

Breinvriendelijk onderwijs

Dr. Spencer Kagan



Feiten, praktische tips en coöperatieve structuren

Bewerkt door Wouter Camps en Carola Riemens

bazalt 

Inhoud

Voorwoord	VII
Inleiding	IX
Structuur van dit boek	XII
Hoe dit boek te gebruiken	XV
Principe 1: Voeding	1.0
Tool 1: Stimuleer leerlingen om te bewegen	1.5
Tool 2: Spoor leerlingen aan om te spelen	1.10
Tool 3: Laat leerlingen gezonder eten	1.12
Tool 4: Geef leerlingen voldoende te drinken	1.15
Tool 5: Leer leerlingen goed te ademen	1.16
Tool 6: Geef les met bewegingsstructuren	1.18
Principe 2: Veiligheid	2.0
Tool 1: Creëer een veilige leeromgeving	2.11
Tool 2: Wees blij met diversiteit	2.13
Tool 3: Geef veilige beoordelingen	2.13
Tool 4: Vorm saamhorige teams	2.13
Tool 5: Vorm saamhorige klassen	2.15
Tool 6: Zet achtergrondmuziek op	2.17
Tool 7: Stimuleer leerlingen om te bewegen	2.17
Tool 8: Spoor leerlingen aan om te spelen	2.18
Tool 9: Gebruik humor	2.18
Tool 10: Laat leerlingen drinken	2.21
Tool 11: Stimuleer positieve sociale interactie	2.21
Tool 12: Leer leerlingen ontspannende ademhalingstechnieken aan	2.23
Tool 13: Doe progressieve spierontspanningsoefeningen	2.24
Tool 14: Spoor leerlingen aan om te mediteren	2.25
Principe 3: Sociaal	3.0
Tool 1: Activeer de sociale cognitie	3.18
Tool 2: Integreer klasopbouwende activiteiten	3.20
Tool 3: Bied ruimte voor gestructureerde, coöperatieve interactie	3.22
Tool 4: Leer leerlingen sociale vaardigheden aan	3.31
Tool 5: Stimuleer coöperatief spel	3.34
Principe 4: Emotie	4.0
Tool 1: Geef les met passie	4.5
Tool 2: Maak leerlingen enthousiast	4.6
Tool 3: Koppel emoties aan de lesstof	4.7
Tool 4: Prijs de leerlingen	4.10
Tool 5: Vier successen	4.14
Tool 6: Roep positieve emoties op	4.15
Tool 7: Spoor leerlingen aan om te spelen	4.33

Principe 5: Aandacht

5.0

Tool 1: Voer een stiltesignaal in	5.13
Tool 2: Geef les met Kagan-structuren	5.15
Tool 3: Leer leerlingen om actief te luisteren	5.16
Tool 4: Maak het kortetermijn- en werkgeheugen leeg	5.22
Tool 5: Las regelmatig een verwerkingsmoment in	5.28
Tool 6: Vermijd afleidingen	5.33
Tool 7: Verspreid de oefentijd	5.36
Tool 8: Zorg voor flow	5.37
Tool 9: Houd rekening met aandachtsstijlen	5.40
Tool 10: Creëer ankerpunten	5.42
Tool 11: Stimuleer leerlingen om te bewegen	5.44
Tool 12: Spoor leerlingen aan om te spelen	5.45
Tool 13: Train de aandacht	5.46
Tool 14: Train het werkgeheugen	5.57

Principe 6: Prikkel

6.0

Tool 1: Stimuleer de leerlingen met verrassingen en nieuwe dingen	6.4
Tool 2: Zorg voor voorspelbaarheid	6.11
Tool 3: Laat de leerlingen spelen	6.22
Tool 4: Geef effectieve feedback	6.24
Tool 5: Betrap ze op goed gedrag!	6.35
Tool 6: Biofeedback	6.36
Tool 7: Illustreer met beelden	6.38
Tool 8: Geef les met liedjes	6.50
Tool 9: Communiceer met gebaren	6.53
Tool 10: Maak het multimodaal	6.59
Tool 11: Geef gevarieerd les	6.67
Tool 12: Maak het relevant	6.72
Tool 13: Maak het betekenisvol	6.80

Kagan-structuren

1. Consensus & Schrijven	S.9	15. TweePraat	S.23
2. TweePraat Schrijven	S.10	16. RondPraat	S.24
3. Beroemdheden Interview	S.11	17. Denker-Schrijver	S.25
4. In Koor	S.12	18. Voer Uit Leg Uit	S.26
5. Flitskaarten	S.13	19. Simulaties	S.27
6. Formatie	S.14	20. StaOp-HandOmhoog-Tweetal	S.28
7. Kinesthetische Symbolen	S.15	21. Positief Roddelen	S.29
8. Luister Goed!	S.16	22. Stijgen & Dalen	S.30
9. Nummergekte!	S.17	23. Vier-Twee-Solo	S.31
10. TweeGesprek	S.18	24. Drie Stappen Interview	S.32
11. Tweetal Op Herhaling	S.19	25. TweeGesprek Op Tijd	S.33
12. Samenvat Signaal	S.20	26. Koppen Bij Elkaar En Weg	S.34
13. Vraag & Ruil	S.21	27. TweePraat Interview Op Reis	S.35
14. TweePraat Overhoring	S.22		

Breinvriendelijk onderwijs



► Principe 1: Voeding

Om goed te kunnen functioneren, hebben de hersenen continu een grote hoeveelheid voedingsstoffen nodig. Wat kunnen wij doen om de hersenen van onze leerlingen optimaal te voeden? Daarvoor hebben we zes effectieve tools.



► Principe 2: Veiligheid

Hersenen kunnen alleen optimaal werken als leerlingen zich veilig voelen. Leerlingen mogen niet gekleineerd, in verlegenheid gebracht, gepest of op een of andere manier bedreigd worden. Muziek, coöperatieve teams en lichaamsbeweging zijn een paar tools waarmee we veiligheid kunnen bieden.



► Principe 3: Sociaal

Het brein is een sociaal orgaan. Vanuit ons emotionele systeem / limbische systeem (interactie, sociale relatie) zijn mensen gericht op samenwerking. In een coöperatieve klas wordt het sociaal-cognitieve netwerk geactiveerd, ontstaat saamhorigheid, vindt coöperatieve interactie plaats en wordt samenwerkend spelen gestimuleerd. De uitkomst: veiligheid, creatief denken en stimulatie en begeleiding door klasgenoten.



► Principe 4: Emoties

In de klas kunnen we emoties gebruiken om leerlingen enthousiast te maken, om te zorgen dat ze lesstof beter onthouden en hun oplossingsvaardigheden verbeteren. Angst belemmert ons om bewust te denken. Positieve emoties verruimen juist ons denkvermogen. Door in de klas positieve emoties op te roepen, maken we leerlingen meetbaar slimmer.



► Principe 5: Aandacht

Wat aandacht krijgt, wordt beter onthouden. We helpen leerlingen leren als we hun aandacht focussen op wat wij willen dat ze leren. Hoe kunnen ze immers iets leren waaraan ze nooit aandacht hebben besteed? In dit hoofdstuk behandelen we veertien tools om de aandacht te vangen en vast te houden.



► Principe 6: Prikkel

De hersenen letten van nature op bepaalde prikkels, maar negeren andere. Als we nieuwe dingen opnemen in onze lessen, aangeven waarom het materiaal relevant is en illustraties en gevarieerde prikkels gebruiken, geven we les op de manier waarop de hersenen willen leren. In dit hoofdstuk kijken we naar dertien soorten prikkels waar het brein van smult.

Inleiding



Door hersenonderzoek is er steeds meer bekend over de werking van het brein. We weten nu dat het brein enorm kneedbaar is en steeds nieuwe verbindingen maakt. We weten ook dat de hersenen een voorkeur hebben voor bepaalde prikkels en manieren van leren. Als we daar rekening mee houden, kan het leren en lesgeven veel efficiënter verlopen. Waarom zou je als leraar tegen de stroom inzwemmen, als je ook met de stroom mee kunt gaan?

Inleiding



Breinvriendelijk onderwijs

We hebben een keuze. We kunnen ons onderwijs inrichten op een manier die is afgestemd op hoe de hersenen van nature leren. Als we dat doen, leren onze leerlingen meer en sneller. Ze nemen meer op en onthouden het beter. En ze hebben meer plezier in het leren. Bovendien zijn wij niet zo moe aan het eind van de dag. Lesgeven wordt leuker. Het is net als zwemmen met de stroom mee. Veel traditionele lesmethodes sluiten niet goed aan op hoe de hersenen het gemakkelijkst leren. Zonder de lesstof zelf te veranderen, kunnen we wel de manier waarop we lesgeven zo aanpassen dat lesgeven en leren stukken efficiënter verlopen. En dat is helemaal niet moeilijk. Met de tools in dit boek worden lesgeven en leren compleet anders.

Een gedachte-experiment

Lees deze alinea en sluit je ogen voordat je verder leest. Denk aan wat je gisteravond hebt gegeten. Beschrijf dat zo gedetailleerd mogelijk. Hoe rook het? Met wie was je? Hoe zag de tafel eruit? Stop met lezen, doe je ogen dicht en haal je het eten van gisteravond zo uitgebreid mogelijk voor de geest.

De informatie over het eten van gisteravond was gemakkelijk terug te halen. Je hebt het allemaal onthouden zonder dat je je ervan bewust was. En zonder enige moeite. Vergelijk dat eens met hoe moeilijk het is om onze leerlingen lesstof te laten onthouden, ongeacht of het gaat om wiskundige formules, biologie, spelling of historische gebeurtenissen. Hoe komt dat? Waarom kunnen leerlingen sommige informatie moeiteloos onthouden en andere informatie alleen met veel pijn en moeite? De hersenen zijn gemaakt om bepaalde soorten

informatie, en informatie die op een bepaalde manier wordt gepresenteerd, op te pikken, te verwerken, te onthouden en terug te halen. Als we begrijpen hoe de hersenen het beste functioneren, kunnen we ons onderwijs daarop afstemmen.

Wat is breinvriendelijk onderwijs?

Breinvriendelijk onderwijs is onderwijs dat aansluit bij de manier waarop de hersenen het beste functioneren. Dit idee is eenvoudig en tegelijkertijd ijzersterk. Als we bijvoorbeeld vanuit de cognitieve neurowetenschap weten dat de hersenen nieuwe prikkels automatisch oppikken en onthouden, kunnen we dat gegeven toepassen op onze manier van lesgeven. Een leraar die een uur lang een les opdreunt zonder nieuwe prikkels te geven, geeft niet les zoals de hersenen het beste leren. Een leraar die dezelfde les onderbreekt met onverwachte bewegingen, bijvoorbeeld door leerlingen nieuwe tweetallen te laten maken en hen op een nieuwe manier te laten werken met de lesstof, geeft veel breinvriendelijker les. Niet alleen onthouden de leerlingen meer van de les, ze vinden de lesstof en de leraar ook veel leuker.

Er is nog nooit zoveel onderzoek naar het brein gedaan als in de afgelopen decennia. Enkele van die onderzoeken leggen een nauw verband tussen leren en hersenprocessen. Al dit hersenonderzoek heeft een nieuwe kijk op het brein opgeleverd. Nog niet zo lang geleden dachten we dat de hersenen een vaste structuur hadden. Daardoor hadden we het idee dat bepaalde vaardigheden van leerlingen onveranderbaar waren. Nu weten we dat het brein enorm kneedbaar is en steeds nieuwe verbindin-

gen maakt. We beschouwen IQ en ADD niet langer als vaststaande feiten. Door de manier waarop we lesgeven, kan het IQ omhooggaan en kunnen leerlingen die anders het etiket ADD opgeplakt zouden krijgen, hun aandacht erbij houden. We weten nu hoe we de hersenen kunnen trainen. We kunnen de talenten van onze leerlingen tot bloei laten komen, zodat zij hun leven lang beter kunnen presteren.



Een deel van het hersenonderzoek dat het relevantst is voor beter lesgeven en leren, is uitgevoerd door cognitieve neurowetenschappers die zelf hun werk niet toepassen op het onderwijs. Niettemin kunnen wij leeromgevingen creëren die breinvriendelijker zijn door de resultaten van hun onderzoek toe te passen. Bijvoorbeeld het onderzoek naar spiegelneuronen. Als we kijken naar hoe iemand iets doet, blijken onze hersenen te werken alsof wij het zelf aan

het doen zijn (zie Principe 3: Sociaal). Dit gegeven heeft een aantal rechtstreekse toepassingen voor ons als leraar. Twee voorbeelden: leerlingen zullen onze instructie eerder oppikken als we het voor-
doen in plaats van alleen verbale uitleg geven. En we zullen de klas sneller rustig krijgen als we met een rustige stem en een kalme gezichtsuitdrukking reageren op storend gedrag.

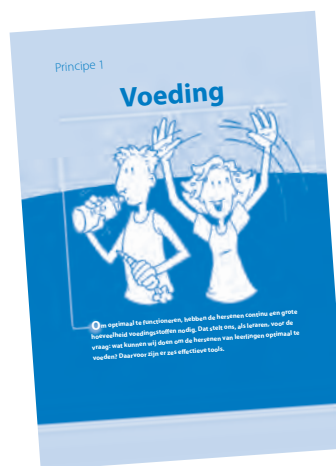
Als we begrijpen hoe de hersenen het beste functioneren, kunnen we ons onderwijs afstemmen op hoe de hersenen het beste leren.

Structuur van dit boek

In dit boek worden eenvoudige maar effectieve manieren beschreven waarop we onze klassen en lessen breinvriendelijk vorm kunnen geven. Het boek bevat vijf ingrediënten:
(1) Principes, (2) Tools, (3) Tips, (4) Hersenweetjes en (5) Coöperatieve structuren.

(1) Zes principes

Dit boek is opgezet rond zes principes van breinvriendelijk onderwijs. Elk principe begint met een aparte pagina waarop het principe kort wordt uitgelegd. Zo'n pagina ziet er als volgt uit:



Elk principe begint met een bespreking van de theorie en het empirisch bewijs dat eraan ten grondslag ligt.

(2) Bijna zestig tools

Nadat de achterliggende gedachte van een principe is beschreven, reiken we tools aan waarmee je het principe in de praktijk kunt brengen. Bij elk principe worden vijf tot veertien tools gegeven en de meeste zijn zonder veel moeite onmiddellijk toe te passen. Er zijn in totaal 59 tools. Elke tool wordt aangeduid met de volgende afbeelding:



Voor elke tool wordt de achterliggende gedachte beschreven. De tools zijn allemaal gebaseerd op

hersenenonderzoek. Sommige vinden hun oorsprong in de theorie, andere zijn rechtstreeks gebaseerd op empirisch onderzoek en weer andere hebben zowel een theoretische als empirische onderbouwing. Hersenenonderzoek heeft bijvoorbeeld aangetoond dat lichaamsbeweging ervoor zorgt dat er meer voedingsstoffen naar de hersenen gaan. Dit vormt de theorie waarop onze oproep om leerlingen meer te laten bewegen is gebaseerd. Er bestaat ook direct empirisch bewijs dat leerlingen hogere cijfers halen naarmate ze meer lichaamsbeweging krijgen. Ons advies om leerlingen meer te laten bewegen heeft nu niet alleen een theoretische, maar ook een empirische onderbouwing.

(3) Talloze tips

Bij elke tool staan tips waarmee je de tool eenvoudig in de praktijk kunt brengen. De tips zien er zo uit:

TIP

Laat leerlingen elke dag kort en intensief bewegen. Twee uitputtende sprints van elk drie minuten verbeteren de werking van de hersenen.

(4) Hersenweetjes

Voor diegenen die nog meer inzicht in het brein willen krijgen, staan er in dit boek hersenweetjes. Hersenweetjes zien er zo uit:



Hersenweetje

(5) Coöperatieve structuren

Het laatste hoofdstuk van dit boek bevat 27 didactische structuren. Dit zijn coöperatieve leerstrategieën om de interactie van de leerlingen met de lesstof, met elkaar en met de leraar te structureren. Leerlingen raken snel vertrouwd met de stappen waaruit de structuur bestaat. De structuren zijn in iedere les te gebruiken en zorgen voor een enorme betrokkenheid. Degenen die al ervaring hebben

met Kagan Coöperatief Leren komen nieuwe structuren tegen, zoals het **Positief Roddelen**, **Tweepraat Interview op Reis** en **Nummergekte!**

Wanneer je de 27 structuren toepast, krijg je meer inzicht in wat er in de hersenen van leerlingen gebeurt. Zo toont nieuw hersenenonderzoek aan dat **Samenvat Signaal** het netwerk voor de sociale cognitie activeert, waardoor het geheugen enorm wordt verbeterd.

Om de coöperatieve structuren goed te herkennen, zijn de namen van de structuren in het hele boek vetgedrukt. Regelmatig wordt er verwezen naar bepaalde structuren die in het hoofdstuk Structuren staan. Dat ziet er dan zo uit:



Zie hoofdstuk Structuren

- 11. Tweetal Op Herhaling
- 13. Vraag & Ruil
- 22. Stijgen & Dalen
- 26. Koppen Bij Elkaar En Weg
- 27. TweePraat Interview Op Reis

Waarom staan er 27 Kagan-structuren voor coöperatief leren in een boek over breinvriendelijk onderwijs? De Kagan-structuren zijn eerder ontwikkeld dan het concept breinvriendelijk onderwijs. Ze zijn niet bedoeld als manier om de instructie af te stemmen op hoe de hersenen het beste leren. Toch behoren de Kagan-structuren tot de beste tools om elk principe van breinvriendelijk onderwijs in de praktijk toe te passen.

- **Voeding:** Met de Kagan-structuren wordt bewegen een terugkerend onderdeel van de dagelijkse instructie, waardoor de toevoer van voedingsstoffen naar de hersenen toeneemt.
- **Veiligheid:** De Kagan-structuren zorgen voor een positieve onderlinge afhankelijkheid: alle leerlingen stimuleren, helpen en prijzen elkaar. Leerlingen hebben het gevoel dat ze deel uitmaken van een veilig sociaal netwerk. Wanneer er minder bedreigingen zijn, heeft de prefrontale cortex meer vrijheid om te denken en te leren.
- **Sociaal:** Het brein is het actiefst tijdens sociale

interactie. De Kagan-structuren bevatten allemaal coöperatieve sociale interactie.

- **Emoties:** De Kagan-structuren bevatten prikkels, uitdagingen en complimenten die positieve emoties oproepen. Daardoor blijft lesstof beter hangen en zijn de hersenen ontvankelijker, oplettender en creatiever.
- **Aandacht:** Hoe meer aandacht de lesstof krijgt, hoe beter die in het geheugen wordt opgeslagen. De Kagan-structuren richten de aandacht op de lesstof. De leerlingen krijgen geen kans om af te dwalen, omdat alle leerlingen regelmatig moeten reageren. Dit in tegenstelling tot de traditionele aanpak, waarbij er op één leerling tegelijk een beroep wordt gedaan.
- **Prikkels:** De hersenen zoeken naar het onbekende en naar voorspelbaarheid. Dit stelt leraren voor een dilemma: moet ik de nadruk leggen op procedures en routines en het onbekende links laten liggen? Of moet ik de procedures en routines loslaten, zodat het onbekende ruimte krijgt? De Kagan-structuren vormen een oplossing voor dit dilemma. De structuren zijn routines, maar binnen de structuren krijgen de leerlingen allerlei nieuwe prikkels aangeboden. Het toepassen van veel verschillende structuren zorgt bovendien ook voor vernieuwing, omdat de structuren verschillende vormen van interactie bieden.

De Kagan-structuren zijn flexibel en herhaalbaar en dat maakt ze zo effectief. Wanneer je een structuur eenmaal kent, kun je haar gebruiken voor ontelbare activiteiten in je klas. Het enige wat je hoeft te doen, is je eigen lesstof erin zetten.

Wat aandacht krijgt, wordt beter onthouden. De Kagan-structuren zorgen voor focus.

Werkbladen

Aan het eind van ieder hoofdstuk dat een Principe behandelt, staan de werkbladen en bladen met Silly Sports en Goofy Games die in dat hoofdstuk aan bod komen. De werkbladen kun je kopiëren voor eigen gebruik. Ze zijn (gratis) te downloaden op www.bazalt.nl/kagan-brein.

Verwijzingen

In de tekst staan genummerde verwijzingen, die verwijzen naar het betreffende onderzoek. Er zijn ruim duizend onderzoeken genoemd. Per Principe zijn er lijsten met referenties.

Deze lijsten zijn (gratis) te downloaden op de website www.bazalt.nl/kagan-brein.

NB: De nummering volgt de oorspronkelijke Amerikaanse uitgave, zodat de nummers corresponderen met de originele referentielijsten. Omdat in deze vertaalde uitgave enkele voorbeelden geschrapt zijn die niet van toepassing bleken op de Nederlandse/Vlaamse onderwijssituatie, kunnen er af en toe nummers ontbreken.

Paginanummering

Ieder principe van breinvriendelijk onderwijs vormt een hoofdstuk. De pagina's zijn genummerd per hoofdstuk/principe. Het eerste cijfer van het paginanummer geeft het hoofdstuk/principe aan. Dus pagina 4.12 is pagina 12 van hoofdstuk 4 (Principe 4: Emotie). Het hoofdstuk met coöperatieve structuren komt na de zes hoofdstukken met principes. Dit hoofdstuk is genummerd als: S.1 t/m S.35 (S voor structuur).

Wat staat er niet in dit boek?

Een zeer groot en belangrijk onderzoeksterrein dat rechtstreekse implicaties heeft voor breinvriendelijk onderwijs is niet opgenomen in dit boek: het onderzoek naar de geheugensystemen. We weten dat de verschillende soorten geheugen zich bevinden in verschillende delen van het brein. Als we bijvoorbeeld een nieuwe procedure leren (de stappen van een lange staartdeling), slaan we die op in het procedurele geheugen. Als we daarentegen iets uit het hoofd leren ($7 \times 6 = 42$), slaan we dat op in het semantische geheugen en wordt een heel ander deel van het brein aangesproken. We weten ook dat bepaalde lesstrategieën heel goed werken om informatie op te slaan in het procedurele geheugen, terwijl andere lesstrategieën juist weer effectief zijn bij het opslaan van informatie in het semantische geheugen.

Dit terrein van breinvriendelijk onderwijs is zo groot dat ik heb besloten er een tweede boek over te schrijven: *Memorable Teaching: Engaging the Brain's Memory Systems*.

Hoe dit boek te gebruiken

Dit boek is bedoeld als handig hulpmiddel, of je nu meer wilt weten over het brein of alleen op zoek bent naar praktische manieren om met meer succes en plezier les te geven en leerlingen meer te laten leren. Het boek is deels geschreven als een kookboek. Er staan veel heerlijke recepten in om het onderwijs breinvriendelijker te maken. Kookboeken worden echter niet van voor naar achter gelezen. We slaan ze open wanneer we op zoek zijn naar een nieuw recept of weer eens een lievelingsgerecht van vroeger willen klaarmaken. Je zult niet alle recepten uit dit boek willen proberen, maar ik weet zeker dat er veel recepten in staan waaraan je plezier zult beleven.

Het boek bevat veel strategieën die eenvoudig toepasbaar zijn. Maar het biedt ook strategieën die nog niet algemeen gebruikt worden (zoals juichen voordat de leerlingen aan het werk gaan, leerlingen stimuleren om vaker water te drinken, de sociale cognitie aanspreken bij het presenteren van de lesstof). Je zult sommige strategieën misschien raar vinden. Zelfs als die



strategieën worden onderbouwd door theoretisch en empirisch bewijs en gebaseerd zijn op gedegen hersenonderzoek: **“Ik ben aangenomen om wiskunde te geven, niet om met leerlingen te mediteren.”**

Toen ik dit boek schreef, heb ik de theorie en onderzoeken bestudeerd, het beste eruit geplukt en vervolgens tools en tips gegeven om de principes in de praktijk te kunnen brengen. Geen enkele leraar kan alle tools en tips toepassen. Wat je kiest en in je pedagogische gereedschapskist stopt, is helemaal aan jou.

Mijn advies

Kies de tools en structuren die passen bij jouw stijl en die van je leerlingen. Experimenteer ermee. Werken ze? Neem de tools en structuren dan op in je repertoire. Begin langzaam. Neem één tool of structuur en experimenteer ermee. Raak ermee vertrouwd. Zie de voordelen. Sla dit boek dan weer open en kies nog een tool, tip of structuur om uit te proberen.

Spencer K. Jan

Opdracht

Terugblikkend draag ik dit boek op aan de neurowetenschappers, psychologen en leraren wier werk de basis vormt voor de wetenschap over breinvriendelijk onderwijs.

Vooruitkijkend draag ik dit boek op aan de leraren die voldoende toewijding en lef hebben om traditionele lesmethodes los te laten en over te stappen op lesstrategieën die beter afgestemd zijn op hoe de hersenen het beste leren.

Voeding



Om optimaal te functioneren, hebben de hersenen continu een grote hoeveelheid voedingsstoffen nodig. Dat stelt ons, als leraren, voor de vraag: wat kunnen wij doen om de hersenen van leerlingen optimaal te voeden? Daarvoor zijn er zes effectieve tools.

Principe 1



1 Stimuleer leerlingen
om te bewegen
pag. 1.5



2 Spoor leerlingen
aan om te spelen
pag. 1.10



6 Geef les met
bewegingsstructuren
pag. 1.18



Principe 1
Voeding



3 Laat leerlingen
gezonder eten
pag. 1.12



5 Leer leerlingen
goed te ademen
pag. 1.16



4 Geef leerlingen
voldoende te drinken
pag. 1.15

Principe 1

Voed het brein



Principe 1

Het spreekt bijna vanzelf dat goed gevoede hersenen nieuwe informatie beter kunnen oppikken, verwerken, onthouden en terughalen. Maar waarom hersenen zo enorm afhankelijk zijn van een constante aanvoer van voedingsstoffen, is niet zo vanzelfsprekend. En ook niet hoe je als leraar kunt zorgen dat de hersenen van leerlingen goed worden gevoed. In dit hoofdstuk onderzoeken we eerst waarom de structuur van de hersenen bepaalt dat voeding het eerste principe van breinvriendelijk onderwijs is. Vervolgens gaan we uitgebreid in op zes effectieve tools om de hersenen van onze leerlingen beter te voeden.

Waarom moeten hersenen steeds gevoed worden?

De hersenen wegen bijna anderhalve kilo. Dit is net iets meer dan 2% van het gemiddelde lichaamsgewicht. Toch verbruiken de hersenen van volwassenen ongeveer 20% van het totaal aantal ingenomen calorieën. Als we een nieuwe vaardigheid leren, verbruiken de hersenen veel meer energie dan wanneer we oefenen met een eerder verworven vaardigheid. Een voorbeeld: na vier tot acht weken oefenen met het visueel-ruimtelijke computerspel Tetris zijn de scores zeven keer hoger, maar verbruiken de hersenen veel minder energie tijdens het spelen.¹ Deze uitkomst – oefening leidt tot efficiëntie en een lager energieverbruik – is een algemeen aanvaard principe. Het geldt ook voor de resultaten op logische testen², mondelinge taalvaardigheidstesten³ en geheugentesten⁴. Wanneer de hersenen een vaardigheid onder de knie hebben, gaan ze niet harder, maar juist efficiënter werken en verbruiken ze minder energie (glucose en eiwitten).^{*} Baby's leren voortdurend nieuwe vaardigheden. De hersenen van een baby verbruiken

ongeveer 65% van alle calorieën die hij inneemt. Dit is geheel in lijn met dit principe.⁵

Naar verhouding stroomt een groot deel van het bloed door het brein (ongeveer 15% van al het bloed dat door het hart wordt rondgepompt). Het brein verbruikt een nog groter deel van de voedingsstoffen die in het lichaam aanwezig zijn (tot wel 25% van alle zuurstof). Bijna alle zuurstof die het brein nuttigt (94%), wordt verbruikt door de grijze stof: grijs gekleurde massa in het centrale zenuwstelsel, voornamelijk cellichamen van zenuwcellen. Hoe hoger het brein functioneert, hoe meer zuurstof dat deel van het brein verbruikt. Zo verbruiken de middenhersenen en de kleine hersenen veel minder dan de hersenschors.

Het brein is zo afhankelijk van een constante toevoer van zuurstof en glucose dat de werking van de hersenen snel achteruitgaat als we die toevoer slechts enkele minuten stopzetten. Na ongeveer vijf minuten zonder voedingsstoffen beginnen zenuwcellen af te sterven. Wanneer de hersenen een paar minuten geen zuurstof hebben gehad, voel je je suf en lusteloos en is je beoordelingsvermogen verslechterd. Geconcentreerd leren wordt dan onmogelijk. Het staat als een paal boven water: als we willen dat onze leerlingen bij de les zijn en hun gezonde verstand kunnen gebruiken, dienen we te zorgen dat er continu een grote hoeveelheid voedingsstoffen, en met name zuurstof, naar hun hersenen wordt gevoerd.

^{*} Zie ook: input-outputratio in: Jensen, E. (2012) | *Krachtig Onderwijzen* | Bazalt.

Verbindingen verbruiken energie

Hoe komt het dat 2% van het lichaamsgewicht tot wel 25% van de zuurstof verbruikt? Waarom hebben de hersenen zo'n honger? Het antwoord is te vinden in de structuur van het brein. Niet wat *in* de zenuwcellen gebeurt verbruikt de meeste energie, maar wat er *tussen* de zenuwcellen gebeurt. De communicatie tussen zenuwcellen vergt zo'n 80% van de energie die de hersenen nodig hebben. Elke zenuwcel in de hersenen staat via enkele synapsen in contact met elke andere zenuwcel in de hersenen. Doordat de zenuwcellen met elkaar communiceren, kunnen we dingen begrijpen, onthouden en uitvoeren. De zenuwcellen in de hersenen hebben elk gemiddeld zo'n tweeduizend verbindingen en sommige hebben wel tienduizend dendrietverbindingen. Zenuwcellen worden gemiddeld ongeveer honderd keer per seconde geactiveerd. En dan te bedenken dat het menselijk brein bijna honderd miljard zenuwcellen heeft. Stel je voor, honderd miljard zenuwcellen, met elk gemiddeld tweeduizend verbindingen, die elk gemiddeld honderd keer per seconde worden geactiveerd. Daar is een gigantische hoeveelheid brandstof voor nodig!

Honderd miljard computers

De honderd miljard zenuwcellen in de hersenen worden niet geactiveerd omdat ze een bepaald aantal signalen ontvangen. Het is veel ingewikkelder. Elke zenuwcel heeft terugkoppelingen, die het signaal onder andere doorgeven op basis van wat er in het verleden is gebeurd. Elke zenuwcel vergelijkt het nieuwe signaal met wat er in het verleden in dezelfde omstandigheden heeft plaatsgevonden. De zenuwcellen worden geactiveerd, of juist niet, op basis van de terugkoppeling die ze in het verleden hebben ontvangen. Als ze in het verleden geactiveerd zijn zonder dat er een verschil is opgetreden, zullen ze – in dezelfde omstandigheden – niet opnieuw geactiveerd worden. Vergeet niet dat we het over een netwerk van ongeveer honderd miljard computers hebben. Het brein is het meest complexe onderdeel van het hele universum.

Het brein is zo ingewikkeld; zelfs als het erg eenvoudig zou zijn, zou het ons verstand te boven gaan.

Gliacellen vergroten het begrip

De rijke voeding van de zenuwcellen en de vele verbindingen daartussen vormen maar een deel van het verhaal. Voor elk van de honderd miljard zenuwcellen zijn er gemiddeld tien gliacellen. Ze maken 90% van de cellen uit bij de mens. Gliacellen hebben diverse functies, waaronder het ondersteunen, repareren, voeden en beschermen van zenuwcellen. Daarnaast maken ze myeline aan, zodat zenuwcellen efficiënter geactiveerd kunnen worden. Nieuw onderzoek toont aan dat de triljoen gliacellen in staat zijn te leren; ze regelen hoe zenuwcellen geactiveerd worden en vergroten zo het begrip.⁶

Computersimulaties

IBM ontwikkelde Compass, een super-computer-programma waarmee grofweg tien miljard zenuwcellen – 10% van een menselijk brein – kunnen worden gesimuleerd.⁷ Om Compass te kunnen draaien, zijn meerdere megawatts aan energie nodig. Ter vergelijking: een echt brein gebruikt slechts twintig watt. Compass is 1500 keer langzamer dan een echt brein. Om de snelheid van een brein te evenaren, heeft Compass de hoeveelheid stroom nodig die San Francisco en New York samen gebruiken. Maar ook al is een menselijk brein enorm efficiënt, het verbruikt een buitensporig groot deel van de voedingsstoffen in het lichaam.

De hersenen zijn analoog en digitaal

Tot nu toe hebben we het over het brein gehad alsof het een erg groot elektrisch schakelbord is. Maar het brein is veel ingewikkelder. Of een zenuwcel geactiveerd wordt, hangt niet alleen af van het elektrische signaal, maar ook van de chemische samenstelling van het brein op een bepaald moment. In de wanden van zenuwcellen zitten receptoren, die reageren op neurotransmitters, steroïden en peptiden. Een receptor is een zeer grote, complexe molecule die bestaat uit een keten van aminozuren – sommige kunnen wel drieduizend keer zo groot zijn als een watermolecule. Er zijn tot op heden ruim zeventig soorten receptoren geïdentificeerd en er zullen er nog meer ontdekt worden. Elke receptor reageert op slechts één soort molecule. Zo reageren sommige receptoren op opiaten (endorfine, morfine en heroïne, die pijn verlichten en ons een euforisch gevoel geven), terwijl andere reage-

ren op stresspeptiden (zoals cortisol, waardoor we ons gespannen en angstig voelen). Op de wand van een zenuwcel kunnen miljoenen receptoren zitten, in allerlei soorten en aantallen, bijvoorbeeld tienduizend receptoren van een soort en honderd-duizend van een andere soort. Dat betekent dat een bepaalde zenuwcel heel gevoelig kan zijn voor een soort molecule en relatief ongevoelig voor een andere. De zenuwcellen worden geactiveerd al naar gelang de hoeveelheid en de soort receptoren die worden geprikkeld.

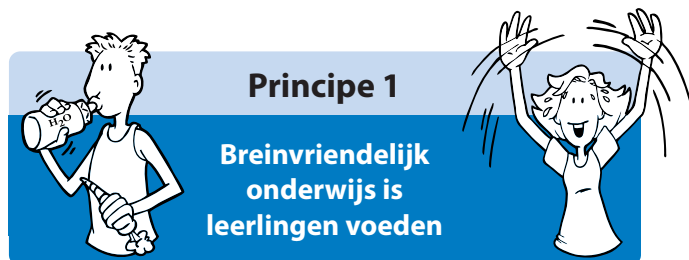


Net zoals onze ogen andere prikkels waarnemen dan onze oren, nemen ook zenuwcellen – via de receptoren op de celwanden – verschillende soorten prikkels waar (maar dan in onze binnenwereld). Dit noemen we de neurochemische prikkels, onder meer aangestuurd door de hypothalamus. Onze hersenen zwemmen als het ware in deze neurochemische stoffen en elke zenuwcel reageert al naar gelang deze stoffen aan- of afwezig zijn.

Candace Pert noemt deze neurochemische stoffen treffend de 'emotiemoleculen'⁸. In de klas verandert de chemische samenstelling van de hersenen voortdurend. Er komen meer stresspeptiden vrij wanneer een leerling voor een volle klas pijnlijke commentaar krijgt en er komt meer endorfine vrij als leerlingen een opbouwende teambuildingsactiviteit doen.

De dendrietverbindingen werken als elektrische schakelingen en maken het brein digitaal: aan/uit. De duizenden receptoren op de celwanden van elke zenuwcel zijn chemisch en maken het brein analoog: het brein reageert op de intensiteit van de chemische prikkels, en gaat niet alleen maar aan of uit zoals bij elektrische prikkels.

Om optimaal te kunnen functioneren, moet het ongelooflijk complexe brein continu een grote hoeveelheid voedingsstoffen aangeboden krijgen. Hieraan ontlelen we het eerste principe van breinvriendelijk onderwijs:



Door op school en in de klas eenvoudige tools toe te passen, kunnen wij de hersenen van onze leerlingen beter voeden.

Zes tools om de hersenen te voeden

- 1 Stimuleer leerlingen om te bewegen
- 2 Spoor leerlingen aan om te spelen
- 3 Laat leerlingen gezonder eten
- 4 Geef leerlingen voldoende te drinken
- 5 Leer leerlingen goed te ademen
- 6 Geef les met bewegingsstructuren

Tool 1

Stimuleer leerlingen om te bewegen

Het is al lang bekend dat er meer bloed naar de hersenen stroomt wanneer we bewegen.⁹ Maar wie regelmatig aan aerobe lichaamsbeweging* doet (langdurige inspanning), voedt de hersenen op een manier die ook nog lang nawerkt. Regelmatige aerobe lichaamsbeweging stimuleert de ontwikkeling van nieuwe bloedbanen in de hersenen. Dit resulteert in een rijkere en constante toevoer van voedingsstoffen naar de hersenen, zelfs tijdens rust.¹⁰

* Aeroob (met zuurstof): langdurige activiteit met hogere hartslag en ademhaling, om bijvoorbeeld duurvermogen te trainen. Anaeroob (zonder zuurstof): hoge belasting voor het lichaam, bijvoorbeeld sprinten, krachttraining. Het anaerobe energiesysteem komt snel op gang maar is ook snel weer uitgeput.