

Wetenschappelijke doorbraken de klas in!

Sport, Slimme computers en Automatisch gedrag

Jan van Baren-Nawrocka, Sanne Dekker & Miriam de Boer (redactie)

Hoofdstuk 4: Automatisch gedrag

Wetenschappelijke doorbraken de klas in!

Sport, Slimme computers en Automatisch gedrag



Jan van Baren-Nawrocka, Sanne Dekker & Miriam de Boer (redactie)



Colofon

Redactie: drs. Jan van Baren-Nawrocka, dr. Sanne Dekker & dr. Miriam de Boer

Opmaak: Jimmy Israel

Druk en afwerking: Tuijtel, Hardinxveld-Giessendam

Coverfoto's: Jimmy Israel (voorkant) en Merel van 't Leven (achterkant), © WKRU

Eerste druk, januari 2020

ISBN: 978-90-830422-1-3

NUR-code: 190

Wilt u een exemplaar bestellen?

Ga naar: www.wkru.nl/boek

Uitgave:

Wetenschapsknooppunt Radboud Universiteit

FNWI, postvak 77

Postbus 9010

6500 GL Nijmegen

Nederland

E-mail: infowkru@ru.nl

Telefoon: 024 366 72 22

Internet: www.wkru.nl; www.wetenschapdeklasin.nl



2020 Wetenschapsknooppunt Radboud Universiteit

Dit werk is gelicenseerd onder de licentie Creative Commons Naamsvermelding-NietCommercieel-GelijkDelen 4.0 Internationaal.

Ga naar <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.nl> voor meer informatie over deze licentie.

Voor afbeeldingen gelden andere licentievoorwaarden; zie foto- en illustratieverantwoording achterin dit boek (p. 128).

Hoofdstuk 4 Automatisch gedrag

In dit hoofdstuk beschrijven we een project onderzoekend leren met als thema 'Automatisch gedrag'. Het thema is gebaseerd op het onderzoek van dr. Hanneke den Ouden en haar team naar het aanleren en onderdrukken van automatisch gedrag. Het hoofdstuk bestaat uit twee delen. In paragraaf 4.1 leggen de onderzoekers uit wat zij onder automatisch gedrag verstaan bij mens en dier, hoe hierin het laboratorium onderzoek naar gedaan wordt en of het mogelijk is het afleren van automatisch gedrag te beïnvloeden met medicijnen. Leraren kunnen deze paragraaf gebruiken om zichzelf en hun leerlingen inhoudelijk voor te bereiden op het thema. In paragraaf 4.2 beschrijven we diverse activiteiten waardoor leerlingen dit thema in de klas kunnen ervaren en inspiratie kunnen opdoen voor hun eigen onderzoek. Deze activiteiten zijn onderdeel van stap 1 en 2 ('introductie' en 'verkennen') van het onderzoekend leren. We raden leraren aan om de 'Leidraad onderzoekend leren' (Van Baren-Nawrocka & Dekker, 2019)  als uitgangspunt te nemen bij de uitvoering van dit project in de klas. Hierin staat een uitgebreide beschrijving van de zeven stappen van onderzoekend leren.

Kerdoelen voor dit thema

Mens en samenleving

34. De leerlingen leren zorg te dragen voor de lichamelijke en psychische gezondheid van henzelf en anderen.
35. De leerlingen leren zich redzaam te gedragen in sociaal opzicht, als verkeersdeelnemer en als consument.

Radboud Science Team 'Automatisch gedrag'

Het project 'Automatisch gedrag' is in het schooljaar 2018-2019 ontwikkeld door een team van onderzoekers van de Radboud Universiteit, basisschoolleraren en het WKRU. Het Radboud Science Team 'Automatisch gedrag' bestond uit de volgende personen:

Onderzoekers Radboud Universiteit

Dr. Hanneke den Ouden (universitair hoofddocent en onderzoeker), dr. Willeke Menks (postdoc), Ruben van den Bosch MSc (promovendus), Monja Froböse MSc (promovendus), Lieke Hofmans MSc (promovendus) en Johannes Algermissen MSc (promovendus). Allen zijn verbonden aan het Donders Institute for Brain, Cognition and Behaviour aan de Radboud Universiteit. Hanneke den Ouden en Johannes Algermissen zijn werkzaam in de onderzoeksgroep 'Leren en beslissen'. Ruben van den Bosch, Monja Froböse en Lieke Hofmans zijn werkzaam in de onderzoeksgroep 'Motivatie en cognitieve controle'. Willeke Menks is werkzaam in het consortium 'Taal en interactie'.

Scholen

De Lappendeken in De Steeg: Florentine Salleveld, Marscha de Winther (leraren)
De Regenboog in Malden: Jacky Schipper, Christel Pullens, Esther Pranger (leraren)

WKRU

Miriam de Boer (projectleider), Jan van Baren-Nawrocka (adviseur Wetenschapsonderwijs en projectleider)



Dr. Hanneke den Ouden

“Mijn geheim is dit: Ik doe onderzoek naar hoe we beslissingen nemen, maar zelf ben ik daar helemaal niet goed in! Als kind al vond ik dat verschrikkelijk moeilijk. Wil ik een hond of een poes? Wat wil ik eten voor mijn verjaardag? Ik kon zelfs niet beslissen wat mijn lievelingskleur was! (Uiteindelijk is het rood geworden. Of toch paars). Dingen beslissen is ook heel moeilijk, want er zijn vaak zoveel factoren die we kunnen meewegen. Dus om beter te begrijpen hoe we uiteindelijk besluiten wat te doen, en waarom sommige mensen er zoveel beter of sneller in zijn dan ik, besloot ik te gaan bestuderen hoe we beslissingen nemen.

Het liefst zouden we natuurlijk willen dat we gewoon automatisch wisten wat de beste beslissing is. En het lijkt er soms ook op dat we zonder erbij na te denken beslissen wat te doen. Mijn keuze voor onderzoek naar automatisch gedrag heeft ermee te maken dat ik het zo interessant vind dat we best veel dingen gedachte-loos kunnen ‘beslissen’, en dat dat ook eigenlijk heel vaak goed gaat. Dat is fijn, want dan houd je ruimte over in je hoofd voor andere zaken. Maar soms kan dat automatisch gedrag tot gekke fouten leiden, zoals dat je naar je oude huis fietst terwijl je al lang geleden verhuisd bent. Waar ik nu mee bezig ben, is te onderzoeken hoe we dat automatische gedrag optimaal kunnen inzetten als het tot het goede resultaat leidt, en hoe we weten wanneer het nodig is om je beslissing helemaal ‘door te denken’ en een bewuste keus te maken. Wie weet leer ik dat zelf dan ook nog een keer!” *(Foto: Jimmy Israel)*

4.1 Onderzoek naar het onderdrukken van automatisch gedrag

Dr. Hanneke den Ouden & Johannes Algermissen, MSc

Je kent vast de volgende situaties wel: je voelt je telefoon in je zak trillen, en grijpt die zonder nadenken - zelfs als je in de auto of op je fiets zit. Of je bent net verhuisd en fietst na je werk nog steeds richting je oude huis. Of je zit een film te kijken met een bak chips naast je en merkt ineens dat de hele bak leeg is. Dit zijn allemaal voorbeelden van automatisch gedrag. Dat kan aangeleerd zijn, doordat je het vaak zo hebt gedaan doe je het op een gegeven moment zonder erbij na te denken, als het ware op de automatische piloot, zoals dat naar huis fietsen. Er is ook automatisch gedrag dat meer een neiging is die (bijna) alle mensen hebben, bijvoorbeeld niet van snoep of chips kunnen afblijven en vluchten (of juist bevriezen) als er gevaar dreigt. Vaak is dat gekoppeld aan straf en beloning. Dit soort automatische gedrag is zelfs moeilijk te onderdrukken als je je er wel van bewust bent. Bijvoorbeeld om snoep en chips te laten staan.

In veel van de bovenstaande voorbeelden is automatisch gedrag niet handig. Hoe komt het dat we dat dan toch blijven doen?



Voorbeeld van automatisch gedrag dat niet zo handig is (Foto: Roman Pohorecki)

Eigenlijk is heel veel van ons gedrag automatisch. Dat is heel nuttig, want daardoor hebben we dan 'ruimte' over in ons hoofd om na te denken over andere dingen. Terwijl we op de automatische piloot naar huis fietsen, kunnen we bijvoorbeeld nadenken over onze plannen voor die avond of de boodschappen die we nog moeten doen. Daarnaast zorgt het ervoor dat we heel erg snel kunnen reageren op dingen in onze omgeving, omdat we ons niet hoeven concentreren op waar we mee bezig zijn (zoals fietsen).

Hoewel het dus vaak handig is als om dingen automatisch te doen, kan het ook leiden tot een uitkomst die minder gunstig is, zoals gewichtstoename door teveel snoepen of financiële problemen doordat je meteen geld uitgeeft als je iets wilt hebben. In die gevallen is het belangrijk om het automatische gedrag te remmen en te voorkomen dat het gevolgen heeft voor de lange termijn, zoals zwaarlijvigheid, verslaving of het ontbreken van pensioen. Het is daarom belangrijk om goed te begrijpen hoe automatisch gedrag tot stand komt en hoe we het kunnen remmen. Wij hebben daar onderzoek naar gedaan. Daarbij hebben we ons gericht op automatisch gedrag waarbij onze neigingen bij straf en beloning centraal staan.

In ons onderzoek hebben we automatisch gedrag bij mensen onderzocht. Ook hebben we onderzocht of het medicijn Ritalin kan helpen om automatisch gedrag te onderdrukken. Dit onderzoek liet twee belangrijke dingen zien. Als eerste dat mensen bepaald gedrag 'logisch' vinden en dat gedrag heel makkelijk kunnen aanleren, maar moeilijk weer kunnen onderdrukken. Als tweede dat het medicijn Ritalin kan helpen bij het onderdrukken van automatisch gedrag, maar dat dat niet voor iedereen geldt. Of Ritalin helpt of dat het juist verslechtert, hangt af van hoe goed je geheugen is.

Automatisch gedrag bij mensen is niet zoveel onderzocht. Mogelijk komt dat doordat het moeilijk uit te lokken is, of te meten in het lab, wanneer mensen zich er heel erg van bewust zijn dat ze geobserveerd worden en dus goed op hun gedrag letten. Er is wel veel onderzoek gedaan naar automatisch gedrag bij dieren. Bij dieren is automatisch gedrag juist heel zichtbaar. Het lijkt erop dat dieren een sterkere automatische piloot hebben dan mensen, wat het makkelijker maakt om het te bestuderen. Omdat de manier waarop mensen en dieren automatisch gedrag aanleren wel heel erg op elkaar lijkt, kunnen we dankzij onderzoek met dieren ook veel over automatisch gedrag bij mensen te weten komen. Daarom beschrijven we hieronder verschillende dierstudies uit de vorige eeuw, die de basis vormen voor ons onderzoek naar automatisch gedrag.

Automatisch gedrag bij dieren

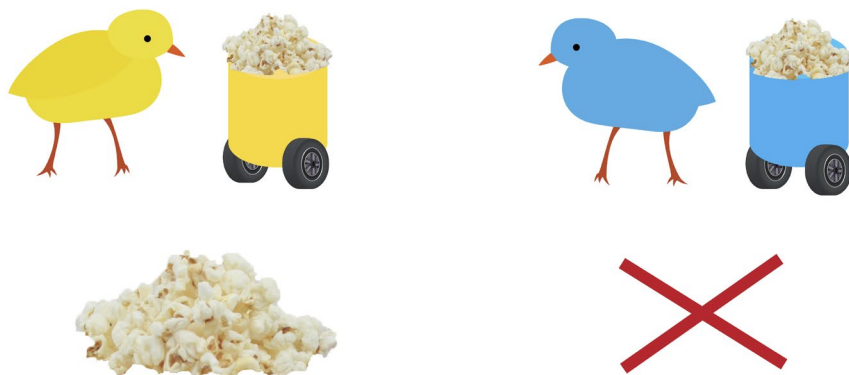
In 1898 beschreef de psycholoog Edward Lee Thorndike als eerste hoe dieren leren om de goede keuze te maken. Als een keuze een goed resultaat oplevert, bijvoorbeeld een beloning, dan zullen dieren deze actie in de toekomst herhalen. Maar wanneer een keuze tot een slecht resultaat leidt, dan zullen dieren deze actie in de toekomst vermijden. Hij noemde dit de 'wet van effect'. Daar bedoelde hij mee dat keuzes beïnvloed worden door de effecten die ze in het verleden gehad hebben.

Door deze 'wet' toe te passen bleek dat je dieren allerlei gedrag kan aanleren dat ze niet in het wild vertonen. Psychologen gebruikten bijvoorbeeld beloningen en straffen om een kip te leren dansen, een eend op drums te laten spelen en konijnen een plastic konijn een kusje te laten geven. De psycholoog Frederick Skinner ging in 1938 zelfs zo ver dat hij beweerde dat de wet van effect elke vorm van gedrag van mensen en dieren kan verklaren.

Als het waar is dat de wet van effect elke vorm van gedrag van mensen en dieren kan verklaren, dan zou dus ook ieder (fysiek mogelijk) gedrag aangeleerd moeten kunnen worden door middel van beloning en straf. Maar in 1961 ontdekten Keller en Marian Breland, twee leerlingen van Skinner, verschillende voorbeelden van gedrag dat dieren niet konden leren, hoe lang ze het ook probeerden. Daar schoot de wet van effect dus tekort. Dieren bleken vooral grote problemen te hebben met het loslaten van een voorwerp dat ze met een beloning associeerden, om daadwerkelijk een beloning te

krijgen. Bijvoorbeeld, een wasbeer moest muntjes in een mand stoppen om een snoepje te krijgen. Na een tijdje wilde de wasbeer de muntjes liever bewaren dan in de mand doen, ook al kreeg hij dan geen snoepje. Blijkbaar ontstond bij hem een neiging om de muntjes te houden, omdat hij deze associeerde met het snoep, en was die neiging zo sterk dat hij dit gedrag vol bleef houden, ondanks dat hij geen snoepje kreeg. In een ander voorbeeld moest een kip aan een hendel trekken zodat een bal over een speelveld rolde. Als die de overkant bereikte, kreeg de kip een beloning. Nadat dat een paar keer goed gegaan was, hield ze de bal bij zich, zodat ze geen beloning meer kreeg. De kip associeerde de bal zelf met voedsel, in plaats dat de bal de overkant bereikt. Uit het voorbeeld van zowel de kip als de wasbeer lijkt naar voren te komen dat automatisch gedrag in verband met beloning bij deze dieren eerder aan het benaderen en vasthouden van een voorwerp gekoppeld is dan aan het loslaten van een voorwerp. In een derde voorbeeld, gerapporteerd door de psycholoog Wayne Hershberger in 1986, moesten kuikentjes leren hoe ze bij een etensbakje moesten komen. Dat bakje stond op wieltjes en kon dus bewegen. Het bewoog naar ze toe als ze er naartoe gingen. In die situatie konden ze prima leren bij hun etensbakje te komen. Maar er was nog een tweede groep kuikentjes. Bij die tweede groep bewoog het bakje van ze af als ze ernaartoe gingen en naar ze toe als ze van het bakje wegliepen. Die kuikentjes moesten dus leren dat ze van het bakje weg moesten lopen, om ervoor te zorgen dat het bakje naar ze toe kwam. Die tweede groep kuikentjes had enorme problemen om te leren hoe ze bij hun etensbakje moesten komen. Feitelijk gingen ze altijd op hun 'automatische piloot' naar het bakje toe, waarmee ze het bakje van zich af joegen! En dat automatische gedrag konden ze niet afleren.

Dat het ook voor mensen moeilijk is om automatisch gedrag te onderdrukken, zien we bijvoorbeeld in de beroemde "Marshmallow-test" van de psycholoog Walter Mischel in de jaren zestig. Walter Mischel gaf aan kleuters een marshmallow en zei dan tegen hen dat hij even weg ging. "Als je hem



Kuikentjes die naar hun eten toe moesten bewegen voor een beloning konden dat makkelijk leren en kregen dus een beloning (links). Kuikentjes die van het eten moesten weglopen om een beloning te krijgen konden dat niet leren omdat ze automatisch naar het eten toe bleven lopen (rechts). Zij kregen dus uiteindelijk geen beloning. (Afbeelding door auteurs)

niet opeet voor ik terug kom, krijg je er nog een.” En dan ging hij een tijdje de deur uit. Het was heel erg moeilijk voor de kleuters om hun automatische gedrag te onderdrukken: ze hadden veel moeite om het lekkers te laten staan, en dus de drang te onderdrukken om de marshmallow meteen te pakken. Ze moesten echt een bewuste keuze maken om de marshmallow niet meteen op te eten. Ze gingen dan op hun handen zitten. Of heel hard een liedje zingen. En bij een aantal kinderen had Walter Mischel de deur nog niet achter zich dichtgedaan of ze hadden de marshmallow al in hun mond gestopt. Als kinderen opgroeien, worden ze meestal geduldiger en leren ze hun drang om de marshmallow meteen op te eten, beter te onderdrukken.

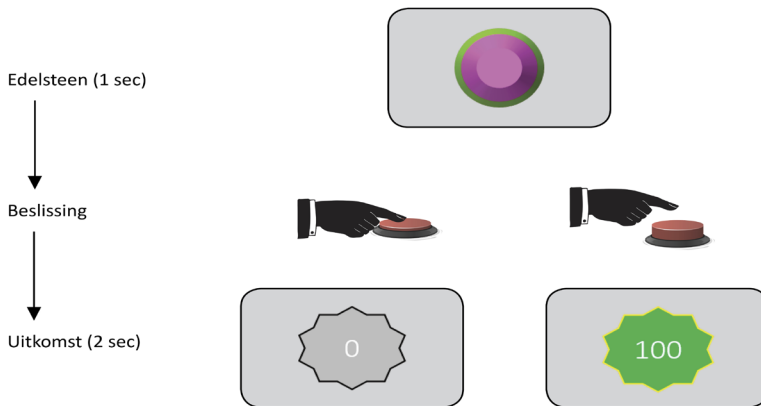
Bovenstaande experimenten laten zien dat dieren - en mensen dus ook – een natuurlijke drang hebben (automatisch gedrag) om objecten waar ze een beloning bij krijgen (bijvoorbeeld een etensbakje) te benaderen of vast te houden. Deze drang is meestal heel handig, want vaak moeten mensen actief zoeken naar beloningen of hard werken om ze te krijgen. Slechts zelden is het een goed idee om passief te wachten op een beloning. In zulke zeldzame situaties moeten mensen erg hun best doen om de drang te onderdrukken om actie te ondernemen, omdat dat juist negatieve gevolgen kan hebben. Bijvoorbeeld als je bij het stoplicht staat en je een vriend aan de andere kant van de straat ziet. In plaats van rechtstreeks naar je vriend toe te rennen, moet je natuurlijk wachten tot het verkeerslicht groen wordt!

Samengevat heeft voorafgaand onderzoek dus laten zien dat dieren en mensen bij automatisch gedrag eenvoudige regels lijken te gebruiken om beslissingen te nemen. Deze ‘vuistregels’ zijn bijvoorbeeld ‘als je een beloning ziet, ga erop af’, of ‘als je bedreigd wordt, blijf stil zitten’. Die neigingen zijn heel nuttig, want ze zorgen ervoor dat je snel en zonder na te denken meestal de goede beslissingen neemt. Soms zijn ze echter zo sterk dat het heel moeilijk is om ze te onderdrukken, zoals bij de marshmallowtest.

Automatisch gedrag in het laboratorium

In ons onderzoek bekeken we hoe goed mensen automatisch gedrag kunnen onderdrukken. Automatisch gedrag nabootsen in het lab is niet zo makkelijk. Omdat het onbewust gebeurt, kun je mensen niet gewoon vragen om automatisch gedrag te vertonen. Wij hebben een goede manier gevonden om automatisch gedrag uit te lokken in het laboratorium, in een computerspel (zie Achtergrondinformatie ‘Automatisch gedrag in het lab’). Er zijn vier plaatjes in dit spel, waarbij je punten kan winnen (beloning) of verliezen (straf). De spelers krijgen steeds een van de vier plaatjes te zien. Bij elk plaatje moeten ze leren of ze in actie moeten komen (snel op een knop drukken), of zich juist moeten inhouden (niet drukken). We nodigden 100 mensen uit in ons lab om dit computerspel te komen spelen. Zoals verwacht konden spelers heel goed leren om in actie te komen voor een beloning. Ze waren er ook heel goed in om zich in te houden om straf te voorkomen. Maar bij sommige plaatjes moest het precies andersom. Dan moesten ze zich *inhouden* om een beloning te krijgen en juist in *actie* komen om de straf te vermijden. En dat vonden ze lastig. Zelfs als ze het heel vaak mochten proberen, bleven sommige mensen behoorlijk veel fouten maken.

In het onderzoek ontdekten we dat vrijwel alle deelnemers heel goed en snel in actie konden komen om een beloning te krijgen. Maar het lukte de meesten daarentegen veel minder goed om zich in te houden om een beloning te krijgen. Ze vonden het dus lastig om hun automatische reactie te onderdrukken, namelijk niet in actie komen voor een beloning. Maar er zat wel verschil tussen de deelnemers: Sommige deelnemers lukte het bijna nooit om hun automatisch gedrag te onderdrukken



Verloop van computerspel waarmee automatisch gedrag in het lab gemeten kan worden (Afbeelding door auteurs)

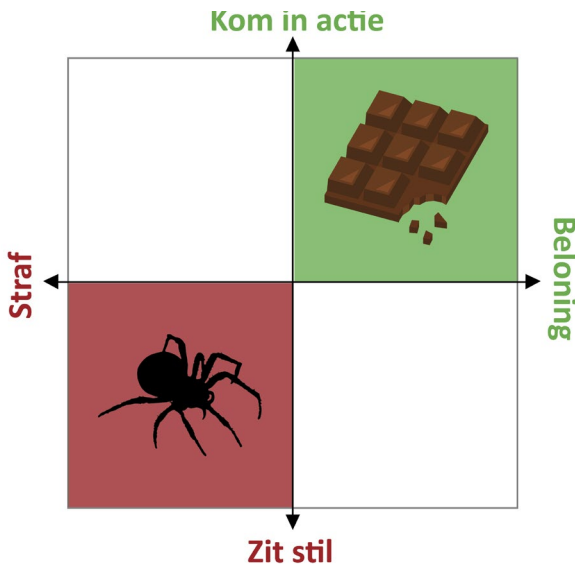
als dat nodig was. Anderen konden zich goed inhouden om een beloning te krijgen, hoewel ze nog steeds wel af en toe een foutje maakten. Daarnaast waren ook vrijwel alle deelnemers heel goed in zich *inhouden* om straf te voorkomen. Dus zodra een straf dreigde, hielden ze zich muisstil. Maar het lukte ook weer de meesten veel minder goed om in *actie* te komen bij dreiging van straf. Ook hierbij leerden sommigen wel aardig om deze automatische neiging te onderdrukken, terwijl anderen het niet lukte.

Uit ons onderzoek blijkt dus dat mensen, net als dieren, onbewust vinden dat 'actie' en 'beloning' bij elkaar horen. En 'straf' en 'je inhouden' ook. Voor kinderen zal dat herkenbaar zijn: Als je iets goed doet dan krijg je beloning, en als je niks gekst doet en niet zit te klieren dan krijg je geen straf.

Met het computerspel hebben we het dus voor elkaar gekregen dat mensen automatisch gedrag, dat ze in het echte leven vertonen, ook in het laboratorium laten zien. Dat biedt nieuwe mogelijkheden om meer kennis op te doen over (het onderdrukken van) automatisch gedrag. We kunnen bijvoorbeeld in kaart brengen wat er met de hersenactiviteit gebeurt tijdens het uitvoeren van automatisch gedrag (zie Achtergrondinformatie 'Hersenen en automatisch gedrag'). Ook kunnen we zien of het gedrag verandert als we de opdracht iets aanpassen, bijvoorbeeld of het automatische gedrag sterker wordt als we mensen om echt geld laten spelen in plaats van punten. Of als we bijvoorbeeld het medicijn Ritalin geven.

Medicijnen tegen automatisch gedrag?

Het is dus heel lastig om automatisch gedrag af te leren. In sommige gevallen is dat wel nodig, bijvoorbeeld als mensen zo vaak een keuze maken die niet goed voor hen uitpakt dat het lijkt alsof ze de controle over hun gedrag zijn kwijtgeraakt. Dat is bijvoorbeeld het geval bij verslaving. We vroegen ons af of medicijnen kunnen helpen om automatisch gedrag af te leren. Daarin keken we in het bijzonder naar het medicijn Ritalin. Dit medicijn heeft onder andere effect op *dopamine*: een stofje in de hersenen dat een belangrijke rol speelt bij het aanleren van gedrag (zie Achtergrondinformatie 'Dopamine' en 'Ritalin en dopamine'). Om uit te vinden of Ritalin het makkelijker maakt om automatisch gedrag af te leren, lieten wij alle 100 mensen die aan ons onderzoek meededen twee keer naar



Een beloning lokt uit om in actie te komen; straf lokt uit om stil te zitten (Afbeelding door auteurs)

het lab komen om het computerspel voor automatisch gedrag uit te voeren. Eén van die twee keer kregen ze Ritalin; de andere keer kregen ze een pil zonder werkzame stof (placebo).

Verrassend genoeg bleek dat deelnemers gemiddeld niet beter werden in het onderdrukken van automatisch gedrag als ze Ritalin slikten. Toch was dat niet de eindconclusie van ons onderzoek. Toen we goed naar de resultaten keken, zagen we dat Ritalin bij ongeveer de helft van de deelnemers ervoor zorgde dat ze hun automatische gedrag beter konden onderdrukken. De andere helft van de deelnemers kon na het slikken van Ritalin juist minder goed hun automatisch gedrag onderdrukken. Het bleek dat dat te maken had met hun geheugen. Bij mensen met een minder goed geheugen hielp Ritalin goed om een automatische reactie te onderdrukken als dat nodig was (maar ook als het niet nodig was!). Maar bij mensen met een beter geheugen hielp het niet: het werkte zelfs averechts! Uiteindelijk is onze conclusie dan ook dat mensen niet alleen verschillen in hoe goed ze zijn in het onderdrukken van hun automatische gedrag, maar ook in het effect dat Ritalin daarop heeft.

Conclusies

Ons onderzoek liet twee belangrijke dingen zien. Als eerste dat in actie komen voor een beloning en je inhouden om straf te voorkomen heel vanzelfsprekende acties zijn, die mensen heel makkelijk kunnen aanleren (automatisch gedrag), maar moeilijk kunnen onderdrukken. Als tweede dat het medicijn Ritalin bij mensen met een minder goed geheugen kan helpen om automatisch gedrag te onderdrukken, maar dat Ritalin nemen het juist moeilijker maakt voor mensen met een goed geheugen.

Maatschappelijke relevantie

Het is belangrijk om te begrijpen hoe we leren met beloningen en straf in het vooruitzicht. Dan snappen we misschien waarom mensen soms dingen doen die negatieve gevolgen voor ze hebben. Bijvoorbeeld al hun spaargeld uitgeven aan een veel te dure auto in plaats van het geld te besteden

aan een hoognodige dakreparatie. Of zoveel snoepen dat ze misselijk worden. In ons onderzoek proberen we uit te vinden waarom mensen sommige dingen heel makkelijk vinden om te doen, terwijl ze andere dingen heel moeilijk leren. Als we dat beter begrijpen dan kunnen we hopelijk mensen helpen te voorkomen dat ze keuzes maken waar ze achteraf vervelende gevolgen van ondervinden.

Inmiddels weten we uit veel onderzoek dat dopamine een belangrijke rol speelt bij het nemen van beslissingen en dat de dopaminehuishouding verstoord is bij veel mensen met psychische problemen. Omdat we de dopaminehuishouding met medicatie kunnen beïnvloeden, wordt soms medicatie ingezet om mensen te helpen die psychische problemen ervaren. Maar deze medicatie helpt sommige mensen helemaal niet. Eén van de grote puzzelstukken voor artsen is dat medicijnen die dopamine in de hersenen beïnvloeden, bij verschillende mensen heel verschillende effecten hebben. Eigenlijk weten we niet zo goed bij wie medicatie nou wel, en bij wie die niet gaat helpen. Als eerste stap zijn wij daarom bij gezonde mensen gaan kijken of we erachter kunnen komen bij wie het medicijn Ritalin wel helpt om automatisch gedrag af te leren, en bij wie niet. We beginnen bij gezonde mensen omdat de reden dat medicatie wel of niet helpt, niet per se samenhangt met de psychische problemen zelf. De mate waarin Ritalin helpt bleek te maken te hebben met hoe goed het geheugen van mensen is. Maar dit onderzoek is nog lang niet af! De kans is groot dat nog veel meer dingen invloed hebben op waarom Ritalin bij de een wel, en bij de ander niet helpt. Als we daarachter kunnen komen, kunnen we steeds beter voorspellen of Ritalin wel of niet helpt. Als we goed weten hoe het bij gezonde mensen werkt, is de volgende stap om te onderzoeken of we ook bij patiënten kunnen voorspellen wanneer het helpt. Dat zijn immers de mensen bij wie de medicatie ook daadwerkelijk zal worden voorgeschreven.

Onderzoek naar automatisch gedrag

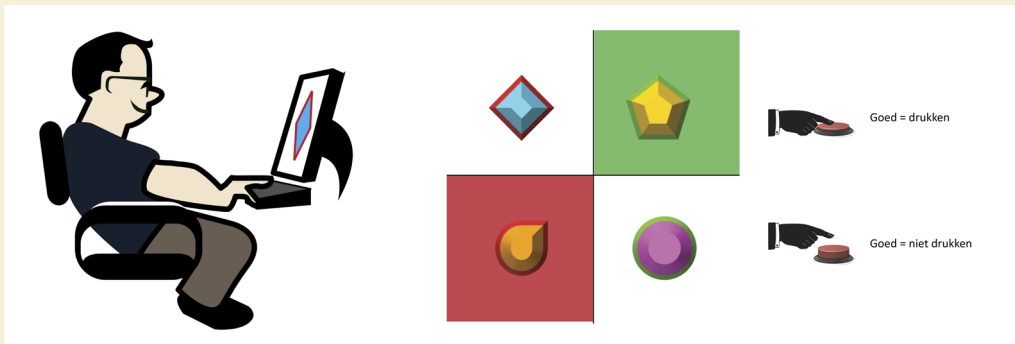
In onderstaand kader geeft dr. Hanneke den Ouden een voorbeeld van hoe zij met haar team onderzoek heeft gedaan naar automatisch gedrag. Zij beschrijft haar onderzoeksvraag, de manier waarop zij deze vraag probeerde te beantwoorden, de resultaten die het onderzoek opleverde en de vervolgvragen die het onderzoek oproep. Hiermee willen we het verband laten zien tussen de aanpak van een onderzoeker en die van de leerlingen.

Onderzoeksvraag	Kan Ritalin helpen automatisch gedrag bij mensen te onderdrukken als dat nodig is?
Hypothese	Mensen kunnen automatisch gedrag beter onderdrukken met behulp van Ritalin.
Onderzoeksaanpak	We hebben 100 mensen in ons lab een computerspel laten spelen. In het spel krijgen de spelers steeds plaatjes te zien. Bij sommige plaatjes kunnen mensen punten winnen, maar bij andere kunnen ze punten verliezen. Bij elk plaatje moeten ze leren of ze in actie moeten komen (snel op een knop drukken), of zich juist moeten inhouden (niet drukken). Om te onderzoeken of Ritalin de prestaties van mensen op deze taak beïnvloedt, kwamen de deelnemers twee keer naar het lab om de taak te spelen waarbij ze een keer Ritalin kregen en een keer een pil zonder werkzame stof (placebo).
Resultaten	Iedereen was er goed in om voor belonende plaatjes in actie te komen en zich in te houden voor plaatjes waarbij ze konden verliezen. Dat ging automatisch goed. Maar voor plaatjes waarbij het andersom moest, en je de automatische reactie moest onderdrukken, vonden mensen dat heel moeilijk. In die situatie bleek dat Ritalin sommige mensen hielp, maar andere mensen niet. Ongeveer de helft van de groep haalde meer punten als ze Ritalin hadden genomen dan met het placebo, wanneer ze hun automatische gedrag moesten onderdrukken. De andere helft van de deelnemers haalde juist minder punten met Ritalin dan met het placebo. De groep die beter presteerde met Ritalin, had een minder goed geheugen dan de groep die geen profijt had van Ritalin.
Conclusie	Ritalin kan sommige mensen helpen bij het onderdrukken van hun automatische gedrag, maar maakt het moeilijker voor andere mensen. Hoe goed het geheugen van mensen is speelt daarbij een rol.
Wat betekenen deze resultaten voor het dagelijks leven van kinderen?	Sommige mensen hebben problemen met het beheersen van hun automatische gedrag. We willen graag uitzoeken of Ritalin deze mensen kan helpen om hun gedrag beter te beheersen.
Vervolg vragen	We zouden graag willen weten in welke hersengebieden automatisch gedrag tot stand komt, en welke hersengebieden helpen om het te onderdrukken. We zijn ook geïnteresseerd in hoe we mensen kunnen helpen met het leren beheersen van hun gedrag.

ACHTERGRONDINFORMATIE

Automatisch gedrag in het lab

In het echt weten we dat automatisch gedrag uitgelokt wordt door dingen die beloning beloven of juist een dreigende straf voorspellen. Zo zullen we die lekkere chocola meteen willen oppakken, terwijl we bij het zien van een spin heel stil blijven zitten. In het lab, waar we niet zoveel spinnen en chocola hebben, hebben we een computerspel gebruikt om automatisch gedrag uit te lokken en te onderzoeken. In dat spel moeten deelnemers proberen zoveel mogelijk punten te verzamelen (de beloning), en voorkomen dat ze punten verliezen (de straf). Ze krijgen steeds kort een plaatje van een edelsteen te zien. Zodra de edelsteen verschijnt, kiezen ze zo snel mogelijk of ze wel of niet op een knop willen drukken. Als ze willen drukken, moeten ze dat binnen 1 seconde doen, voor het plaatje weer verdwijnt. Of deelnemers punten krijgen als ze op de knop drukken hangt af van de kleur van de edelsteen. Bij de gele edelsteen winnen deelnemers 100 punten als ze op de knop drukken; als ze niet drukken, krijgen ze 0 punten. Bij de roze edelsteen winnen deelnemers juist 100 punten als ze niet op de knop drukken; als ze dat wel doen, krijgen ze 0 punten. Deze gele en roze edelstenen hebben een groene rand, om aan te geven dat je punten kan winnen. Er zijn echter ook edelstenen met een rode rand. Bij die edelstenen verlies je 100 punten als je de verkeerde keuze maakt. Als je het goede doet (drukken bij blauw, niet drukken bij oranje) verlies je geen punten.

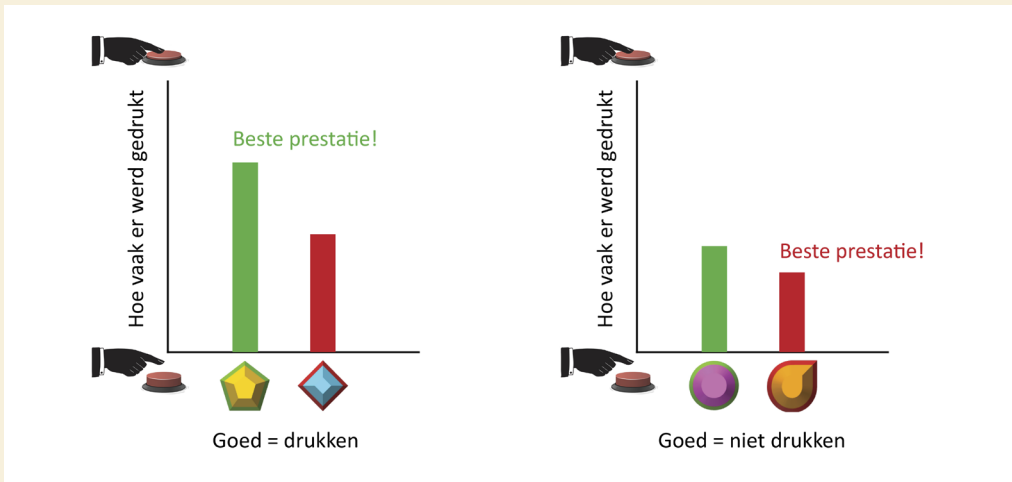


De vier typen edelstenen die voorkomen in het computerspel (Afbeelding door auteurs)

Toen we 100 proefpersonen dit spel lieten spelen, ontdekten we dat ze het bij sommige edelstenen veel beter deden dan bij andere. Als ze op een knop moesten drukken was dat makkelijk wanneer ze daar punten voor kregen, dus een beloning kregen (gele edelsteen), dan wanneer ze er punten mee verloren, dus straf kregen (blauwe edelsteen). Omgekeerd vonden ze het makkelijker zich in te houden als ze daarmee geen punten verloren (oranje edelsteen) dan wanneer ze niks moesten doen om punten te winnen (roze edelsteen).

Hersenen en automatisch gedrag

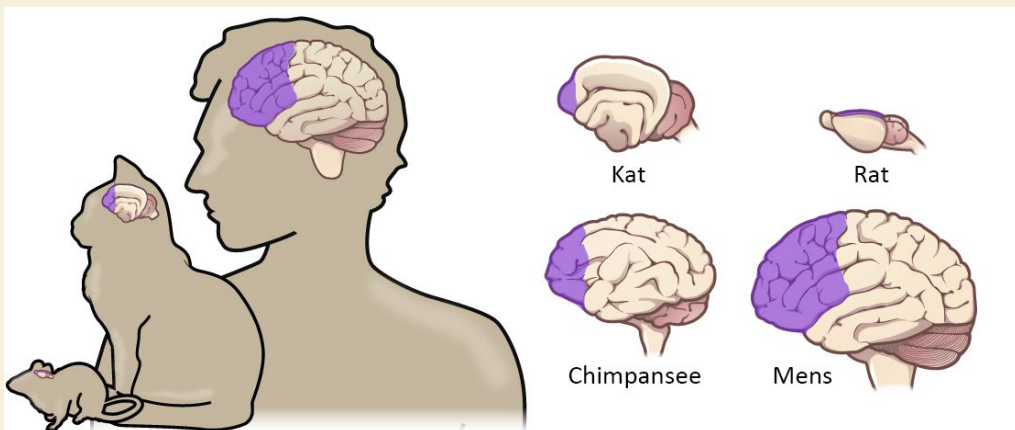
Dierlijke en menselijke hersenen hebben veel overeenkomsten, maar er zijn ook verschillen. Een belangrijk verschil is dat de *prefrontale cortex* bij mensen veel groter is dan bij enig ander dier. De prefrontale cortex is een hersengebied dat zich aan de voorkant van het hoofd bevindt. Het is belangrijk voor veel complexe psychologische processen, zoals geheugen, aandacht, denken of besluitvorming. Het is ook belangrijk bij het onderdrukken van automatisch gedrag. Veel dieren hebben een relatief kleine (of zelfs geen) prefrontale cortex. Daardoor is het voor dieren moeilijker (of zelfs onmogelijk) om hun automatische gedrag te beheersen. Mensen verschillen ook in hoe



De resultaten van ons onderzoek (Afbeelding door auteurs)

goed hun prefrontale cortex is ontwikkeld. Sommige mensen zijn daardoor beter in het afleren van hun automatische gedrag dan anderen.

De prefrontale cortex ontwikkelt zich heel erg langzaam, wel totdat we 25 jaar oud zijn. Het is daarmee het laatste hersengebied dat 'volwassen' wordt. Andere hersengebieden zijn sneller in hun ontwikkeling. Vooral hersengebieden die erg diep in het hoofd zitten - en die waarschijnlijk verantwoordelijk zijn voor automatische reacties - zijn veel eerder volwassen. Daardoor kan er tijdens de puberteit een disbalans zijn tussen verschillende hersengebieden, waarbij de prefrontale cortex nog niet volledig is ontwikkeld en problemen heeft met het beheersen van andere hersengebieden. Dit zou kunnen verklaren waarom pubers soms problemen hebben met zichzelf 'in bedwang houden'. Hun prefrontale cortex is misschien nog niet volledig ontwikkeld, terwijl andere hersengebieden al volledig volwassen zijn.



De prefrontale cortex in dieren en mensen (Aangepast van: CNX OpenStax)

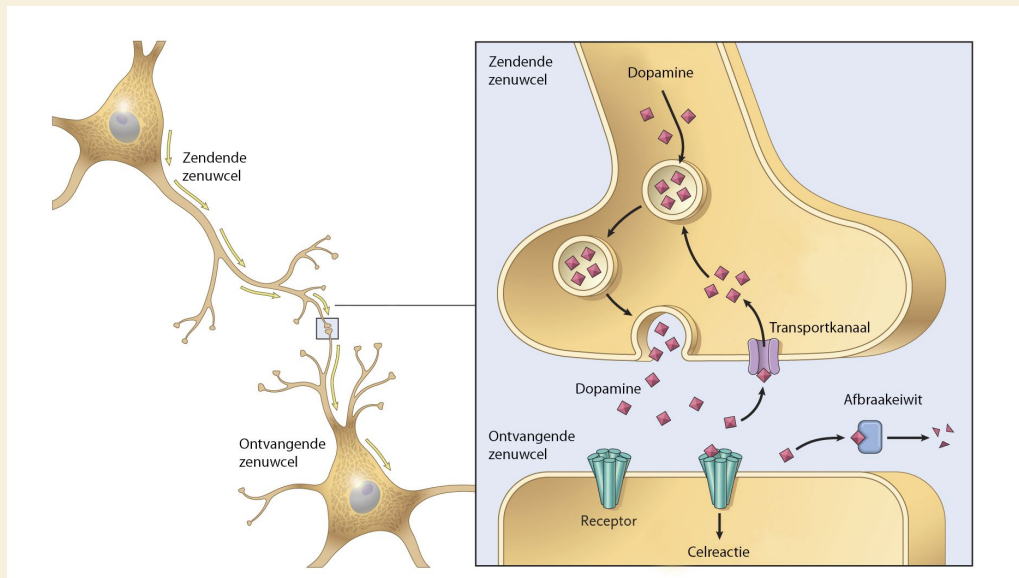
Dopamine

Dopamine is een stof (een neurotransmitter) die dienstdoet als boodschapper in onze hersenen. Het helpt om informatie van de ene hersencel naar de andere over te brengen. Twee functies van dopamine zijn belangrijk voor het onderzoek naar automatisch gedrag. Ten eerste helpt dopamine je om in actie te komen en te gaan bewegen. Daarnaast is dopamine belangrijk bij het verwerken van beloning en straf. Als je verwacht dat er een beloning aankomt, stijgt dopamine enkele milliseconden. Maar als je denkt dat er iets vervelends kan gaan gebeuren, dan daalt dopamine juist enkele milliseconden. Als je weet dat meer dopamine je helpt om te gaan bewegen, dan is het geen wonder dat we de neiging hebben bij beloning in actie te komen en bij dreiging van een straf juist stil te blijven zitten.

Ritalin en dopamine

Het medicijn Ritalin heeft effect op de hoeveelheid dopamine in de hersenen. Dat gebeurt onder andere doordat Ritalin een eiwit blokkeert dat dopamine 'opruimt' nadat het is vrijgekomen. Ritalin voegt dus geen dopamine van buitenaf toe, maar zorgt ervoor dat de dopamine die er van nature is, langer beschikbaar blijft. Het effect van Ritalin hangt dus af van hoeveel natuurlijke dopamine mensen in hun hersenen hebben. We denken dat mensen met een goed geheugen meer dopamine kunnen produceren. Dat zou verklaren waarom in ons onderzoek het geheugen het effect van Ritalin bepaalt, maar hoe weten we niet precies. Hoewel er een aantal aanwijzingen zijn dat de hoeveelheid dopamine en je geheugen met elkaar te maken hebben, is nog veel meer onderzoek nodig om te begrijpen hoe dat verband precies in elkaar zit.

Naast dopamine heeft Ritalin ook invloed op een andere boodschapperstof in de hersenen: noradrenaline. Het zou dus ook kunnen dat de resultaten van ons onderzoek te maken hebben met noradrenaline en niet, of niet alleen, met dopamine. We moeten, kortom, nog een hoop onderzoek doen om dat allemaal uit te pluizen.



Dopamine in de zenuwcel (Aangepast van: NIDA (NIH))

Verder lezen, kijken en luisteren

Onderstaande links staan ook op de website www.wetenschapdeklasin.nl bij dit thema. ●

Video's WKRU

- Videoportret Hanneke den Ouden bij uitreiking Radboud Science Awards 2018 ●
- Lezing voor kinderen door Hanneke den Ouden bij uitreiking Radboud Science Awards 2018 ●

Overeenkomsten tussen mensen en dieren

- SchoolTV video over de overeenkomst tussen gedrag bij dieren en bij mensen (tot aan 2:28 en vanaf 8:11) ●
- Filmpje van het Klokhuys over de hersenen van dieren en mensen ●

Automatisch gedrag en het veranderen van automatisch gedrag

- Populair wetenschappelijk blog over de neurowetenschap achter gewoonten ●
- Filmpje van de Marshmallow Test ●
- Artikel uit Psychologie Magazine over het afleren van automatisch gedrag ●
- Opname van publiekslezing van de Universiteit van Utrecht over goede voornemens ●

Dopamine en Ritalin

- Filmpje van SchoolTV over dopamine en gameverslaving ●
- Filmpje van SchoolTV over Ritalin en over afwegingen om dit stofje te gebruiken om denkvermogen te verbeteren ●

De hersenen

- Lesideeën over het brein in de Donders Teaching Kit ●
- Meer lezen over wetenschappelijk onderzoek over het brein? De website <http://blog.donders.ru.nl> wordt wekelijks aangevuld met nieuwe artikelen over hersenonderzoek en wetenschap. ●

Prijswinnende wetenschappelijke artikel waarop het project is geïnspireerd:

Swart, J. C., Froböse, M. I., Cook, J. L., Geurts, D. E., Frank, M. J., Cools, R., & **Den Ouden, H. E.** (2017). Catecholaminergic challenge uncovers distinct Pavlovian and instrumental mechanisms of motivated (in) action. *Elife*, 6, e22169.

4.2 Onderzoek naar automatisch gedrag de klas in!

Radboud Science Team 'Automatisch gedrag'

Deze paragraaf beschrijft hoe je in de klas een project onderzoekend leren kunt opzetten bij het thema 'Automatisch gedrag'. Je vindt hier diverse activiteiten voor de introductie en verkenning van het project. Deze activiteiten zijn als eerste uitgevoerd bij basisschool de Lappendeken in De Steeg en de Regenboog in Malden.

Alle activiteiten samen vormen een beeld van het onderzoek naar automatisch gedrag dat in de voorgaande paragraaf staat beschreven. De relatie tussen de activiteiten en het onderwerp staat steeds expliciet uitgeschreven onder het kopje 'Verbinding met het thema'.

De online bijlagen waar bij verschillende activiteiten naar wordt verwezen, zijn te vinden op onze website www.wetenschapdeklasin.nl. Dit symbool  verwijst naar deze website.

Deze activiteiten zijn onderdeel van stap 1 en 2 ('introductie' en 'verkennen') van het onderzoekend leren. We raden leraren aan om de 'Leidraad onderzoekend leren' (Van Baren-Nawrocka & Dekker, 2019)  als uitgangspunt te nemen bij de uitvoering van dit project in de klas. Hierin staat een uitgebreide beschrijving van de zeven stappen van onderzoekend leren.



Leerlingen van de Regenboog inventariseren welk automatisch gedrag zij in het dagelijks leven uitvoeren (Foto: Jimmy Israel)



Stap 1. Introductie

Tijdens de introductiefase komen leerlingen voor het eerst in aanraking met een onderwerp. Het doel is hen te prikkelen en nieuwsgierig te maken naar het onderwerp.

INTRODUCTIEACTIVITEIT: AUTOMATISCH GEDRAG IN SPELLETJES

De leerlingen spelen diverse spellen waarin automatisch gedrag een belangrijke rol speelt.

Doelen

- Leerlingen ervaren dat zij soms automatisch gedrag vertonen.
- Leerlingen ervaren dat het moeilijk is om automatisch gedrag te onderdrukken.

Duur

20 minuten

Werkvorm

In drietallen

Benodigheden

- Overzicht 'Spellen met automatisch gedrag' 

Per groepje:

- Eén van de volgende spellen:
 - Kakkerlakkensalade
 - Vlotte geesten
 - Halli Galli Extreme
 - Mis of raak: hiervoor heb je niets nodig
 - Fopbal: hiervoor heb je een zachte bal nodig
- Instructieblad 'Samenvatting spelregels' 

Vorbereiding

Deze activiteit bestaat uit een circuit. Leg voor ieder groepje een spel en een instructie klaar. Zorg dat je zelf de spelregels van de spelletjes kent, zodat je vragen van de leerlingen kunt beantwoorden.

Activiteit

Verdeel de leerlingen in groepjes en laat elk groepje een spel spelen. Houd de tijd bij met de stopwatch en geef na acht minuten aan dat de groepjes via roulatie van spel mogen wisselen. Zorg dat alle groepjes minstens twee verschillende spellen hebben gespeeld.

Afronding

Laat de leerlingen elkaar vertellen wat voor spel ze hebben gedaan. Laat hen bedenken wat de overeenkomsten tussen de spellen zijn. Geef aan wat de verbinding van de spellen met het thema 'Automatisch gedrag' is. Vraag hen voor elk spel: 'Wat doe je bij dit spel automatisch?' en 'Wanneer moet je automatisch gedrag onderdrukken?'. Gebruik hiervoor ter ondersteuning de bijlage 'Spellen met automatisch gedrag'. Leg uit dat de leerlingen de komende weken met dit thema aan de slag gaan en er zelf onderzoek naar gaan doen.

Verbinding met het thema

Automatisch gedrag is vaak heel handig omdat het ons helpt om snel beslissingen te nemen. In deze spellen is dit gedrag ook vaak handig om te vertonen, omdat je onder tijdsdruk snel moet kiezen wat je moet doen. Maar net als in het echte leven kan automatisch gedrag in deze spellen in de weg gaan zitten. In alle spellen zijn bewust situaties gecreëerd waarin je automatisch gedrag juist moet onderdrukken. Tijdens deze activiteit ervaren de leerlingen hoe lastig dit is.

Tip

Als je de spellen zelf niet hebt, vraag dan of leerlingen 'Kakkerlakkensalade', 'Vlotte geesten' en 'Halli Galli Extreme' van thuis mee kunnen nemen.



Leerlingen van de Lappendeken ervaren hoe het is om onder tijdsdruk juist te reageren in diverse spellen (Foto: de Lappendeken)



Stap 2. Verkenning

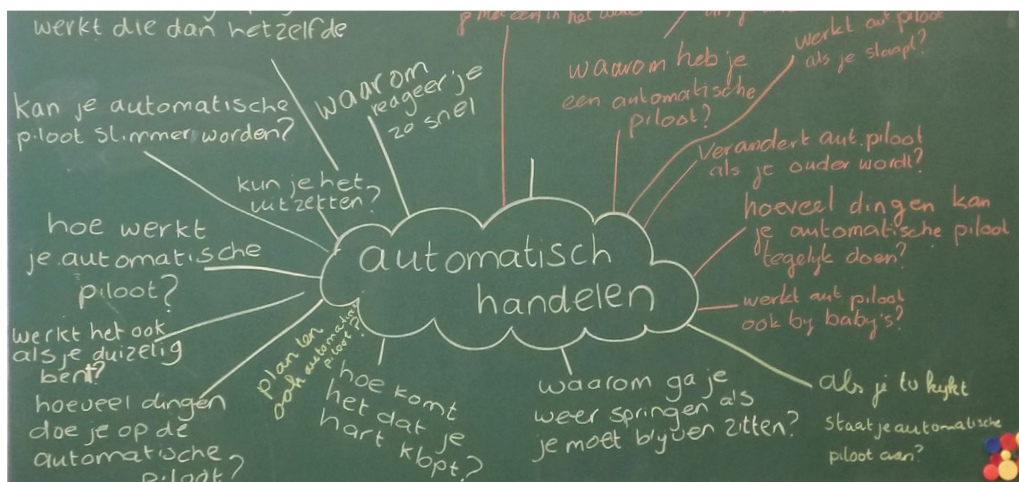
In de verkenningfase gaan de leerlingen het thema breed verkennen. Dit is het moment waarop de inhoudelijke basis voor het project wordt gelegd. Het gaat er in deze fase om dat leerlingen op verschillende manieren kennis opdoen over het thema. De kern van de verkenning bestaat uit het doen van activiteiten, die leerlingen soms in groepjes en soms klassikaal uitvoeren. Het is belangrijk dat je als leraar telkens de verbinding legt tussen de activiteit en wat daaruit te leren valt over het thema. Bij iedere activiteit is deze verbinding beschreven.

Zorg daarnaast dat je het thema ook overkoepelend goed toelicht en uitlegt aan de leerlingen. Je kunt daarvoor de lezing voor kinderen gebruiken die de onderzoeker eerder heeft gegeven  en de informatie die in paragraaf 4.1 beschreven staat.

Subthema's

Het ondervinden van het hoofdthema in subthema's kan leerlingen helpen om bij stap 3 een onderzoeksvraag te formuleren. Subthema's geven meer houvast, omdat ze vaak minder abstract zijn dan het hoofdthema. Bovendien zorgt het uitvoeren van activiteiten van verschillende subthema's voor meer diversiteit tussen de eigen onderzoeksvragen van de leerlingen. We hebben daarom ook binnen dit thema een aantal subthema's aangebracht. Per activiteit is aangegeven bij welk subthema ze passen:

- Automatisch gedrag
- Veranderen van automatisch gedrag
- Diergedrag
- Hersenen



Op een schoolbord van de Lappendeken worden vragen verzameld rondom het thema 'Automatisch handelen' (Foto: de Lappendeken)

ACTIVITEIT 1: IEDERE DAG AUTOMATISCH GEDRAG

De leerlingen worden zich door middel van een vragenlijst bewust van wanneer zij in hun dagelijks leven automatisch gedrag vertonen.

Subthema

Automatisch gedrag

Doelen

- De leerlingen maken kennis met het thema.
- De leerlingen worden zich ervan bewust wanneer zij in hun dagelijks leven automatisch gedrag vertonen.

Duur

15 minuten

Werkvorm

Individueel

Benodigdheden

Per leerling:

- Vragenlijst 'Iedere dag automatisch gedrag', digitaal of op papier
- Indien vragenlijst digitaal: smartphone, tablet, laptop of pc
- Post-its

Vorbereiding

Bekijk de vragen van de vragenlijst voorafgaand aan de activiteit. Kies of je de vragenlijst op papier of digitaal af wilt nemen. Digitaal heeft als voordeel dat je direct per vraag ziet hoeveel leerlingen voor elk antwoord hebben gekozen.

Activiteit

Laat de leerlingen individueel de vragenlijst invullen. De leerlingen denken daarbij na welk automatisch gedrag ze vertonen. Een voorbeeldvraag is: Ik loop of fiets altijd dezelfde route naar school. Toon de resultaten van de vragen op het digibord. Indien je de vragenlijst op papier hebt afgenomen, kun je de aantallen met handopsteken peilen. Bespreek enkele vragen klassikaal en laat een aantal leerlingen hun antwoord toelichten.

Afronding

Vraag de leerlingen of ze, naast de dingen die ze in de vragenlijst zagen, nog ander gedrag kunnen bedenken dat ze automatisch doen. Deel vervolgens post-its uit en laat de leerlingen deze gedragingen opschrijven. Bespreek dit na door een aantal leerlingen te vragen wat ze hebben opgeschreven.

Verbinding met het thema

Tijdens deze activiteit worden leerlingen zich bewust van hun eigen automatische gedrag in verschillende situaties.

ACTIVITEIT 2: AUTOMATISCH GEDRAG VERANDEREN

De leerlingen proberen automatisch gedrag te veranderen en houden hun ervaringen gedurende een week bij in een logboek.

Subthema

Veranderen van automatisch gedrag

Doelen

- De leerlingen worden zich bewust van hun automatische gedrag.
- De leerlingen ervaren hoe moeilijk het is om automatisch gedrag te veranderen.

Duur

30 minuten, daarnaast houden de leerlingen een logboek bij, dit kost 5 minuten per dag

Werkvorm

Klassikaal en individueel

Benodigdheden

- Eventueel: Filmpje van 'Hoofd, schouders, knie en teen' 
- Per leerling: Logboek 'Automatisch gedrag veranderen' 
- Van iedere leerling de ingevulde vragenlijst 'Iedere dag automatisch gedrag' van activiteit 1

Vorbereiding

Als je het liedje 'Hoofd, schouders, knie en teen' niet kent, kijk dan het filmpje.

Activiteit

Doe samen met de leerlingen 'Hoofd, schouders, knie en teen' om hen te laten kennismaken met het onderdrukken van automatisch gedrag. Zing de eerste keer samen het hele lied, en laat in de volgende keren telkens één woord weg en zing in de plaats daarvan 'mmm'. Dus de eerste keer 'mmm', schouders, knie en teen, de tweede keer 'mmm', 'mmm', knie en teen etc. Lukt het de leerlingen om hun neiging om het betreffende woord te zingen te onderdrukken?

Vertel de leerlingen dat ze automatisch gedrag gaan proberen te veranderen, net als ze bij het liedje hebben gedaan. Laat de leerlingen gedrag bedenken dat ze normaal gezien automatisch doen. Ter inspiratie kunnen leerlingen de ingevulde vragenlijst van activiteit 1 gebruiken. Laat hen één gedraging kiezen die ze een week lang gaan proberen te veranderen. Dit schrijven ze op in het logboek. Ze bedenken vooraf wat hun nieuwe gedrag wordt. Bijvoorbeeld: hun huidige gedrag is dat ze eerst hun brood uit hun tas pakken en dan hun drinken. Hun nieuwe gedrag wordt dat ze eerst hun drinken uit hun tas pakken en dan hun brood. Ook bedenken ze een strategie hoe ze dat zouden kunnen aanpakken. In het logboek houden de leerlingen gedurende een week dagelijks bij of het lukte om hun gedrag te veranderen. Herinner de leerlingen dagelijks om eraan te denken om hun logboek bij te werken en vraag hen regelmatig hoe het ermee gaat.



Leerlingen van de Regenboog houden in een dagboek bij welk automatisch gedrag zij willen veranderen (Foto: Jimmy Israel)

Laat de leerlingen na afloop van de week concluderen of het gelukt is om hun automatische gedrag te veranderen. Laat de leerlingen daarna in een groepje bespreken wat hun ervaringen zijn. Bespreek of het moeilijk was om je automatische gedrag te veranderen en hoe dit kwam.

Afronding

Bespreek na hoe het veranderen van automatisch gedrag is gegaan. Is het ene gedrag gemakkelijker te veranderen dan het andere gedrag? Bespreek ook hoe het zou kunnen dat het veranderen van automatisch gedrag bij de ene leerling beter ging dan bij de andere leerling.

Verbinding met het thema

Automatisch gedrag helpt ons om het dagelijks leven gemakkelijker te maken. Zo hoeven we niet telkens diep na te denken in welke volgorde we onze kleren aantrekken of hoe we deze keer naar school zullen fietsen. Dat bespaart tijd en energie. Soms moeten of willen we dit automatische gedrag wel veranderen, bijvoorbeeld als je steeds teveel snoept en af wilt vallen. Gedurende deze activiteit ervaren leerlingen hoe lastig het is om gedrag dat we normaal gezien zonder nadenken uitvoeren te veranderen.

ACTIVITEIT 3: SPRINGEN OF BLIJVEN ZITTEN?

In deze activiteit wordt het onderzoek naar automatisch gedrag nagebootst. Leerlingen moeten reageren op een figuur door op te springen of juist te blijven zitten. Zo ontdekken de leerlingen dat automatisch gedrag anders werkt als je wordt beloond dan als je er straf voor krijgt.

Subthema

Automatisch gedrag

Doel

Leerlingen ontdekken dat in actie komen voor een beloning en nietsdoen (je inhouden) om straf te vermijden, makkelijker is dan in actie komen om straf te vermijden en nietsdoen voor een beloning.

Duur

60 minuten

Werkvorm

Klassikaal en in drietallen (maak bij ongelijke aantallen één of twee tweetallen)

Benodigheden

- PowerPoint 'Springen of blijven zitten?' ●
- Per groepje: Spelkaartjes ●
- Per leerling: Scoreblad 1 en Scoreblad 2 ●
- Optioneel per leerling: Extra scoreblad ● (voor extra oefening in deel 2, zie tip)

Activiteit

Deel 1: Ervaren (klassikaal)

Leerlingen spelen een spel waarin ze zoveel mogelijk punten proberen te verdienen. In het spel zit een opbouw, eerst worden de groene figuren gebruikt, dan de rode en tenslotte rood en groen door elkaar.

In totaal komen vier figuren aan bod:

- Groene cirkel: springen om een punt te krijgen
- Groen vierkant: blijven zitten om een punt te krijgen
- Rode vijfhoek: blijven zitten om geen strafpunt te krijgen
- Rode driehoek: springen om geen strafpunt te krijgen

De vorm van het figuur bepaalt of de leerlingen moeten springen of blijven zitten en de kleur bepaalt of leerlingen punten kunnen winnen als ze de goede actie uitvoeren of punten verliezen (strafpunt) als ze de verkeerde actie uitvoeren. Om echt het gevoel te geven dat er iets te winnen valt is het een wedstrijd: wie de meeste punten heeft (of de minste stafpunten) die wint. Vaak zullen dat een aantal leerlingen zijn.

Leg eerst alleen de groene figuren uit met behulp van de PowerPoint (dia 2 en 3). Laat de leerlingen met deze figuren oefenen, daarbij worden nog geen punten toegekend en de figuren blijven zolang staan totdat je verder klikt (dia 4 t/m 8). Vervolgens spelen de leerlingen het spel op tempo en



Deze klas van de Regenboog probeert op het juiste moment te springen of juist op hun stoel te blijven zitten (Foto: Jimmy Israel)

noteren ze hun punten op scoreblad 1. Ze krijgen elk figuur slechts 2 seconden te zien (dia 9 t/m 27). In die twee seconden moeten ze gaan staan of blijven zitten. De dia met het figuur blijft automatisch 2 seconden zichtbaar, daarna komt een lege dia in beeld. Druk op spatiebalk of muis om het antwoord te zien en laat de leerlingen na elk figuur hun score noteren op scoreblad 1. Laat de leerlingen weten dat de volgende figuur komt en druk om die te laten zien. Laat leerlingen na afloop hun score berekenen en bespreek kort na hoe het ging. Wie heeft de meeste punten? Wat was makkelijker, om te springen voor een punt (cirkel) of te blijven zitten voor een punt (vierkant)?

Introduceer daarna de rode figuren (dia 29 en 30) en laat de leerlingen op dezelfde manier oefenen (dia 25 t/m 29) en het spel op tempo spelen (dia 36 t/m 54). Laat leerlingen hun score berekenen en bespreek kort na hoe het ging. Wie heeft de minste strafpunten? Wat was makkelijker: blijven zitten om geen strafpunt te krijgen of springen om geen strafpunt te krijgen?

Laat de leerlingen nu het spel op tempo spelen met de groene en rode figuren door elkaar (dia 57 t/m 81). Laat leerlingen hun score berekenen en bespreek kort na hoe het ging. Wie heeft de meeste punten? Wat was makkelijker: springen voor een punt (groene cirkel) of springen om geen strafpunt te krijgen (rode driehoek)? En wat was makkelijker, blijven zitten voor een punt (groen vierkant) of blijven zitten om geen strafpunt te krijgen (rode vijfhoek)?

Deel 2: Onderzoeken (drietallen)

De leerlingen hebben ervaren dat er een verschil zit tussen in actie komen voor een beloning en in actie komen om straf te vermijden. Nu gaan ze met hetzelfde principe zelf onderzoek doen.



*In groepjes stellen leerlingen van de Regenboog elkaar met kaartjes op de proef: bij welke figuren worden de juiste acties uitgevoerd?
(Foto: Jimmy Israel)*

Verdeel de leerlingen in drietallen en geef elk groepje een set spelkaartjes en voor elke leerling scoreblad 2. Laat leerlingen onderling rollen verdelen: proefpersoon, eerste onderzoeker en tweede onderzoeker. Leg de rollen in het groepje uit. De eerste onderzoeker beheert de kaartjes die ze schudt en in een stapeltje voor zich op tafel legt. Ze pakt telkens het bovenste kaartje en laat deze voor twee seconden aan de proefpersoon zien (ze meet dit door rustig te tellen: eenentwintig, tweeëntwintig). De proefpersoon probeert de juiste actie (springen of blijven zitten) direct uit te voeren. Dit moet binnen de 2 seconden. Als de proefpersoon binnen de gestelde tijd nog geen keuze heeft gemaakt (ze stond bijvoorbeeld half), telt dit als fout. De tweede onderzoeker noteert op het scoreblad wat er gebeurt.

Laat de leerlingen het spel eerst kort oefenen. Deze oefenronde telt nog niet mee voor de punten. De punten worden wel bijgehouden zodat de onderzoekers dat kunnen oefenen. Ze kunnen het bovenste deel van het scoreblad (oefenronde) gebruiken om de punten bij te houden en te berekenen.

Laat leerlingen vervolgens de kaartjes schudden en het spel spelen voor punten. Ze kunnen het tweede deel van het scoreblad (onderzoeksrunde) gebruiken om de punten bij te houden en te berekenen.

Laat de leerlingen van rol wisselen en herhaal het onderzoekje, inclusief oefening. Doe dit nogmaals, zodat alle leerlingen de drie rollen hebben gedaan.

Ter afsluiting bekijken de leerlingen hun scores, en bepalen ze bij welke figuren het vaakst de juiste actie werd uitgevoerd.

Afronding

Bespreek de activiteit na. Bespreek of er bepaalde figuren waren waarbij het gemakkelijker was om een beloning te krijgen of een straf. Hoe komt dit?

Verbinding met het thema

Uit het onderzoek van Hanneke den Ouden blijkt dat mensen, net als dieren, het gemakkelijker vinden om in actie te komen voor een beloning (groene cirkel). Om te blijven zitten voor een beloning moet je die neiging onderdrukken en dat is lastig (groene vierkant). Uit haar onderzoek blijkt ook dat blijven zitten voor een straf makkelijker is omdat we eerder geneigd zijn om ons in te houden bij dreiging van een straf (rode vijfhoek). Om te gaan springen voor een straf, moet je die neiging onderdrukken en ook dat is lastig (rode driehoek). De onderzoekers vonden dat hoe goed mensen zijn in het onderdrukken van automatisch gedrag sterk tussen proefpersonen varieert.

Tip

Als je tijdens het klassikale gedeelte hebt gemerkt dat het spel lastig is voor de leerlingen, laat hen dan bij deel 2 eerst oefenen met de twee groene figuren, dan met de twee rode figuren en dan pas met de groene en rode figuren door elkaar. Gebruik in dat geval het extra scoreblad.

ACTIVITEIT 4: AUTOMATISCH GEDRAG BIJ DIEREN

De leerlingen observeren dieren om te ontdekken welk automatisch gedrag ze vertonen.

Subthema's

- Automatisch gedrag
- Diergedrag

Doelen

- De leerlingen leren welke automatische gedragingen dieren hebben.
- De leerlingen leren automatische gedragingen in dieren te observeren.

Duur

60 minuten, waarvan 20 minuten observatie van een dier bij iemand thuis of op de kinderboerderij

Werkvorm

Klassikaal en in drie- of viertallen

Benodigdheden

- Voorbeeldfilmpje van automatisch gedrag bij een hond 0:55 tot 1:26 
- Dier om te observeren
- Per leerling: Werkblad 'Dierobservatie' 
- Zo mogelijk: Apparatuur om te fotograferen en filmen

Vorbereiding

In deze activiteit gaan de leerlingen dieren observeren. Dat kunnen huisdieren zijn of bijvoorbeeld dieren bij een kinderboerderij. Maak groepjes van drie of vier leerlingen rond beschikbare dieren/diersoorten, zodat leerlingen de observaties in ieder geval samen voorbereiden. Als huisdieren geobserveerd gaan worden, kijk dan of leerlingen zonder huisdier een keer meekunnen met leerlingen met huisdier. Mocht dat niet lukken dan kan de voorbereiding eventueel samen gedaan worden en de observatie door de leerling met huisdier, bij voorkeur met beeldmateriaal zodat de anderen kunnen meekijken.

Activiteit

Vertel de leerlingen dat ze tijdens deze activiteit automatisch gedrag bij dieren gaan observeren. Laat hen het voorbeeldfilmpje zien van de hond die een bal apporteert. Vraag welke voorbeelden de leerlingen kunnen bedenken van automatisch gedrag bij een hond en schrijf hun ideeën op.

Een aantal voorbeelden zijn:

- Als je je jas aantrekt, loopt de hond naar de riem.
- Als je een bal gooit, rent de hond er achteraan.
- Als je doet alsof je een bal gooit, rent de hond in de richting van je gooibeweging.
- Als je met het voerbakje schudt, komt de hond naar het voerbakje.
- Nadat mensen hebben gegeten, snuffelt de hond op de grond.
- Of een meer specifiek voorbeeld van een specifieke hond: de hond blaft als hij iemand ziet die iets roods aan heeft.

Vervolgens kiest elk groepje welk dier (of dieren) ze willen observeren. Ze bedenken welk automatisch gedrag het dier zou kunnen vertonen, en kiezen daar vier gedragingen uit die ze willen observeren. Ze schrijven deze op hun werkblad. Vervolgens testen de leerlingen of het dier inderdaad het automatische gedrag vertoonde dat zij verwachtten. Door te turven houden ze bij welk gedrag het dier vertoont. Ook schrijven ze het op, als ze nog ander automatisch gedrag in het dier observeren. Ze maken hiervan een kort verslag of een presentatie, eventueel ondersteund met foto's of filmpjes. In dit verslag laten ze zien welk automatisch gedrag het geobserveerde dier wel en niet vertoonde.



Leerlingen van de Regenboog observeren welk gedrag kippen vertonen wanneer zij deze proberen te aaien. Dit onderzoek wordt beschreven op blz. 119 (Foto: de Regenboog)

Afronding

Bespreek de activiteit na. Welk automatisch gedrag hebben de leerlingen allemaal ontdekt bij het dier dat ze observeerden? Welk gedrag hadden ze wel verwacht te zien, maar hebben ze niet geobserveerd? Hoe kan dat? Hoe hebben de dieren dit automatische gedrag geleerd? Denken de leerlingen dat het ene dier meer automatisch gedrag vertoont dan het andere? Vertonen dieren meer automatisch gedrag dan mensen? Denken ze dat dieren automatisch gedrag gemakkelijker kunnen veranderen of tijdelijk onderdrukken dan mensen?

Verbinding met het thema

Je kent vast de uitdrukking 'een gewoontedier' wel. Dieren vertonen, net als mensen, veel automatische gedragingen. In deze activiteit maken leerlingen kennis met dit soort gedragingen. In het onderzoek over automatisch gedrag wordt veel gebruik gemaakt van dierstudies omdat het automatisch gedrag van mensen en dieren soms op elkaar lijkt.

Tips

- Als je meer aandacht wilt besteden aan het gericht observeren, staan op de website verschillende activiteiten, waarin leerlingen leren observeren 🕒.
- Als leerlingen huisdieren gaan observeren is het aan te raden de ouders in te lichten, zodat leerlingen het niet vergeten.

ACTIVITEIT 5: LEVEND NEURAAL NETWERK

Leerlingen spelen een spel waarin zij zenuwcellen nabootsen die informatie uit de omgeving verwerken.

Subthema

Hersenen

Doelen

- De leerlingen krijgen inzicht in de manier waarop hersenen informatie uit de omgeving verwerken.
- De leerlingen leren dat de hersenen bestaan uit miljarden zenuwcellen, die samenwerken en signalen doorgeven.

Duur

60 minuten

Werkvorm

Klassikaal; een deel van de leerlingen doet mee, een deel observeert

Benodigdheden

- Twee filmpjes van SchoolTV over de hersenen en de zenuwen
- Overzicht opstelling 'Levend neuraal netwerk'
- Spelkaartjes 'Levend neuraal netwerk'
- Tabel juiste actie
- Knikker
- Knuffel
- Stopwatch
- Koptelefoon

Vorbereiding

Print de spelkaartjes één keer uit en knip ze los van elkaar. Het overzicht kan op het digibord geprojecteerd worden.

Activiteit

Laat ter inleiding de filmpjes van SchoolTV aan de leerlingen zien. Daarin wordt uitgelegd waar de hersenen zich bevinden, wat een neuraal netwerk is, wat zenuwcellen zijn en hoe zenuwcellen met elkaar communiceren.

Deel 1: Eén signaal doorgeven

Vertel dat jullie een spel gaan doen waarbij de klas een eenvoudig neuraal netwerk nabootst. Dit neurale netwerk bootst na hoe een signaal van 'beloning' of 'straf' verwerkt wordt, dus hoe informatie vanaf het oog via een signaal in de hersenen leidt tot een actie van het lichaam.

Gebruik het overzicht met de opstelling van deel 1 om het spel uit te leggen. Jij als leerkracht bent de spelleider (grijs getekend in het overzicht). Selecteer 9 leerlingen die meedoen; de overige leerlingen observeren. Wijs de 9 deelnemers ieder een rol toe:

- 1 leerling speelt het oog (oranje) van de persoon van wie het neurale netwerk wordt nagebootst.
- 6 leerlingen spelen de zenuwcellen (geel) die een signaal doorgeven van het oog naar het lichaam. Dit mogen er ook meer zijn. Je kunt ook het aantal steeds uitbreiden als je dit deel van de activiteit een aantal keer herhaalt.
- 1 leerling speelt het lichaam (paars) van de persoon van wie het neurale netwerk wordt nagebootst.
- 1 leerling is tijdsbewaker (zwart) en start en stopt de tijd met de stopwatch.



De leerlingen in deze klas op de Lappendeken vormen een neurale netwerk (Foto: Jimmy Israel)

Stel de leerlingen op zoals in het overzicht van deel 1.

De stappen van het spel zijn als volgt:

1. Geef de leerling die als eerste gele zenuwcel staat opgesteld een knikker in de hand.
2. Vraag de leerling die het lichaam speelt om haar hand op te houden. Deze leerling krijgt een koptelefoon op.
3. Vraag alle leerlingen, behalve de tijdsbewaker, het oog en de eerste zenuwcel om hun ogen te sluiten.
4. Laat één kaartje ('beloning' of 'straf') zien aan de leerling die het oog speelt.
5. De leerling die het oog speelt, laat het kaartje zien aan de eerste zenuwcel.
 - a. Bij het kaartje 'beloning' geeft de eerste zenuwcel het signaal (de knikker) door aan de zenuwcel die achter hem staat. Die geeft de knikker door aan de volgende zenuwcel in de

rij totdat het signaal belandt bij de leerling die het lichaam speelt.

- b. Bij het kaartje 'straf' geeft de eerste zenuwcel alleen een tikje op de hand van de zenuwcel die achter hem staat. Die geeft het tikje door aan de volgende zenuwcel in de rij totdat het signaal belandt bij de leerling die het lichaam speelt.

6. Als de leerling die het lichaam speelt de knikker ontvangt, springt ze. Als de leerling alleen een tikje ontvangt, blijft ze stilstaan.

De tijdbewaker doet in deze oefenronde nog even niets.

Beoordeel of het neurale netwerk erin geslaagd is om de juiste actie uit te voeren:

Kaartje	Actie
Beloning	Springen
Straf	Stilstaan

Herhaal de stappen van het spel en geef aan dat de leerlingen 10 seconden de tijd hebben om het lichaam te laten springen of te laten stilstaan. Hier speelt de tijdbewaker een belangrijke rol. Zij start de stopwatch zodra de spelleider het kaartje aan het oog laat zien en roept als er 10 seconden voorbij zijn. Als dit lukt, voer je de tijdsdruk op: de leerlingen krijgen steeds korter de tijd om de klus te klaren (of je vergroot het aantal leerlingen dat zenuwcel is binnen dezelfde tijd).

Beoordeel volgens hetzelfde schema of het neurale netwerk erin geslaagd is om de juiste actie uit te voeren.

Deel 2: Twee signalen tegelijk

Nu gaat het netwerk twee signalen tegelijk verwerken: het straf/beloning signaal; én het signaal om het automatische gedrag te onderdrukken of juist niet.

Stel de leerlingen op zoals aangegeven in het overzicht met de opstelling van deel 2. De leerlingen die meededen bij deel 1 van de activiteit blijven staan. Breid het netwerk uit met 4 extra leerlingen die een tweede rij zenuwcellen vormen (blauw in het overzicht). Als je het aantal zenuwcellen groter wilt maken, houd dan ongeveer de verhouding 2 blauw voor 3 geel aan. In de blauwe rij staan minder leerlingen dan in de gele rij. Het duurt dus korter voordat het signaal bij het lichaam aankomt.

De stappen van het spel zijn als volgt:

1. Geef de leerling die als eerste gele zenuwcel staat opgesteld een knikker in de hand; en de eerste blauwe zenuwcel een knuffel.
2. Vraag de leerling die het lichaam speelt om beide handen op te houden. Deze leerling heeft een koptelefoon op. Om te weten wat ze moet doen, geef je haar het overzicht waarop staat wat de juiste actie is.
3. Vraag alle leerlingen, behalve het oog en de beide voorste zenuwcellen om hun ogen te sluiten.
4. Laat eerst een 'beloning' of 'straf' kaartje zien aan de leerling die het oog speelt; en direct daarna een kaartje dat aangeeft of het gedrag wel of niet onderdrukt moet worden (groen of rood).
5. De leerling die het oog speelt laat eerst aan de eerste gele zenuwcel zien of het 'beloning' of 'straf' is, en laat direct daarna aan de eerste blauwe zenuwcel weten of het groen of rood is.
 - a. Net zoals bij het eerste deel van het spel geeft de eerste gele zenuwcel de knikker door aan

- de rest van de gele rij bij een 'beloning'; bij 'straf' geeft deze een tikje door.
- b. De eerste blauwe zenuwcel geeft de knuffel door aan de rest van de blauwe rij bij 'groen' (uitvoeren); bij 'rood' (onderdrukken) geeft deze een tikje door.
6. Het lichaam moet nu de signalen combineren. Het straf/beloning signaal geeft aan wat het automatische gedrag is: springen (beloning) of stilstaan (straf); het kleursignaal geeft aan of het gedrag moet worden uitgevoerd (groen) of onderdrukt (rood) waarbij dus het tegenovergestelde moet worden gedaan. De juiste actie bij elke combinatie is dan dus:

Straf/beloning (gele rij, knikker)	Kleur (blauwe rij, knuffel)	Actie
Beloning	Groen	Springen
Beloning	Rood	Stilstaan
Straf	Groen	Stilstaan
Straf	Rood	Springen

Beoordeel met bovenstaand schema of het neurale netwerk erin geslaagd is om de juiste actie uit te voeren. Herhaal de stappen en laat de tijdbewaker weer aangeven wanneer de 10 seconden voorbij zijn. Als het een aantal keer goed gaat, kun je de tijdsdruk opvoeren. Als steeds dezelfde rij sneller is, dan kun je het aantal leerlingen dat zenuwcel is aanpassen, zodat de rijen meer aan elkaar gewaagd zijn.

Afronding

Kijk met de leerlingen terug op het spel. Was het voor de leerling die het lichaam speelde moeilijk? Vraag dan de leerlingen wat ze geleerd hebben van dit spel en maak de verbinding met het thema.

Verbinding met het thema

Tijdens deze activiteit bootsen leerlingen een neurale netwerk na. Een neurale netwerk is een groep zenuwcellen die met elkaar verbonden zijn om gezamenlijk een bepaalde taak uit te voeren. In deze activiteit bestaat het neurale netwerk uit verschillende zenuwcellen: cellen die van het oog naar de hersenen lopen, cellen in de hersenen en cellen die van de hersenen naar het lichaam lopen. Dit netwerk als geheel maakt het mogelijk je te laten springen of stilstaan. Zenuwcellen geven elkaar signalen door, in deze activiteit nagebootst met het doorgeven van de knikker en de knuffel. Het nabootsen van dit netwerk laat zien dat zenuwcellen niet van elkaar weten wat ze doen: het enige wat ze doen is de informatie die ze van de vorige zenuwcel binnenkrijgen doorgeven (nagebootst door het sluiten van de ogen).

De gele rij zenuwcellen kun je zien als het pad in de hersenen dat het signaal doorgeeft van straf of beloning, waar dan het automatische gedrag (actie) springen of juist blijven staan op volgt. De blauwe rij zenuwcellen kun je zien als het signaal dat aangeeft of het in deze situatie verstandig is om het automatische gedrag uit te voeren (groen) of juist te onderdrukken (rood). In sommige situaties is het wel handig om het automatische gedrag uit te voeren, maar soms is het juist handiger het automatische gedrag te onderdrukken.

Tips

- De leerlingen leren het spel het beste door het te doen. Laat de leerlingen het spel daarom snel uitproberen.
- Waarschijnlijk kunnen niet alle leerlingen in je klas meedoen. Speel eerst beide delen van het spel met 1 groep; daarna kun je toeschouwers en spelers afwisselen en/of leerlingen laten wisselen van rol.
- Eén van de leerlingen van basisschool de Lappendeken heeft een animatie gemaakt waarin deel 1 van deze activiteit wordt uitgelegd. Er zijn wat kleine verschillen met hoe de activiteit uiteindelijk hier staat beschreven, maar het geeft een leuke indruk van de activiteit. 

ACTIVITEIT 6: EXPERIMENTEREN MET AUTOMATISCH GEDRAG

De leerlingen voeren, afwisselend als proefpersoon en als onderzoeker, twee verschillende eenvoudige experimenten uit met automatisch gedrag.

Subthema's

- Automatisch gedrag
- Veranderen van automatisch gedrag

Doelen

- De leerlingen maken kennis met experimenten die zij kunnen gebruiken in hun eigen onderzoek.
- De leerlingen denken na over andere mogelijke spellen/activiteiten die zij in hun onderzoek naar automatisch gedrag kunnen gebruiken.

Duur

45 minuten

Werkvorm

In tweetallen

Benodigdheden

- PowerPoint 'Klappen of niet' ●

Per tweetal:

- Eén keer scoreblad 'Klappen of niet' ●
- Eén keer werkblad 'Stroop-taak' afgedrukt in kleur ●
- Twee keer scoreblad 'Stroop-taak' afgedrukt in kleur ●
- Pen en papier

Activiteit

Leg uit dat de leerlingen in deze activiteit kennis maken met twee experimenten die zij mogelijk kunnen gebruiken bij het uitvoeren van hun eigen onderzoek.

Experiment 1: Klappen of niet

Verdeel de klas in tweetallen en deel het scoreblad uit. Laat geluidsfragment 1 ('één piep') en geluidsfragment 2 ('twee piepjes') in de PowerPoint horen. Leg uit dat de leerlingen in hun handen moeten klappen wanneer ze één piepje horen, maar dat ze niet moeten klappen, wanneer ze twee piepjes horen (t/m dia 3). Oefen eerst een aantal keer (t/m dia 8). Zeg dat de leerlingen maar drie seconden de tijd hebben om te reageren, dit is net zolang als ze het luidsprekertje op de PowerPoint zien staan. Laat de leerlingen in tweetallen elkaars punten bijhouden. De ene leerling voert de acties uit en de andere leerling houdt de punten bij. De leerling die de punten bijhoudt moet zorgen dat de ander haar blaadje niet kan zien, bijvoorbeeld door er iets voor te houden of door er een ander blaadje op te leggen en die steeds één rij naar beneden de schuiven. Bij de dia met daarop 'Ronde 2' (dia 31) wisselen de leerlingen van rol. Verdienden ze meer punten bij het horen van één piep of bij het horen van twee piepjes? Hoe kan dat?

Experiment 2: Stroop-taak

Deel het werkblad en het scoreblad van de 'Stroop-taak' uit. Op het werkblad zien de leerlingen bijvoorbeeld het woord GROEN geschreven in rode letters. Leg uit dat de leerlingen de kleur van de letters moeten benoemen maar niet het woord. In het bovenstaande voorbeeld is dat dus 'rood'. De leerlingen voeren de taak in tweetallen uit. Een leerling benoemt de kleur van de woorden op het werkblad. De andere leerling zet op het scoreblad een '1' als de goede kleur genoemd wordt en een '0' als een andere kleur genoemd wordt. De leerlingen krijgen dus een punt voor elke keer dat ze de goede kleur noemen. Vervolgens wisselen de leerlingen van rol. De leerling die bijhoudt of de ander het goede antwoord geeft, moet zorgen dat de ander haar blaadje niet kan zien.

Afronding

Bepreek de experimenten na. Vonden de leerlingen het moeilijk? Wat was er moeilijk? Ging het aan het eind van de experimenten beter dan aan het begin? Welke eigenschappen zou iemand moeten hebben om goed te zijn in deze spellen (leeftijd, geslacht, goed geheugen, karaktereigenschappen)? In hun eigen onderzoek zouden leerlingen kunnen onderzoeken of hun vooronderstellingen kloppen.

Verbinding met het thema

In deze activiteit maken de leerlingen kennis met experimenten waarmee ze automatisch gedrag kunnen onderzoeken. In het eerste experiment is dat om in actie te komen om een beloning te krijgen (een punt voor direct klappen na een pieptoon) en om niet te reageren om een beloning te verkrijgen (een punt voor niet klappen na twee pieptonen). Dit laatste is lastiger en gaat in tegen je neiging om voor een beloning in actie te komen. Het tweede experiment maakt gebruik van het feit dat lezen heel automatisch gaat. In dit experiment test je het vermogen om automatisch gedrag bij het lezen van de betekenis van een woord te onderdrukken zodat je de kleur waarin het woord gedrukt staat kunt benoemen.



Stap 3 t/m 5. Opzetten onderzoek, uitvoeren en concluderen

Hieronder staan drie voorbeelden van onderzoek dat is bedacht en uitgevoerd door leerlingen van basisschool de Lappendeken in De Steeg en de Regenboog in Malden. Deze voorbeelden geven een beeld van de soort vragen die leerlingen over het thema 'Automatisch gedrag' zouden kunnen stellen.

Wanneer is de marshmallowtest moeilijker, als je een kleurplaat maakt of als je niets hebt om je af te leiden?

Subthema: Veranderen van automatisch gedrag

Een onderzoeksgroepje van de Lappendeken begon hun onderzoekje met de vraag: wat is de invloed van leeftijd op hoe goed je bent in het onderdrukken van je automatische gedrag? Ze observeerden twee leerlingen uit groep 1/2, twee uit groep 3/4, twee uit groep 5/6 en twee uit groep 7/8 tijdens de marshmallowtest. Ze zetten hen een bak spekjes voor en vertelden hen dat als ze de neiging om nu meteen een spekje te pakken tien minuten lang konden onderdrukken, ze twee spekjes zouden krijgen. Om verveling te voorkomen, kregen de proefpersonen een kleurplaat. Tot verbazing van het groepje konden alle kinderen dit. Ze bedachten dat dit misschien kwam door de afleiding die ze kregen van de kleurplaat. Daarom voerden ze de test opnieuw uit met een nieuwe groep proefpersonen van dezelfde leeftijden. Dit keer kregen de proefpersonen tijdens de test geen kleurplaat. Wat ze hadden bedacht bleek te kloppen: als ze geen kleurplaat hadden om hen af te leiden, pakten sommige van de (jongere) proefpersonen wel een spekje.



*Leerlingen van de Lappendeken gaan aan de slag met het vragenmachientje om tot een geschikte onderzoeksvraag te komen
(Foto: de Lappendeken)*

Welk automatisch gedrag vertonen kippen als je ze probeert te aaien?

Subthema's: Automatisch gedrag en Diergedrag

Een onderzoeksgroepje van de Regenboog was benieuwd welk automatisch gedrag kippen vertonen als je hen aait. Ze bedachten een aantal mogelijke reacties: dat de kippen je proberen te pikken, dat ze zich groot maken zodat je bang van hen wordt en weggaat, dat ze zelf wegrennen, of dat ze verstijven. Het groepje onderzocht welk gedrag het meest voorkwam door vier kippen

te aaien en hun reacties te observeren. Allereerst lokten ze hen met wormpjes, omdat de kippen anders überhaupt niet dichterbij wilden komen. De kippen wilden de wormpjes wel eten, maar renden weg zodra ze geaaid werden. Dat gold voor alle vier de kippen, nadat verschillende leerlingen het meerdere keren hadden geprobeerd. De conclusie van het onderzoek was daarom dat het meest voorkomende automatische gedrag van kippen op aaien was: wegrennen. Omdat de kippen tamelijk schuw leken, zouden leerlingen in een vervolgonderzoek willen onderzoeken of kippen op een kinderboerderij, die meer gewend zijn aan mensen, anders reageren.

Kun je tijdens atletiek een omgekeerd commando leren uitvoeren?

Subthema: Veranderen van automatisch gedrag

Tijdens dit onderzoek probeerde een onderzoeksgroepje van de Lappendeken hun klasgenoten te laten rennen als ze 'stop' riepen of te laten stilstaan als ze 'rennen' riepen. Dit deden ze als volgt. Na een korte instructie lieten ze tien proefpersonen één voor één rondjes rennen. Vervolgens riepen ze soms 'rennen', wat dus betekende dat de renners moesten stoppen, en soms 'stoppen', wat dus rennen betekende. Ze turfden hoe vaak het hun proefpersonen lukte om de omgekeerde commando's op te volgen. Het lukte hun proefpersonen om dit te doen. Twee dingen vielen wel op. Het lukte de proefpersonen soms niet om direct op het commando te reageren: het duurde bijvoorbeeld even voordat ze stopten nadat ze het omgekeerde commando 'rennen' hoorden. Ook vonden ze het opvolgen van de omgekeerde commando's moeilijker worden naarmate het experiment vorderde.

Wetenschapsknooppunt Radboud Universiteit

Dit boek is een uitgave van het Wetenschapsknooppunt Radboud Universiteit (WKRU). Het WKRU is in 2009 opgericht als eerste Wetenschapsknooppunt van Nederland. Het WKRU heeft als missie de nieuwsgierige en onderzoekende houding van kinderen en (aankomend) leraren te bevorderen. Om dit te bereiken organiseert het WKRU diverse activiteiten waarbij een verbinding wordt gelegd tussen onderzoekers van de Radboud Universiteit en het Radboudumc; het basisonderwijs; en studenten, docenten en onderzoekers van de Faculteit Educatie (Hogeschool van Arnhem en Nijmegen) en het Onderwijsinstituut Pedagogische Wetenschappen en Onderwijskunde (Radboud Universiteit).

Expertise

De expertise van het WKRU ligt in het begeleiden van eigen onderzoek door leerlingen. Het WKRU ontwikkelt voorbeeldprojecten, materialen en hulpmiddelen die leraren kunnen inzetten om wetenschap in de klas te brengen en die als basis dienen voor het eigen onderzoek door leerlingen. Deze materialen zijn beschikbaar via www.wetenschapdeklasin.nl. De kennis en ervaring van het WKRU blijft zich continu ontwikkelen. Dit gebeurt op basis van inzichten uit de literatuur, ervaringen in de klas, eigen onderzoek en uitwisseling met collega-onderzoekers in het vakgebied. Naast deze boekenreeks publiceert het WKRU ook regelmatig in vaktijdschriften en wetenschappelijke tijdschriften. Een overzicht van alle artikelen van het WKRU is te vinden op onze websites.

Activiteiten

Het WKRU biedt verschillende activiteiten aan voor leraren (in opleiding), scholen en onderzoekers. Elk jaar ontwikkelen drie Radboud Science Teams, bestaande uit onderzoekers, leraren en leraren in opleiding, onder leiding van het WKRU een project over een actueel wetenschappelijk thema. Het uitgangspunt van alle projecten is dat leerlingen zelf onderzoek kunnen doen naar het thema. De opbrengsten van deze teams worden geborgd in de boekenreeks Wetenschappelijke doorbraken de klas in! Daarnaast organiseert het WKRU jaarlijks de Winterschool, een professionaliseringsdag over wetenschap en onderzoekend leren. Gedurende het schooljaar wordt professionalisering voor schoolteams aangeboden in het begeleiden van onderzoekend leren. Radboud-onderzoekers kunnen bij het WKRU terecht voor advies op het gebied van wetenschapseducatie en hulp bij de voorbereiding van een interessante les voor een basisschoolklas. Alle activiteiten van het WKRU zijn te vinden op www.wkru.nl.

Sponsors

Het werk van het WKRU wordt mogelijk gemaakt door de Radboud Universiteit. Aanvullende sponsors van het WKRU zijn het Radboudumc en de Faculteit Educatie van de Hogeschool van Arnhem en Nijmegen.

www.wkru.nl

www.wetenschapdeklasin.nl



@wkru1



<http://lnked.in/WKRU1>

Over de boekenreeks

De boekenreeks *Wetenschappelijke doorbraken de klas in!* is een uitgave van het Wetenschapsknooppunt Radboud Universiteit (WKRU). Met deze boeken wil het WKRU (aankomend) leraren en leerlingen uit de bovenbouw van het basisonderwijs kennis laten maken met toponderzoek van de Radboud Universiteit. Het gaat daarbij om wetenschap in de volle breedte, dus alfa-, bèta-, gamma- en medisch-onderzoek. De boeken zijn een bron van inspiratie voor leraren om wetenschap de klas in te brengen en leerlingen eigen onderzoek te laten doen.

Wetenschappelijke thema's de klas in

De Radboud Universiteit reikt elk jaar de Radboud Science Awards uit aan drie topwetenschappers die in het afgelopen jaar een belangrijke doorbraak hebben gehad in hun onderzoeksgebied. Samen met leraren (in opleiding) en het WKRU vormen de winnaars een Radboud Science Team. Met het team ontwikkelen ze een set activiteiten waardoor leerlingen kennis opdoen over de inhoud van het onderzoek en de manier van onderzoek doen. De bedoeling is dat leerlingen enthousiast en nieuwsgierig worden en dat er veel vragen bij hen opkomen. Uiteindelijk formuleren de leerlingen in groepjes één vraag die ze zelf gaan onderzoeken.

Na afloop van het project beschrijven de onderzoekers de inhoudelijke achtergrond van het thema. Deze wordt samen met de ervaringen en activiteiten in de klas gebundeld tot een hoofdstuk in de boekenreeks *Wetenschappelijke doorbraken de klas in!*. Het boek wordt gepresenteerd op de Winterschool van het WKRU. Tijdens deze professionaliseringsdag op het gebied van wetenschap en onderzoekend leren geven de winnende onderzoekers een inhoudelijke lezing over het thema. Daarnaast geven de Radboud Science Teams een workshop aan collega-leraren, leraren in opleiding en pabo-docenten. Met de inzichten uit de Winterschool kunnen zij met de thema's en onderzoekend leren aan de slag in de klas.

Leidraad onderzoekend leren

Bij de boekenreeks hoort een leidraad onderzoekend leren (Van Baren-Nawrocka & Dekker, 2019). Leraren kunnen met behulp van deze leidraad een project onderzoekend leren vormgeven in de klas. In de leidraad staat een uitgebreide beschrijving van de zeven stappen van onderzoekend leren. Het biedt handvatten en suggesties voor de manier waarop de leraar de leerlingen kan begeleiden bij het onderzoeksproces. De leidraad wordt ontwikkeld door het WKRU en regelmatig herzien op basis van nieuwe inzichten uit de literatuur en ervaringen in de klas. De meest recente versie is altijd online beschikbaar op de website www.wetenschapdeklasin.nl.

Website met aanvullend materiaal

Aan de boekenreeks is een website gekoppeld, www.wetenschapdeklasin.nl, waar per thema alle activiteiten en benodigde materialen (zoals werkbladen en filmpjes) te vinden zijn. Daarnaast bevat de website veel informatie over onderzoek door leerlingen, zoals de leidraad onderzoekend leren, alle hulpmiddelen van het WKRU, voorbeelden uit de praktijk, artikelen en links naar verdiepende informatie. Met uitzondering van het laatste boek staan tevens alle thematische hoofdstukken in digitale vorm op deze website.

Thema's per boek

- Boek 9** **Sport** – Wat is het effect van intensief sporten op de gezondheid van ons hart?
Slimme computers – Hoe kunstmatige intelligentie dokters kan helpen bij het stellen van een diagnose
Automatisch gedrag – Het nut van automatisch gedrag en hoe lastig het is om het te onderdrukken
+ een didactisch hoofdstuk: *'Dialogische gesprekken voeren: Hoe doe je dat?'*
- Boek 8** **Kleding** – Wat zegt kleding over onze identiteit en welke impact heeft kleding op mens en milieu?
Magneten – Ontdek hoe magneten werken en welke invloed licht hierop heeft
Protest – Staken is besmettelijk: hoe werkt die beïnvloeding door anderen?
+ een didactisch hoofdstuk: *'Vragen wat je echt wilt weten'*
- Boek 7** **Malaria** – Hoe worden muggen door mensen besmet met malaria?
Jheronimus Bosch – Wat maakt deze schilder zo bijzonder?
Geheugen – Hoe kun je het best dingen onthouden?
+ een didactisch hoofdstuk: *'Nieuwsgierig door observeren'*
- Boek 6** **Molecuulbotsingen** – Eigenschappen van botsende moleculen bij extreem lage temperaturen
Stress – Ontdek verschillende manieren waarop je op stress kunt reageren
Taal der zintuigen – De invloed van taal en cultuur op zintuigelijke waarnemingen
+ een didactisch hoofdstuk: *'Begeleiden vanuit een groeimindset'*
- Boek 5** **Typisch Nederlands** – Kenmerken en vorming van de Nederlandse identiteit
Elkaar begrijpen – Hoe komt het dat we elkaar begrijpen?
Het oog – De werking van het oog en wat er mis kan gaan
+ een didactisch hoofdstuk: *'Het begint met nieuwsgierigheid'*
- Boek 4** **Het Higgsdeeltje** – De ontdekking van het deeltje dat zorgt dat dingen gewicht hebben
Netwerken in het brein – Hoe werkt ons brein en wat is de relatie met DNA?
Het wonderkind David Gorlaeus – Wat voor invloed heeft leeftijd en ervaring op ons denken?
- Boek 3** **Waarnemen en bewegen** – De relatie tussen waarnemingen en het coördineren van bewegingen
Onder invloed – De invloed van de omgeving op risicovol gedrag
Gevaarlijke ideeën – Het verband tussen ideeën en veranderende regels in de maatschappij
- Boek 2** **DNA** – Erfelijkheid en kopieerfoutjes in je DNA die je leven kunnen bepalen
Gedrag – Hoe zorgen je hersenen ervoor dat je verleidingen kunt weerstaan?
Infecties onder de loep – De groei en eigenschappen van bacteriën en schimmels
- Boek 1** **Angst** – Wat is angst en hoe kun je het beïnvloeden?
Grafeen – Wat zijn de verschillende unieke eigenschappen van grafeen?
Denkbeelden over het begin – Hoe tijd, plaats en cultuur onze denkbeelden bepalen

Engelse uitgave

Scientific breakthroughs in the classroom: Language of the senses, DNA, Understanding each other & Higgs boson (2017)

Foto- en illustratieverantwoording

Veel van de foto's en een aantal illustraties in dit boek vallen niet onder de Creative Commons Licentie, hetzij omdat ze onder het copyright van derden vallen, hetzij omdat er kinderen op staan, waardoor geen toestemming voor hergebruik kan worden gegeven. Hieronder volgt een lijst met de foto's en illustraties in dit boek, met bijbehorende licentievorm.

Foto's met kinderen en onderzoekers zijn hieronder niet apart vermeld, deze vallen alle onder het copyright van het Wetenschapsknooppunt Radboud Universiteit ©WKRU 2020. Deze foto's mogen wel worden gebruikt in een integrale kopie van minimaal twee pagina's.

Hoofdstuk 2: Sporten is gezond, toch?

- Evolutie van de mens achter de computer, aangepast van: Évolution du langage C++, door Jae-Zun, Florent B, Olivier H en Theppitak Karoonboonyanan, CC BY-SA 3.0 (bron: commons.wikimedia.org) 21
- Beweegnorm in beeld, © Kenniscentrum Sport, met toestemming geplaatst 22
- Dosis-respons relatie, Reprinted and translated from Exercise at the Extremes: *Journal of the American College of Cardiology*, vol. 67 no. 3, Thijs Eijvogels, Silvana Molossi, Duck-chul Lee, Michael Emery and Paul Thompson, The Amount of Exercise to Reduce Cardiovascular Events, p. 318, Copyright 2019, with permission from Elsevier 23
- Hypothese over dosis-respons relatie in extreme sporters, vertaald van: Conceptual overview of the "Extreme Exercise Hypothesis", door Thijs Eijvogels, Paul Thompson en Barry Franklin, CC BY 4.0 (bron: doi.org/10.1007/s11936-018-0674-3) 23
- Kransslagaders, aangepast van: Atherosclerosis, door Blausen, adapted by Oregon State University, CC BY-SA 2.0 (bron: flickr.com) 24
- Bloedsomloop, aangepast van: Blood Flow Through the Heart, door OpenStax College, CC BY 3.0 (bron: commons.wikimedia.org) 27

Hoofdstuk 3: Slimme computers helpen de dokter

- Een biopsienaald, CC BY-NC-SA 4.0 Maschenka Balkenhol, Meyke Hermsen, Jeroen van der Laak en Geert Litjens 57
- Een patholoog maakt gebruik van een computerscherm, CC BY-SA 2.0 ZEISS Microscopy (bron: commons.wikimedia.org) 58
- Moeilijk te herkennen kankercellen, CC BY-NC-SA 4.0 Maschenka Balkenhol, Meyke Hermsen, Jeroen van der Laak en Geert Litjens 59
- Herkenning van kankercellen, CC BY-NC-SA 4.0 Maschenka Balkenhol, Meyke Hermsen, Jeroen van der Laak en Geert Litjens 60
- Een lymfeklier onder de microscoop, CC BY-NC-SA 4.0 Maschenka Balkenhol, Meyke Hermsen, Jeroen van der Laak en Geert Litjens 63
- Patholoog kijkt in een microscoop, U.S. Navy, foto door Tom Watanabe, publiek domein (bron: commons.wikimedia.org) 64
- Kankercellendetector, schermafbeelding van geertlitjens.nl/metastaticcellclassifier, programma gemaakt door @brensudol, aangepast door Geert Litjens, onder Apache License 2.0 80

Hoofdstuk 4: Automatisch gedrag

• Telefoongebruik in de auto, door Roman Pohorecki, CC 0 (bron: stocksnap.io)	87
• Kuikentjes en bakjes popcorn, CC BY-NC-SA 4.0 WKRU, samengesteld uit:	89
-Kuikentjes, door Rafael Fernandez, Pixabay License (bron: pixabay.com)	
-Popcorn, door lee_2, Pixabay License (bron: pixabay.com)	
-Wielen, door OpenClipart-Vectors, Pixabay License (bron: pixabay.com)	
• Verloop van computerspel in het lab, CC BY-NC-SA 4.0 WKRU, samengesteld uit:	91
-Hand, door VintageSnipsAndClips, Pixabay License (bron: pixabay.com)	
-Button, door OpenClipart-Vectors, Pixabay License (bron: pixabay.com)	
• Straf en beloning, CC BY-NC-SA 4.0 WKRU, samengesteld uit:	92
-Spin, door Mohamed Hassan, Pixabay License (bron: pixabay.com)	
-Chocola, door Trang Le, Pixabay License (bron: pixabay.com)	
• Edelstenen die voorkomen in het computerspel, CC BY-NC-SA 4.0 WKRU, samengesteld uit:	95
-Man, door OpenClipart-Vectors, Pixabay License (bron: pixabay.com)	
-Hand, door VintageSnipsAndClips, Pixabay License (bron: pixabay.com)	
-Button, door OpenClipart-Vectors, Pixabay License (bron: pixabay.com)	
• De resultaten van het onderzoek, CC BY-NC-SA 4.0 WKRU, samengesteld uit:	96
-Hand, door VintageSnipsAndClips, Pixabay License (bron: pixabay.com)	
-Button, door OpenClipart-Vectors, Pixabay License (bron: pixabay.com)	
• De prefrontale cortex in dieren en mensen, CC BY-NC-SA 4.0 WKRU, aangepast van:	96
Evolution connection, door CNX OpenStax, CC BY 4.0 (bron: cnx.org)	
• Dopamine in de zenuwcel, CC BY-NC-SA 4.0 WKRU, aangepast van:	97
Generic Neurotransmitter System, door NIDA (NIH), publiek domein (bron: commons.wikimedia.org)	

De uitgever heeft uiterste zorgvuldigheid betracht in het achterhalen van de auteursrechten van het illustratiemateriaal in deze uitgave. Mocht u van mening zijn (auteurs)rechten te kunnen doen gelden op illustratiemateriaal in deze uitgave, dan verzoeken wij u om contact op te nemen met de uitgever.

Sponsoren

Het WKRU wordt mogelijk gemaakt door:

Radboud Universiteit



Aanvullende sponsoren:

Radboudumc



HAN_UNIVERSITY
OF APPLIED SCIENCES