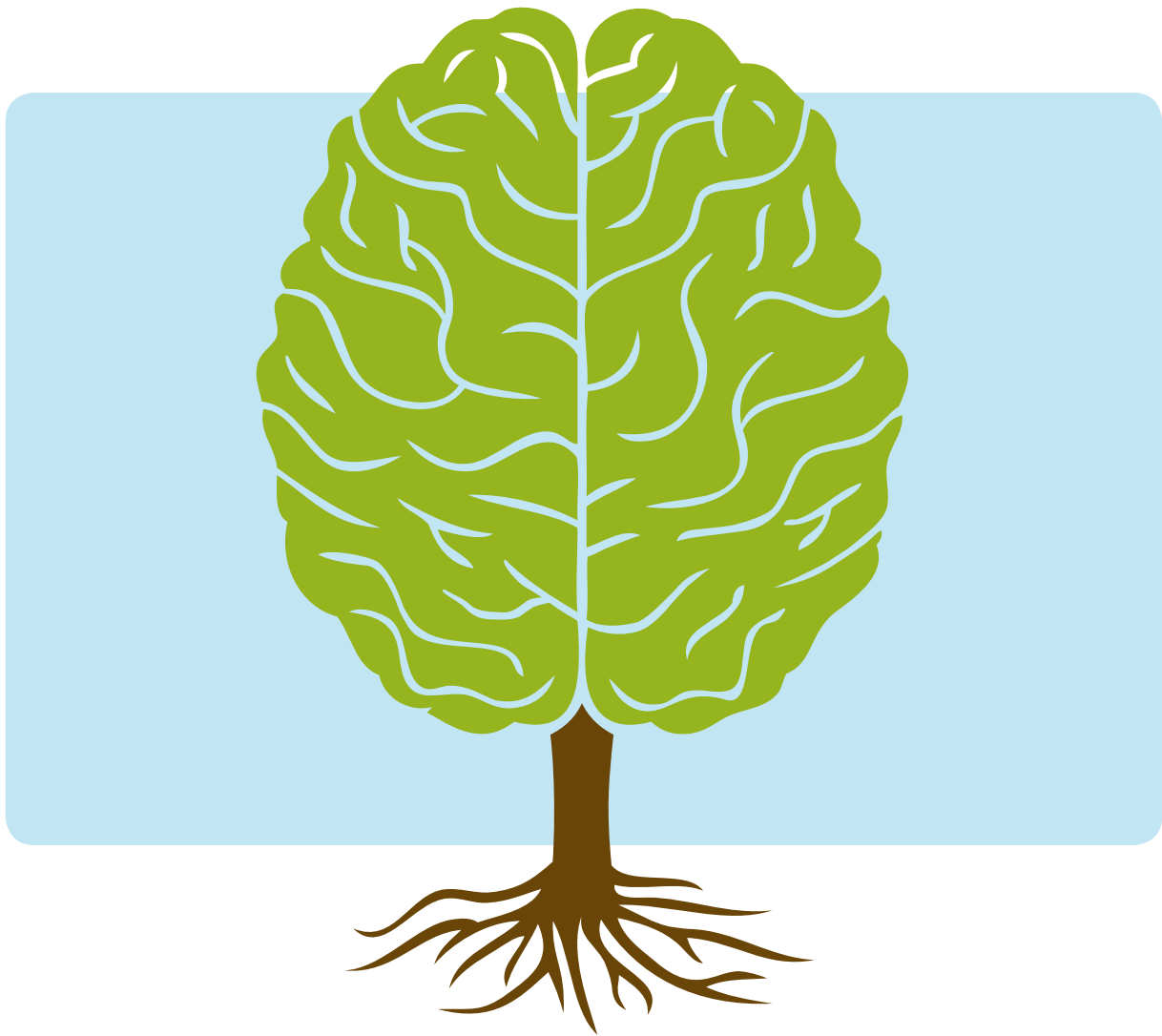


Beetje natuur, grote invloed



*“By limiting their contact with nature,
people fail to maximize the advantages
it offers for cognition and well-being.”*

Elizabeth K. Nisbet and John M. Zelenski in Psychological Science.

Beetje natuur, grote invloed

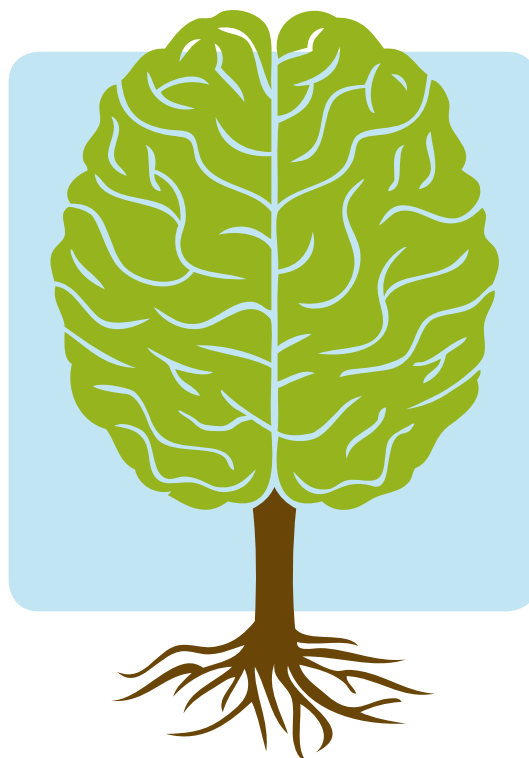
Bomen, tuinen en parken zijn onmisbaar in een verstedelijkte omgeving. Een huis met uitzicht in het groen is veel geliefder dan zonder. Waarom? Wat is de invloed van groen op de menselijke hersenen? IVN vroeg wetenschapsjournalist Mark Mieras om het onderzoek op een rijtje te zetten. Een klein beetje groen blijkt al verrassend veel invloed te hebben. Natuur werkt als een vluchtheuvel voor de geest.

Met een bevolkingsdichtheid van 490 inwoners (2010) per vierkante kilometer is Nederland een van de dichtstbevolkte landen ter wereld. Alleen Bangladesh, Taiwan en Zuid-Korea laten we voor ons. Tweederde van de Nederlanders woont in verstedelijkt gebied. Ze hebben zich samengepakt op 14 procent van het Nederlandse grondoppervlak. Die concentratie betekent dat er per inwoner minder asfalt nodig is, dat er veel minder autokilometers worden gereden, meer gebruik gemaakt kan worden van openbaar vervoer. Verstedelijking is een zegen voor milieu en natuur.

Er is ook een keerzijde. Mensen in de stad kampen 21 procent vaker met angststoornissen en 39 procent vaker met depressie. Mensen die in de stad

opgroeiden kampen 50 procent vaker met schizofrenie. Ook als je rekening houdt met economische en sociale verschillen tussen de stad en platteland blijft er een flink verhoogde kans op psychiatrische problemen bestaan.^{1 2} Dat doet de stedelijke leefomgeving kennelijk met mensen. Veelzeggend is dat kinderen die pas na hun vijftiende naar de stad verhuizen geen verhoogde kans op schizofrenie hebben; schizofrenie is een ontwikkelingsstoornis.

Burgers betalen dus voor verstedelijking een prijs. Opgroeien en leven in een 'versteende' omgeving trekt een wissel op de vitaliteit van mensen. Hoe komt dat? Wat is het effect van stad en natuur op onze hersenen? In deze literatuurstudie krijgt u het antwoord op die vragen.



Stadskind ontwikkelt andere hersenen

Kinderhersenen worden in belangrijke mate gevormd door activiteiten en omstandigheden. Een muziekinstrument bespelen heeft bijvoorbeeld grote invloed op de manier waarop de hersenstam geluid verwerkt.^{3 4} Ook de leefomgeving is een vormende factor, zo is bij mensen en dieren vastgesteld. Door het klankrijke achtergrondgeluid in de stad zingen stadse merels bijvoorbeeld hoger dan merels in het bos.⁵ Hun auditieve en vocale centra ontwikkelen zich anders. Mensen die opgroeien en leven in verstedelijkte culturen zoals Japanners en Britten vertrouwen meer op hun ogen dan die in rurale culturen als de Himba, in het nauwelijks verstedelijkte Noord Namibië. Britten en Japanners hebben een 'globale blik', gevoelig voor context. De Himba zijn beter in het beoordelen van details.⁶

Ook het emotioneel systeem werkt anders bij de stedeling. Zij gaan anders om met sociale stress dan mensen van het platteland. Duitse onderzoekers lieten proefpersonen een lastige taak uitvoeren. Daarop kregen ze kritiek. Gemeten werd hoe hun hersenen op die sociale druk reageerden. Je zou veronderstellen dat de stedelingen, gewend als ze zijn om elkaar voor de voeten te lopen, de kritiek het gemakkelijkst langs zich af kunnen laten glijden. Het is anders. Wie als kind aan de sociale druk van de stad was blootgesteld lijkt er later extra gevoelig voor te zijn. Gevoeliger dan wie opgroeide in het

dorp. Geboren dorpelingen zijn weer gevoeliger dan zij die op het platteland hun kindertijd hadden.^{7 8} Bij de geboren stedeling was bij kritiek de sterkste activiteit te meten in het voorste deel van de cingularis. Hier zit het 'oeps-centrum' dat waarschuwt wanneer er iets fout gaat, zoals iemand op de tenen staan of vergeten voorrang te geven. Dit deel van de hersenen speelt ook een rol bij het verwerken van emoties rondom beloning en straf. Bij de mensen die nu in de stad leven zagen de onderzoekers ook een verhoogde activiteit in de amandelkern (amygdala) bij kritiek. Dit emotionele centrum is onder andere betrokken bij angstreacties, bij dreiging en bij de verwerking van emotionele gezichtsuitdrukkingen, en speelt een belangrijke rol bij angststoornissen en depressie.

De verstedelijking maakt ons dus tot stadsmensen die heel goed op een kluitje kunnen leven. De keerzijde is dat stedelingen meer last hebben van sociale stress. Krijgt dit een chronisch karakter dan heeft dat ingrijpende gevolgen voor de gezondheid: stress verandert het eetpatroon waardoor gemakkelijk overgewicht ontstaat, het afweersysteem gaat op een lager pitje waardoor ziekte een kans krijgt, hart en vaatziekten liggen op de loer en ook de hersenen zelf hebben te lijden. Sociale stress speelt een rol bij het ontstaan van burnout, angst, depressie en schizofrenie.



Mensen die opgroeien in de stad vertonen onder sociale druk, een duidelijk verhoogde activiteit voorin de cingularis, in vergelijking met mensen uit het dorp of van het platteland. Dit deel van de hersenen detecteert fouten en verwerkt emoties rondom beloning en straf.⁷

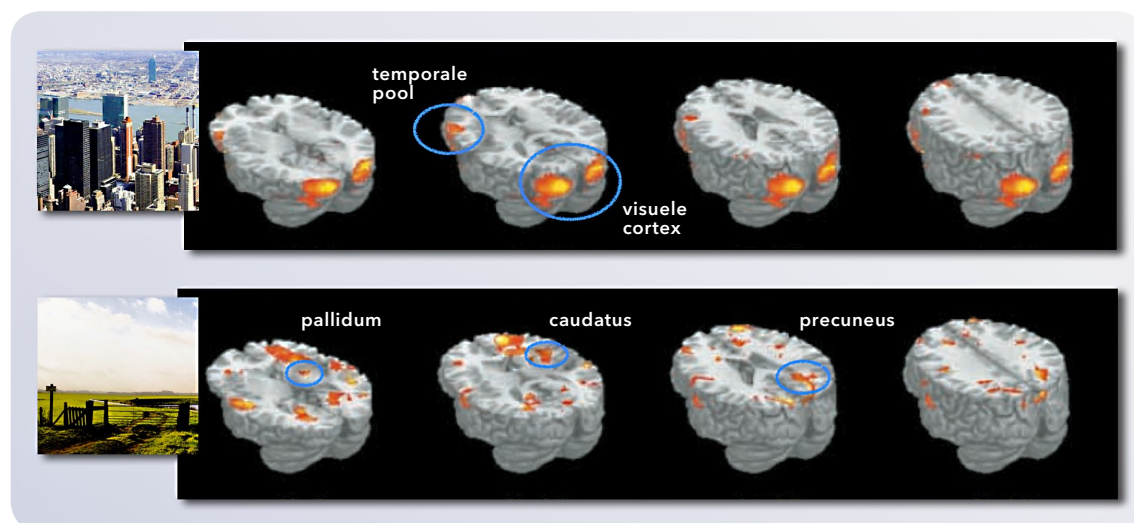
Lage drempel voor het natuureffect

Natuur in de stad helpt gezond te blijven leert de statistiek. Onderzoekers van de universiteit van Glasgow analyseerde gegevens over de volksgezondheid in 268 stadsgebieden in Engeland en vonden een directe relatie met de aanwezigheid van parken en boszones. Meer groen kwam overeen met een langere levensduur en minder zelfmoorden. Hoe groter een nabijgelegen groenzone hoe groter ook het effect.⁹ In een Japans onderzoek bleken ouderen langer te leven als ze in de nabijheid van een park woonden.¹⁰ Deense en Canadese onderzoekers vonden een negatieve relatie tussen de aanwezigheid van parken in de woonomgeving en overgewicht.^{11 12}

De drempel voor het 'natuureffect' blijkt verrassend laag: reeds een klein beetje natuur helpt. Tijdens een studie aan de Cornell University werd in kaart gebracht hoeveel groen zij konden zien vanuit hun raam. Ook na correctie voor sociale en economische verschillen bleef een opvallende relatie bestaan: hoe meer groen in het uitzicht hoe beter de kinderen konden omgaan met stressvolle levenservaringen.¹³

Zelfs in een inpandig laboratorium is een duidelijk verschil te meten wanneer proefpersonen, gelegen in de nauwe en lawaaierige buis van een MRI-scanner, naar foto's kijken van bos, berg of weide. De natuurfoto's veroorzaakten een verhoogde activiteit in auditieve schors (luisteren), het pallidum (vrije beweging), caudatus (gevoel van waarde) en precunius (zelfbewustzijn en reflectie), activiteit die je zou kunnen samenvatten onder 'innerlijke beleving'. Foto's van gebouwen die als contrast werden gebruikt activeren juist extern gerichte activiteit met sterke pieken in de visuele schors (kijken) en de temporale pool (rekening houden met anderen).¹⁴

Een natuurfoto of het uitzicht op een enkele boomkruin biedt dus al een duidelijk meetbaar verschil. Het grootste effect wordt gemeten wanneer proefpersonen 'in de natuur' zijn, zonder dat ze nog een gebouw of weg kunnen zien.¹⁵



Als mensen naar foto's kijken van de stad zijn hun visuele centra heel actief evenals de temporale pool (rekening houden met anderen). Bij foto's van een natuurlijke omgeving is er opvallend veel activiteit in centra voor zelfbewustzijn, vrije beweging en waardebeleving.¹⁴

Een vluchtheuvel voor aandacht

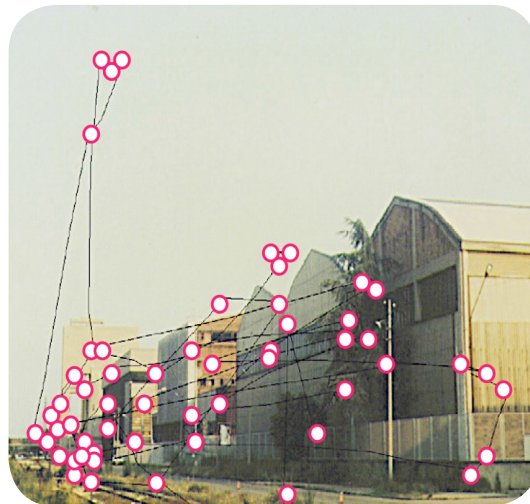
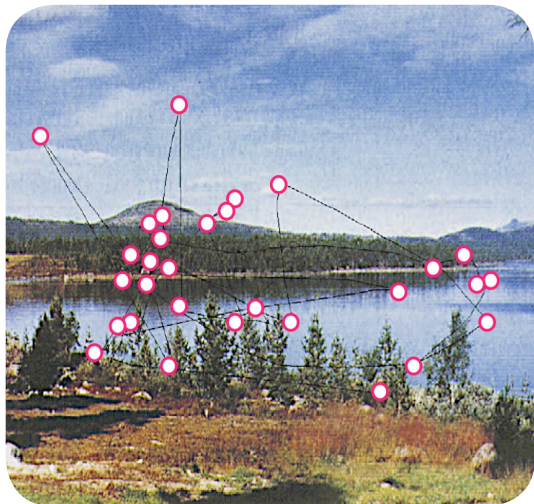
Bomen en planten zetten de hersenen van de stelling in een andere 'mindset': van waakzaam en gericht op de visuele en sociale buitenwereld naar op jezelf georiënteerd, en reflectief. Hoe komt dat? Wetenschappers lijken het er over eens dat het aandachtssysteem een sleutelrol speelt.¹⁶ Mensen kunnen zich beter concentreren - hebben meer macht over hun aandacht - na een wandeling door het park of een kopje thee in de tuin, doordat hun hersenen eventjes niet zijn blootgesteld aan het bombardement van aandachtsprikkels van de stedelijke omgeving. Deze Attention Restoration Theory is de laatste jaren uitgebreid getest en bevestigd.

De aandacht is een poort waar alle ervaringen doorheen moeten voor we er betekenis aan kunnen geven. Daarvoor moet informatie vanuit het hele brein worden samengebracht. Het is een ingewikkeld proces dat een zwaar beroep doet op de capaciteit van de hersenen. Daarom is aandachtspoort nauw en dus is het er dringen. Er zijn twee aandachtssystemen die elkaar belemmeren: het ene laat zich sturen door de prikkels van buiten, door geluiden, kleuren en bewegingen. Deze 'onvrijwillige aandacht' rent als een jonge hond aan achter wat we om ons heen horen en zien. Daar tegenover staat de 'gerichte aandacht' (of executieve aandacht) die gestalte geeft aan onze innerlijke plannen en doelen. Die gerichte aandacht speelt een belangrijke rol bij leren. Stad en natuur doen een verschillend beroep op de twee vormen van aandacht. Proefpersonen die naar stedelijke beelden kijken bewegen hun ogen sneller heen en weer en fixeren vaker op details dan wanneer zij naar natuurfoto's kijken. Die fixaties laten zien dat in de stedelijke omgeving de onvrijwillige aandacht sterker wordt aangesproken.¹⁷ De gerichte aandacht moet hard werken om de aandacht telkens weer terug te halen, wat een zwaar beroep doet op onder andere de reserves voor de neurotransmitter dopamine. Raakt de accu leeg dan wordt het

voor de gerichte aandacht nog harder werken, het werkgeheugen loopt terug, zelfbeheersing wordt lastiger. De verleiding om te snoepen is moeilijker te weerstaan. Het effect is vergelijkbaar met dat van een licht slaapgebrek waarvan we weten dat het overgewicht in de hand kan werken.¹⁸



De onvrijwillige aandacht brengt ook de reflectie in het gedrang. Nadenken over jezelf en over anderen, nieuwe kennis met bestaande kennis integreren, dat zijn activiteiten van het default mode netwerk ('terugval netwerk'). Dit netwerk ontleent zijn naam aan de eigenschap dat het bijna uitsluitend actief is wanneer in de hersenen geen andere activiteiten om voorrang vragen. Zolang de onvrijwillige aandacht de hersenen bezet houdt staat het reflectie-netwerk daarom op een laag pitje.¹⁹



Onze ogen bewegen anders wanneer we naar een stedelijke omgeving kijken dan wanneer we naar natuur kijken. De ogen maken in dezelfde tijd meer fixaties. Dit wijst erop dat ze meer inzoomen op details. De aandacht lijkt sterk te worden gestuurd door externe prikkels.¹⁷

Reflectie speelt een sleutelrol om sociale stress op te lossen.²⁰ Daarom waarschijnlijk kunnen mensen die uitkijken op kale straten en gebouwen minder goed met hun sociale stress omgaan dan mensen die een boom of bloemenperk in hun uitzicht hebben: hun geest heeft minder ruimte om de ervaringen te verwerken.

Een natuurlijke omgeving vormt een vluchtheuvel voor de overbelaste geest. Bomen en planten zijn niet alleen prikkelarm, ze roepen ook een milde fascinatie op.²¹ Fascinatie dimt de onvrijwillige aandacht. Zo ontstaat er rust en kunnen gerichte aandacht, werkgeheugen en zelfbeheersing zich herstellen.

Veel studies bevestigen het vluchtheuvel-effect. In een onderzoek naar 169 stadskinderen in Chicago werd een relatie gevonden tussen uitzicht op bomen en eigenschappen als zelfbeheersing, zelfdiscipline en uitgestelde behoeftebevredestiging.²²

Tijdens een experiment in de Amerikaanse stad Ann Arbor werd de gerichte aandacht van 38 proefpersonen zwaar op de proef gesteld. Daarna mochten de deelnemers vijftig minuten wandelen. De ene helft van de groep moest dat downtown doen, het andere in het Arbor Arboretum, een park naast de universiteit van Michigan. Toen beide groepen opgefrist de aandachtstaak hervatten scoorden de parkwandelaars aanzienlijk beter.²³ In hetzelfde onderzoek bleek ook tien minuten naar natuurfoto's of stadsfoto's kijken al een significant verschil te maken voor de gerichte aandacht. Ook voor tien minuten (zwartwit) natuurfilm is dit effect vastgesteld.²⁴ Bij een experiment met een hoogwaardig tv-scherm die een camerabeeld toont van het uitzicht op een park bleek het effect meetbaar maar was veel minder dan hetzelfde uitzicht vanuit het raam.²⁵

Prikkelzoekende strategie

Kinderen met ADHD zijn extra gevoelig voor het zintuiglijke bombardement van de stedelijke omgeving. En hebben daarom extra veel baat bij bomen en planten. Na een wandeling van twintig minuten door een park werd bij hen een aanmerkelijk hogere gerichte aandacht gemeten dan na een wandeling van twintig minuten door een woonbuurt of een stadscentrum.²⁶ Onderzoekers bepleiten 'een dagelijkse dosis natuur' als vast onderdeel in de begeleiding van deze groep kinderen.²⁷

Wie ADHD heeft wordt geleefd door zijn omgeving. De aandacht springt onvrijwillig van prikkel naar prikkel, als een jong hondje. Vrijwel iedereen herkent iets van dit gedrag in activiteiten als televisiekijken, internetten en e-mailchecken - gedrag dat veel mensen voor zichzelf als slecht beheersbaar aanmerken.²⁸



De symptomen van ADHD lijken een uitvergroete vorm van de prikkelzoekende strategie die de hersenen van alle stedelingen ontwikkelen. Onderzoek aan Himba die van de natuur naar verstedelijkt gebied trokken, laten dit scherp zien.²⁹ Om te overleven in hun nieuwe onoverzichtelijke, fragmentarische woonomgeving wennen hun hersenen zich in korte tijd aan om de aandacht sterker te laten leiden door de omgeving. Dit gaat ten koste van actieve controle over de aandacht, zo blijkt uit cognitieve testen. De geurbaniseerde Himba is minder aandachtig en sneller afgeleid dan zijn familie op het veld, ook onder gelijke meetomstandigheden. De verandering was onafhankelijk van leeftijd.

Zo zwemmen de hersenen van de stedeling een fuik in waarvan hij geneigd is de consequenties te onderschatten. Bij een experiment aan de Universiteit van Ottawa kregen volwassenen proefpersonen de opdracht om een wandeling te maken door de buitenlucht langs het Rideau Canal, een groene strook in de stad. Een controlegroep moest een wandeling maken langs ondergrondse tunnels. Met vragenlijsten werd vooraf gemeten welke verwachtingen ze hadden van het effect van de wandeling op hun ontspanning en plezier. Dit werd door de tunnelwandelaars flink overschat en door de natuurwandelaars flink onderschat.³⁰

Stedelingen leggen een voorkeur aan de dag om hun aandachtssysteem te belasten en dat is niet vreemd. Immers wie de gewoonte heeft ontwikkeld om zich door omgevingsimpulsen te laten leiden, wordt vanzelf eerder aangetrokken door een prikkelrijke omgeving dan door een prikkelarme omgeving zoals een park. Hetzelfde verschijnsel is onderzocht bij het switchen tussen media. Mensen die moeite hebben hun aandacht flexibel te richten gebruiken vaker meerdere media tegelijk. Juist dat ze hun aandacht minder goed kunnen richten zorgt ervoor dat ze alles tegelijk proberen te doen en hun overbelaste aandacht zo nog meer belasten.³¹ Ook hier bijt de slang in zijn eigen staart: we keren de natuur de rug toe omdat we ervan vervreemd zijn.

Natuur nodigt uit tot buitenspelen

Vervreemding van natuur heeft voor kinderen nog verderstrekkende gevolgen. Nederlandse kinderen die opgroeien in een woonomgeving zonder natuur spelen minder buiten, ook als je de data corrigeert voor sociale en economische verschillen.³² Kennelijk nodigen stoeptegels minder uit tot spelen buitenshuis.

Minder buitenspelen is een trend die al decennia voortkruipt.^{33 34} De opkomst van de iPad en game consoles lijkt dit proces te versnellen. De discussie hierover richt zich doorgaans op de fysieke consequenties. Kinderen moeten spelen om hun energie kwijt te raken, anders worden ze te dik en zijn ze te druk. Maar buitenspelen is ook belangrijk voor de emotionele en cognitieve ontwikkeling, er is een groot aantal studies dat dit onderschrijft.

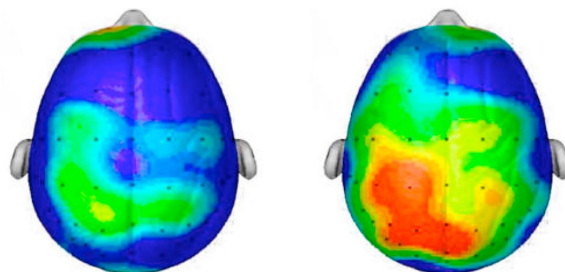
Een deel van dit onderzoek richt de focus op de cognitieve effecten van fysieke inspanning. Kinderen die lekker in beweging zijn kunnen daarna beter leren. Daarvoor hoeft je niet naar buiten. Ook op een wandelbaan bereik je resultaat. Aan de universiteit van Illinois werden twintig 9 jaar oude kinderen twintig minuten op zo'n lopende band gezet. Vooraf en direct na afloop moesten ze een cognitieve taak doen. De tweede meting gaf aanzienlijk meer activiteit te zien.³⁵

Leestesten werden in deze toestand beter uitgevoerd. Bij de rekenopgaven, die daarna op het programma stonden, was het effect niet opvallend, volgens de onderzoekers omdat de hersenactiviteit al weer was ingezakt. Je zou kinderen eigenlijk elk uur even moeten laten rennen. Hier geldt hoe groter de fysieke beweging hoe beter. Daarbij voldoet een schoolplein van tegels, doelpalen en basketbalborden en liefst ook een sportleraar die zorgt dat ieder kind meedoet. Hier en daar is dit in de Verenigde Staten al de trend: het speelkwartier wordt georganiseerd als een gymles. Het groeiend onderzoeksterrein embodied cognition legt een breder verband tussen cognitie en fysieke activiteit. Kinderen die hun lichaam beter voelen ('beter in hun lichaam zitten') presteren beter tijdens de les.³⁶ Kinderen die gebaren maken als ze som-

men oplossen, begrijpen ze daarna beter.³⁷ Kinderen die handelingen fysiek inbeelden leggen die beter vast.³⁸ Het draait hier dus niet om de inspanning van het lichaam maar om de aandacht bij het lichaam.

Tenslotte beidt ook het onderzoek naar spelgedrag aanknopingspunten voor het cognitieve belang van wat er op het schoolplein gebeurt. Kinderen die veel spelen ontwikkelen zich tot betere divergente denkers.³⁹ Spelen draagt ook bij aan goed gedrag in de klas.⁴⁰ Spel fascineert en helpt zo extra om de gerichte aandacht weer op te laden, om terug in de klas weer te kunnen richten op de volgende les.⁴¹

Alles bij elkaar levert buitenspelen een waardevolle bijdrage aan de ontwikkeling van een kind. Aan fysieke en sociale vaardigheden, maar ook van lezen en rekenen.⁴² Psychologen waarschuwen dat ongestructureerd en vrij spel iets anders is dan gestructureerde sportieve activiteit. Beide zijn waardevol maar ze zijn niet uitwisselbaar.⁴³ Verschillende studies laten zien dat een open, ongestructureerde speelomgeving uitnodigt tot verkennend spel, tot onderzoekend ontdekken.⁴⁴ Dergelijk spel vraagt om een speelomgeving die veiligheid biedt en stress helpt verminderen, een omgeving die fascineert en uitnodigt tot onderzoeken, reflecteren en dagdromen. Een gevarieerde natuurlijke omgeving met planten en bomen biedt hiervoor betere voorwaarden dan een vlakte met tegels.



Twintig minuten lopen verhoogt de hersenactiviteit bij 9 jaar oude kinderen. Links het EEG-patroon voor de wandeling, rechts erna.³⁵

Conclusie

Natuurgebieden, parken, bomen en tuinen vormen een vluchtheuvel voor de geest. Er is robuuste wetenschappelijke steun voor deze veronderstelling. Ook kleine beetjes natuur dragen bij aan overprikkeling van ons aandachtssysteem en helpen om sociale stress het hoofd te bieden. Een korte wandeling of een uitzicht op een groen bladerdak helpt reeds om cognitieve functies te herstellen en sociaal te functioneren.

De relatie van de stadsmens met de natuur is echter complex. Mensen die opgroeien in een verstedelijkte omgeving zijn het gevoeligst voor omgevingsprikkelers en stress, hebben dus de grootste behoefte aan natuur en zijn desondanks juist minder geneigd die natuur op te zoeken. Onder invloed van alle prik-

kels ontwikkelen hun hersenen een prikkelzoekende strategie, ten kosten van een actieve controle over de aandacht en zelfbeheersing. Door die verminderde zelfcontrole laat de stedeling zich gemakkelijk meeslepen in een levenspatroon vol drukte en stress.

De voortschrijdende teruggang van het buitenspelen versterkt deze vicieuze cirkel. Kinderen dreigen zichzelf af te snijden van drie copingstrategieën: natuurervaring, fysieke beweging en onderzoekend spelen. Er is daarom goede reden om aan te nemen dat natuureducatie en natuurlijke speelgelegenheden en schoolpleinen een wezenlijke bijdrage leveren aan gezondheid en leerklimaat. Kinderen vertrouwd maken met en geïnteresseerd maken in natuur is waardevol. Het vormt een basisgereedschap om gezond en succesvol te zijn in een stedelijke omgeving.

Mark Mieras is natuurkundige en wetenschapsjournalist en boekauteur gespecialiseerd in hersenontwikkeling. Hij schreef onder andere 'Ben ik dat?' en 'Liefde'. Een verkorte versie van deze studie naar het natuureffect is te vinden op de www.ivn.nl 

IVN

Instituut voor natuureducatie en duurzaamheid

www.ivn.nl © IVN, Amsterdam, mei 2014

Literatuur

- 1 J Peen, R. A. S. The current status of urban-rural differences in psychiatric disorders. *Acta psychiatrica Scandinavica* 121, 84-93 (2009).
- 2 Florian Lederbogen, L. H. Urban social stress - Risk factor for mental disorders. The case of schizophrenia. *Environmental pollution* (Barking, Essex : 1987) (2013). doi:10.1016/j.envpol.2013.05.046
- 3 Moreno, S. et al. Musical training influences linguistic abilities in 8-year-old children: more evidence for brain plasticity. *Cerebral Cortex* 19, 712-23 (2009).
- 4 Musicians Enhanced Neural Differentiation of Speech Sounds Arises Early in Life: Developmental Evidence from Ages 3 to 30.
- 5 Ripmeester, E. Song and the city: a comparison between urban and forest blackbirds. (2009).
- 6 Caparos, S. et al. Exposure to an urban environment alters the local bias of a remote culture. *Cognition* 122, 80-85 (2012).
- 7 Lederbogen, F. et al. City living and urban upbringing affect neural social stress processing in humans. *Nature* 474, 498-501 (2011).
- 8 Meyer-Lindenberg, A. et al. Neural mechanisms of genetic risk for impulsivity and violence in humans. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 103, 6269-6274 (2006).
- 9 Mitchell, R, Astell-Burt, T and Richardson, E.A (2011). A comparison of green space indicators for epidemiological research. *J Epidemiol Community Health*, 65 (10), 853-858.
- 10 T Takano, K. N. Urban residential environments and senior citizens' longevity in megacity areas: the importance of walkable green spaces. *Journal of epidemiology and community health* 56, 913-8 (2002).
- 11 Nielsen, T. A. S., Hansen, K. B., Nielsen, T. A. S. & Hansen, K. B. Do green areas affect health? *Health & Place* 13, 839- (2007).
- 12 Potwarka, L. R., Kaczynski, A. T. & Flack, A. L. Places to Play: Association of Park Space and Facilities with Healthy Weight Status among Children. *Journal of Community Health* 33, 344-350 (2008).
- 13 Wells, N. & Evans, G. Nearby Nature: a buffer of life stress among rural children. *Environment and behavior* vol 35, 311-330 (2003).
- 14 Kim, G.-W. et al. Functional Neuroanatomy Associated with Natural and Urban Scenic Views in the Human Brain: 3.0T Functional MR Imaging. *Korean Journal of Radiology* 11, 507 (2010).
- 15 Hauru, K., Lehvävirta, S., Korpela, K. & Kotze, D. J. Closure of view to the urban matrix has positive effects on perceived restorativeness in urban forests in Helsinki, Finland. *Landscape and Urban Planning* 107, 361-369 (2012).
- 16 Kaplan, S. The restorative benefits of nature: Toward an integrative framework. *Journal of Environmental Psychology* 15, 169-182 (1995).
- 17 Rita Berto, S. M. Do eye movements measured across high and low fascination photographs differ? Addressing Kaplan's fascination hypothesis. *Journal of Environmental Psychology - J ENVIRON PSYCHOL* 28, 185-191 (2008).
- 18 Greer, S. M., Goldstein, A. N. & Walker, M. P. The impact of sleep deprivation on food desire in the human brain. *Nature Communications* 4, (2013).
- 19 Buckner, R. L. The serendipitous discovery of the brain's default network. *NeuroImage* 62, 1137-1145 (2012).
- 20 Creswell, J. D., Dutcher, J. M., Klein, W. M. P., Harris, P. R. & Levine, J. M. Self-Affirmation Improves Problem-Solving under Stress. *PLoS ONE* 8, e62593 (2013).
- 21 Joye, Y., Pals, R., Steg, L. & Evans, B. L. New Methods for Assessing the Fascinating Nature of Nature Experiences. *PLoS ONE* 8, e65332 (2013).
- 22 Taylor, A. F. Kuo, F.E. & Sullivan, W. C. Views of nature and self-discipline: evidence from inner city children. *Journal of Environmental Psychology* 22, 49-63 (2002).
- 23 Berman, M. G., Jonides, J. & Kaplan, S. The Cognitive Benefits of Interacting With Nature. *Psychological Science* 19, 1207-1212 (2008).
- 24 Ulrich, R. S. et al. Stress recovery during exposure to natural and urban environments. *Journal of Environmental Psychology* 11, 201-230 (1991).
- 25 Kahn, P. H. et al. A plasma display window?—The shifting baseline problem in a technologically mediated natural world. *Journal of Environmental Psychology* 28, 192-199 (2008).
- 26 Taylor, A. F. & Kuo, F. E. Children With Attention Deficits Concentrate Better After Walk in the Park. *Journal of Attention Disorders* 12, 402-409 (2009).
- 27 Faber Taylor, A. & Kuo, F. E. (Ming). Could Exposure to Everyday Green Spaces Help Treat ADHD? Evidence from Children's Play Settings. *Applied Psychology: Health and Well-Being* 3, 281-303 (2011).
- 28 Kaplan, S. & Berman, M. G. Directed Attention as a Common Resource for Executive Functioning and Self-Regulation. *Perspectives on Psychological Science* 5, 43-57 (2010).
- 29 Linnell, K. J., Caparos, S., de Fockert, J. W. & Davidoff, J. Urbanization decreases attentional engagement. *J Exp Psychol Hum Percept Perform* 39, 1232-1247 (2013).
- 30 Elizabeth K Nisbet, J. M. Z. Underestimating nearby nature: affective forecasting errors obscure the happy path to sustainability. *Psychological science* 22, 1101-6 (2011).
- 31 Ophir, E., Nass, C. & Wagner, A. D. Cognitive control in media multitaskers. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 106, 15583-15587 (2009).
- 32 Vries, S. de, Winsum-Westra, M., Vreke, J. & Langers, F. Jeugd, overgewicht en groen. (Alterra, 2008).
- 33 Hofferth, S. Changes in American Children's Time, 1997-2003. *International Journal of Time Use Research* 6, 26-47 (2009).
- 34 Gray, P. The decline of play and the rise of psychopathology in children and adolescents. *American Journal of Play* V3, 443 (2011).
- 35 Hillman, C. H. et al. The effect of acute treadmill walking on cognitive control and academic achievement in preadolescent children. *Neuroscience* 159, 1044-1054 (2009).
- 36 Claxton, G. Turning thinking on its head: How bodies make up their minds. *Thinking Skills and Creativity* 7, 78-84 (2012).
- 37 Novack, M. A., Congdon, E. L., Hemani-Lopez, N. & Goldin-Meadow, S. From Action to Abstraction: Using the Hands to Learn Math. *Psychol Sci* (2014). doi:10.1177/0956797613518351
- 38 Jamieson, R. K. & Spear, J. The offline production effect. *Canadian Journal of Experimental Psychology/ Revue canadienne de psychologie expérimentale* 68, 20-28 (2014).
- 39 Russ, S. W., Robins, A. L. & Christiano, B. A. Pretend Play: Longitudinal Prediction of Creativity and Affect in Fantasy in Children. *Creativity Research Journal* 12, 129-139 (1999).
- 40 Barros, R. M., Silver, E. J. & Stein, R. E. K. School Recess and Group Classroom Behavior. *Pediatrics* 123, 431-436 (2009).
- 41 Barros, R. M., Silver, E. J. & Stein, R. E. K. School Recess and Group Classroom Behavior. *Pediatrics* 123, 431-436 (2009).
- 42 Roskos, K. A., Christie, J. F., Widman, S. & Holding, A. Three decades in: Priming for meta-analysis in play-literacy research. *Journal of Early Childhood Literacy* 10, 55-96 (2010).
- 43 Ramstetter, C. L., Murray, R. & Garner, A. S. The crucial role of recess in schools. *J Sch Health* 80, 517- 526 (2010).
- 44 Pellegrini, A. D. Recess: Its Role in Education and Development. (L. Erlbaum Associates, 2005).