

**DAT ZIT IN DE GENEN**



**MARTIJN VAN CALMTHOUT  
MIEKE ZIJLMANS**

# DAT ZIT IN DE GENEN



**Hoe vreemdgaan en  
49 andere menselijke trekjes  
erfelijker zijn dan gedacht**

 | LANNOO

*Voor ons beider kinderen*

[www.lannoo.com](http://www.lannoo.com)

Registreer u op onze website en we sturen u regelmatig een nieuwsbrief met informatie over nieuwe boeken en met interessante, exclusieve aanbiedingen.

Omslagontwerp: Studio Lannoo

Opmaak: Studio Lannoo in samenwerking met Wim De Dobbeleer

Illustraties: © Lynn van Calmthout

© Uitgeverij Lannoo nv, Tielt, 2016 en Martijn van Calmthout en Mieke Zijlmans

D/2016/45/531 - ISBN 978 94 014 3371 6 - NUR 910/949

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand en/of openbaar gemaakt in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch of op enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

# INHOUD

|                   |     |
|-------------------|-----|
| INLEIDING         | 7   |
| ADHD              | 19  |
| ALCOHOLISME       | 23  |
| ALLERGIE          | 27  |
| ALZHEIMER         | 31  |
| ARTROSE           | 35  |
| ASTMA             | 39  |
| AUTISME           | 43  |
| BALANS            | 47  |
| BLOEDDRUK         | 51  |
| BORDERLINE        | 55  |
| BRANDEND MAAGZUUR | 59  |
| CIJFERVAARDIGHEID | 63  |
| CRIMINEEL GEDRAG  | 67  |
| DEPRESSIE         | 71  |
| DIABETES          | 75  |
| DWANGNEUROSE      | 79  |
| EETSTOORNISSEN    | 83  |
| FAMILIERELATIES   | 87  |
| GEHEUGEN          | 91  |
| GEZICHTEN         | 95  |
| HAZENLIP          | 99  |
| HERSENINHOUD      | 103 |
| INTELLIGENTIE     | 107 |
| KARAKTER          | 111 |
| LEVENSSELUK       | 115 |

|                                  |     |
|----------------------------------|-----|
| <b>LEVENSVRWACHTING/OUDERDOM</b> | 119 |
| <b>LICHAAMSGEWICHT</b>           | 123 |
| <b>LICHAAMSLENGTE</b>            | 127 |
| <b>LICHAAMSTAAL</b>              | 131 |
| <b>MEERLINGEN</b>                | 135 |
| <b>MIDDENORONTSTEKING</b>        | 139 |
| <b>PIJN</b>                      | 143 |
| <b>POLITIEK</b>                  | 147 |
| <b>PRIKKELBARE DARM</b>          | 151 |
| <b>REACTIESNELHEID</b>           | 155 |
| <b>RELIGIE</b>                   | 159 |
| <b>ROKEN</b>                     | 163 |
| <b>SCHEEZIEN</b>                 | 167 |
| <b>SCHIZOFRENIE</b>              | 171 |
| <b>SCHOOLGAAN</b>                | 175 |
| <b>SLAPELOOSHEID</b>             | 179 |
| <b>SLECHTZIENDHEID</b>           | 183 |
| <b>SMAAKZIN</b>                  | 187 |
| <b>SOCIAAL GEDRAG</b>            | 191 |
| <b>STEMGELUID</b>                | 195 |
| <b>TAALVERMOGEN</b>              | 199 |
| <b>TICS</b>                      | 203 |
| <b>UITHOUDINGSVERMOGEN</b>       | 207 |
| <b>VERSLAVING</b>                | 211 |
| <b>VREEMDGAAN</b>                | 215 |
| <b>BRONNEN EN INFORMATIE</b>     | 219 |
| <b>DANKWOORD</b>                 | 231 |

# INLEIDING

---

## ALLES ZIT IN DE GENEN, MAAR IN DE GENEN ZIT NIET ALLES

Zijn onze eigenschappen aangeboren of een gevolg van opvoeding en omstandigheden? Denkers en moralisten zijn elkaar lang in de haren gevlogen over de kwestie *nature versus nurture*, de vraag of eigenschappen aangeboren zijn of aangeleerd. De laatste decennia heeft de wetenschap echter een steeds sterker oordeel over de vraag wat bepaalt wie en hoe de mens is. Het antwoord is even ontvullend als intrigerend: zowel opvoeding als aanleg laten hun vingerafdrukken achter in onze persoonlijkheid, ons gedrag en onze gezondheid. Hun samenspel bepaalt uiteindelijk wie we zijn en hoe ons leven verloopt. Opvoeding zonder aanleg zou ons niet hebben gemaakt wie we zijn geworden. Aanleg zonder opvoeding evenmin.

Veel van de kennis over de erfelijkheid van menselijke kenmerken is tamelijk nieuw: ze dateert van de laatste dertig jaar. Die kennis is vooral te danken aan het onderzoek naar tweelingen. Voor de genetica is de eeneiige tweeling in veel opzichten een godsgeschenk. Nergens is het effect van de genen zo glashelder te zien als in de verschillen en overeenkomsten op latere leeftijd tussen tweelingbroers en zussen. Daarvoor hoeven we in principe de genen niet eens te kunnen vinden of ze te lezen. Wat simpele erfelijkheidsleer volstaat al. En heel, heel veel rekenwerk.

Een van de toonaangevende centra in de wereld op het gebied van tweelingonderzoek staat aan de Van Boeholtlaan in Amsterdam Buitenveldert, bij de Vrije Universiteit. Daar is het Nederlands Tweeling Register gevestigd. In de databanken van de vakgroep Biologische Psychologie zitten de gegevens van inmiddels bijna 40.000 eeneiige en twee-eiige tweelingparen die al sinds hun geboorte zijn gevolgd. Omdat het register een kwarteeuw geleden is opgericht, in 1987, zijn de oudste gevolgde tweelingen inmiddels 27 jaar. Daarnaast liggen daar nog eens de gegevens van 50.000 oudere Nederlandse tweelingen, van wie de oudste zelfs de negentig zijn gepasseerd. Van elke duizend nieuwgeborenen behoren er 18 à 19 tot een eeneiige tweeling; in Nederland en België zijn het er iets meer dan in de rest van West-Europa, vermoedelijk vanwege het vaker toepassen van reageerbuisbevruchting. Vrouwen van boven de dertig hebben driemaal zoveel kans op een meerling als jongere moeders, doordat hun eisprong wat minder stabiel wordt.





De onderzoekers van de VU hebben regelmatig contact met ‘hun’ tweelingen, volgen hen medisch en stellen aan ze vragen over van alles en nog wat. Eén keer per jaar is er een tweelingenbijeenkomst ergens in het land: een gewilde gelegenheid voor fotografen om zo veel mogelijk tweelingparen tegelijk in beeld te brengen. In de databank zitten ten behoeve van de context ook nog eens de gegevens van bijna 100.000 verwanten van tweelingen: broers, zussen, ouders.

Dat de tweelingdatabank zo’n belangrijk wetenschappelijk instrument is geworden, komt door een betrekkelijk eenvoudig principe uit de erfelijkheid: eeneiige tweelingen hebben precies dezelfde genen (zie pag. 16: **Genen voor beginners**). Dat komt door de specifieke manier waarop hun leven begonnen is. Bij de bevruchting versmelten een eikel en een zaadcel. Die bevruchte cel slaat aan het delen. Er ontstaat een foetus en vervolgens een hele baby. Bij een eeneiige tweeling breekt de bevruchte eikel na de eerste celdeling per abuis eerst in twee losse cellen, die daarna ieder een foetus vormen. Beiden met hetzelfde DNA. Ze zijn van hetzelfde geslacht, zullen dezelfde haarkleur hebben, dezelfde oogkleur, dezelfde bloedgroep. Zo’n drie of vier op de tien tweelingparen zijn eeneiig.

De oorsprong van twee-eiige tweelingen is anders. Hun leven begint met een abusievelijk dubbele eisprong bij de moeder, waarna de twee eicellen beide bevrucht raken met sperma. De twee vruchtjes die daarna ontstaan zijn in feite gewone broers of zussen, die alleen tegelijk ter wereld zullen komen: ze delen gemiddeld de helft van hun genen. Ze lijken misschien wel op elkaar, maar zijn niet per se van gelijk geslacht, hebben niet vanzelf dezelfde haarkleur of kleur ogen. Buitenstaanders zullen de twee redelijk gemakkelijk uit elkaar kunnen houden. Ongeveer 65 procent van alle tweelingen is twee-eiig.

Het interessante aan alle tweelingen is dat ze doorgaans wel in hetzelfde gezin opgroeien. Daardoor hebben ze als kind of puber ongeveer hetzelfde leefpatroon, ze krijgen hetzelfde eten, maken min of meer hetzelfde mee. Voor zover de omgeving een rol speelt in hoe ze uiteindelijk als mens uitpakken, is die voor beiden ongeveer gelijk.

---

Twee intelligente ouders hebben zelfs méér kans een kind met een gemiddeld IQ te krijgen dan om een genie af te leveren, zo werkt statistiek nu eenmaal.

Verschillen tussen tweelingen zeggen dus iets over de invloed van de omgeving. Dat is ideaal voor onderzoekers die willen meten hoe groot die *nurture*-rol nou eigenlijk is.

En zulke onderzoekers zijn er. In 2015 bekroonden VU-onderzoekers Danielle Posthuma en Tinca Polderman een vier jaar durende monsterklus met een groot artikel in het toonaangeven-

de blad *Nature Genetics*. Posthuma en Polderman maakten, deels met slimme zoeksoftware en geautomatiseerde taalanalyses, een zogeheten meta-analyse van alles wat er in de wetenschappelijke literatuur bekend is over de erfelijke component in menselijke eigenschappen.

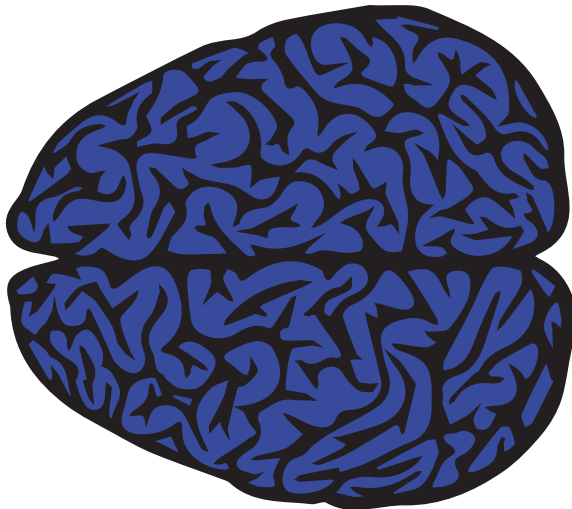
Ook op de website [match.ctglab.nl](http://match.ctglab.nl) zijn de resultaten van hun monnikenwerk te bekijken. De meest uiteenlopende eigenschappen zijn erin terug te vinden, steeds voorzien van een schatting van de factor erfelijkheid. De aanleg tot religiositeit of het vermogen tot gelukkig worden in een relatie. Het hebben van werk of behept zijn met slechte ogen. Maar ook kenmerken als lichaamshouding, stem, verslavingsgevoeligheid, geneigd zijn tot bepaalde politieke opvattingen, de aanleg voor schizofrenie en andere psychische problemen. Er is, zeggen de biologisch psychologen van de VU, in de kwarteeuw dat het tweelingregister is uitgeplozen eigenlijk nog nooit één menselijk kenmerk opgedoken waarin genen géén rol spelen. Die rol kan klein zijn, maar ze is er eigenlijk altijd. Alles zit in de genen, maar zoals gezegd: in de genen zit niet alles.

De lange lijst van meer dan honderd menselijke kenmerken en aandoeningen die Posthuma en Polderman hebben opgesteld, plus de geschatte betekenis van de genen, zijn het uitgangspunt geweest voor dit boek. Deze selectie is echter niet uitputtend, sommige eigenschappen wekken nu eenmaal meer de nieuwsgierigheid dan andere.

De gekozen menselijke trekken leiden tot interessante verrassingen omdat we ze in het dagelijks leven gemakshalve vaak wel zien als persoonlijke keuzes en eigen verantwoordelijkheden. In dat opzicht zijn onderwerpen als politiek of religie verrassender dan ziektes als kanker of taaislijm, die we in dit boek niet zullen behandelen.

De bij elk kenmerk genoemde erfelijkheidspercentages moeten wel steeds met de juiste bril gelezen worden. Wat betekent het bijvoorbeeld dat er 80 procent erfelijkheid in ons IQ zit?

Zeker later in hun leven zullen tweelingen nooit in alle opzichten exact hetzelfde zijn. Ze hebben altijd zichtbare of op een andere manier merkbare verschillen. Om die variatie gaat het de tweelingonderzoekers. Aan verschillen bij eenige tweelingen uit hetzelfde gezin kunnen ze zien hoe groot de variatie van een bepaald kenmerk van nature is. Bij twee-eiige tweelingen is dat anders; die delen slechts de helft van hun genen. Door de variatie in beide soorten tweelingen te vergelijken, kunnen onderzoekers zien hoe bepalend het hebben van identieke genen is voor een bepaalde eigenschap. Dat is wat de onderzoekers bedoelen met de percentages genetica in bepaalde eigenschappen: het deel van de variaties tussen mensen



dat is toe te schrijven aan hun onderlinge genetische verschillen. Als het aandeel genetica groot is, dan verschillen mensen met identieke genen weinig van elkaar. Is het aandeel klein, dan zullen ook mensen met identieke genen onderling behoorlijk verschillen.

Lastig aan de schatting van de mate van erfelijkheid van een kenmerk is dat het eigenlijk gaat om een verband tussen twee sterk variërende grootheden. Mensen kunnen op talloze manieren genetisch van elkaar verschillen. Van een eigenschap als intelligentie is bijvoorbeeld bekend dat die een klokvormige grafiek volgt: aan één kant een langzaam stijgende lijn, beginnend bij niet heel veel domme mensen, dan opklimmend naar een heuvel van gemiddelde intelligentie en dan weer dalend naar een achterland van niet zo veel superslimmen. Statistisch is de klokvorm samen te vatten in één percentage: de mate van erfelijkheid.

Dat erfelijkheidspercentage is echter geen garantie. Twee intelligente ouders hebben zelfs méér kans een kind met een gemiddeld IQ te krijgen dan om een genie af te leveren, zo werkt statistiek nu eenmaal. Tegelijk hebben ze wel meer *kans* op een slim kind dan minder intelligente ouders zouden hebben. Ook dat is te begrijpen aan de hand van de klokvormige grafiek van een eigenschap. Is er sprake van een hoge erfelijkheidsfactor, dan zal het verschil tussen de ouders en het kind niet heel groot zijn. Is de erfelijke factor lager, dan kunnen de verschillen veel groter zijn.

Voor tweelingen zelf is de erfelijkheid van kenmerken vooral belangrijk als het gaat om hun gezondheid. Als een van beiden hartklachten krijgt of depressief wordt, hoe groot is dan de kans dat de ander die problemen ook krijgt? Dat risico ligt voor eeneiige tweelingen weliswaar anders dan voor twee-eiige, maar in feite betekent een aandoening bij de één zelden dat die bij de ander ook beslist zal optreden. Wel kan de *kans* dat de andere tweeling ook ziek wordt groter zijn. Vaak zal die nog steeds niet veel anders zijn dan wanneer gewone familieleden zich zorgen maken als een erfelijke aandoening in de familie opduikt. De tweelingonderzoekers van de VU hebben een polikliniek voor tweelingen met vragen over dit soort zorgen.

De erfelijkheid van menselijke trekken en aandoeningen wordt eigenlijk pas echt interessant als we er ook de maakbaarheid via de omgevingsfactoren bij betrekken. Genen bepalen waar op de curves wij ongeveer zitten, bij de minderbedeelden, gemiddeld of juist bij de gezegenden. Maar met training, therapie, opleiding, eventueel pillen of zelfs gentherapie valt er in veel gevallen wel te sleutelen aan de eigenschap.

De vergelijking dringt zich op tussen dit soort ingrepen en fitness. Een groep van honderd mannen van gelijksoortige leeftijd, opleiding en lichamelijke gesteldheid wordt schriftelijk uitgenodigd voor een trainingsprogramma om hun conditie te verbeteren. Vijf van hen geven nooit antwoord, de rest komt netjes opdruiven. Tien haken na een paar keer af. Bij anderen treden gaandeweg blessures op. Zo is er na verloop van tijd een groep van vijftig deelnemers over, wier conditie na alle gezwoeg in de sportschool wordt gemeten. Niet verwonderlijk is dat de gemiddelde conditie van de groep beter is geworden. Tegelijk blijkt er echter nog steeds een grote variatie te bestaan: sommige deelnemers zijn met alle training niet aantoonbaar opgeschoten, andere heel duidelijk wel. Hier is de biologie aan het werk: de een is veel trainingsgevoeliger dan de ander. Die biologie speelt zelfs de groep die in het begin al afhaakte parten: die begint er niet eens aan. En de geblesseerden waren fysiek kennelijk niet tegen de training opgewassen. Zoals altijd bepaalt de aanleg vooral hoeveel invloed de omgeving zal hebben.

Uit tweelingonderzoek zoals dat aan de Vrije Universiteit is voornog vooral af te leiden dat erfelijkheid een rol speelt in vrijwel alle menselijke eigenschappen. De vraag hóé dan is daarmee nog niet beantwoord. Dat is de motivatie voor heel veel hedendaags genetisch onderzoek: uitvinden welke genen ons slim of dom, dik of dun, cynisch of empathisch maken.

Het bepalen van de rol van specifieke genen is de laatste jaren razendsnel vooruitgegaan dankzij nieuwe DNA-technieken. Voorheen kwam zulk speurwerk neer op het zoeken naar genetische overeenkomsten tussen mensen met vergelijkbare aandoeningen of kenmerken.

---

Steeds meer studies de afgelopen jaren mikken op zogeheten *pathways*: de genen die samen biochemische routes in het lichaam definiëren waar kennelijk een bepaald kenmerk of gedrag wordt geregeld.

Op die manier werd wel veel bekend over de genetische achtergronden van ziekten of afwijkingen. Maar met name de genetica van andersoortige kenmerken was op die manier nauwelijks te achterhalen.

Daarin is de afgelopen tien jaar verandering gekomen door de opkomst van goedkope DNA-scanning. Daarmee kan het hele genoom van mensen tegen redelijke kosten in

kaart worden gebracht. Daardoor wordt het mogelijk om zogeheten genoombrede associatiestudies (in het engels bekend als GWAS) uit te voeren. Daarin worden genetische patronen gekoppeld aan willekeurige kenmerken van de mensen in de DNA-databank.

Nadelen heeft die aanpak ook, zo blijkt inmiddels. Met name de grote GWAS-studies leveren wel aanwijzingen op voor meer en minder toonaangevende genen die leiden tot bepaalde sociale, psychische of zelfs medische kenmerken. Maar vaak zijn dat er zo veel en lijken de genen zo willekeurig, dat de resultaten meer vragen oproepen dan dat ze antwoorden opleveren. Gevolg is dat steeds meer studies de afgelopen jaren niet mikken op individuele genen, maar vooral op zogeheten *pathways*: de genen die samen biochemische routes in het lichaam definiëren waar kennelijk een bepaald kenmerk of gedrag wordt geregeld. Zulke routes kunnen aanknopingspunten geven voor nieuwe medicijnen of therapieën.

Er zijn ook vorderingen die tot de verbeelding spreken. Onlangs vonden onderzoekers van de VU in samenwerking met een groot internationaal team voor het eerst drie genen die een duidelijke rol spelen bij de persoonlijke aanleg voor een gelukkig bestaan. Er zijn zonder twijfel nog honderden andere van zulke 'geluksgenen', denken deze onderzoekers onder aanvoering van biologisch psycholoog Meike Bartels. Maar dit is wel degelijk een begin dat vooral van belang kan worden bij de behandeling van bijvoorbeeld depressie.

Het vermoeden is namelijk dat depressie het natuurlijke dieptepunt is van een heel spectrum van gemoedstoestanden tussen gelukkig en ongelukkig in. Vooral het verschil tussen minder gelukkig en depressie is daarbij van belang. En als daar een gentest het risico kan aantonen op een echte depressie, dan scheelt dat mensenlevens. Dat is veel waard. Therapie of pillen zouden (in dat geval) wellicht mensen aan de goede kant van de streep kunnen houden. Dit volgens het principe van de klokvormige curve die we eerder zagen. Iedereen zou er baat bij kunnen hebben. Maar juist op de drempel van een depressie kan een ingreep het verschil maken, zonder te beweren dat zo iemand meteen dolgelukkig door het leven zal gaan. Sommige mensen hebben het volledige levensgeluk niet in zich, het is niet anders.

Dat veel in de genen zit, maar lang niet alles, is meer dan alleen interessant om te weten. Het is belangrijk in het echte leven, omdat we de omstandigheden waarin we onze kinderen laten opgroeien zelf in de hand hebben, in elk geval deels. We sturen ze naar school om hun intellect te ontwikkelen; we laten ze in het groen spelen omdat dat beter is dan binnenzitten. We behandelen verslaafden en helpen mensen van het roken af. Als dat allemaal alleen maar aangeboren was, dan zouden pogingen tot bijsturing vergeefse moeite zijn.

Uitgezonderd echt erfelijke ziektes zijn er haast geen menselijke trekken die ongevoelig zijn voor de omgeving. Wie van nature krom loopt of slist, kan daar best nog wat aan doen zonder ooit kaarsrecht door het leven te gaan of een beroepsredenaar te worden. En zelfs de zoon van de crimineel, de jongen met een hang naar het boevenpad, is niet bij voorbaat verloren.

Omgekeerd heeft de genetische kijk op de zaak ook belangrijke maatschappelijke en sociale consequenties. We zijn maar al te makkelijk geneigd om mensen te beoordelen op hun minder fijne eigenschappen. Hun brommerige karakter, hun verslavingen, hun domheid en onhandigheid. Misschien op hun gebrekkige sociale antenne, op hun verkeerde politieke opvattingen, hun verbijsterende gebrek aan rationaliteit. Als mensen daar in feite door hun genen toe worden gebracht, dan moeten we ons oordeel misschien ook wat minder snel klaarhebben.

---

Goede genen zijn het cadeau van onze ouders en van de ouders van onze ouders.

Soms vormt die conclusie zelf ook weer een probleem, bijvoorbeeld in de rechtspraak. Als een moordenaar voor de rechter staat, mag hij zich dan beroepen op de mate van erfelijkheid van gewelddadigheid?

Is zo iemand dan formeel ontoerekeningsvatbaar zoals geesteszieken dat kunnen zijn? Dat is misschien voor een veroordeling, schuldig of niet schuldig, niet zo van belang. Maar voor de strafmaat wel. In het ene geval is straf op zijn plaats, in het andere behandeling.

De verwarrende rol van de genen geldt uiteindelijk ook voor onszelf. Niet alles wat we goed voor elkaar hebben – dat we slim zijn, goed verdienen, gelukkig zijn – niets daarvan is helemaal onze eigen verdienste. Met een goed stel genen is dit alles makkelijker te bereiken.

Goede genen zijn het cadeau van onze ouders en van de ouders van onze ouders, en zo verder. Een lange keten van voorouders die eindelijk ver de geschiedenis in reikt, een geschiedenis van mensenlevens die geleefd werden met wat hun gegeven en gegund was.



## Genen voor beginners

In vrijwel iedere cel van elk levend wezen zit een pakket instructies die we de genen noemen. Deze genen bepalen welk dier of welke plant het betreft, hoe het resultaat eruit moet zien, hoe het overleeft en zich verhoudt tot zijn omgeving.

De genen zijn onderdeel van lange moleculen van de stof desoxyribonucleïnezuur (DNA), die compact zijn opgekruld tot zogeheten chromosomen. Mensen hebben 46 chromosomen, of eigenlijk 23 paar chromosomen. Daarop zijn in totaal zo'n 21.000 genen te vinden.



Elk gen is een lange reeks van kleinere moleculen, de basen, die paren vormen en als treden van een wenteltrap achter elkaar liggen. Er zijn vier verschillende basen, aangeduid met de letters A, C, T en G, naar hun chemische formules. Deze basen vormen vaste combinaties: A verbindt altijd zich met C, en T altijd met G. die vaste combinaties vormen: AC en TG. De volgorde van de basen is de code waarin de instructie geschreven is. De code geeft een biochemische instructie voor het aanmaken van eiwitten die in de machinerie van de levende cel een taak volbrengen of andere moleculen stimuleren.

In het dagelijks bestaan delen cellen voortdurend. Dat doen ze om oud materiaal te vervangen of om te groeien. Bij de celdeling vindt eerst een verdubbeling van alle chromosomen plaats, waarna de kopieën in de nieuwe cel worden ondergebracht. Voor deze verdubbeling wordt de DNA-wenteltrap in elk chromosoom over de hele lengte gesplitst en elke helft weer vervolmaakt. De nieuwe cellen vormen een kopie van de oude; alle genen zijn behouden.



Bij geslachtelijke voortplanting wordt dat anders. Daarin wordt via een ingewikkelde splitsing van het DNA in de zaad- en eicel de helft van het DNA van de vader gecombineerd met de helft van het DNA van de moeder. Daardoor worden de genetische instructies van beide ouders vermengd in die van het kind. Dat kind zal daardoor een nieuwe combinatie van kenmerken en eigenschappen hebben.

Sommige genetische instructies zijn dominanter dan andere, ze leggen meer gewicht in de schaal, bij wijze van spreken. Daardoor kan de betreffende eigenschap in het kind de overhand hebben. De ondergeschikte instructie (recessief) is dan wel in de genen aanwezig, maar ze komt niet tot uitdrukking, behalve als het gen door beide ouders is doorgegeven.

De genetica van de mens is belangrijk voor het risico op bepaalde ziekten. In de DNA-machinerie in de cellen treden soms kopieerfouten op, of raken genen beschadigd. Daardoor kunnen biochemische processen ontsporen of kan wildgroei optreden, zoals bij veel vormen van kanker het geval is. Zulke fouten kunnen ook aan het nageslacht worden doorgegeven, waardoor er sprake is van een erfelijke ziekte.

Vooraf niet-dominante genfouten zijn riskant. Bij de ouders leiden die niet tot problemen, maar als ze van twee kanten aan het kind worden doorgegeven, dan leveren ze opeens wel een risico op. Sommige erfelijke ziekten kunnen in de familie zitten zonder dat alle gezinsleden ziek worden.

Heel veel ziekten en kenmerken hebben wel een erfelijke component, maar hangen niet af van één foutief gen. Ze ontstaan door combinaties van vaak wel honderden genen. Daarmee zijn menselijke eigenschappen wel degelijk erfelijk, maar is het niet gezegd dat de betrokken genen allemaal even gemakkelijk zijn aan te wijzen.

# ADHD

68%

## TE DRUK VOOR DE WERELD

**V**roeger, is de veelgehoorde verzuchting, had je gewoon drukke kinderen, maar tegenwoordig mag dat niet meer: ze hebben allemaal ADHD en krijgen pillen. ADHD is een opvallende aandoening, dat staat vast. Wie haar heeft, ontregelt met zijn of haar impulsieve ongeconcentreerde gedrag niet alleen zichzelf, maar ook de omgeving. Thuis, op school of op het werk. Maar cijfermatig klopt de suggestie van een ban op druktemakerij niet erg. In Nederland hebben ongeveer 13.000 jongeren tot 17 jaar de diagnose *attention deficit hyperactive disorder*. Dat is zo'n 5 procent van alle schoolgaande kinderen, ruim één per klas. Bij jongvolwassenen heeft 1 tot 3 procent de formele diagnose ADHD, driemaal zoveel jongens als meisjes. Of dat echt veel meer is dan een halve eeuw geleden weet niemand. In elk geval heeft de aandoening een naam gekregen. En de interesse gewekt van de farmaceuten, natuurlijk.

Dat neemt allemaal niet weg dat ADHD volgens de psychiatrie een echte psychische aandoening is, een ziekte die last en leed veroorzaakt. Enige greep op de kwaal zou nuttig zijn. Daarbij wordt inmiddels ook uitgebreid gekeken naar eventuele genetische oorzaken. Dat de aanleg voor ADHD niet door één gen wordt geregeld, staat vast. Er wordt soms wel een verband gelegd met een defect op chromosoom 16 dat in ernstige gevallen leidt tot verstandelijke beperkingen. Of dat defect ook bij alledaagse ADHD een rol speelt, is omstreden.

Tegelijk is er zeker een forse erfelijke component, die in tweelingstudies op wel 70 tot 80 procent wordt geschat bij kinderen. Dat betekent dat er een gerede kans is dat een kind ADHD-achtige verschijnselen vertoont als een van de ouders dat doet, of eigenlijk: als die dat als kind deed. Voor de volwassen versie is dat minder, daar verklaart de genetica zo'n 30 tot 40 procent van de gevallen.

Waar die genetica zich precies afspeelt, is tegelijk nog niet heel duidelijk. Er wordt veel onderzoek naar ADHD gedaan, maar de resultaten zijn zo onhelder en soms zelfs zo tegenstrijdig dat Chinese onderzoekers een paar jaar geleden een grote databank hebben opgezet om de draad niet kwijt te raken: ADHDgene geheten. In die databank zijn inmiddels resultaten van honderden onderzoeken naar de rol van genen bij ADHD samengebracht, zowel genomwijde vergelijkingstudies als onderzoek naar herhaalfouten in genen. Wat uit die veelheid aan informatie gaandeweg naar voren komt, is een aantal zogeheten paden (*pathways*): genetisch samenhangende mechanismen die leiden tot het drukke en impulsieve gedrag.

