

De evolutie van de toekomstige mens

Homo futuris

We kunnen onze eigen evolutie afwachten, maar met alle medische en technologische ontwikkelingen lijkt het geen gekke stap om onze toekomst in eigen hand te nemen. Welke paden kunnen we nemen?

De mensheid is een eind gekomen, maar onze evolutie heeft zijn beste tijd gehad. Gelukkig biedt de techniek ons de kans het heft in eigen handen te nemen. Maak kennis met Homo cyberneticus en Homo digitalis.

Tekst: Marysa van den Berg

De moderne mens, *Homo sapiens sapiens*, bestaat nog maar 100.000 tot 200.000 jaar. Dat is een fractie vergeleken met de leeftijd van de aarde, zo'n 4,6 miljard jaar. Toch hebben we ons in die tijd weten te ontwikkelen van een aapachtige tot het meest dominante wezen op aarde. Maar daar stopt het niet bij; de mensheid kan nog vele duizenden of zelfs miljoenen jaren voortleven, mits er geen catastrofale ramp plaatsvindt. Hoe verloopt onze verdere evolutie? Hoe gaat de toekomstige mens eruitzien?

Utopia bereikt

Om bovenstaande vragen te kunnen beantwoorden, is het logisch om ons eerst af te vragen of we überhaupt nog wel verder evolueren. Een van de drijfveren achter evolutie is namelijk natuurlijke selectie, beter bekend als *survival of the fittest*. Hiermee wordt bedoeld dat alleen diegenen die het best zijn aangepast aan de leefomgeving, en daardoor in staat zijn de meeste kinderen te krijgen, de grootste kans hebben hun genen door te geven. Zolang er zo'n selectiedruk is, zal de mens evolueren.

Lang was de mensheid een speelbal van de natuur en om ons staande houden, moesten we onszelf constant aanpassen aan veranderende omstandigheden. Maar op dit moment geldt dat niet meer. De natuurlijke selectie wordt momenteel tegengewerkt door tal van factoren. Met de voortschrijdende geneeskunde en betere hygiëne zijn we de meeste ziektes die ons vroeger fataal werden de baas. Mensen met genetische afwijkingen blijven nu in leven en kunnen zich dus voortplanten. Voedsel in overvloed en warme huizen maken dat we niet meer omkomen van honger en kou. Bang voor roofdieren hoeven we allang niet meer te zijn.

Geen wonder dat sommige bekende wetenschappers bij hoog en bij laag beweren dat de mens stilstaat in zijn ontwikkeling; een evolutiestop dus. Zo zei geneticus Steve Jones van de University College Londen in 2002 in een lezing: "Dingen worden simpelweg niet meer beter of slechter voor onze soort. Als je wilt weten hoe Utopia eruitziet, kijk dan eens om je heen – we leven er nu in."

Toch bestrijden veruit de meeste wetenschappers het idee van de evolutiestop. Ten eerste omdat er nog wel degelijk natuurlijke selectie bestaat. Ontwikkelingslanden hebben nog altijd te maken met epidemieën, honger en hoge kindersterfte. Ten tweede omdat natuurlijke selectie niet het enige mechanisme is waardoor evolutie plaatsvindt. Wij evolueren nog wel degelijk, en zullen dat altijd blijven doen, alleen op een andere manier. "De *survival of the fittest* heeft nu veel meer een cultureel en technologisch karakter gekregen dan dat het louter een biologisch proces is", zegt filosofisch antropoloog Jos de Mul, schrijver van het boek

Kunstmatig van nature. Onderweg naar Homo sapiens 3.0. “Dat begon letterlijk bij het oppakken van de eerste steen. Het feit dat de moderne mens van alle soorten van het geslacht *Homo* als enige nog bestaat, heeft waarschijnlijk vooral te maken met onze enorme culturele en technologische ontwikkeling.”

Einde van de bleekscheet

Het goed kunnen meedraaien in de huidige maatschappij is nu dus de drijfkracht achter veranderingen aan onze soort. Welke ontwikkelingen van de mens zijn op dit moment gaande of kunnen we in de nabije toekomst gaan zien?

Het meest opvallend is ons brein. In de afgelopen miljoenen jaren zijn onze hersenen steeds groter geworden. De oudste mensachtige, *Australopithecus*, beschikte over slechts 440 cc aan brein. Zijn jongere broer *Homo erectus* schoot naar één liter. En de huidige *Homo sapiens* zit op ongeveer 1,5 liter. Dit is deels te danken aan natuurlijke selectie (een groter brein en daarmee gepaard gaande hogere intelligentie maakt dat je roofdieren te slim af kan zijn), maar deels ook aan cultuur en technologie (we ontwikkelden gesproken taal en begonnen werktuigen te gebruiken).

Het is onwaarschijnlijk dat onze hersenen nog veel groter worden – want dat maakt de afstanden binnen de hersenen eveneens groter en de samenwerking tussen hersendelen trager –, maar ze kunnen wel van structuur veranderen. De ‘bedrading’ wordt anders, omdat we het brein op een andere manier gebruiken. “Het brein verandert nu vooral door training”, vertelt evolutionair geneticus Leo Beukeboom van de Rijksuniversiteit Groningen. “Vandaag de dag moeten we in staat zijn met veel dingen tegelijkertijd bezig te zijn en efficiënt met digitale omgevingen kunnen werken.”

Een andere menselijke eigenschap die op het punt staat te veranderen, is uiterlijk. Het was lange tijd zo dat mensen uit verschillende continenten nauwelijks met elkaar in contact kwamen, maar inmiddels zie je steeds meer menghuwelijken. Het gevolg is dat je nu een prachtig palet aan huidskleuren ziet verschijnen over de hele wereld: van intens zwart tot bleekwit met sproeten, en alles daartussenin.

Maar daar stopt het niet. Uiteindelijk gaan we toe naar één uiterlijk, denkt Beukeboom. “Veel van de eigenschappen voor uiterlijk worden bepaald door meerdere genen. Sommige genen zijn meer voor zwart, andere meer voor blank en blond.” En als je die genen combineert, wint niet één van de twee, maar krijg je een kleur die daartussenin ligt. “Het duidelijke verschil tussen zwart en wit zal daardoor steeds verder afnemen,” zegt Beukeboom.

Slap en onvruchtbaar

We noemden het al even: ons moderne leven (althans in de ontwikkelde landen) wordt gekenmerkt door steeds betere medische en technologische faciliteiten. Dat is mooi, maar het maakt ons wel zwakker, stelt Beukeboom. “We bestrijden ziektes waaraan anders mensen dood zouden gaan of verhinderen dat ze zich voortplanten. Op die manier is er nu ook sprake van *survival of the weakest*.”

Je zou dus kunnen veronderstellen dat de mens van de nabije toekomst een zwakker immuunsysteem zal hebben. Idem dito voor onze spierkracht. Machines nemen ons het werk tenslotte steeds meer uit handen. Sommige wetenschappers beweren zelfs dat we dommer worden. Vooral omdat lageropgeleiden nog weleens meer kinderen willen krijgen dan hogeropgeleiden. Maar dit is volgens andere wetenschappers onzin: intelligentie wordt door te veel genen gecodeerd om zomaar te verdwijnen.

Verder zouden we een ‘zintuigverslonzing’ kunnen verwachten. Door de beschikbaarheid van brillen, contactlenzen en gehoorapparaten blijven eigenschappen als slechthoortheid en slechthorendheid in de populatie hangen. Mogelijk gaan onze ogen en oren dus achteruit.

En, *last but not least*, moeten we ook nog vrezen voor onze vruchtbaarheid. Beukeboom: “Mensen die steriel zijn, kunnen via ivf alsnog kinderen krijgen. De genen die ten grondslag liggen aan die onvruchtbaarheid kunnen dan worden doorgegeven. Als dat grote vormen gaat aannemen, zou de mens in de toekomst dus onvruchtbaar kunnen worden.”

Dat klinkt allemaal niet best. Maar geen nood. We hebben de evolutie al gestuurd van zo veel planten (lees: landbouw) en dieren (lees: huisdieren, maar ook dieren in de stad), waarom dan niet ook het heft van onze eigen evolutie in handen nemen? Volgens De Mul staan we op het punt om precies dat te doen. “Vaak wordt evolutie als iets geleidelijks voorgesteld, maar het is meer een afwisseling van perioden van stilstand en perioden van heel snelle ontwikkeling. Bijvoorbeeld 65 miljoen jaar geleden, toen een meteoriet insloeg en de dinosauriërs verdwenen, maakten de zoogdieren een enorme groeisput. Ik denk dat we nu met allerlei technologische middelen op het punt zijn beland waarop we een explosie gaan zien van uiteenlopende kunstmatige levensvormen.”

Homo supergeneticus

Over welke paden van kunstmatige evolutie hebben we het dan? Om te beginnen die van de genetische modificatie. Sinds de ontdekking van de helixvorm van DNA in 1953 zijn de ontwikkelingen op geneticagebied razendsnel gegaan. We zijn al verscheidene jaren in staat om genetische afwijkingen als cystische fibrose, hemofilie en sikkelcelanemie te genezen door het zieke gen te vervangen door een gezond gen. Dit wordt somatische genterapie genoemd. Doordat de genen in geslachtscellen niet worden veranderd, wordt de genetische verandering niet doorgegeven aan het nageslacht.

Veranderen we echter de genetische opmaak in een embryo (die bestaat uit kiemcellen), dan verander je daarmee heel het genoom van die persoon. Dit proces heet kiemcel-genetische modificatie. De baby is dan transgeen geworden en kan de veranderde genen ook doorgeven aan zijn of haar toekomstige kinderen. Door middel van deze vorm van modificatie lopen er nu al zo'n dertig transgene mensen rond op aarde.

Inmiddels is kiemcel-genetische modificatie verboden, maar voor hoelang nog? Zouden we deze techniek kunnen gebruiken om onszelf te verbeteren? Aan welke eigenschappen valt dan te denken? “Traditioneel is technologieontwikkeling erg gericht geweest op het overwinnen van menselijke beperkingen. Denk aan voertuigen, omdat we niet zo hard kunnen lopen, en de telefoon, omdat onze stem niet zo ver reikt”, zegt De Mul. “Ik denk dat genetische modificatie dus in eerste instantie zal worden gebruikt om onze zwakke punten weg te nemen. Je kunt daarbij denken aan het voorkomen en genezen van allerlei ziektes.”

Ook kunnen we de eerdergenoemde zintuigachteruitgang, onvruchtbaarheid en verzwakking van spierkracht en immuunsysteem een halt toeroepen. Maar er is meer. Als je toch bezig bent, waarom zou je iemand dan niet de genen van een schoonheid, een genie en een begiftigd muzikant geven? Of een enorm uithoudingsvermogen, spierkracht, infraroodvisie, een heel lang leven? Wanneer we dat kunnen, hebben we zelfs de macht om een compleet nieuwe mens te schapen, een mens zonder zwakheden, een mens met superieure genen: *Homo supergeneticus*.

Hoewel het idee van *Homo supergeneticus* fascinerend is, gaan er bij veel mensen ook alarmbellen rinkelen. En niet zonder reden, zegt De Mul, verwijzend naar de nationaalsocialistische eugenetica. “Je zou te maken kunnen krijgen met een *genetic divide* (genetische kloof) tussen Übermensen en Untermensen. Twee soorten mensen, waarvan de een toegang heeft tot allerlei manieren van mensverbetering, terwijl de andere door gebrek aan financiële middelen achterblijft.” Beukeboom beaamt dit, maar voegt daaraan toe: “Je ziet vaak dat wat eerst niet wordt geaccepteerd vanwege ethische redenen jaren later alsnog wordt

geaccepteerd. Genetische modificatie ter mensverbetering kan dus weleens op den duur niet tegen te houden zijn.”

De cyborg-route

Een ander pad dat we kunnen bewandelen om onze eigen evolutie te bewerkstelligen is dat van de elektronica. Elektronica is niet weg te denken uit ons moderne leven: naast de tv en de auto zie je overal computers, tablets en smartphones. We delen ons hele hebben en houden op internet. Komt het in de toekomst zover dat wij en onze apparaten in elkaar opgaan? Oftewel: nemen we de cyborg-route?

Het eerste begin is er. Het is nu al mogelijk een menselijk brein te koppelen aan een computer. Dat kan op twee manieren. De ene is het opnemen van hersenactiviteit en die richting de computer te sturen, die vervolgens een actie uitvoert. Dit wordt een brein-computer-interface (BCI) genoemd. De tweede is het sturen van elektrische pulsen van een computer naar hersenen. Dit noemen we breinstimulatie. Beide vormen van neurotechnologische snufjes kunnen zowel onder de huid (invasief) als op de huid worden geplaatst (niet-invasief). De eerste methode heeft het hoogste ‘cyborggehalte’.

Een voorbeeld van een invasieve BCI is die voor motorische functies. “Je kunt dan hersensignalen gebruiken om bijvoorbeeld een cursor op een scherm te laten bewegen of letters tevoorschijn te toveren. Verlamde mensen kunnen zo gamen of e-mails sturen. Of je kunt met je gedachten een rolstoel besturen”, vertelt filosoof cognitieve wetenschap Pim Haselager, verbonden aan de Radboud Universiteit Nijmegen. Als voorbeeld van breinstimulatie noemt Haselager *deep brain stimulation*. “Bij deze methode breng je diep in de hersenen elektroden aan, die op specifieke momenten elektrische impulsen afgeven. Bij patiënten met de ziekte van Parkinson werkt dat heel goed tegen het trillen. Maar het blijkt dat met breinstimulatie ook gevoelens van euforie kunnen worden opgewerkt. Dat biedt toepassingen voor depressiepatiënten.”

Weg faalangst

Zowel met BCI's als breinstimulatie zou je jezelf in de toekomst kunnen upgraden. Haselager: “Wat te denken van een detector die negatieve gedachten en gevoelens kan voelen aankomen? Die zou ervoor kunnen zorgen dat de hersenen zodanig worden gestimuleerd dat die gedachten in de kiem worden gesmoord, nog voor ze vat op je krijgen. Handig bij faalangst! Je zou zelfs zo veel breinprocessen kunnen beïnvloeden dat je (tijdelijk) een heel anders mens wordt.”

Ook op het lichamelijke vlak zouden elektronische upgrades ons kunnen verrijken. “Het brein van piloten zou rechtstreeks aangesloten kunnen worden op de boordcomputer”, zegt Haselager.

Met allerlei elektronische upgrades, en niet te vergeten robotprotheses, zou de toekomstige mens weleens een *Homo cyberneticus* kunnen worden; een volledige samensmelting tussen mens en machine. En als we dan toch grotendeels uit elektronica bestaan, is er nog een andere grote upgrade die volgens De Mul kan worden uitgevoerd: de zwermgeest-upgrade. “De mensheid is altijd al sterk geweest in samenwerking. Ook nu zijn we met al die sociale media voortdurend *connected* met elkaar. Als je al die interfaces tussen mens en machine combineert met dit gegeven, kunnen we door koppeling van menselijke geesten ook tot een ‘superorganisme’ evolueren.” Een heuse verBorging dus, vernoemd naar de gemeenschap van cyborgs in het universum van *Star Trek*.

Digitaal onsterfelijk

Inmiddels is de mens dan natuurlijk al aardig verwijderd van het mens-zijn. We zijn *transhumaan* geworden. Maar we gaan nog een stapje verder. Wat als we zo opgaan in het digitale, dan we zelf volledig digitaal worden? Oftewel: we uploaden ons brein naar een soort *cloud*, waardoor we digitaal onsterfelijk worden. We worden dan *posthumaan*: we zijn niet meer als menselijk te herkennen.

Voordelen genoeg: je zult nooit last hebben van biologische aftakeling. Ook heb je geen fysiek voedsel of huis meer nodig; je leeft van stroom en woont in een elektronisch medium. Verzenden kan met de lichtsnelheid en er kan een back-up worden gemaakt voor het geval je per ongeluk wordt gewist. Bovendien zou je net zo snel denken als de computer waarop je draait.

Natuurlijk biedt het idee van het digitaliseren van jezelf ook veel stof tot nadenken. Ben jij nog wel diezelfde persoon als je was vóór het uploaden? Wat gebeurt er met je biologische lichaam? Als dat blijft bestaan naast je digitale kopie, wie van de twee ben jij dan werkelijk? Kun je *mergen* met andere geesten, en zo ja, weet je nog wel wie je echt bent of vervaagt dat dan? Wat betekent het om echt onsterfelijk te zijn? Kunnen we nog wel genieten van menselijke uitingen als liefde, humor, kunst, vriendschap, et cetera? Wie heeft er de beschikking tot digitaliseren: alleen de rijken? Hoe ziet de maatschappij er dan uit?

Kortom, genoeg vragen te beantwoorden voor we tot zo'n radicaal besluit overgaan. Eén ding is zeker: als we al voor de keuze komen te staan om *Homo digitalis* te worden, zal het nog héél lang duren voor we zover zijn.

Marysa van den Berg is wetenschapsjournalist. Voor dit artikel sprak zij met hoogleraar evolutionaire genetica prof. dr. Leo Beukeboom (Rijksuniversiteit Groningen), hoogleraar filosofische antropologie prof. dr. Jos de Mul (Erasmus Universiteit) en hoofdonderzoeker theoretische cognitieve wetenschap dr. Pim Haselager (Radboud Universiteit Nijmegen). Daarnaast raadpleegde zij onder andere de volgende literatuur: John Hawks: *Still evolving (after all these years)*, Scientific American (september 2014) | Jos de Mul: *Kunstmatig van nature. Onderweg naar Homo sapiens 3.0*, Maand van de filosofie/Lemniscaat (2014) | Eric Seedhouse: *Beyond human. Engineering our future evolution*, Springer (2014).

Bottomline

- 1) De mens evolueert op dit moment nog altijd, alleen meer op culturele en technologische wijze dan op basis van natuurlijke selectie.
- 2) Door middel van genetische modificatie kunnen we onze eigen evolutie sturen in de richting van een nieuw soort mens: *Homo supergeneticus*.
- 3) Via onder andere implantanten in ons lichaam kunnen we onszelf ombouwen tot een *Homo cyberneticus*; een versmelting tussen mens en machine. Mogelijk kunnen we onszelf in de verre toekomst zelfs digitaliseren.

[Weetjesbalk]

Er zijn vijf drijfveren achter evolutie: natuurlijke selectie, toevallige genetische drift, mutatie, populatiestructuur en cultuur/technologie.

Resistentiegenen tegen infectieziekten als hiv en malaria beginnen zich al te verspreiden. Binnen enkele eeuwen kunnen deze ziekten daardoor zijn uitgeroeid.

Psychiater David Comings beweert dat aandoeningen als ADHD in de toekomst vaker zullen voorkomen. Maar volgens veel andere wetenschappers is dit onzin.

Bij gentherapie wordt een ziekmakend gen vervangen door een gezond gen. Dat gen wordt meestal geleverd door een onschadelijk gemaakt virus.

Met weefselregeneratie en klonen kunnen we in de toekomst defecte of zieke lichaamsdelen of organen vervangen.

Embryoselectie geldt nu alleen nog maar voor genetische afwijkingen, maar in de toekomst kan op meer eigenschappen worden geselecteerd.

In de toekomst zijn we mogelijk in staat nieuw leven te scheppen. Al in 2008 lukte dat met een nieuw soort bacterie.

Met synthetische biologie kunnen er nieuwe DNA-bouwstenen worden gemaakt. Door deze *alien genetics* kan de mens zichzelf voorzien van *alien*-achtige upgrades.

De genetisch gemodificeerde PEPCK-C-supermuis kon langer en harder rennen en werd ouder dan gewone muizen. Iets voor de toekomstige mens?

Nog een interessante genetische modificatie van de mens: het bestand maken tegen straling en gewichtloosheid. Handig bij ruimtevluchten.

Na kolonisatie van andere planeten kan er weer volop evolutie van de mens worden verwacht. Waarschijnlijk ontstaan er dan zelfs nieuwe menssoorten.

Leuke elektronica-upgrades voor de mens: infrarood licht zien, magnetische velden voelen of ultrasone geluiden uitzenden en opvangen.

Er zijn nu al breinimplantaten die het geheugen deels kunnen vervangen. Deze zijn met succes getest in apen.

Het omzetten van de menselijke geest in digitale vorm vereist het precies scannen van de breinstructuur en het modelleren van de actie van neurotransmitters en hormonen.

Er bestaan twee varianten van *mind uploading*. Bij de ene wordt het brein vernietigd, bij de andere blijft het origineel aanwezig naast de kopie.

Volgens futurist Ray Kurzweil kun je door een verstandige leefwijze, biologie-toepassingen en het gebruik van nanotechnologie het eeuwige leven bereiken.

[\[kader: artikel in artikel\]](#)

Razendsnelle evolutie

Sinds Homo sapiens zich vanuit Afrika over de wereld verspreidde, heeft onze soort een grote evolutie doorgemaakt. Zelfs in de afgelopen paar duizend jaar zijn de genen van verschillende volkeren geëvolueerd; ook hier in Europa.

Rond 60 duizend jaar geleden trok de eerste groep moderne mensen de stoute schoenen aan en verliet het vertrouwde Afrika, op zoek naar nieuwe oorden. Een enorme verandering van omgeving, en daarbij hoorden ook de nodige aanpassingen aan ons gestel. Dat vormde het startsein voor een razendsnelle menselijke evolutie. Vooral de laatste 10 duizend jaar veranderde de mens snel. Volgens evolutiebiologen evolueerden we toen zelfs honderd maal sneller dan op elk ander moment sinds onze voorouders zo'n 6 miljoen jaar geleden van onze neef de chimpansee gescheiden raakte.

Tibetaanse mutanten

De meest bijzondere aanpassing is waarschijnlijk die van het Tibetaanse volk. De eerste mensen kwamen zo'n 3600 jaar geleden het Tibetaanse plateau op (zo'n 4500 meter boven zeeniveau). Een prachtig nieuw oord, zonder enige concurrentie van andere mensen, maar wél een met een groot nadeel: het lage zuurstofgehalte leidde er tot chronische hoogteziekte, met hoge kindersterfte tot gevolg. Drama alomdus, maar het volk wist zich aan te passen. Er ontstond namelijk een genvariant die maakte dat het lichaam extra en betere rode bloedcellen aanmaakte. De Tibetanen die deze genvariant bezaten, konden beter tegen de zuurstofarme omstandigheden. Vervolgens gaven deze 'mutanten' hun voordeel door aan het nageslacht. Inmiddels bezit bijna elke Tibetaan deze bijzondere genvariant.

Melkdrinkers

Een mooi voorbeeld van evolutie dichterbij huis is die van melktolerantie. Inmiddels kan zo'n 70 procent van de Europeanen prima melk drinken zonder ziek te worden. Dat komt doordat ons lactase-gen (waarvan het enzym lactase de lactose in melk kan verwerken) ook in onze volwassenheid nog actief is. Dat kun je niet zeggen voor de meeste Zuid-Amerikanen, Afrikanen en een deel van de Aziaten. Deze aanpassing ontstond doordat wij vanaf ongeveer 10 duizend jaar geleden langzaam steeds meer koeien gingen houden waarvan we de melk opdronken. In een enkel individu rond 7500 jaar terug moet het lactase-gen zijn gemuteerd. Deze persoon gaf het vervolgens weer door aan zijn of haar kinderen. In slechts enkele duizenden jaren heeft deze mutatie zich verspreid en uiteindelijk verankerd in alle melkdrinkers.

[kader: blufgids]

Blufgids

Natuurlijke selectie: het mechanisme waarbij de best aangepaste individuen de meest kans hebben te overleven en voor nakomelingen te zorgen.

Kiemcel-genetische modificatie: genetische verandering in het beginstadium van een embryo, waardoor het hele genoom van het geboren individu de genverandering bezit en kan doorgeven aan diens nageslacht.

Cyborg-mens: de fysieke samensmelting van mens en machine. In dit artikel ook wel *Homo cyberneticus* genoemd.

VerBorging: het samenvoegen van meerdere geesten tot één, zodat er een collectief ontstaat à la de Borg in het universum van *Star Trek*.

Transhumaan: de menselijke soort op zodanige manier veranderd dat die van het menselijke afwijkt. De soort is dan niet meer te kruisen met de traditionele mens.

Posthumaan: een levensvorm die helemaal geen biologische basis meer heeft. Het mens-zijn hebben we achter ons gelaten.

[Ikader: infographic/Jan Willem iets leuks van laten maken? De vier typen toekomstige mens met hun eigenschappen. \(Wanneer te veel eigenschappen. kan er geschrappt worden.\)](#)

1. Homo sapiens over een eeuw: geen kunstmatige modificatie

- Lang
- Gemiddeld uiterlijk (huidskleur, oogkleur, haarkleur)
- Multitaskend brein
- Weinig lichaamshaar
- Kleinere tanden, kleinere kaak, verstandkiezen weg
- Verminderde vruchtbaarheid
- Verminderd immuunsysteem
- Verminderde spierkracht
- Minder goed zicht, gehoor en reuk

2. Homo supergeneticus: de genetisch gemodificeerde mens

- Ziekteresistent
- Knap uiterlijk
- Groot uithoudingsvermogen
- Lang leven
- Hoog-intelligent
- Infraroodvisie en andere zintuigverbetering

3. Homo cyberneticus: de elektronisch geüpgradede mens

- Kan met gedachten computers en robots aansturen
- Kan eigen gedachten ombuigen
- Kan via gedachten met anderen communiceren of zelfs samensmelten met andere geesten (zwerfgeest)
- Staat continu in contact met alle kennisdatabases
- Exoskelet dat sterker en sneller maakt
- Monitoring van lichaamsfuncties, in geval van nood direct kunnen ingrijpen

4. Homo digitalis: de gedigitaliseerde mens

- Onsterfelijk
- Geen fysiek voedsel, bewoning en transport nodig
- In staat te reizen met de snelheid van het licht
- Extreem snel denkend
- Niet meer als menselijk te herkennen

[Ikader: lijstje](#)

5 gemodificeerde filmhelden

1. Blade runner (1982)

Rick Deckard is een *blade runner*: een politieagent die wordt ingezet om replicanten, een synthetische nieuwe menssoort, op te sporen en uit te schakelen.

2. The Terminator (1984)

Er is een oorlog gaande tussen mensen en machines. De Terminator, een cyborg, wordt teruggestuurd in de tijd om te proberen de oorlog te verhinderen.

3. Gattaca (1997)

Dankzij de wetenschap kun je de eigenschappen van je nageslacht kiezen. Vincent Freeman is nog een 'normaal' mens en moet zich redden te midden van perfectie.

4. Iron Man (2008)

Tony Stark, multimiljardair en geniaal uitvinder, bouwt een ijzeren exoskelet en probeert daarmee de wereld te redden.

5. Captain America: The first avenger (2011)

Steve Rogers verandert in een supersoldaat na het nemen van het Super-Soldier Serum, waarna hij probeert een terroristische organisatie ten val te brengen.