**Een evolutionaire kijk   
op sporten en bewegen   
- met fitheidsmeters het klaslokaal in -**

Lutz Lohse ([l.lohse@uva.nl](mailto:l.lohse@uva.nl)) René Westra ([rhvwestra@gmail.com](mailto:rhvwestra@gmail.com))

*Hoe veel moet ik hardlopen?*

*Zit ik te veel?*

*Beweeg ik genoeg?*

*Haal ik wel 10000 stappen? stappenkcal? kkstappen?*

*Gewichten heffen of Cardio fitness?*

*Maakt hardlopen mijn knieën kapot?*

‘*Less exercised about exercise’* (cit. D. Lieberman)

**NIBI conferentie “Geef het door’, 11/12 november 2022, Hotel Zuiderduin, Egmond aan Zee**

#### Vooraf

Veel polshorloges hebben tegenwoordig optische hartslagsensoren ingebouwd, die via LED-sensoren de verschillen in doorstroomsnelheid van het bloed in de huid meten. Borstbanden meten de hartslag via elektrocardiografie waarmee het elektrisch signaal van het hart opgevangen wordt. Terwijl polshorloges prima voor dagelijks activiteits metingen zij, kunnen kortdurende veranderingen van hartslag veel nauwkeuriger gemeten worden door borstbanden. Prestatiegerichte sporters geven daarom de voorkeur aan borstbanden die gekoppeld zijn aan een smartphone of horloge.

**Hoe werkt een hartslagsensor?**  
Bevestig de **zender** m.b.v.de borstband. De band moet strak op je huid zitten, de zender zit ongeveer op de plek van je hart. Maak de plek tussen huid en zender goed vochtig met wat leidingwater. De **ontvanger** (het horloge) wordt op maximaal 50 cm afstand van de zender vastgehouden door de begeleidende leerling. Deze leerling leest de ontvanger af en noteert ook de getoonde waarden.   
  
  
Bij de eerste keer opstarten moet je ook nog een aantal persoonlijke gegevens invoeren (geslacht, leeftijd, lengte, gewicht Afbeelding met persoon, kleding, ondergoed, onderbroek

Automatisch gegenereerde beschrijving

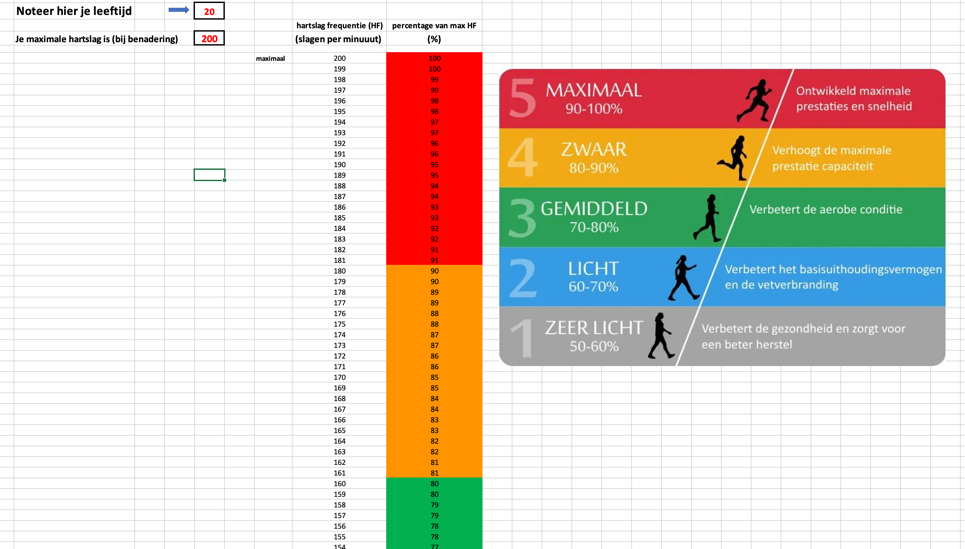


Starten:

2x indrukken

Stoppen:

2x indrukken

Je maximale hartfrequentie en de erbij horende inspanningszone bereken je op het Excel-werkblad ‘hartslagpercentage berekenen’ dat je eerder hebt ontvangen. Je maximaal mogelijke hartslag berekenen (we gebruiken bij benadering de formule: 220- leeftijd) is niet ingewikkeld. Het Excel werkblad berekent echter ook de inspanningszones van ‘zeer licht’ (50-60% van de max HF) tot ‘maximaal’ (90-100% van de maximale HF).

#### Apparatuur in het Zuiderduin fitnesscentrum

In het fitnesscentrum zijn vijf ‘cardio’- en drie ‘kracht’ toestellen aanwezig. Maak je kort vertrouwd met het apparaat.

* Krachttoestel: pas eventueel het gewicht aan.



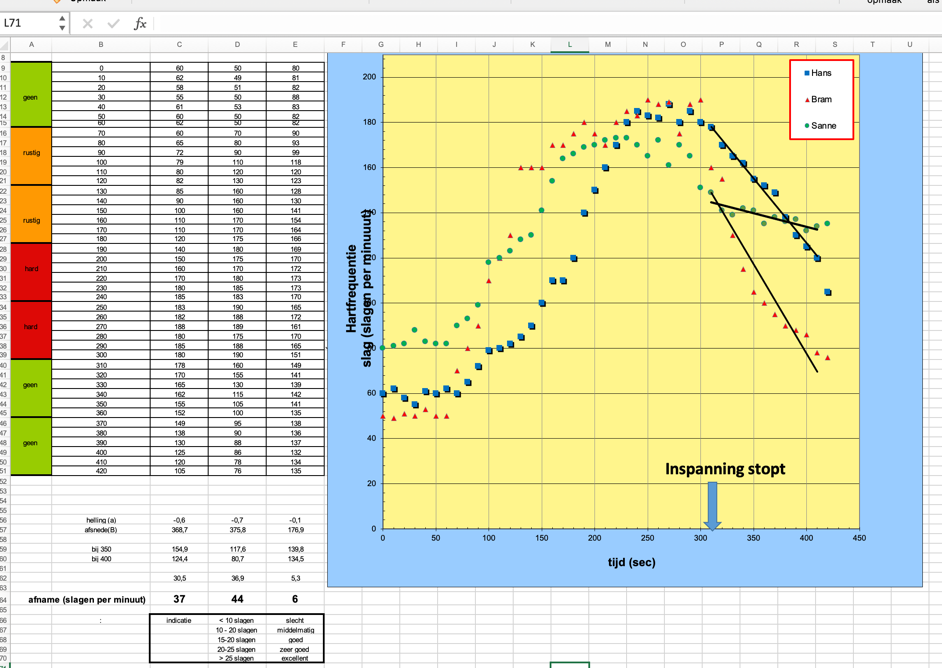
* Cardiotoestel: verander eventueel ‘de effort level’.



Let op: De caloriemeting op de cardiotoestellen geeft calorieën (cal) aan. Het gaat echter om kcal!

#### Opdrachten

1. **Werk het Marsje weg**. Hoe lang moet je je hiervoor inspannen? Om je calorie verbruik te meten gebruik je je eigen fitheidsmeter, de geleende hartslagmeter of de ingebouwde sensor op het fitnessapparaat (alleen voor cardiotoestellen). Vergelijk je metingen eventueel met de info op <https://www.runinfo.nl/energieverbruik.htm>.
2. **Doe een inspanningstest** om je herstelhartslag te berekenen. Gebruik het toestuurde Excel werkblad ‘Ïnspanningstest’ en noteer oplopend je HF (zie 2de kolom voor tijdsindeling). Zorg ervoor dat je stopt met de inspanning **stopt naar 300 seconden** (zie kolom B). Alleen dan berekend Excel de lineaire regressie door je genoteerde hartslagfrequenties (tot 420 seconden). Met enige kennis van Excel kun je het meetinterval eventueel inkorten of uitbreiden.



1. ***Meet warmteafgifte (****als de fitnessmeters niet werken…)*

Over energie gesproken, niet alle bij de dissimilatie vrijkomende energie kun je gebruiken om spieren te laten werken bij je inspanning. Ongeveer 60% komt vrij in de vorm van warmte. Dat is voor een ‘machine’ trouwens erg efficiënt, bij andere machines ligt dit warmteverlies vaak veel hoger. Maar, je moet die warmte wel kwijt, anders raak je oververhit. Eerst een experiment om te kijken hoeveel warmte je over draagt in rust en bij inspanning.

- Werk bij dit experiment als duo.  
- Vul allebei een reageerbuis met precies 10 mL water. Zet er een thermometer in.  
- De een gaat nu 2 minuten lang intensief kniebuigingen maken, de ander blijft rustig zitten.  
- Neem nu de buis met water in je ene hand en sluit die om de buis. Bepaal met je andere hand de temperatuur van het water op tijdstip 0. Noteer de waarde.  
- Herhaal de metingen na 1, 2, 3, 4 en 5 minuten. Til steeds de thermometer op tussen de metingen. Laat bij het meten de punt in het water zakken.  
Noteer de resultaten. Vul in de tabel in.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Temperatuur (°C) Tijdstip 0 | Leerling A (rust) | Leerling B (knie buigen) |
| Na 1 minuut |  |  |
| Na 2 minuten |  |  |
| Na 3 minuten |  |  |
| Na 4 minuten |  |  |
| Na 5 minuten |  |  |

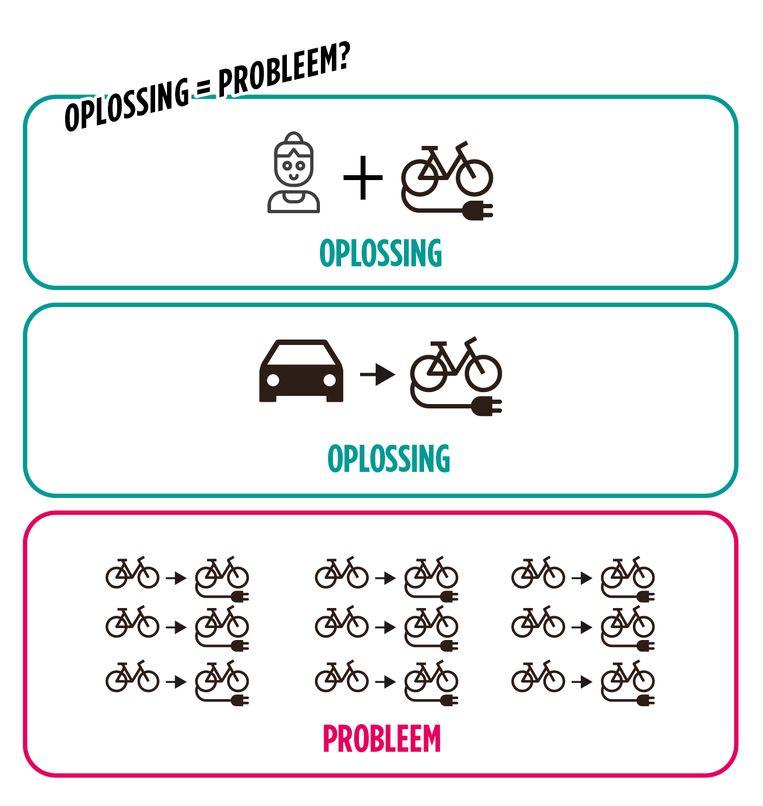
Bereken hoeveel warmte in kJ is overgedragen in de eerste minuut door leerling A en B per cm2 huidoppervlak. Bedenk daarbij dat je de oppervlakte aan huid die warmte overdraagt, kunt berekenen doordat het wateroppervlak waarmee die huid in contact staat, gegeven is door 2πrh, waarbij r = straal van de buis en h = hoogte van de waterkolom. Verder geldt dat de hoeveelheid warmte die 1 ml water 1 °C warmer maakt, gelijk is aan 1 calorie = 4,2 Joule.

Verklaar hoe het komt dat de warmteafgifte steeds kleiner wordt als de meting een paar minuten wordt volgehouden. Zou dit effect ook optreden als we de meting niet in een reageerbuis, maar in het zwembad hadden gedaan?

Aantal kJ voor leerling A / cm2 = Aantal kJ voor leerling B / cm2 = Conclusie:

#### Is de e-bike in plaats van een oplossing een probleem aan het worden?

29 april 2022 (Jasper van Kuijk, Volkskrant)

Het is nu echt lente. De lucht wordt frisser, de zon feller en je voelt het continue langs zoeven van elektrische fietsen. Meer dan ooit. Op het korte stukje fietsen naar mijn werk zie ik ongeveer een derde van de fietsers op een elektrische fiets zitten. Een vriend van mij zag op Terschelling hoe alle huurfietsen ineens elektrisch waren. Onze indrukken kloppen met de cijfers, zo blijkt. Een op de drie Nederlanders heeft een of meer elektrische fietsen, zo [meldde onderzoeksbureau Multiscope](http://www.multiscope.nl/persberichten/markt-e-bikes-stijgt-tot-9-5-miljard-euro) begin dit jaar.   
De elektrische fiets wordt vaak gepresenteerd als een prachtige oplossing. Ouderen blijven er langer door in beweging, wat positief is voor hun gezondheid. Je kunt er langere afstanden mee afleggen, waardoor het een alternatief is voor autoritten. Daardoor kun je steden anders gaan inrichten, zoals architect [Francine Houben](https://www.volkskrant.nl/beter-leven/francine-houben-kijkt-liever-documentaires-dan-fictie-veel-interessanter-mijn-leven-is-al-een-film~be6df624/) betoogde in *de Volkskrant*. Maar de elektrische fiets is echt niet (meer) alleen voor mensen die anders zouden stoppen met fietsen. E-bike, heet hij inmiddels, en ook steeds meer fitte middelbare types en tieners rijden erop rond. Echt niet alleen ter vervanging van autoritten. 

De Nederlandse fietsinfrastructuur loopt op sommige plaatsen al tegen de grenzen van haar capaciteit aan, maar met de komst van elektrische fietsen nemen de snelheidsverschillen ook nog eens toe en liggen [ernstigere ongelukken](https://www.volkskrant.nl/nieuws-achtergrond/jongeren-vaker-betrokken-bij-ongelukken-met-e-bikes-auto-s-verwachten-vaak-niet-dat-ik-zo-snel-zal-gaan~b4e00306/) op de loer. En qua gezondheid is het effect van een elektrische fiets natuurlijk alleen positief als de berijder anders zou stoppen met fietsen, wat lang niet altijd zo is. Ook milieu en klimaat zijn er niet zo heel erg bij gebaat als een gewone fiets wordt ingeruild voor een elektrische (denk: batterij, elektronica, opladen). En schieten we er echt zoveel mee op als alle huurfietsen op Terschelling voortaan elektrisch zijn? De vraag is of de oplossing niet een probleem aan het worden is.   
  
Zoals dat eigenlijk altijd gebeurt met nieuwe technologieën. Met de komst van touchscreens nam het gebruiksgemak van smartphones enorm toe, maar telefoons zijn sindsdien zó goed afgestemd op onze behoeften en vaardigheden dat we er niet meer van los kunnen komen. Na de Tweede Wereldoorlog was intensieve landbouw en veeteelt dé oplossing voor voedseltekorten. Nu is precies die manier van voedselproductie een probleem. Ieder nieuw ontwerp verandert onze leefomgeving, waar wij ons vervolgens weer aan aanpassen. En wat eerst, op kleine schaal en in specifieke situaties, een oplossing is, wordt bij grootschalige toepassing vaak problematisch.   
  
Sommige ontwerpers praten daarom liever over interventies in plaats van oplossingen. Een nieuw ontwerp introduceren is niet zozeer iets als het leggen van een puzzelstukje in een puzzel, maar eerder het leggen van een dam in een rivier. Daarmee kun je het waterpeil laten stijgen of de stroming een bepaalde kant op sturen, maar soms ben je dan ook onbedoeld de oever aan het uithollen. Die effecten, daar moet je op reageren, of liever nog, op anticiperen.

#### Deze journalist was een e-bikehater, tot ze er een ging uitproberen

De e-bike is slecht voor het klimaat en verandert ons in gemakzuchtige luilakken, dacht wetenschapsjournalist Enith Vlooswijk altijd. Tot *de Volkskrant* haar vroeg om zelf een maandje elektrisch te fietsen.

[**Enith Vlooswijk**](https://www.volkskrant.nl/auteur/Enith%20Vlooswijk)2 juli 2022, 05:00

Er zijn drie streepjes. Het eerste streepje op mijn fietsbeeldscherm staat voor een extra duwtje in de rug tot 15 kilometer per uur, het tweede is goed voor 20 kilometer per uur en bij het derde streepje levert de elektromotor van mijn fiets genoeg energie om met minimale inspanning 25 kilometer per uur te rijden.   
‘Heeft u ervaring met elektrisch fietsen?’, vraagt het meisje van verhuurbedrijf Swapfiets. Dat heb ik niet, want elektrische fietsen zijn voor watjes, zeg ik altijd tegen iedereen die het maar wil horen. Als ik stampend op mijn pedalen de fietsbrug naar mijn nieuwbouweiland op zwoeg, flitsen de e-bikers me altijd fluitend voorbij. Het liefst zou ik het meisje toebijten: ‘Elektrische fietsen zijn voor mensen die de boel graag flessen en zo iemand ben ik niet.’ Maar ja, zou het niet ontzettend leuk zijn om een reportage-element toe te voegen aan je artikel over de klimaat- en gezondheidseffecten van e-bikes?, had mijn opdrachtgever retorisch gevraagd. ‘Dan neem je zelf de proef op de som.’ En dus rijd ik een paar dagen later naar huis op een elektrische Swapfiets, een zwarte tank op twee wielen, waarvan de voorste een blauwe band heeft. Vier weken lang test ik mijn e-bike en kijk ik wat dit doet met mijn gedrag. Gaat mijn conditie achteruit? Maar allereerst wil ik weten hoe klimaatvriendelijk mijn tijdelijke e-bike is.

Hoe minder strepen er op mijn dashboard staan, des te meer kilometers ik kan rijden voordat mijn accu leeg is. Wil ik moeiteloos 25 kilometer per uur gaan, dan houdt mijn accu dat krap 80 kilometer lang vol. Fietsbekrachtiging voor 20 kilometer per uur brengt me 110 kilometer ver en kies ik voor een slakkengang van 15 kilometer per uur, dan hoef ik de accu pas na 160 kilometer weer op te laden. Dit zijn uiteraard schattingen, want als je tegen de wind in fietst, bergachtig gebied trotseert, of als het erg koud is, liggen die cijfers wat anders. Vast staat in elk geval dat wie, zoals ik, klimaatvriendelijk wil rijden en een goede conditie heeft, kiest voor de laatste optie. Maar hoe klimaatvriendelijk ben ik dan precies?

In het dwarsframe van mijn fiets hangt een accu die 504 Wh levert. Ter vergelijking: een gemiddelde wasdroger verbruikt in drie droogbeurten ongeveer net zoveel energie als het kost om mijn accu leeg te trappen. Helaas heb ik geen zonnepanelen op mijn huurhuis liggen, dus door de accu op te laden stoot ik altijd CO2 uit. [Volgens onderzoeksbureau CE Delft](https://ce.nl/publicaties/milieuprofiel-van-stroomaanbod-in-nederland/) bedraagt de gemiddelde CO2-emissie van grijze stroom ongeveer 0,55 gram per Wh. Om mijn accu helemaal op te laden, veroorzaak ik dus een emissie van ruim 277 gram koolstofdioxide. Als ik mijn Swapfiets op de zuinigste stand zet, stoot ik ongeveer 1,7 gram CO2 per kilometer uit, puur kijkend naar mijn elektriciteitsverbruik. Ga ik voor de snelste stand, dan is dat twee keer zoveel, maar nog lang niet zoveel als een benzineauto. Die stoot [volgens Milieu Centraal](https://www.milieucentraal.nl/duurzaam-vervoer/co2-uitstoot-fiets-ov-en-auto/) per kilometer 204 gram CO2 uit, bijna zeventig keer zoveel. Een elektrische auto zorgt voor 85 gram CO2-uitstoot en de bus 103 gram. Bij al die getallen zijn talrijke mitsen en maren te zetten – rijden in een volle bus zorgt bijvoorbeeld voor minder uitstoot per persoon dan in een lege bus, en binnen de bebouwde kom verbruik je, door veelvuldig remmen en optrekken, meer benzine dan daarbuiten. Bovendien zorgt ook de productie en recycling van vervoermiddelen voor CO2-uitstoot. Volgens [een Engelse studie uit dit voorjaar](https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1361920922000438?via%3Dihub) gaat het bij elektrische fietsen om een aandeel van 54 procent van de totale uitstoot. Hoe dan ook ben ik met een elektrische fiets echt wel klimaatbewust bezig, als ik daarvoor mijn benzineslurpende Skoda op de parkeerplaats laat staan althans. Volgens [een Europees onderzoek](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S259019821930017X) is dit het geval bij een op de vier e-bikers. Helaas vervang ik er zelf meestal mijn piepende, uitstootloze Gazelle mee. Ai. Daar komt nog bij dat ik helemaal niet hou van een slakkengang. Vanaf het moment dat ik op mijn e-bike door het centrum slinger en met de snelheidsknopjes ga spelen, snap ik dat één streepje geen optie is en twee evenmin. 25 kilometer per uur voelt als het minimum, de rest is zoutloos. Ik woon in de wijk IJburg, een zandbult met nieuwbouwwoningen op ongeveer een halfuur fietsen van het Amsterdamse centrum. Om het eiland te verlaten, fiets ik altijd over de vrij steile Nesciobrug. In het uur nadat ik mijn e-bike heb opgehaald, mopper ik binnensmonds over het enorme gewicht van de fiets en bovenal over de snelheidsbegrenzing. Die maakt het zwaar om sneller te fietsen dan 27 kilometer per uur, terwijl dat wel is wat ik, eenmaal racend langs de kade, graag zou willen. Pas op de Nesciobrug verstomt mijn gemopper. Ik zet mijn versnelling wat tandjes lager om energie te besparen en daar ga ik, de boel schaamteloos flessend, met een snelheid van 22 kilometer per uur het kanaal over. Ik ben helemaal om.

Conditie: Nou ja, nog niet helemáál. Want wat doet dit eigenlijk met mijn conditie? Als ik met mijn e-bike dezelfde afstanden afleg en dezelfde bruggen beklim als normaal, maar dan met aanzienlijk minder inspanning, holt mijn conditie natuurlijk met sprongen achteruit. Op het eerste gezicht is dat inderdaad zo. Volgens Evert Verhagen, hoogleraar sport, bewegen en gezondheid aan Amsterdam UMC, hoeven e-bikers gemiddeld zo’n 20 procent minder energie te gebruiken dan gewone fietsers. De hoogleraar waarschuwt wel meteen dit percentage met een korrel zout te nemen: metingen op dit vlak vinden vaak plaats op rolbanken in laboratoria onder gecontroleerde omstandigheden. In het werkelijke leven variëren die omstandigheden – het soort fiets, het gedrag van de fietser, de omgeving – nogal.

Op de woensdag dat ik twee keer op en neer moet racen naar het ziekenhuis, omdat ik per ongeluk thuis iets had laten liggen, ervaar ik niettemin ook zelf dat 26 kilometer haastig fietsen met drie streepjes niet, zoals normaal, vermoeiend is, maar een makkie. Zeker als ik me inhoud en niet tegen de snelheidsbegrenzer in trap. Het aantal mensen dat kiest voor dit gemak, neemt razendsnel toe. Sinds 2015 verdubbelde het aantal e-bikers bijna tot 2,9 miljoen en volgens vervoersorganisatie Bovag-Rai verkopen Nederlandse fietsenwinkels inmiddels [bijna twee keer zoveel e-bikes als gewone fietsen](https://bovagrai.info/tweewieler/2021/1-2-verkoop-nieuwe-fietsen-naar-categorie/). In de fietsenrekken voor mijn supermarkt zijn acht van de dertien fietsen elektrisch, zelfs voor de basisschool van mijn dochter zie ik elektrische fietsen staan in kinderformaat. Worden we met z’n allen zo niet moddervet? Dat lijkt gelukkig nogal mee te vallen. Allerlei onderzoeken laten juist zien dat de toegenomen populariteit van e-bikes ons in het algemeen juist méér aan het bewegen heeft gezet. Volgens [een grootschalig Europees onderzoek](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S259019821930017X) uit 2019, waarbij meer dan tienduizend mensen vragenlijsten invulden over hun rijgedrag, fietsen e-bikegebruikers wekelijks ongeveer evenveel minuten als ‘gewone’ fietsers, maar fietsen ze in dezelfde tijd gemiddeld ook bijna twee keer zo ver. E-bikers die voorheen met de auto of het openbaar vervoer reisden, bewegen niet alleen meer om hun gebruikelijke bestemmingen te bereiken, maar lijken ook gemotiveerd om nog wat extra kilometers af te leggen voor de lol. ‘Er zijn heel veel mensen die voorheen niet veel fietsten, maar die nu grotere afstanden afleggen’, zegt ook Verhagen. ‘De maatschappelijke gezondheidswinst zit hem dus niet in mensen die toch al actief waren, maar in mensen die normaal niet zoveel bewegen. E-bikes maken voor hen de drempel om te bewegen veel lager.’

### Kinderen

Zeker ouderen blijven dankzij de elektrische fiets langer in staat om voor een boodschap of hun plezier een ritje te maken, maar gaat die gezondheidswinst ook op voor kinderen? Met name onder tieners zijn e-bikes volgens de Fietsersbond steeds populairder. Mijn eigen puberzonen vinden fietsen saai en stom, maar mijn e-bike is verdraaid interessant: hoe minder moeite ze hoeven te doen om op school te komen, hoe beter. De hoogleraar is net zo sceptisch als ik. ‘Alles wat kinderen minder actief maakt, is wat mij betreft foute boel.’ Pauline van den Berg, universitair docent aan de Technische Universiteit Eindhoven, denkt dat de e-bike wel een uitkomst is voor kinderen die ver van school wonen en vroeger zouden hebben gespaard voor een scooter – ook niet bepaald goed voor de conditie. Beide wetenschappers wijzen daarnaast op nog een ander aspect van onze gezondheid, namelijk ons geestelijk welbevinden. Ook daarop kan de e-bike een positieve invloed hebben. ‘Met de e-bike gaan mensen makkelijker de stad uit, de natuur in’, zegt Verhagen. ‘De mentale gezondheidswinst die dat bezorgt, compenseert zeker het eventuele verlies aan fysieke belasting.’ Van den Berg voegt toe: ‘In de auto ben je veel geïsoleerder, wandelend of op de fiets maak je makkelijker een praatje. Dat draagt bij aan de sociale contacten in de buurt.’ In de derde week van mijn elektrische fietsavontuur ben ik zo hard naar het appartement van mijn vriend gefietst, dat mijn jurk van het zweet tegen mijn rug kleeft. Ik krijg te horen dat ik stink. Geen wonder, want ik vind het nog altijd moeilijk om niet tegen de snelheidsbegrenzing in te trappen, met alle inspanning van dien. ‘En, vind je het wat?’, vragen vrienden regelmatig over mijn Swapfiets. ‘Mwuh’, antwoord ik dan, ‘ik ben blij als hij niet meer in mijn gang staat. Tot 25 kilometer per uur is het lekker, maar ik vind die snelheidsbegrenzing veel te irritant.’ Tot de*Volkskrant*-fotograaf naar IJburg komt om een foto te maken van mij op mijn fiets en me dezelfde vraag stelt. ‘Och, die snelheidsbegrenzing’, reageert hij met een knipoog op mijn antwoord, ‘er zijn wel trucjes om daar vanaf te komen.’ Nou, vooruit dan maar. Wie weet. Ooit.

#### Hardloper op jacht vangt meer dan de snelwandelaar

Dieren bejagen door ze net zo lang te achtervolgen tot ze uitgeput neervallen, gaat het beste rennend, blijkt uit een nieuw model. Door Henrik Spiering, 24-10-2022, NRC Handelsblad



**Traditionele jacht van de San** in de Kalahari-woestijn, waarbij uitputting van het prooidier een belangrijke rol speelt.

Met de lange achilleshiel, uitzonderlijke zweetvermogen en rijzige gestalte is het menselijk lichaam bijzonder geschikt voor lange-afstandslopen. In de sprint blijven de meeste prooidieren een rennende jager voor, maar op de langere afstand leggen de meeste dieren die niet goed hun warmte kwijt raken het af tegen de mens. Na uren rennen zijn de meeste dieren oververhit, zelfs in relatief koele klimaten. De jager hoeft soms het omgevallen prooidier alleen nog maar op te rapen. Zelfs een paard kan in een race van uren worden ingehaald.

Uitputtingsjacht

De efficiëntie van deze renjacht, ook wel uitputtingsjacht genoemd, is nu in een uitgebreid computermodel getest, met uiteenlopende snelheden, temperaturen en ook prooidieren van verschillende grootte met verschillende zweetmogelijkheden. Dat model, beschreven in [het novembernummer van de Journal of Human Evolution](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0047248422001075) bevestigt de grote voordelen van hardlopen tijdens de jacht. Huidige jagers-verzamelaars passen de techniek van de uitputtingsjacht nauwelijks nog toe, zij vertrouwen liever op speren of pijl en boog. [Vooral bij jagers-verzamelaars in de Kalahari-woestijn](https://www.nrc.nl/nieuws/2006/12/21/urenlang-achtervolgen-11248111-a157752) is de techniek in actie gezien. Overigens doet het[landbouwvolk van de Tarahumara](https://www.journals.uchicago.edu/doi/10.1086/708810)in Mexico óók aan *persistence hunting*. De uitputtingsjacht zou zijn grote nut eerder in de menselijke evolutiehebben gehad, toen *Homo erectus* nog niet beschikte over afstandswapens als speren (ca. 400.000 jaar oud) of handige helpers als honden (ca. 20.000 jaar geleden gedomesticeerd).

Volgens [sommige evolutionaire theorieën](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0047248407001327/)zouden die eerste jagende mensen (2 à 1,5 miljoen jaar geleden) overigens ook wel genoeg hebben gehad aan een wandeltempo. Maar zo’n laag tempo blijkt in dit nieuwe model alleen in uitzonderlijke omstandigheden van nut. Alleen als het heel warm is (boven de 37 graden Celsius) en ook erg vochtig (hoger dan 60%) is het veiliger en nuttiger te wandeljagen in plaats van te rennen. Onder andere omstandigheden zijn lage wandeltempo’s geen succes.

*De meest succesvolle jachttechniek bleek ‘afwisselend rennen’*

De gesimuleerde jachten op die lage snelheid (3,5 à 7 km/u) leverden een 30 tot 70 procent lagere opbrengst op en duurden ook veel langer, waardoor de jager uiteindelijk ook vermoeider werd (hoewel hij in totaal wel minder energie verbruikte). De meest succesvolle jachttechniek bleek ‘afwisselend rennen’, waarbij wandelen wordt afgewisseld met rennen (tussen 7 en 14 km/u), precies zoals ook door antropologen in de Kalahariwoestijn gezien is. Sowieso ligt het gemiddelde tempo altijd lager dan het rentempo omdat een rennende jager ook telkens de sporen van de prooi moet zoeken, zo schrijven de betrokken onderzoekers. Dat rennen efficiënter is dan wandelen betekent niet dat de menselijke jacht niet op een laag tempo kan zijn begónnen. Want in het computermodel leidt ook die techniek tot opbrengst – zij het veel minder dan een hoger tempo. De onderzoekers houden daarom zo’n menselijke oerjacht op wandeltempo voor mogelijk als begin, waarvan uit dan alle lichamelijke aanpassingen aan langeafstands rennen snel ontstaan kunnen zijn, zeker in een warm klimaat.

**Brains evolved to need exercise (from Science Daily, June 2017)**

Mounting scientific evidence shows that exercise is good not only for our bodies, but for our brains. Yet, exactly why physical activity benefits the brain is not well understood. In a new article published in the journal Trends in Neurosciences, University of Arizona researchers suggest that the link between exercise and the brain is a product of our evolutionary history and our past as hunter-gatherers.

UA anthropologist David Raichlen and UA psychologist Gene Alexander, who together run a research program on exercise and the brain, propose an "adaptive capacity model" for understanding, from an evolutionary neuroscience perspective, how physical activity impacts brain structure and function. Their argument: As humans transitioned from a relatively sedentary apelike existence to a more physically demanding hunter-gatherer lifestyle, starting around 2 million years ago, we began to engage in complex foraging tasks that were simultaneously physically and mentally demanding, and that may explain how physical activity and the brain came to be so connected.

"We think our physiology evolved to respond to those increases in physical activity levels, and those physiological adaptations go from your bones and your muscles, apparently all the way to your brain," said Raichlen, an associate professor in the UA School of Anthropology in the College of Social and Behavioral Sciences. "It's very odd to think that moving your body should affect your brain in this way -- that exercise should have some beneficial impact on brain structure and function -- but if you start thinking about it from an evolutionary perspective, you can start to piece together why that system would adaptively respond to exercise challenges and stresses," he said. Having this underlying understanding of the exercise-brain connection could help researchers come up with ways to enhance the benefits of exercise even further, and to develop effective interventions for age-related cognitive decline or even neurodegenerative diseases such as Alzheimer's.

Notably, the parts of the brain most taxed during a complex activity such as foraging -- areas that play a key role in memory and executive functions such as problem solving and planning -- are the same areas that seem to benefit from exercise in studies.

"Foraging is an incredibly complex cognitive behavior," Raichlen said. "You're moving on a landscape, you're using memory not only to know where to go but also to navigate your way back, you're paying attention to your surroundings. You're multitasking the entire time because you're making decisions while you're paying attention to the environment, while you are also monitoring your motor systems over complex terrain. Putting all that together creates a very complex multitasking effort."The adaptive capacity model could help explain research findings such as those published by Raichlen and Alexander last year showing that runners' brains appear to be more connected than brains of non-runners.The model also could help inform interventions for the cognitive decline that often accompanies aging -- in a period in life when physical activity levels tend to decline as well.

"What we're proposing is, if you're not sufficiently engaged in this kind of cognitively challenging aerobic activity, then this may be responsible for what we often see as healthy brain aging, where people start to show some diminished cognitive abilities," said Alexander, a UA professor of psychology, psychiatry, neuroscience and physiological sciences. "So the natural aging process might really be part of a reduced capacity in response to not being engaged enough."Reduced capacity refers to what can happen in organ systems throughout the body when they are deprived of exercise."Our organ systems adapt to the stresses they undergo," said Raichlen, an avid runner and expert on running. "For example, if you engage in exercise, your cardiovascular system has to adapt to expand capacity, be it through enlarging your heart or increasing your vasculature, and that takes energy. So if you're not challenging it in that way -- if you're not engaging in aerobic exercise -- to save energy, your body simply reduces that capacity."In the case of the brain, if it is not being stressed enough it may begin to atrophy. This may be especially concerning, considering how much more sedentary humans' lifestyles have become. "Our evolutionary history suggests that we are, fundamentally, cognitively engaged endurance athletes, and that if we don't remain active we're going to have this loss of capacity in response to that," said Alexander, who studies brain aging and Alzheimer's disease as a member of the UA's Evelyn F. McKnight Brain Institute. "So there really may be a mismatch between our relatively sedentary lifestyles of today and how we evolved."Alexander and Raichlen say future research should look at how different levels of exercise intensity, as well as different types of exercise, or exercise paired specifically with cognitive tasks, affect the brain.For example, exercising in a novel environment that poses a new mental challenge, may prove to be especially beneficial, Raichlen said.

"Most of the research in this area puts people in a cognitively impoverished environment. They put people in a lab and have them run on a treadmill or exercise bike, and you don't really have to do as much, so it's possible that we're missing something by not increasing novelty," he said.Alexander and Raichlen say they hope the adaptive capacity model will help advance research on exercise and the brain."This evolutionary neuroscience perspective is something that's been generally lacking in the field," Alexander said. "And we think this might be helpful to advance research and help develop some new specific hypotheses and ways to identify more universally effective interventions that could be helpful to everyone."

Davidvid A. Raichlen, Gene E. Alexander. **Adaptive Capacity: An Evolutionary Neuroscience Model Linking Exercise, Cognition, and Brain Health**. Trends in Neurosciences, 2017; 40 (7): 408 DOI: [10.1016/j.tins.2017.05.001](http://dx.doi.org/10.1016/j.tins.2017.05.001)

#### Geraadpleegde literatuur (soms achter een betaalmuur, verkrijgbaar op verzoek bij L. Lohse)

1. Bramble, D., Lieberman, D. Endurance running and the evolution of *Homo*. *Nature* **432**, 345–352 (2004). https://doi.org/10.1038/nature03052

2. Lieberman DE. Is Exercise Really Medicine? An Evolutionary Perspective. Curr Sports Med Rep. 2015 Jul-Aug;14(4):313-9. doi: 10.1249/JSR.0000000000000168. PMID: 26166056.

3. Brains evolved to exercise (2017) found on <https://www.sciencedaily.com/releases/2017/06/170626155729.htm>

# 4. Boost in nerve-growth protein helps explain why running supports brain health (2022) found on <https://www.sciencedaily.com/releases/2022/05/220516135013.htm>

5. De mens is gemaakt om te bewegen (boekbespreking D. Lieberman, Exercised) in het NRC   
 <https://www.nrc.nl/nieuws/2021/11/05/de-mens-is-gemaakt-om-te-bewegen-a4064457>