

BUITENTIJD = LEERTIJD

Editie 2



“Buitenlessen zijn waardevol en ook de tijd op het schoolplein draagt bij aan leerprestaties. Buiten slaan de hersenen aan het verteren wat in de klas werd geleerd.”

Mark Mieras is wetenschapsjournalist gespecialiseerd in neuropsychologie (zie www.mieras.nl). Eerder schreef hij onder andere de literatuurstudie "Beetje groen, grote invloed" over groene schoolpleinen.

Hij schreef deze literatuurstudie in opdracht van Jantje Beton en IVN Natuureducatie in het kader van de Nationale Buitenlesdag.

Meer informatie op: www.buitenlesdag.nl



BUITENLESDAG



BUITENTIJD = LEERTIJD

Hoe meer tijd er is voor instructie en oefening in de klas hoe beter de prestaties... denken we. Onderzoek wijst in een andere richting. Jantje Beton en IVN Natuureducatie vroegen wetenschapsjournalist Mark Mieras om het onderzoek op een rijtje te zetten. Buitenlessen zijn waardevol, speeltijd op het schoolplein draagt op allerlei manieren bij aan leerprestaties en cognitieve ontwikkeling, en buiten is er meer zuurstof om na te denken.



'Na drie kwartier lijkt de accu leeg, en moet eerst worden opgeladen.'

De moderne mens leeft vooral binnen. Gemiddeld zitten we negentig procent van onze tijd tussen vier muren.¹ Daar zijn we aan gewend, we weten niet beter. Ook kinderen zitten steeds vaker binnen. De opkomst van computer, tablet en spelcomputer versterkten een trend die al decennia voortkruipt.^{2 3} En hun schooltijd brengen kinderen al even inspannend door. Al jong leren ze om urenlang cognitief actief te zijn en lichaamssignalen te negeren, afgezien van zo nu en dan even naar het toilet.

Het Finse en Japanse onderwijs staan in de wereld bekend om hun hoge prestatiescores (PISA-scores). Opmerkelijk genoeg hebben Finse kinderen lange vakanties en relatief korte schooldagen die ze net als de kinderen in Japan bovendien een kwart van de tijd op het schoolplein doorbrengen. Weer of geen weer, na 45 minuten les worden ze door hun leraren voor 15 minuten naar buiten gelaten. Na drie kwartier lijkt hun accu leeg, en moet eerst worden opgeladen.⁴ Is dat bij kinderen elders in de wereld anders? Nee, waarschijnlijk niet, maar die hebben niet geleerd om erop te letten en dus ploeteren ze voort.

GEZONDE LUCHT

Regelmatig een frisse neus voor de leerlingen, en ventilatie van het klaslokaal, draagt in letterlijke zin bij aan het leerklimaat. In de buitenlucht zit 350 delen kooldioxide per miljoen delen lucht (ppm). In Nederlandse klaslokalen vol leerlingen ligt deze concentratie, met een gemiddelde waarde van 1524 ppm, ver hierboven, en zelfs ruimschoots boven de toegestane grenswaarde van 1200 ppm.⁵ Incidenteel zijn zelfs waarden gemeten tot 5000 ppm.⁶

Zelfs nieuwe schoolgebouwen hebben vaak een slechte ventilatie. De Universiteit Maastricht doet grootschalig onderzoek naar het nadelige effect op het leren. De verhoogde concentratie is slecht voor prestatie, dat weten we al. Hoe meer kooldioxide er in de lucht zit, en hoe vochtiger de lucht, hoe lastiger het is voor kinderen om de aandacht bij de les te houden. In een eerder onderzoek door TNO bleek dat het aantal reken- en taalfouten opliep naarmate de luchtkwaliteit afnam.

Zonder goede ventilatie maakten leerlingen vijf procent meer reken- en twintig procent meer taalfouten.⁷ Onderzoekers in het Amerikaanse Berkeley hielden recent elf vergelijkbare studies tegen het licht en becijferen een prestatiedaling tot vijftien procent. Er is, zo schrijven zij, 'overtuigend bewijs' voor een verband tussen verbeterde leerprestaties en frisse lucht.⁸

Meer buitentijd zou dus beter zijn. De trend in het onderwijs is omgekeerd: pauzetijd staat in veel westerse landen onder druk om extra instructietijd te winnen.⁹ Dat doen scholen natuurlijk met de beste bedoelingen. Hoe meer tijd er is voor instructie en oefening hoe beter de prestaties... denken we. Onderzoek wijst in een andere richting: met meer sport en spel, met meer beweging, een beter lichaamsbesef en meer scharreltijd kunnen leerlingen ook cognitief beter presteren. Zuurstof is dus zeker niet de enige factor. Er is 'een overweldigende bewijslast', concludeert een overzichtsstudie, dat minder gestructureerde activiteit een waardevolle en tijd effectieve aanvulling vormt op het gestructureerde lesaanbod.¹⁰

BEWEGEN

Onderzoekers maken zich zorgen over de bewegingsarmoede van kinderen. Gebrek aan beweging remt ook de cognitieve ontwikkeling. Leerlingen van negen tot twaalf jaar die motorisch en conditioneel minder goed ontwikkeld zijn, zijn gemiddeld ook achtergebleven in de leervakken.¹¹ In een Portugees onderzoek

werden kinderen onderling vergeleken met een zelfde economische en sociale achtergrond. In hun artikel luiden de onderzoekers de noodklok, want ruim de helft van de onderzochte 596 kinderen had in 2013 een motorische achterstand.¹²

Meer beweging op school helpt. Basisschoolleerlingen deden tot 2009 in de Amerikaanse staat Kansas mee aan een programma tegen overgewicht, met veel beweging tussen de lessen door. Na drie jaar waren ze niet alleen afgevallen maar hadden ook hogere cijfers voor rekenen, lezen en spellen, in vergelijking met leerlingen die door loting in de controlegroep waren beland.¹³ Onderzoek aan de Rijksuniversiteit Groningen toont eenzelfde patroon.¹⁴

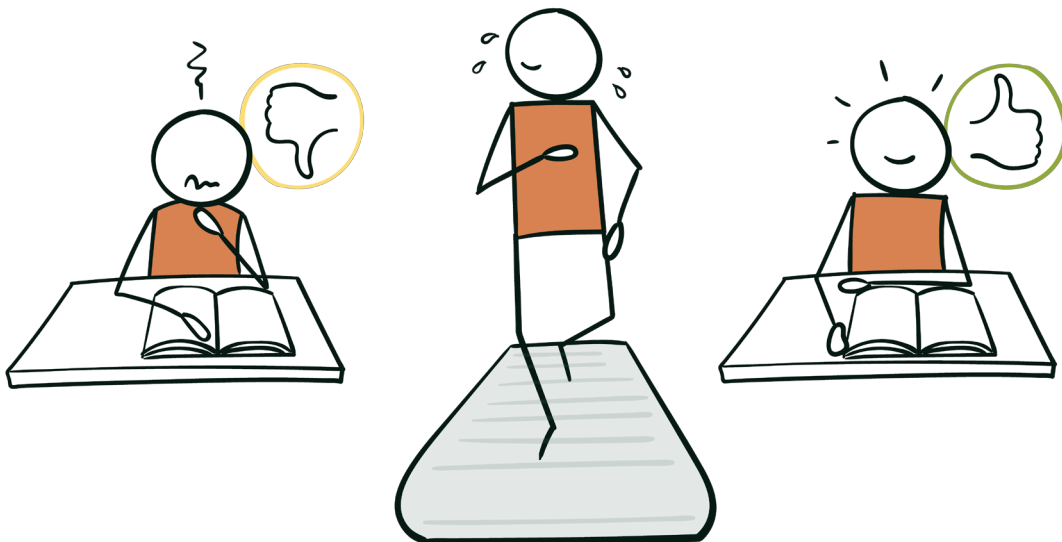
"Na drie jaar waren ze niet alleen afgevallen maar hadden ook hogere cijfers voor rekenen, lezen en spellen..."

Stevige fysieke inspanning stimuleert de hersenen om meer groeifactoren te produceren. Dat zijn stoffen die hersencellen prikkelen om sneller nieuwe verbindingen te laten groeien en bestaande verbindingen aan te passen.¹⁵ Uit onderzoek bij muizen weten we dat fysieke inspanning geruime tijd blijft doorwerken. Muizen die een maand lekker hadden kunnen rondrennen bleven daarna nog enige tijd meer nieuwe hersencellen aanmaken in hun geheugencentrum. En die hersencellen groeiden sneller. Niet gek dat de sportmuizen ook beter waren in patroonherkenning.¹⁶

Intensief bewegen helpt ook om de aandacht te verbeteren. Kinderen van tien tot zeventien met ADHD, een storing van het aandachtssysteem, scoorden aanzienlijk beter als zij tijdens de aandachtstest mochten bewegen.¹⁷ Ook de andere leerlingen hebben er voordeel bij. Onderzoekers aan de Rijksuniversiteit Groningen lieten 260 kinderen puzzels oplossen. De helft had vooraf stevig gerend. De renners puzzelden duidelijk het best en dat kwam volgens de onderzoekers omdat hun executieve functies, zoals aandacht en werkgeheugen, beter werkten.¹⁸ Een vergelijkbaar onderzoek aan de Vrije Universiteit leidde tot vergelijkbare resultaten. Leerlingen die niet alleen bij aanvang maar ook nog na 90 minuten voor 20 minuten mochten rennen hadden hier veruit de beste testcores.¹⁹

Kinderen van negen die aan de Universiteit van Illinois hun leestest onderbraken om twintig mi-

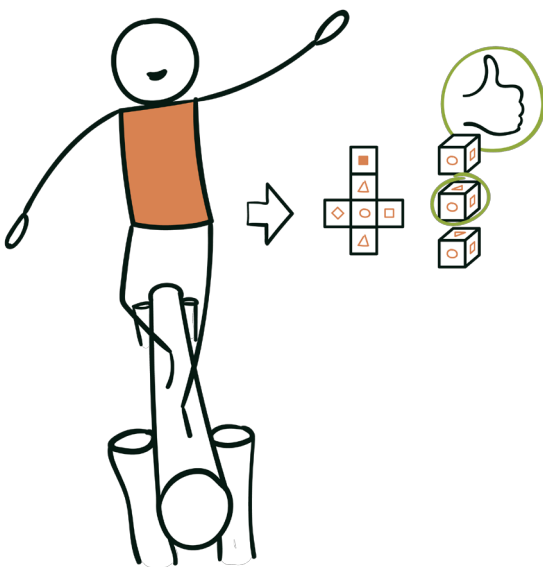
nuten in een stevig tempo over een loopband te lopen, voerden de leestijd daarna beter uit. Onderzoekers registreerden in hun hersengolven een sterkere P3-golf, een maat voor het vermogen om de aandacht te richten. Het effect was wel van beperkte duur: bij de wiskundeopgaven die na het lezen op het programma stonden, leek het effect alweer ingezakt.²⁰ In een vervolgonderzoek werden tweehonderd kinderen tussen zeven en negen volgens het lot in twee groepen ingedeeld. De ene helft ging een aantal maanden lekker sporten, de andere helft werd op de wachtlijst gezet. Toen beide groepen werden getest was er een robuust verschil: de sportgroep kon de aandacht beter richten dan de wachtlijst-groep. En veelzeggend: de leerlingen in de sportgroep die het meest gesport hadden, hadden gemiddeld ook de grootste voortgang gemaakt.²¹



Kinderen die hun leestest onderbraken om twintig minuten in een stevig tempo over een loopband te lopen, voerden de leestijd daarna beter uit.

BEHENDIGHEID

Bewegen afwisselen met leren werkt dus goed. Ook de zelfregulatie verbetert daardoor. Basis-schoolleerlingen die buiten hebben gespeeld gedragen zich daarna beter in de klas, ze zijn taakgerichter.^{22 23} Hier draait het effect niet in de eerste plaats om de sportieve inspanning maar om de aard van de beweging: zet je de leerlingen op een loopband dan is het gedragseffect geringer.²⁴ Behendigheidsspelen als tikkertje, voetbal, hinkelen en touwtjespringen doen een direct beroep op executieve functies als werkgeheugen, zelfbeheersing en cognitieve flexibiliteit.²⁵ Ook bij jonge kinderen draagt spelgedrag bij aan de ontwikkeling van executieve vaardigheden.²⁶ "Hoewel we spel vaak frivool vinden kan het wel eens essentieel zijn," schrijven de onderzoekers voorzichtig.



Speelse beweging lijkt leerlingen ook te helpen om een beter ruimtelijk inzicht te ontwikkelen.

Het zijn de kleine hersenen die de complexe bewegingen bij fysiek spel coördineren. Dit hersendeel is nauw verbonden met de frontale cortex, waar de executieve functies zitten. Onderzoekers denken dat deze verbinding ontstaat in de fase waarin een jong kind zijn omgeving gaat ontdekken en daarbij allerlei problemen moet overwinnen. Zo knopen de motorische centra zich aan de denkprocessen, en daarom doen motoriek en cognitie de rest van je leven een beroep op dezelfde centra voor zelfcontrole.²⁷

"We weten al meer dan honderd jaar dat kinderen beter leren wanneer ze regelmatig hun aandacht kunnen spreiden of kunnen pauzeren."

De koppeling van motoriek en cognitie is het sterkst voor bewegingen waar armen of benen moeten worden gecoördineerd, bij sequentiële bewegingen en daar waar timing belangrijk is. En dan het sterkst bij kinderen tussen vijf en tien jaar.²⁸ De ontwikkeling van motoriek en cognitie is bij deze leeftijdsgroep nauw verweven: touwtjespringen stimuleert naast de spieren ook executieve functies als werkgeheugen, coördinatie, zelfbeheersing en aandacht. Aan het begin van de puberteit dunnen de vele verbindingen tussen premo-torschors en de frontaalshors uit en verdwijnt deze nauwe relatie.²⁹

De ontwikkeling van beweging en denken gaat bij kinderen en pubers gelijk op met de ontwikkeling van de witte stofbanen, waarlangs infor-

matie door de hersenen stroomt.³⁰ Beter leren bewegen en leren denken, dragen beide bij aan de ontwikkeling van dit snelwegennet, en daar hebben beide ontwikkelingen voordeel van. In een New Yorks onderzoek maakten 169 leerlingen (groep vier) die dansles kregen ook een sprong voorwaarts in leesvaardigheid.³¹

Speelse beweging helpt leerlingen ook om een beter ruimtelijk inzicht te ontwikkelen. Leerlingen met een beter evenwichtsgevoel hebben een jaar later een meer dan gemiddelde vooruitgang geboekt in hun ruimtelijke inzicht.³² Ruimtelijk inzicht is belangrijk voor onder andere rekenen en wiskunde. Bij jonge kinderen is ook een relatie gevonden tussen taalontwikkeling en spel.³³

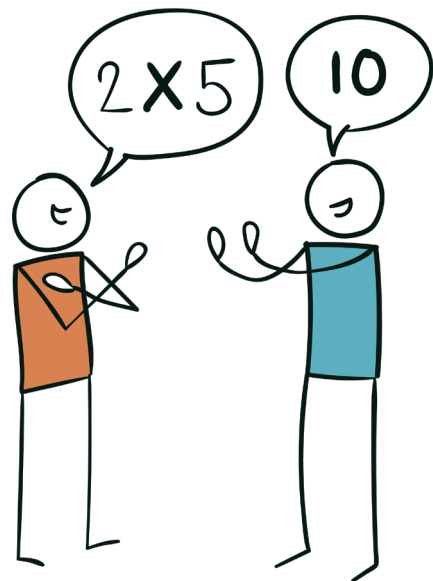
LICHAAMSGEVOEL

Buitenspel verbetert de conditie en stimuleert beweging, én het helpt leerlingen ook aan een goed lichaamsgevoel. En ook dat helpt ze beter leren. Het onderzoeksterrein embodied cognition levert daarvoor talloze aanwijzingen. Kinderen met een beter lichaamsbewustzijn en kinderen die hun lichaam beter gebruiken bij het leren, presteren beter tijdens de les.³⁴

Kinderen die handelingen fysiek inbeelden leggen die beter vast.³⁵ Kinderen die gebaren maken bij het rekenen, begrijpen de sommen daarna beter.³⁶ En ook taalverwerking heeft een motorische component. Werkwoorden activeren je spieren.³⁷ Omgekeerd geldt dat jonge kinderen die bij het praten veel gebaren maken

gemakkelijker 'grip' krijgen op de woorden.³⁸ Gebaren horen bij taal. Vandaar ook dat blinden gebaren als ze praten, zelfs onderling.

Cognitie is dus lichamelijker dan we altijd dachten. Ook bij volwassenen, hoofdrekenen gaat bijvoorbeeld ook bij hen gepaard met een verhoogde spanning in de vingerspieren.³⁹ ⁴⁰ In ons hoofd zijn de circuits voor tellen en vingerbeweging onlosmakelijk verbonden.⁴¹ Wie vrij rondloopt is aanzienlijk vindingrijker in het oplossen van puzzels dan wie een gebogen of rechthoekig pad volgt.⁴² In een overzichtartikel over al deze ontdekkingen schrijft de Britse psycholoog Guy Claxton: "Het lichaam is heel wat meer dan een voertuig om de hersenen in het klaslokaal te brengen. Het verdient een belangrijker en geavanceerdere rol op school dan alleen 'stoom afblazen' op het schoolplein of het sportveld."



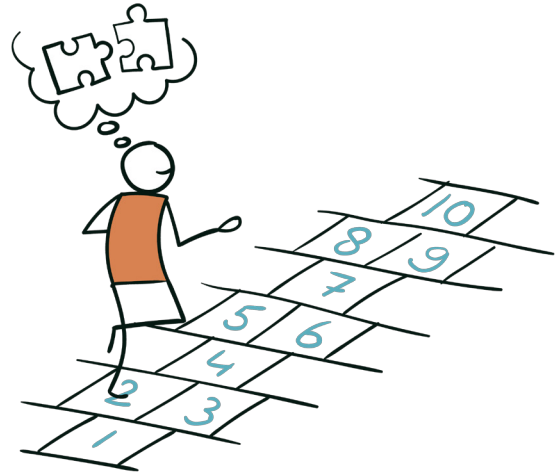
Kinderen die gebaren maken bij het rekenen, begrijpen de sommen daarna beter.

SCHARRELTijd

Het inzicht dat lichaam en geest zo nauw verbonden zijn, heeft op Amerikaanse scholen geleid tot pauzes die georganiseerd worden als een gymles. Gestructureerde sportieve activiteit is echter iets anders dan vrij spel. Beide zijn waardevol, maar ze zijn niet uitwisselbaar.⁴³ In je pauze eventjes geen gedwongen activiteit, ook dat is belangrijk. We weten al meer dan honderd jaar dat kinderen beter leren wanneer ze regelmatig hun aandacht kunnen spreiden of kunnen pauzeren.⁴⁴

Pauzes en andere momenten met een lage cognitieve belasting vormen een aanvulling op intensief leren. Lezen, schrijven, rekenen en aandachtig luisteren doen we met ons actienetwerk. Zodra de activiteit hier daalt schakelen de hersenen een tweede netwerk in. Dit *default mode netwerk* kenmerkt zich door dagdromen: de leerling vindt zichzelf terug in heel andere gedachten, niet relevant voor wat het aan het doen is. Aan die dwaalgedachten heeft het dagdromen zijn slechte naam te danken. Maar een dagdroom is het topje van een ijsberg aan waardevolle hersenprocessen.

Terwijl de leerling wat kuiert, schommelt, hinkelt of naar de blaadjes van een boom kijkt, zijn z'n hersenen zichzelf aan het ordenen. Want dat is wat het *default mode netwerk* doet: recente kennis integreren en vastleggen, ervaringen verbinden, problemen oplossen en nadenken over toekomstige situaties.⁴⁵ Het netwerk herschikt de kennis in je hoofd zodat puzzelstukjes in elkaar vallen, de grote lijn zichtbaar wordt en je een breder perspectief kunt kiezen.



Tijdens bijvoorbeeld hinkelen herschikt het default mode netwerk de kennis in je hoofd zodat puzzelstukjes in elkaar vallen.

Dit integratie- en incubatieproces is goed onderzocht. Proefpersonen kunnen zich ruimtelijke informatie zeven dagen later beter herinneren wanneer ze direct na het leren tien minuten pauze krijgen.⁴⁶ Proefpersonen lossen een opgave beter op als ze halverwege even mogen pauzeren.⁴⁷ Ook het werkgeheugen verbetert na een korte onderbreking van de werkzaamheden. Maar wordt er tijdens de pauze een videogame gespeeld dan blijft het effect geringer.⁴⁸ Het pauzeffect is het grootst bij een lichte cognitieve belasting als sociale conversatie, wandelen, schommelen, wieden of kleuren.⁴⁹

RISICO'S

Fysiek ongestructureerd spel wordt door ouders en leerkrachten vaak als risicovol gezien. Kinderen halen rare toeren uit. Ze kunnen van speeltoestellen vallen of blijven haken aan een hek. Vrij spel is niet zonder risico. De statistiek laat echter zien hoe goed spelende kinderen met

die risico's kunnen omgaan. In een omvangrijke inventarisatie in Canada kwamen onderzoekers tot een score van 0.15–0.27 medische te behandelen kwetsuren op duizend uur spel. Dat is één ge-broken pols of opengehaalde arm op 3700 tot 6600 uur spelen.⁵⁰ Het is de vraag of het wegnemen van de risicofactoren of het aan banden leggen van het spel niet juist tot grotere risico's leidt. Juist in het vrije spel leren kinderen met risico's omgaan en deze te vermijden.⁵¹

Risicant spel gaat samen met sociale gezondheid. Ruw spel verhoogt niet de agressie en wel de sociale vaardigheden, concludeert een overzichtsstudie.⁵² De onderzoekers bepleiten zelfs om meer risicovolle buitenspelmogelijkheden voor kinderen te scheppen "als middel om hun gezondheid en een actieve levensstijl te bevorderen."

BUITENLES

Leren, dat doe je in Nederland nog altijd vooral in de klas. In een Nederlands onderzoek zegt 73 procent van de leerlingen nooit buitenles te krijgen. Van hen zegt 82 procent buitenles leuk te vinden of leuk te lijken. Hoe hoger het leerjaar hoe hoger het percentage leerlingen dat graag (vaker) buiten les zou krijgen omdat: "dan ben je tenminste buiten"; "je in het zonnetje kan zitten"; "je meer zuurstof krijgt"; "het binnen heet is"; "het anders is dan andere lessen".⁵³

Docenten vinden het vaak lastig dat leerlingen buiten meer ruimte hebben voor eigen impulsen. Voor de diepte van hun leerproces zijn die impulsen echter een voordeel. Hun hersenen leggen kennis beter vast wanneer leerlingen zich eigenaar voelen van hun eigen leerproces,

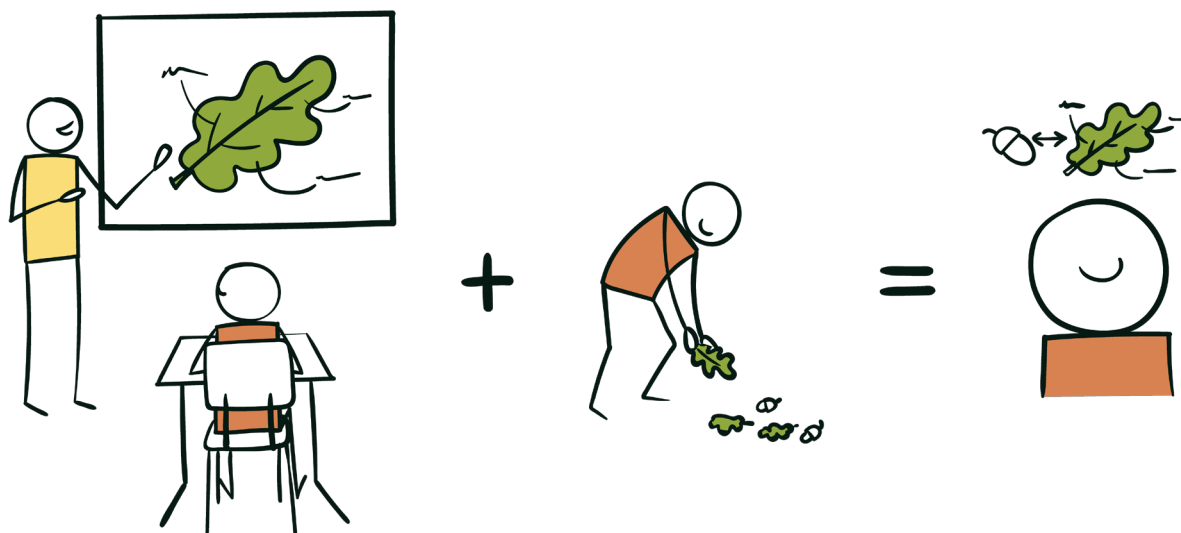
wanneer ze zelf stukjes van de wereld ontdekken. Hun geheugencentrum hippocampus is dan beter verbonden met de rest van de hersenen.⁵⁴ Eigen keuzes worden ook als waardevoller ervaren waardoor de intrinsieke motivatie groeit.⁵⁵

Veel docenten onderschatten hoe goed kinderen in een minder gestructureerde omgeving kunnen leren. Reeds jonge kinderen kunnen informatie uit verschillende bronnen combineren en analyseren.⁵⁶ Daarin zijn ze zonder instructie nog doortastender en vasthoudender dan met instructie door een volwassene.⁵⁷

"Docenten onderschatten hoe goed kinderen in een minder gestructureerde omgeving kunnen leren."

Zelf de wereld ontdekken is een aanvulling op de gestructureerde instructie in de klas, geen alternatief. Het ene kan niet zonder het andere. Buiten leren werkt vooral goed wanneer leerlingen binnen in de klas al kennis hebben verworven die hen helpt om gericht te ontdekken en onderzoeken. Kennis is de basis voor nieuwsgierigheid en helpt de aandacht te richten. De juiste focus voorkomt dat het werkgeheugen van de leerlingen eenmaal buiten overladen raakt, wat het zelf ontdekken juist belemmert.⁵⁸ Het helpt ook als een leraar de ontdekkings-tocht begeleidt door de juiste (open!) vragen te stellen. Buitenlessen moet je, net als binnenlessen, goed voorbereiden.

Buitenles stimuleert met name de jongens om meer te bewegen gedurende de dag. Dat ze bij de buitenles gestimuleerd worden om te experimenteren, te onderzoeken en te bouwen prikkelt hen om ook in hun eigen tijd fysieker te zijn. Zo concluderen Deense onderzoekers, die



Zelf de wereld ontdekken is een aanvulling op de gestructureerde instructie in de klas.

leerlingen in 33 klassen uitrustten met bewegingsmeters die ze het etmaal rond moesten dragen. Jongens die minimaal 150 minuten per week buitenles hadden, waren door de dag heen ruim twintig minuten langer matig tot intensief aan het bewegen in vergelijking met leeftijdgenoten die uitsluitend binnen les hadden. Beweging en fysiek spel zijn voor jongens, meer dan voor meisjes, belangrijk om hun stress kwijt te raken. Bij de meisjes was er in dit onderzoek geen verschil in lichaamsbeweging.⁵⁹ Andere onderzoeken vonden bij hen wel een positieve invloed, maar ook daar was die niet zo groot als bij de jongens.⁶⁰

GROENE OMGEVING

Regelmatig naar buiten is dus in veel opzichten goed voor leren. Ook de omgeving maakt daarbij uit. Op een groen schoolplein of in een natuurlijke omgeving vertonen kinderen meer buitenspel.⁶¹ Een open, ongestructureerde speelomgeving nodigt uit tot verkennend spel, tot onderzoekend ontdekken.⁶² Een groene

speelomgeving stimuleert meisjes om meer te bewegen. Zowel meisjes als jongens vertonen een grotere variatie aan spelgedrag met meer rollenspel, springen, klimmen, graven, tillen, harken, bouwen en ontdekken.^{63 64}

Onderzoekers aan de Universiteit van Nebraska-Lincoln lieten kinderen van vier tot acht jaar twintig minuten door een park wandelen en vergeleken daarna hun leerprestaties met die van kinderen die even lang hadden gelopen, maar dan door straten. Ze hadden aanzienlijk meer gerichte aandacht en ook hun werkgeheugen werkte stabiel, waardoor ze beter konden leren.⁶⁵ Bij volwassenen is hetzelfde vastgesteld.⁶⁶

Stadskinderen die meer natuur in hun leefomgeving hebben, gedragen zich beter in de klas en kampen minder vaak met gedrags- en aandachtsproblemen.⁶⁷ Kinderen die de kans hebben regelmatig door een park te rennen zijn ook minder gevoelig voor de symptomen van ADHD.⁶⁸ Onderzoekers bepleiten 'een dagelijkse dosis natuur' als vast onderdeel in de begelei-

ding van deze groep kinderen.⁶⁹ Kinderen die veel in een groene, natuurlijke omgeving spelen hebben ook minder kans om ADHD te ontwikkelen.⁷⁰ Kinderen in een groene wijk blijken bovendien beter in staat te zijn om hun executieve functies te ontwikkelen. Sleutelfuncties als werkgeheugen en aandacht maak-ten relatief snellere voortgang in twaalf maanden dat de leerlingen werden gevolgd.⁷¹

Meer groen helpt leerlingen ook beter doorzetten. De zelfdiscipline van schoolmeisjes is voor twintig procent bepaald door de hoeveelheid groen die ze vanuit hun huis kunnen zien.⁷² Bij jongens ontbreekt die relatie. De onderzoekers vermoeden doordat jongens meer buitenspelen, en voor hun doses groen dus minder afhankelijk zijn van de boom voor hun huis.



Een groene omgeving verbetert de leerprestaties.

CONCLUSIE

Leren is iets anders dan het downloaden van informatie. Kennis verwerven en betekenis geven is een proces van proberen, experimenteren en corrigeren, van herkauwen en verteren, en dit gebeurt deels *offline*, zonder dat we het beseffen. Ook al lijken leerlingen buiten het klaslokaal minder gericht op leren, toch levert buitenspel en buitenles, als afwisseling op het leren in de

klas, voor het leerproces veel op. Veel meer dan we doorgaans beseffen.

Deze literatuurstudie beschrijft een reeks positieve effecten. De ontwikkeling van motoriek en cognitie is bij basisschoolleerlingen nauw verweven. Beweging stimuleert de fysiologie van de hersenen om te ontwikkelen, fysiek spel verbetert het ruimtelijk inzicht, de executieve vaardigheden en de werkhouding, een beter lichaamsgevoel helpt leerlingen beter denken.

Buitenactiviteit geeft leerlingen bovendien ruimte voor integratie en incubatie, om te verteren en toepasbaar te maken wat tijdens de les werd geleerd. Buitentijd stimuleert leerlingen tenslotte hun eigen impulsen te volgen, om zich meer eigenaar te kunnen voelen van hun ontwikkeling, dat laat hun geheugen beter werken.

Al die voordelen worden nog eens versterkt doordat buitenlucht meer zuurstof en aanzienlijk minder kooldioxide bevat, en daardoor verkwikt en de aandacht scherpt. Los daarvan levert een groene omgeving een extra stimulans voor aandacht, incubatie en cognitieve ontwikkeling. Een groene omgeving verrijkt zowel bij jongens als meisjes het vrije spel. Gerichte activiteiten op het schoolplein dragen, met name bij jongens, ook bij aan hun exploratieve spel. Na buitenlessen rennen en klimmen zij meer, gedurende de dag.

Voor de meeste van deze effecten is uitgebreid en overtuigend bewijs. Dat leerlingen op Nederlandse scholen, in tegenstelling tot die in bijvoorbeeld Scandinavië, Engeland en Amerika zoveel stilzitten is in strijd met wetenschappelijke inzichten en is vooral een kwestie van traditie.

REFERENTIES

- 1 Evans, G. W. & McCoy, J. M. When buildings don't work: the role of architecture in human health. *Journal of Environmental Psychology* 18, 85–94 (1998).
- 2 Hofferth, S. Changes in American Children's Time, 1997-2003. *International Journal of Time Use Research* 6, 26–47 (2009).
- 3 Gray, P. The decline of play and the rise of psychopathology in children and adolescents. *American Journal of Play* V3, 443 (2011).
- 4 Tim Walker. How Finland Keeps Kids Focused Through Free Play Education *The Atlantic*. (2014).
- 5 Dijken, F. V., Bronswijk, J. E. M. H. V. & Sundell, J. Indoor environment and pupils' health in primary schools. *Building Research & Information* 34, 437–446 (2006).
- 6 Duim en Meier, *Luchtkwaliteit op school*, GGD Groningen Groningen, 1994
- 7 Gids, W. F. de, Oel, C. J. van, Phaff, J. C. & TNO *Bouw en Ondergrond. Het effect van ventilatie op de cognitieve prestaties van leerlingen op een basisschool. Leerprestaties.* (2006).
- 8 Fisk W. J. The ventilation problem in schools: literature review. *Indoor Air* 27, 1039–1051 (2017).
- 9 Health, C. on S. The Crucial Role of Recess in School. *Pediatrics* 131, 183–188 (2013).
- 10 Health, C. on S. The Crucial Role of Recess in School. *Pediatrics* 131, 183–188 (2013).
- 11 Lopes, L., Santos, R., Pereira, B. & Lopes, V. P. Associations between gross motor coordination and academic achievement in elementary school children. *Hum Mov Sci* 32, 9–20 (2013).
- 12 Mendes, A. et al. Environmental and Ventilation Assessment in Child Day Care Centers in Porto: The Envirh Project. *Journal of Toxicology and Environmental Health, Part A* 77, 931–943 (2014).
- 13 Donnelly, J. E. et al. Physical Activity Across the Curriculum (PAAC): a randomized controlled trial to promote physical activity and diminish overweight and obesity in elementary school children. *Prev Med* 49, 336–341 (2009).
- 14 Visscher, C, Hartman, E & Elferink-Gemser, M.T. *Fit, Vaardig en verstandig!* (Rijksuni-versiteit Groningen, UMCG, 2011).
- 15 Cotman, C. W., Berchtold, N. C. & Christie, L.A. Exercise builds brain health: key roles of growth factor cascades and in ammation. *Trends Neurosci.* 30, 464–472 (2007).
- 16 Molteni, R., Zheng, J.-Q., Ying, Z., Gómez-Pinilla, F. & Twiss, J. L. Voluntary exercise increases axonal regeneration from sensory neurons. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 101, 8473–8478 (2004)
- 17 Hartanto, T. A., Kra t, C. E., Iosif, A. M. & Schweitzer, J. B. A trial-by-trial analysis re-veals more intense physical activity is associated with better cognitive control performance in attention-deficit/hyperactivity disorder. *Child Neuropsychol* 1–9 (2015).
- 18 van der Niet, A. G., Hartman, E., Smith, J. & Visscher, C. Modeling relationships between physical fitness, executive functioning, and academic achievement in primary school children. *Psychology of Sport and Exercise* 15, 319–325 (2014)
- 19 Altenburg, T. M., Chinapaw, M. J. M. & Singh, A. S. Effects of one versus two bouts of moderate intensity physical activity on selective attention during a school morning in Dutch primary schoolchildren: A randomized controlled trial. *J Sci Med Sport* 19, 820–824 (2016).
- 20 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).
- 21 Hillman, C. H. et al. Effects of the FITKids Randomized Controlled Trial on Executive Control and Brain Function. *Pediatrics* 134, e1063–e1071 (2014).
- 22 Barros, R. M., Silver, E. J. & Stein, R. E. K. School Recess and Group Classroom Behavior. *Pediatrics* 123, 431–436 (2009).
- 23 Mahar, M. T. et al. Effects of a classroom based program on physical activity and on-task behavior. *Med Sci Sports Exerc* 38, 2086–2094 (2006).

- ²⁴ Tomporowski, P. D., Davis, C. L., Lambourne, K., Gregoski, M. & Tkacz, J. Task Switching in Overweight Children: Effects of Acute Exercise and Age. *J Sport Exerc Psychol* 30, 497–511 (2008).
- ²⁵ Best, J. R. Effects of Physical Activity on Children's Executive Function: Contributions of Experimental Research on Aerobic Exercise. *Dev Rev* 30, 331–551 (2010).
- ²⁶ Diamond, A., Barnett, W. S., Thomas, J. & Munro, S. Preschool Program Improves Cognitive Control. *Science* 318, 1387–1388 (2007).
- ²⁷ Berger, S. E. & Adolph, K. E. Infants use handrails as tools in a locomotor task. *Dev Psychol* 39, 594–605 (2003).
- ²⁸ Fels, I. M. J. van der et al. The relationship between motor skills and cognitive skills in 4–16 year old typically developing children: A systematic review. *Journal of Science and Medicine in Sport* 18, 697–703 (2015).
- ²⁹ Van Duijvenvoorde, A. C. K., Achterberg, M., Braams, B. R., Peters, S. & Crone, E. A. Testing a dual-systems model of adolescent brain development using resting-state connectivity analyses. *Neuroimage* 124, 409–420 (2016)
- ³⁰ Muetzel, R. L. et al. White matter integrity and cognitive performance in school-age children: A population-based neuroimaging study. *Neuroimage* 119, 119–128 (2015)
- ³¹ Corcoran, R. P. An embodied cognition approach to enhancing reading achievement in New York City public schools: Promising evidence. *Teaching and Teacher Education* 71, 78–85 (2018)
- ³² Frick, A. & Möhring, W. A Matter of Balance: Motor Control is Related to Children's Spatial and Proportional Reasoning Skills. *Developmental Psychology* 2049 (2016).
- ³³ 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).
- ³⁴ Claxton, G. Turning thinking on its head: How bodies make up their minds. *Thinking Skills and Creativity* 7, 78–84 (2012).
- ³⁵ Jamieson, R. K. & Spear, J. The offline production effect. *Canadian Journal of Experimental Psychology/Revue canadienne de psychologie expérimentale* 68, 20–28 (2014).
- ³⁶ 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).
- ³⁷ Pulvermüller, F. Brain mechanisms linking language and action. *Nat. Rev. Neurosci.* 6, 576–582 (2005).
- ³⁸ Goldin-Meadow, S. Talking and Thinking With Our Hands. *Current Directions in Psychological Science - cure directions psychol science* 15, 34–39 (2006).
- ³⁹ Andres, M., Seron, X. & Olivier, E. Contribution of hand motor circuits to counting. *J Cogn Neurosci* 19, 563–576 (2007).
- ⁴⁰ Fischer, M. H. & Brugger, P. When digits help digits: spatial-numerical associations point to finger counting as prime example of embodied cognition. *Front. Psychology* 2, 260 (2011).
- ⁴¹ Rusconi, E., Walsh, V. & Butterworth, B. Dexterity with numbers: rTMS over left angular gyrus disrupts finger gnosis and number processing. *Neuropsychologia* 43, 1609–1624 (2005).
- ⁴² Kuo, C.-Y. & Yeh, Y.-Y. Sensorimotor-Conceptual Integration in Free Walking Enhances Divergent Thinking for Young and Older Adults. *Front Psychol* 7, 1580 (2016)
- ⁴³ Ramstetter, C. L., Murray, R. & Garner, A. S. The Crucial Role of Recess in Schools. *Journal of School Health* 80, 517–526 (2010).
- ⁴⁴ James, W. Talks to teachers on psychology : and to students on some of life's ideals. (New York : H. Holt, 1899).
- ⁴⁵ Mooneyham, B. W. & Schooler, J. W. The costs and benefits of mindwandering: A review. *Canadian Journal of Experimental Psychology/Revue canadienne de psychologie expérimentale* 67, 11–18 (2013).
- ⁴⁶ Craig, M., Dewar, M., Della Sala, S. & Wolbers, T. Rest boosts the longterm retention of spatial associative and temporal order information. *Hippocampus* 25, 1017–1027 (2015).

- ⁴⁷ Sio, U. N. & Ormerod, T. C. Does incubation enhance problem solving? A meta-analytic review. *Psychol Bull* 135, 94–120 (2009).
- ⁴⁸ Kuschpel, M. S. et al. Differential effects of wakeful rest, music and video game playing on working memory performance in the n-back task. *Front. Psychol.* 1683 (2015).
- ⁴⁹ Baird, B. et al. Inspired by Distraction Mind Wandering Facilitates Creative Incubation. *Psychological Science* (2012).
- ⁵⁰ Nauta, J., Martin-Diener, E., Martin, B. W., Mechelen, W. van & Verhagen, E. Injury Risk During Different Physical Activity Behaviours in Children: A Systematic Review with Bias Assessment. *Sports Med* 45, 327–336 (2015).
- ⁵¹ Bundy, A. C. et al. The risk is that there is 'no risk': a simple, innovative intervention to increase children's activity levels. *International Journal of Early Years Education* 17, 33–45 (2009).
- ⁵² Brussoni, M. et al. What is the Relationship between Risky Outdoor Play and Health in Children? A Systematic Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 12, 6423–6454 (2015).
- ⁵³ Janke Wesselius, Jolanda Maas, Dieuwke Hovinga. De 'leer'kracht van schoolpleinen. Lectoraat Natuur & Ontwikkeling Kind, Leiden 2015
- ⁵⁴ Niv, Y., Langdon, A. & Radulescu, A. A freechoice premium in the basal ganglia. *Trends Cogn. Sci. (Regul. Ed.)* 19, 4–5 (2015).
- ⁵⁵ Cockburn, J., Collins, A. G. E. & Frank, M. J. A Reinforcement Learning Mechanism Responsible for the Valuation of Free Choice. *Neuron* 83, 551–557 (2014).
- ⁵⁶ Buchsbaum, D., Gopnik, A., Griffiths, T. L. & Shafto, P. Children's imitation of causal action sequences is influenced by statistical and pedagogical evidence. *Cognition* 120, 331–340 (2011).
- ⁵⁷ Bonawitz, E. et al. The double-edged sword of pedagogy: Instruction limits spontaneous exploration and discovery. *Cognition* 120, 322–330 (2011).
- ⁵⁸ Kirschner, P. A., Sweller, J. & Clark, R. E. Why Minimal Guidance During Instruction Does Not Work: An Analysis of the Failure of Constructivist, Discovery, Problem-Based, Experiential, and Inquiry-Based Teaching. *Educational Psychologist* 41, 75–86 (2006).
- ⁵⁹ Schneller, M. B. et al. Are children participating in a quasi-experimental education outside the classroom intervention more physically active? *BMC Public Health* 17, (2017).
- ⁶⁰ Pearson, N., Braithwaite, R. & Biddle, S. J. H. The effectiveness of interventions to increase physical activity among adolescent girls: a meta-analysis. *Acad Pediatr* 15, 9–18 (2015).
- ⁶¹ Vries, S. de, Winsum-Westra, M., Vreke, J. & Langers, F. Jeugd, overgewicht en groen. (Alterra, 2008).
- ⁶² Pellegrini, A. D. *Recess: Its Role in Education and Development.* (L. Erlbaum Associates, 2005).
- ⁶³ Van den Berg, Koenis & Van den Berg. Spelen in het groen : effecten van een bezoek aan een natuurspeeltuin op het speelgedrag, de lichamelijke activiteit, de concentratie en de stemming van kinderen. WUR (2012).
- ⁶⁴ Dymont, J. E. & Bell, A. C. Grounds for movement: green school grounds as sites for promoting physical activity. *Health Educ Res* 23, 952–962 (2008).
- ⁶⁵ Schutte, A. R., Torquati, J. C. & Beattie, H. L. Impact of Urban Nature on Executive Functioning in Early and Middle Childhood. *Environment and Behavior* (2015).
- ⁶⁶ Bratman, G. N., Daily, G. C., Levy, B. J. & Gross, J. J. The benefits of nature experience: Improved affect and cognition. *Landscape and Urban Planning* 138, 41–50 (2015).
- ⁶⁷ Amoly, E. et al. Green and blue spaces and behavioral development in Barcelona schoolchildren: the BREATHE project. (2014).
- ⁶⁸ 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).

⁶⁹ 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).

⁷⁰ Mårtensson, F. et al. Outdoor environmental assessment of attention promoting settings for preschool children. *Health Place* 15, 1149–1157 (2009).

⁷¹ Dadvand, P. et al. Green spaces and cognitive development in primary schoolchildren. *Proc Natl Acad Sci U S A* 112, 7937–7942 (2015).

⁷² Taylor, A. F., Kuo, F. E. & Sullivan, W. C. Views of nature and selfdiscipline: evidence from inner city children. *Journal of Environmental Psychology* 22, 49–63 (2002).

