in de hersenen, achter de frontale kwab en boven de temporale en occipitale kwab. Deze kwab speelt een rol bij het gewaarworden van gevoel en tast in het lichaam. De signalen vanuit spieren en gewrichten worden hier verwerkt. Zintuiglijke informatie wordt hier geïntegreerd en het vermogen tot ruimtelijk denken is hier gelokaliseerd.

Ook hier worden een primair en een secundair deel onderscheiden. De primaire sensorische hersenschors ontvangt informatie van de zintuigen van de huid. Je wordt daardoor pijn, warmte, kou, aanraking en druk gewaar.

Bepaalde groepen zenuwcellen ontvangen informatie uit specifieke delen van je lichaam. Zoals bij de hiervoor genoemde kwabben wordt ook in de secundaire sensorische hersenschors de betekenis van deze signalen vastgelegd.

### *Frontale kwab (voorhoofdkwab)*

Zoals eerder gezegd, is dit deel van de grote hersenen het meest typerend voor mensen, met name door het voorste deel (prefrontale schors). Er worden drie belangrijke gebieden onderscheiden: de prefrontale, de primaire en de secundaire motorische hersenschors.

Elk deel van de primaire motorische schors bestuurt specifieke skeletspieren in een bepaald deel van je lichaam. In de secundaire motorische hersenschors vindt de coördinatie van complexe bewegingen en bewegingspatronen plaats waarbij veel spieren tegelijkertijd bestuurd moeten worden. Dat is het geval wanneer je bijvoorbeeld leert piano spelen of leert schrijven.

Het spraakcentrum van Broca is een onderdeel van de secundaire motorische hersenschors en vormt het motorische spraakcentrum, dat de patronen van de ademhaling en de stem bestuurt die nodig zijn voor het spreken.

Een stoornis in dit centrum kan leiden tot motorische afasie (afasie van Broca). De patiënt begrijpt gesproken en geschreven taal wel, de spontane spraak geeft problemen (zoals het nazeggen van woorden of zinnen). Als er al sprake is van spraak, is deze vaak stoterig.

Opvallend is dat dit spraakcentrum slechts in een van de hersenhelften gelokaliseerd is. Bij rechtshandigen (90 procent van de mensen) is dat in de linkerhersenhelft. Bij linkshandigen kan het spraakcentrum zich óf in de rechterhersenhelft óf in de linkerhersenhelft bevinden.

De prefrontale hersenschors, die achter het voorhoofd ligt, heeft de grootste dichtheid aan complexe netwerken en is daarom bij mensen veel groter dan bij chimpansees bijvoorbeeld. Hier worden de hogere, meest menselijke vaardigheden geregeld, zoals impulscontrole, planning, probleem oplossen, motivatie en seksueel, sociaal en strategisch gedrag. Hier vindt integratie plaats van de verschillende soorten informatie die in de andere kwabben ligt opgeslagen.

De vier hersenschorsgebieden in beide hersenhelften zijn met elkaar verbonden via neurale netwerken. Uit de beschrijving van de verschillende hersenkwabben is duidelijk geworden dat de ervaringen die we als een eenheid ervaren, via verschillende kanalen binnenkomen en vervolgens in verschillende delen van ons brein worden opgeslagen. Hier volgt een voorbeeld ter illustratie:

**VOORBEELD** Je loopt door een kasteeltuin en ziet een groepje planten die je niet eerder hebt gezien. De planten vallen je op door grootte, vorm en kleur. Vooral de bloem vind je prachtig. Je ruikt eraan en merkt dat de bloem nauwelijks geurt; de bladeren voelen glad aan. Je kijkt op het naambordje, leest 'agapanthus' en spreekt de naam zachtjes uit. Nogmaals kijk je vol bewondering naar de mooie bloemen.

Deze ervaring wordt als volgt door je hersenen verwerkt en opgeslagen: de visuele indrukken worden als verbindingen tussen hersencellen vastgelegd in de visuele hersenschors; zo ook de tastindrukken in de sensorische hersenschors en de naam in de spraakcentra van Broca en Wernicke. Het gevoel van bewondering wordt opgeslagen in de amygdala. Er ontstaat een neuraal netwerkje tussen deze hersen-