

# Lang. Leve. Oud.

Een interdisciplinaire analyse over het tegengaan van veroudering  
in de westerse maatschappij



Daniek Ehrismann | 4161440  
Edine Hiddink | 4169069  
Indy van de Sande | 4109562  
Interdisciplinair sluitstuk  
14-11-2016

Scriptiebegeleider: G. Blees

Vakreferent biologie : J.A. Post

Vakreferent sociale geografie : G. Nijenhuis

Vakreferent milieu-maatschappijwetenschappen : D. Hegger



**Universiteit Utrecht**

# Inhoudsopgave

---

<b>1. INLEIDING</b>	<b>1</b>
<b>2. DRAAGKRACHT VAN HET LICHAAM</b>	<b>6</b>
<b>2.1 EEN TRANSITIE VAN GEZOND NAAR VEROUDERD</b>	<b>8</b>
2.1.1 DNA-SCHADE EN DE TRANSITIE NAAR AGEING	9
2.1.2 SENESCENCE EN VERVANGING VAN OUDE CELLEN	12
2.1.3. VERANDERING VAN GENEXPRESSIE	13
<b>2.2 ANTIVEROUDERINGSSTRATEGIEËN</b>	<b>14</b>
<b>2.3 DISCUSSIE EN CONCLUSIE</b>	<b>15</b>
<b>3. DRAAGKRACHT VAN DE MAATSCHAPPIJ</b>	<b>18</b>
<b>3.1 DE CONSTRUCTIE VAN VEROUDERING</b>	<b>19</b>
3.1.1 MASK OF AGEING	19
3.1.2 SUCCESSFUL AGEING	20
3.1.3 CONTINUITY THEORY	21
<b>3.2 VEROUDERING EN DE INVLOED OP MOBILITEIT EN HUISVESTING</b>	<b>21</b>
3.2.1 MOBILITEIT	22
3.2.2 HUISVESTING	23
<b>3.3 EEN BLIK OP DE TOEKOMST</b>	<b>25</b>
<b>3.4 CONCLUSIE</b>	<b>26</b>
<b>4. DRAAGKRACHT VAN DE AARDE</b>	<b>27</b>
<b>4.1 METHODESECTIE</b>	<b>29</b>
<b>4.2 PESSIMISME VERSUS OPTIMISME</b>	<b>30</b>
4.2.1 PESSIMISTISCHE KIJK OP POPULATIEGROEI	30
4.2.2 OPTIMISTISCHE KIJK OP INNOVATIES	31
4.2.3 GEEN CONSENSUS	32
<b>4.3 TOEKOMSTSCENARIO</b>	<b>33</b>
4.3.1 PESSIMISME EN OPTIMISME	33
<b>4.4 TEGENGAAN VAN VEROUDERING MILIEU-ETHISCH ONVERANTWOORD</b>	<b>34</b>
4.4.1 HARM NO OTHERS	35
4.4.2 PREVENTIE UTILITARISME	35
4.4.3 VOORZORGSPRINCIPE	36
4.4.4 MOREEL BESEF NOODZAKELIJK	36
<b>4.5 CONCLUSIE EN DISCUSSIE</b>	<b>37</b>
<b>5. INTEGRATIE</b>	<b>38</b>
<b>5.1 COMMON GROUND</b>	<b>39</b>
<b>5.2 MORE COMPREHENSIVE UNDERSTANDING</b>	<b>44</b>
<b>5.3 CONCLUSIE EN DISCUSSIE</b>	<b>45</b>
<b>5.4 REFLECTIE</b>	<b>47</b>

<b>6. BIBLIOGRAFIE</b>	<b>49</b>
<b>6.1 LITERATUUR BIOLOGIE</b>	<b>50</b>
<b>6.2 LITERATUUR SOCIALE GEOGRAFIE</b>	<b>54</b>
<b>6.3 LITERATUUR MILIEU-MAATSCHAPPIJWETENSCHAPPEN</b>	<b>57</b>
<b>7. BIJLAGE: PRESENTATIE</b>	<b>61</b>

1



# 1. Inleiding

---

Stelt u zich eens voor, een levensverwachting van 130 jaar oud. Dat betekent dat men gemiddeld 60 jaar ouder wordt dan nu (Kooiman et al., 2016). In eerste instantie ligt het voor de hand om te denken dat grijze haren, rimpels en kromme ruggen deel uitmaken van het verouderingsproces, maar wat als wij u nu zouden vertellen dat dit voortaan allemaal passé is. Dat u vitaal 130 kunt worden. Het klinkt nog ver weg en onrealistisch maar diverse verouderingsbiologen zijn momenteel met dit vraagstuk bezig (Carmona & Michan, 2016). Uit onderzoek blijkt dat diverse experimenten op dieren uitwijzen dat extreme levensverlenging mogelijk is door artificiële technieken (Keulemans, 2016). Verschillende media, zoals de Volkskrant en Zomergasten, berichten over dit onderwerp en het discours hierover is geopend (Keulemans, 2016 ; Ruyg, 2016). Zo luidt de onderzoeksvraag:

‘In hoeverre is het worden van 130 jaar oud een reëel toekomstperspectief in de westerse samenleving?’

Het is noodzakelijk om dit onderwerp interdisciplinair te benaderen omdat het verweven is met verschillende vakgebieden. Zo roept het concept ondanks de behaalde successen op dieren, vragen op over hoe dit dan in de praktijk gerealiseerd kan worden. Hoe kun je 130 jaar worden lichamelijk gezien? En hoe gaat de samenleving eruit zien als de mens ouder en vitaler wordt? En daarnaast wat gebeurt er met de draagkracht van de aarde als een deel van de populatie langer leeft? Tegengaan van veroudering is een complex probleem, met verschillende niveaus. Hierdoor kan één discipline niet het volledige antwoord geven op de hoofdvraag (Repko, 2008).

Voor biologie is veroudering een lichamelijk aspect, dat zich afspeelt op individueel niveau. Voor sociale geografie betekent veroudering een verandering binnen de sociaal demografische processen. De milieu-maatschappijwetenschappen brengt de relatie tussen demografische veranderingen (zoals populatiegroei en veroudering) en het klimaat met elkaar in verband. Hieruit kan worden geconcludeerd dat het begrip veroudering op verschillende niveaus wordt behandeld. Deze verschillende niveaus zijn: het individueel niveau voor biologie (micro), het maatschappelijke niveau voor sociale geografie (meso) en als laatste niveau: de aarde (macro).

Om de hoofdvraag te kunnen beantwoorden wordt er samengewerkt vanuit drie disciplines: biologie, sociale geografie en milieu-maatschappijwetenschappen. De biologische inzichten zijn praktisch van aard en beschrijven de uitdagingen die de wetenschap tegenkomt op het vlak van veroudering en het tegengaan hiervan. Het is noodzakelijk om deze directe uitdagingen in een context te plaatsen, om een inzicht te krijgen in mogelijkheden en gevolgen van een maatschappij waarin mensen een veel hogere leeftijd bereiken. De sociaal geografische inzichten combineren een sociaal theoretische aanpak met twee geografische fenomenen: mobiliteit en huisvesting. Op deze manier wordt theorie gecombineerd met praktijk. Vanuit milieu-maatschappijwetenschappen kunnen de mogelijke gevolgen van tegengaan van veroudering worden onderzocht. Dit vakgebied geeft inzicht in feitelijke informatie over de relatie tussen populatiegroei en milieudruk. Hierop voortbordurend wordt vanuit een milieu-ethisch perspectief gekeken hoe we met de aarde en de volgende generaties moeten omgaan. Hierin staat de relatie tussen mens en natuur centraal. De verschillende deelvragen die hieruit voortgekomen zijn, luiden als volgt:

1. Op welke cellulaire mechanismen kan worden ingegrepen om levensverlenging mogelijk te maken?
2. Wat zijn de gevolgen kijkend naar mobiliteit en huisvesting, van hogere ouderdom voor de westerse maatschappij?
3. In hoeverre is het kunstmatig oprekken van de levensspanne een verantwoord toekomstperspectief voor het milieu en volgende generaties?

Het doel van dit onderzoek is het geven van een objectieve wetenschappelijke onderbouwing of 130 jaar worden een haalbaar perspectief is voor de westerse samenleving. Door onderzoek te doen vanuit verschillende vakgebieden wordt het onderwerp kritisch benaderd. Op die manier kan er een gedegen en objectieve mening worden gevormd over het onderwerp. Er wordt onderzocht op basis van wetenschappelijke literatuur of het concept een reëel toekomstperspectief is.

Ten eerste volgt er na de inleiding een korte paragraaf met daarin de onderbouwing van de hoofdvraag. Daarna zal er in hoofdstuk 2 vanuit de biologie inzicht worden verkregen naar het proces van veroudering. Waar vindt het zijn oorsprong in het lichaam? De

mechanismen die bij dit proces betrokken zijn komen aan het licht, met als doel in kaart te brengen waar in het proces mogelijkheden zijn om in te grijpen en op deze manier veroudering tegen te gaan en de levensduur te verlengen. Vervolgens zal er in hoofdstuk 3 vanuit de sociale geografie eerst een beeld worden gegeven van de huidige beeldvorming jegens de ouderenpopulatie in de westerse maatschappij. Daarna zal een analyse van twee geografische fenomenen, mobiliteit en huisvesting, inzicht bieden in de beweegredenen van ouderen zelf, gekoppeld aan maatschappelijke invloeden. Dit om vervolgens over te gaan naar een schets voor de toekomst. In hoofdstuk 4 wordt er vanuit milieu-maatschappijwetenschappen eerst de relatie tussen populatiegroei en klimaatverandering belicht. Daarna zal er op basis van deze kennis twee korte toekomstscenario's worden geschreven met betrekking tot tegengaan van veroudering. Als laatste wordt er vanuit de milieu-ethiek gekeken hoe we met dit complexe vraagstuk om moeten gaan. In hoofdstuk 5 worden de disciplines met elkaar geïntegreerd. Verder zal er ook een antwoord op de hoofdvraag worden geformuleerd. In hoofdstuk 6 staan alle gebruikte referenties en als laatste is er in hoofdstuk 7 de presentatie als bijlage toegevoegd.



## **Onderbouwing van de hoofdvraag**

### *130 jaar oud worden*

In de hoofdvraag wordt er gesproken over de mogelijke, toekomstige leeftijd van 130 jaar voor een mens. We onderzoeken of het artificieel oprekken van de levensspanne mogelijk is en hoe dit zich vervolgens manifesteert. Om een beeld te schetsen, gaan we uit van een leeftijd van 130 jaar. We gaan er in de vraagstelling vanuit dat met het verlengen van de levenslengte ook het aantal jaren dat een mens vitaal is, sterk toeneemt. Met andere woorden: dit onderzoek gaat over de toename van de levenslengte en de afname van veroudering binnen die levensspanne.

### *Reëel*

Met reëel in de hoofdvraag wordt er onderzocht of het artificieel oprekken van de levensspanne een haalbare situatie zal zijn voor zowel de mensheid zelf, als voor de samenleving, als voor het milieu. Er wordt onderzocht welke mogelijke consequenties het met zich meebrengt, als de mensheid 130 jaar oud kan worden.

### *Westerse samenleving*

Met de westerse maatschappij wordt de Europese en Noord-Amerikaanse samenleving bedoeld (Spielvogel, 2015).

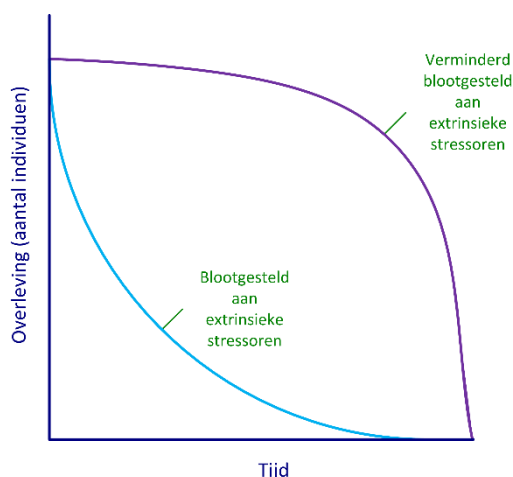


## 2. Draagkracht van het lichaam

---

“Deeply rooted in human experience, the term ‘ageing’ is loaded with associations of physiological decay and loss of functioning and vitality.” (Baudisch, 2012). Zal in de toekomst dit beeld veranderen? Wordt de mens in de toekomst vitaal 130? De bron van deze vragen ligt dicht bij ons. Sterker nog: in ons. Het is ons lichaam dat veroudert en uiteindelijk dood gaat. Hoe gaat de levensspanne van de mens er in de toekomst uitzien? Om een blik in de toekomst te werpen, nemen we eerst een stap terug in de tijd. Een flinke stap: de stap waar wordt gezocht naar de oorsprong van veroudering van een organisme. En naar de oorsprong van lang leven, waar het soms mee gepaard gaat.

Wat zijn de bepalende factoren van lang leven? De factoren vanuit het milieu, die invloed hebben op de overleving, worden gezien als de extrinsieke factoren. De bepalende rol van de leefomgeving op de levensverwachting, komt het duidelijkst naar voren wanneer de levensverwachting van individuen van eenzelfde soort met elkaar vergeleken wordt. Een individu in het wild, in zijn natuurlijke habitat, overleeft voor een relatief korte tijd vergeleken met zijn soortgenoten die leven in gevangenschap, waar een gelijkmatiger klimaat heerst dan in het wild (Ljubuncic en Reznick, 2009; Hämäläinen et al., 2014). De mens is geen uitzondering op deze regel. Sinds de industriële revolutie is levensverwachting omhoog gegaan dankzij verminderde kindersterfte en verhoogde levensstandaarden. Verbeterde hygiëne en de medische toepassingen hebben sterfgevallen, als gevolg van infectieziekten, verlaagd (Christensen en Vaupel, 1996; Vaupel, 1997). Als in een leefmilieu de extrinsieke stressoren worden weggenomen, zoals bij de mens, stijgt het aantal individuen dat een zodanig hoge leeftijd bereikt, waardoor het fenotype van veroudering zichtbaar wordt. Deze verandering is grafisch weergegeven in figuur 1.



*Figuur 1: De blauwe grafiek laat de overleving van individuen in een populatie zien die in het wild leven, waarbij extrinsieke stressoren ervoor zorgen dat individuen vroeg dood gaan en er weinig veroudering zichtbaar is in de populatie. De paarse grafiek duidt een populatie aan waarbij extrinsieke stressoren zijn teruggedrongen. Hierdoor is de overleving veel hoger en zijn er meer verouderde individuen in de populatie.*

Buiten het feit dat er verschillen in levensverwachting te zien zijn tussen individuen van eenzelfde soort, is er ook een onderscheid in levensverwachting tussen soorten te zien. Dit wijst op genetische factoren die ten grondslag liggen aan levensduur. Het gaat hier om de genetische regulatie cellulaire mechanismen die een bijdrage leveren aan de overleving van een organisme (Lewis et al., 2016). Voor een lange levensduur is namelijk onderhoud en reparatie van de somatische cellen nodig.

Somatische cellen zijn alle cellen waaruit een organisme is opgebouwd, behalve de geslachtscellen. Hierbij is het belangrijk te weten dat (1) de somatische cellen alleen het voortbestaan ondersteunen van één generatie en (2) de geslachtscellen belangrijk zijn voor reproductie. De geslachtscellen zullen de genetische informatie op de volgende generatie doorgeven. Er is een verschil in levensverwachting per soort, doordat de ene soort veel energie steekt in onderhoud en de reparatie van schade en de ander meer in reproductie en groei. Als veel energie wordt geïnvesteerd in reparatiepathways, accumuleert schade zich minder snel waardoor veroudering minder snel optreedt. De evolutionaire theorie die hieraan ten grondslag ligt, is de *disposable-soma theory* (Arking, 2006; Kirkwood, 2005; Baudisch 2012). De verdeling van gelimiteerde energiebronnen leidt uiteindelijk tot imperfecte reparatie van schade in de somatische cellen. Accumulatie van schade leidt vervolgens tot veroudering van een organisme (Le Cunff et al., 2014).

Tijdens het leven van een individu is er een soortgelijke verschuiving van investering van energie te zien, namelijk op het celniveau. Naarmate een organisme ouder wordt, en schade steeds verder accumuleert, zal een cel zijn energie vooral investeren in onderhoud en reparatie in plaats van in groei en proliferatie. Dit gebeurt doordat de IGF-signalering in de cel wordt geremd (Werner et al., 2016). Deze IGF-signalerings-pathway en de rol die het speelt binnen veroudering, zal later in dit hoofdstuk besproken worden.

### *Aging en longevity*

Op biologisch niveau is het belangrijk om het begrip veroudering op te delen in twee aspecten, namelijk *ageing* en *longevity*. *Ageing*, wat ook wel *senescence* wordt genoemd is de progressieve achteruitgang van een organisme naarmate leeftijd vordert (Mallard et al., 2015). *Longevity* heeft betrekking op levensduur, onafhankelijk van het feit of een organisme *ageing* laat zien of niet (Hayflick 2007). Door onderscheid te maken tussen deze termen, is het mogelijk om een onderverdeling te maken in (1) het stochastische aspect: de aangerichte schade, en (2) het gereguleerde aspect waar genetische factoren aan ten grondslag liggen. De relatie tussen *ageing* en *longevity* wordt expliciet gemaakt door Hayflick (2007). In zijn volgende uitspraak komen de grensvlakken van willekeur en genetische factoren samen:

“The determination of longevity is incidental to the main goal of the genome, which is to govern events until reproductive maturity occurs. Thus, the genome only indirectly governs longevity.”

Waarom is het belangrijk om in kaart te brengen waar willekeur een rol speelt en waar genetische factoren een rol spelen binnen ageing en longevity? Zoals bio-gerontoloog Aubrey de Grey zegt is het al dan niet bestaan van ‘pro-verouderingsgenen’ enorm bepalend voor de medische strategie om veroudering en verouderingsziekten tegen te gaan (de Grey, 2015). Een uiteenzetting van bovenstaande determinanten van veroudering brengt aan het licht waar onderzoek naar het tegengaan van veroudering op toegespitst kan worden, wat uiteindelijk een antwoord kan bieden op de hoofdvraag. De hoofdvraag luidt:

“Op welke cellulaire mechanismen kan worden ingegrepen om het tegengaan van veroudering te bewerkstelligen?”

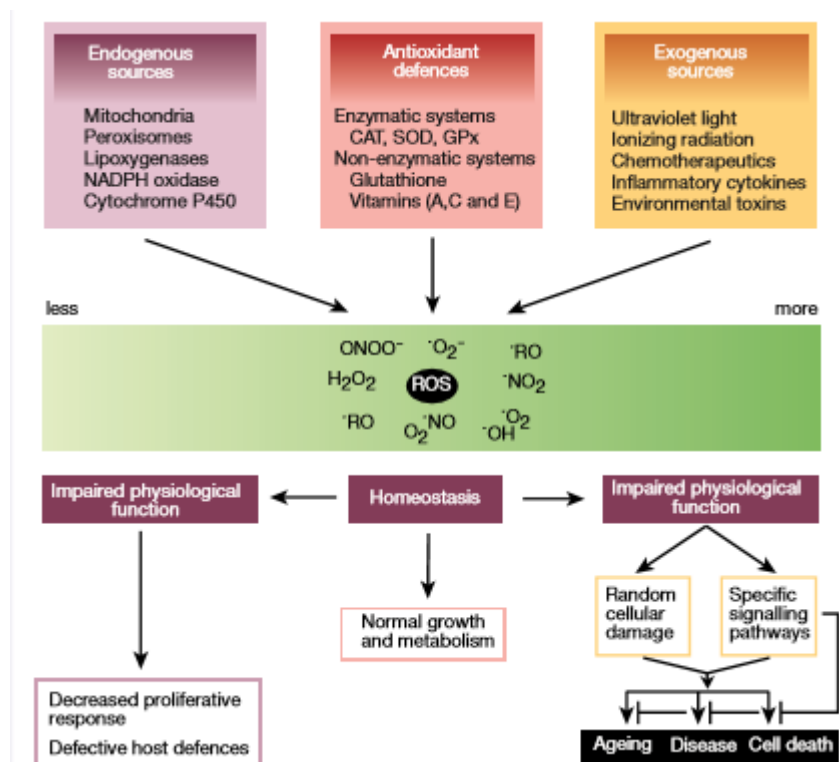
In dit onderzoek wordt gekeken naar het tegengaan van veroudering in de mens. Cellen zijn de bouwstenen van ieder organisme en veroudering op cellulair niveau leidt uiteindelijk tot veroudering van het organisme. Er wordt in dit literatuuronderzoek daarom gefocust op de cellulaire basis van veroudering. In de volgende sectie van dit hoofdstuk zullen de cellulaire factoren die een rol spelen bij veroudering aan bod komen, namelijk: (1) aangerichte schade in een cel, (2) de reparatiemechanismen, (3) signalering vanuit de cel zelf waardoor *cell senescence* optreedt en (4) de uitputting van stamcellen. Hierbij is het belangrijk in acht te nemen dat veroudering, ook binnen het kleine oppervlak van een cel, erg complex is. Niet alle factoren kunnen worden meegenomen in dit literatuuronderzoek. Daarom is gekozen om in te gaan op het samenspel tussen schadelijke factoren en genetica. Tegen deze achtergrond kan de vraag worden gesteld in hoeverre we in staat zullen zijn de levensspanne van de mens op te rekken, doormiddel van anti-verouderingsstrategieën. Hierbij zal gekeken worden naar de mogelijkheid om schade te voorkomen en de mogelijkheid voor interventies in het oplossen van de schade. Dit legt de basis voor de discussie over wat het tegengaan van veroudering betekent voor de maatschappij en de aarde.

### ***2.1 Een transitie van gezond naar verouderd***

Cellen worden constant blootgesteld aan schadelijke factoren. Een belangrijke groep stressoren zijn de *reactive oxygen species* (ROS). De verzamelnaam van de stress, veroorzaakt door ROS, is oxidatieve stress. Reactieve zuurstofverbindingen worden onder andere gevormd tijdens de productie van energie in de energiefabriekjes van een cel: de mitochondriën. Bovendien wordt de vorming van ROS getriggerd door stressoren van buiten de cel, zoals Uv-straling. De bouwstenen van een cel, zoals eiwitten, lipiden en het DNA, kunnen beschadigd raken door de reactieve zuurstofverbindingen (Finkel en Holbrook, 2000; Schuler en Rube, 2013; Nicolai et al., 2015; Zhang et al., 2014). ROS zijn niet alleen schadelijk voor een cel. Een bepaalde hoeveelheid ROS is namelijk noodzakelijk om homeostase in de

cel te handhaven en het immuunsysteem in een staat van paraatheid te houden. Antioxidanten zijn belangrijk om deze noodzakelijke niveaus ROS in de cel te handhaven. Stijgt de hoeveelheid ROS te veel, dan veroorzaakt het schade aan moleculen in een cel, wat schade aanricht in eiwitten, lipiden en DNA. Opvallend is dat naast het aanrichten van schade, ROS ook een trigger is voor het aanschakelen van beschermende en/of reparerende mechanismen (figuur 2) (Finkel en Holbrook, 2000). Juist deze mechanismen zijn bepalend voor levensduur en zijn daarom belangrijk in het onderzoek naar ageing en longevity.

De toedracht van schade gebeurt niet planmatig. Het voorkomen en herstellen van de schade gebeurt wel volgens een gedetermineerd proces, er liggen genetische factoren aan ten grondslag. Als het reparatiesysteem niet meer in staat is de positieve balans tussen schade en het herstellen van schade te handhaven, dan wordt het punt bereikt waarop het fenotype dat hoort bij veroudering zich laat zien (Hayflick, 2007; Li et al., 2016; Nicolai et al., 2015; Vaidya et al., 2014). Hoe kan het dat de balans omslaat?



Figuur 2. Paars en geel: ROS hebben zowel een endogene basis (linker blok) als een exogene basis (rechter blok). Antioxidanten (rood, midden) zorgen voor een balans, ROS spelen een belangrijke rol in de handhaving van homeostase en het op zijn houden van de reactiviteit van het immuunsysteem. Zijn er te veel of te weinig antioxidant, dan kan (1) te weinig ROS zorgen voor een remming in groei en (2) te veel ROS zorgen voor cellulair schade, wat leidt tot ageing, ziekte en celdood. ROS schakelen ook pathways aan die deze drie gevolgen van cellulair schade onderdrukken. Aangepast uit Finkel en Holbrook (2000).

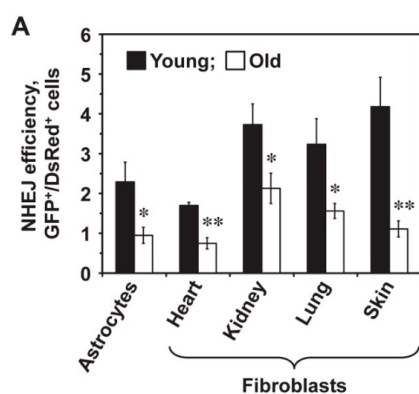
### 2.1.1 DNA-schade en de transitie naar ageing

Schade in genetische informatie wordt overgedragen van cel naar dochtercel. Het heeft daarom, als het niet wordt hersteld, een grote impact op het organisme. Op deze vorm van schade zal daarom de

focus liggen. Om DNA-schade te herstellen, stellen cellen een gecoördineerd mechanisme in werking, dat bekend staat als het DNA-reparatiemechanisme (Nicolai *et al.*, 2015; Zhang *et al.*, 2014). Een specifieke vorm van DNA-schade zijn de dubbel-strengs DNA-breuken (*double-strand breaks*, DSBs). DSBs vormen een groot gevaar voor een gezonde cel, aangezien onjuiste reparatie hierbij vaak voorkomt. Dit leidt tot verlies van genetische informatie, via deleties, inserties en herschikking van de chromosomen (Vaidya *et al.*, 2014; Nicolai *et al.*, 2015; Li *et al.*, 2016).

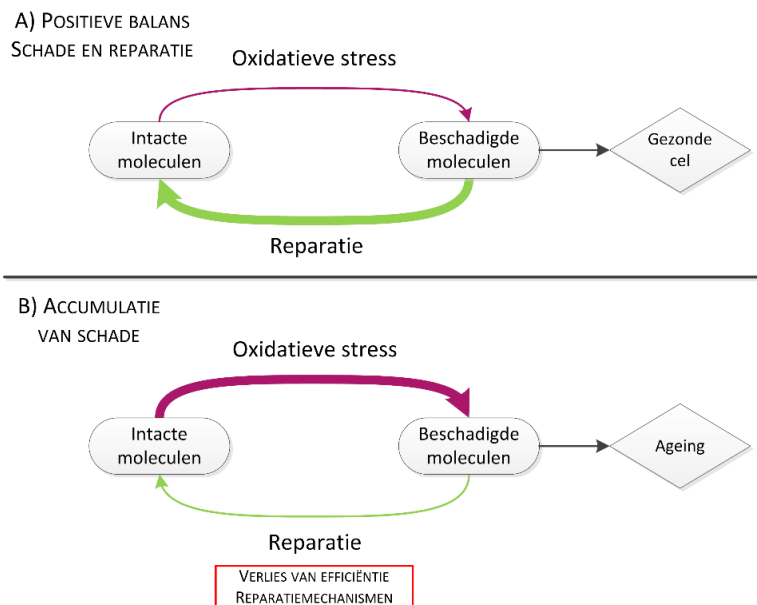
De *non-homologous end joining pathway* (NHEJ) is het belangrijkste reparatiemechanisme van DSBs en blijkt een rol te spelen in de accumulatie van schade die op latere leeftijd (Vaidya *et al.*, 2014; Nicolai *et al.*, 2015). Bij menselijke patiënten en in muismodellen waarin de NHEJ niet goed werkt, treedt versnelde veroudering op. Dit duidt op een correlatie tussen NHEJ en veroudering (Li *et al.*, 2007; Mostoslavsky *et al.*, 2006).

Tot voor kort was het echter onduidelijk of NHEJ zijn efficiëntie verliest naarmate een dier ouder wordt. In het onderzoek van Viadya *et al.* (2014) heeft men de leeftijdsspecifieke activiteit van NHEJ in kaart gebracht met behulp van genetisch gemanipuleerde muizen, waarin de activiteit van NHEJ gevolgd kan worden. Zij laten zien dat NHEJ zijn efficiëntie verliest bij een hogere leeftijd van de muis (figuur 3). Dit draagt bij aan instabiliteit van het DNA, wat een rol kan spelen bij veroudering en ouderdomsziekten, zoals kanker (Viadya *et al.*, 2014). In het onderzoek van Li *et al.* (2016) is eenzelfde soort afname van efficiëntie van reparatiemechanismen waargenomen. Hier hebben de onderzoekers ooglidcellen van vrouwen van 16 tot en met 75 jaar geïsoleerd. De efficiëntie en betrouwbaarheid van het NHEJ-reparatiemechanisme liet een significantie afname zien met de tijd. Uit het onderzoek blijkt dat belangrijke NHEJ eiwitten een leeftijd-gerelateerde verandering in eiwit-expressie laten zien (Li *et al.*, 2016). Een ander belangrijk reparatiemechanisme, homologe recombinatie (HR) genoemd, laat ook significante afname in efficiëntie en betrouwbaarheid zien in ooglidcellen van oudere vrouwen. De afname van de efficiëntie van HR is te wijten aan een verminderde herkenning van DNA-schade (Li *et al.*, 2016).



Figuur 3. Afname van NHEJ efficiëntie met de leeftijd. Aangepast uit Viadya *et al.* (2014).

Aangezien de efficiëntie van NHEJ leeftijd-gerelateerd afneemt, zal schade zich accumuleren. Bovendien wordt niet alleen het oplossen van schade een groter probleem naarmate leeftijd vordert. De oxidatieve stress waaraan moleculen in de cel ten prooi vallen, wordt voor een groot deel endogeen veroorzaakt door het ontstaan van ROS tijdens de productie van energie in de mitochondriën. Mitochondriën bevatten hun eigen DNA (mtDNA). Beschadiging aan dit DNA, door oxidatieve stress, zorgt er voor dat er meer ROS geproduceerd worden tijdens de productie van energie. Dit is een bron voor oxidatieve schade in de cel. Deze vicieuze cirkel wordt ook wel de *mitochondrial 'vicious cycle' theory of ageing* genoemd (figuur 4) (Hiona en Leeuwenburgh, 2008; Trifunovic et al., 2004).



Figuur 4. Weergave van de balans tussen schade accumulatie en schade herstel. A) De aangerichte schade door oxidatieve stress en de efficiëntie van reparatiemechanismen in de cel zijn zodanig in balans dat de schade opgelost kan worden en de cel niet verouderd. B) Naarmate het organisme ouder wordt slaat de balans om. Accumulatie van schade, door verminderde reparatie en toename van ROS, wordt een probleem voor de cel, wat leidt tot ageing van de cel.



### 2.1.2 Senescence en vervanging van oude cellen

De veronderstelling zou kunnen zijn dat cellen, door hun mogelijkheid om te delen, zich eindelijk kunnen vernieuwen waarna oude, beschadigde cellen opgeruimd worden. Echter, niet alle cellen in het lichaam kunnen zichzelf vernieuwen door een dochtercel te maken. Een voorbeeld van een celtype dat zich niet deelt, zijn neuronen (Bhatia-Dey et al., 2016; Iyama en Wilson, 2013). In deze cellen zorgt accumulatie van schade ervoor dat een cel steeds verder veroudert en op een gegeven moment de homeostase niet meer kan handhaven (Nicolai et al., 2015; Bhatia-Dey et al., 2016). Het weefsel wordt oud.

En wat betreft de delende cellen? Waarom wordt weefsel waarvan cellen zich kunnen blijven delen ook oud? Dit komt doordat ook een delende cel, naarmate de leeftijd vordert, zijn mogelijkheid om te delen verliest. Dit kan komen doordat er teveel DNA-schade heeft opgetreden (Nicolai et al., 2015), maar een andere oorzaak van het verliezen van deze mogelijkheid is te vinden aan de uiteinden van DNA-strengen. Telomeren zijn stukken niet-coderend DNA dat aan de uiteinden van ieder chromosoom zit. Deze telomeren hebben twee functies. Ten eerste zorgen ze ervoor dat de uiteinden van de chromosomen niet worden herkend als DSBs door de DNA-reparatiemechanismen. De telomeren vormen namelijk een zogenoemde *T-loop*. De uiteinden zitten binnenin deze loop, waardoor de uiteinden niet als breuk worden herkend. De tweede functie is de bescherming van de integriteit van de genetische informatie. Telomeren worden iedere replicatieronde korter, omdat tijdens iedere celdeling kleine stukjes DNA op ieder uiteinde van een chromosoom niet gekopieerd kan worden. Als telomeren niet zouden bestaan, zou bij iedere replicatieronde een stukje coderend DNA verloren gaan. Telomeren acteren als een soort beschermende buffer (Gilley, Tanaka en Herbert, 2005; O'Sullivan en Karlseder, 2010). Na een aantal replicatieronden worden de telomeren zo kort, dat de *T-loop* niet meer gevormd kan worden. Dit zorgt ervoor dat de chromosoom uiteinden nu wel worden herkend door het NHEJ-mechanisme als een DSB (Rai et al., 2010).

Het bereiken van de kritische lengte van de telomeren is een signaal voor de cel om zijn reparatiemechanismen en de transcriptiefactor p53 te activeren. Deze activatie leidt ertoe dat een cel in een staat van *replicative senescence* wordt gebracht: hij kan niet meer delen. Of de cel ondergaat apoptose (celdood) (Herbig et al., 2004; Iyama en Wilson, 2013; Wang et al., 2016; Riera et al., 2016). Dit is nodig, omdat het risico op aantasting van de genetische informatie te groot wordt. Zo beschermen telomeren, samen met de reparatiemechanismen en p53, het celweefsel tegen ongecontroleerde celproliferatie. Deze staat van veroudering is klaarblijkelijk noodzakelijk om erger te voorkomen. P53 wordt dan ook gezien als een onderdrukker van kanker (Hinkal en Donehower, 2008; Werner et al., 2016).

Telomeren kunnen na verkorting weer verlengd worden door het enzym telomerase. Echter, telomeraseactiviteit wordt in menselijke somatische cellen onderdrukt, om het weefsel te beschermen

tegen cellen die eindeloos door kunnen delen. Dit kan namelijk leiden tot kanker (Iyama en Wilson, 2013). Telomerase is wel actief in bijvoorbeeld stamcellen. Dit zijn nog niet gedifferentieerde cellen en hebben de mogelijkheid beschadigde somatische cellen te vervangen (Boehnke et al., 2012). Waarom wordt weefsel, ondanks de vervanging van beschadigde cellen door nieuwe cellen die ontstaan uit stamcellen, dan alsnog oud? Dysfunctionele telomeren van somatische cellen putten de voorraad stamcellen uit, waardoor het alsnog tot veroudering leidt en niet tot eindeloze *self-renewal* (Tümpel en Rudolph, 2012; Schuler en Rube, 2013). Stamcellen verliezen bovendien hun regeneratieve capaciteit als ze zelf beschadigd worden. Stamcellen moeten lang overleven en kunnen gedurende deze tijd ook DNA-schade oplopen. Bovendien kan de beschermende niche, waarin de stamcellen in een inactieve staat worden gehouden, ten prooi vallen aan beschadigingen (Sharpless en DePhino, 2007; Rossi, Jamieson en Weissman; 2008).

### 2.1.3. Verandering van genexpressie

DNA-schade en/of verkorte telomeren zetten aan tot activatie van reparatiemechanismen. Dit kan ervoor zorgen dat p53 actief wordt en dat een cel geen dochtercellen meer maakt. P53 zorgt hiervoor door de expressie van vele genen te beïnvloeden. P53 interacteert bijvoorbeeld met een belangrijke groeifactor: *insulin-like growth factor 1* (IGF-1). P53 heeft een remmende werking op IGF-1 signalering, waardoor de groei geremd wordt totdat het beschadigde DNA gerepareerd is en alsnog gedupliceerd kan worden. Het kan er ook voor zorgen dat de cel zich definitief niet meer verder kan delen (Werner et al., 2016).

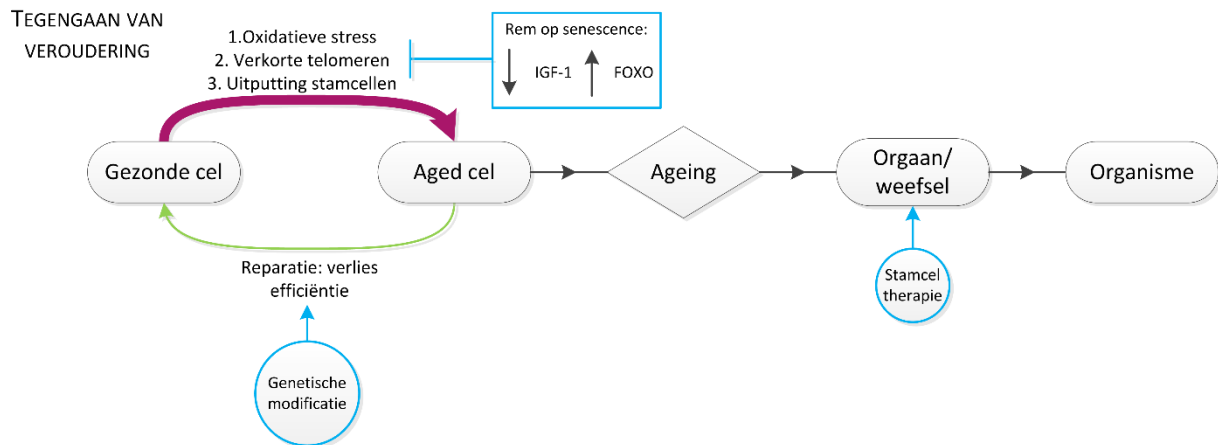
Deze verandering in investering van energie, geïnduceerd door schade in de cel, is vergelijkbaar met de eerder beschreven disposable soma theory. De energiebalans verschuift van celdeling en groei, naar onderhoud. In eerdere onderzoeken komt naar voren dat gemuteerde muizen, met een mutatie in het DNA-reparatiemechanisme, en oude wildtype muizen overeenkomende genexpressie laten zien. Ze laten namelijk verminderde groeihormoon/IGF-1 signalering zien. Dit zorgt voor een toename van FOXO-transcriptiefactoren in de celkern. Deze factoren zijn verantwoordelijk voor de verhoogde expressie van genen die coderen voor antioxidanten, wat zorgt voor bescherming tegen verdere beschadiging door ROS. Ook verhogen de FOXO-transcriptiefactoren de expressie van genen die coderen voor de eiwitten die werkzaam zijn in de DNA-reparatiemechanismen. Bovendien zorgt het voor een verhoogde expressie van apoptose stimulerende factoren (Niedernhofer et al., 2006; van der Pluijm et al., 2007). Deze aanpassingen in genexpressie, naar aanleiding van verlaagde IGF-1 activiteit, fungeren als beschermingsmechanismen. De verandering zorgt ervoor dat veroudering minder progressief verloopt dan wanneer deze respons uit zou blijven.

## *2.2 Antiverouderingsstrategieën*

Al deze nauwkeurig gereguleerde processen hebben te maken met de bescherming tegen schade. Een groot deel van onderzoek naar ageing en longevity gaat in op deze processen, zoals onderzoek naar de signaleringsroute waarin IGF-1 een rol speelt. In zowel insecten als in knaagdieren, die een verlaagde IGF-signalering laten zien, is de maximale levensverwachting verlengd (Masternak et al., 2010; Gessing et al., 2016). Deze verminderde IGF-signalering, en daarmee verlenging van de levensduur, wordt ook gezien wanneer modeldieren op een caloriearm dieet worden gezet (Carmona en Michan, 2016). Toch brengen verlaagde concentraties IGF-1 ook implicaties met zich mee. Zo wordt verminderde IGF-1 signalering in relatie gebracht met andere schadelijke effecten op gezondheid. Het zorgt bijvoorbeeld voor implicaties bij wondgenezing (Mori et al., 2014; Kakanj et al., 2016).

Een tweede aangrijpingspunt voor onderzoek naar longevity, is het vertragen van telomeer verkorting. Als dit in delende cellen vertraagd of verhinderd kan worden, kunnen ze zich langer blijven delen, waardoor cellen hun functie voor een langere periode uit kunnen voeren (Ljubuncic, en Reznick, 2009). Daarnaast kan stamceltherapie zorgen voor regeneratie van oud weefsel, dat vervangen wordt door jong weefsel (Ljubuncic en Reznick, 2009). Bij de haalbaarheid van deze techniek kunnen echter vraagtekens gezet worden, aangezien het vervangen van één verouderd orgaan, veroudering niet tegengaat op het niveau van het gehele organisme.

Het belangrijkste aangrijpingspunt ligt in de modulatie van genexpressie. Iedere soort heeft zijn eigen karakteristieke levensverwachting, maar ook binnen een soort is er een grote variatie tussen levensduur van individuen. Deze variatie is deels het gevolg van de capaciteit van het individu om schade te voorkomen en met aangerichte schade om te gaan. Deze capaciteit heeft een sterke genetische basis (Schoenmaker et al., 2005). Deze genetische basis is een aangrijpingspunt voor genetische modificatie. Door het genoom van individuen waarin de reparatiecapaciteit relatief hoog ligt, te vergelijken met soortgenoten, kan onderzocht worden welke verschillen bijdragen aan longevity (Schoenmaker et al., 2005; Mulvey, Sinclair en Selman, 2014).



Figuur 5. Een uitbreiding van figuur 4.B, waarbij de relatie wordt gelegd tussen ageing in cellen, dat uiteindelijk leidt tot veroudering van het gehele organisme. Punten 1, 2 en 3 boven de paarse pijl die staat voor de transitie van gezond naar aged, geven processen aan die leiden tot senescence. De 3 blauwe figuren geven aan waar de mogelijkheden voor modulatie liggen om veroudering tegen te gaan.

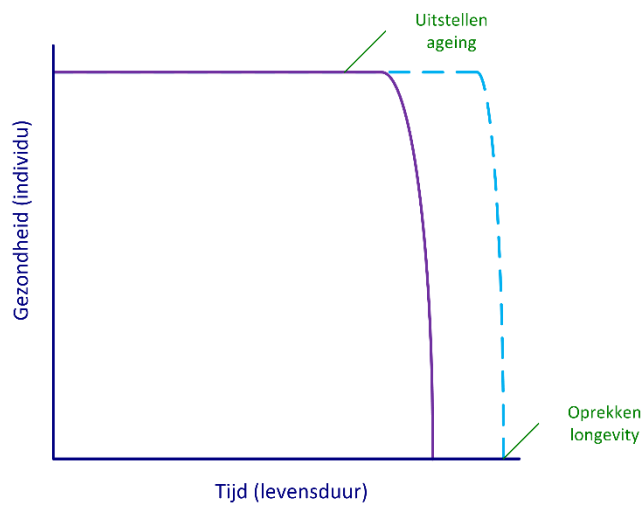
### 2.3 Discussie en conclusie

De mitochondrial ‘viscous circle’ theory of ageing en de afname van efficiëntie van reparatiemechanismen geven inzicht in de zich steeds verder accumulerende schade op latere leeftijd. De schade die aangebracht wordt is willekeurig, waardoor het controleren en manipuleren hiervan erg complex is. Daarom kan bij onderzoek naar het tegengaan van veroudering de nadruk worden gelegd op het ingrijpen in processen waaraan een genetische basis ten grondslag ligt, omdat deze wel te controleren en te manipuleren zijn (Mulvey, Sinclair en Selman, 2014).

De hoofdvraag luidt: “Op welke cellulaire mechanismen kan worden ingegrepen om het tegengaan van veroudering te bewerkstelligen?”. Uit dit literatuur onderzoek blijkt dat op meerdere cellulaire mechanismen ingegrepen kan worden. Zoals te zien in figuur 5 kan via modulatie van IGF-signalering, waardoor genexpressie in de cel verandert, een rem op veroudering worden gezet. Daarnaast zou een vertraagde verkorting van telomeren veroudering uitstellen. Bovendien kan veroudering worden uitgesteld door de reparatiemechanismen, waaraan een genetische basis ten grondslag ligt, te optimaliseren.

Deze mechanismen zijn het uitgangspunt in het onderzoek naar *ageing* en *longevity*. Door in te gaan op slechts één van de processen, is de kans echter klein dat men een succesvolle strategie ontwikkelt om veroudering tegen te gaan en de levensduur te verlengen. De anti-verouderingsstrategieën zouden in de toekomst wellicht in combinatie met elkaar een synergetische interactie kunnen vormen (Shen *et al*, 2016). Tot op heden is deze integratie nog niet aan de orde. Daarom is het belangrijk dat, als men veroudering wil uitstellen en de levensduur wil verlengen, de verschillende bevindingen met elkaar gecombineerd worden (Carmona en Michan, 2016). Dit kan er uiteindelijk voor zorgen dat een cel voor een langere tijd in staat is de positieve balans tussen schade

accumulatie en het repareren hiervan te handhaven. Dit kan gezien worden als de vergroting van de draagkracht van het lichaam, waarbij het lichaam beter bestand is tegen schade, waardoor veroudering later in zet.



*Figuur 6. De relatie tussen het uitstellen van ageing, waarbij de handhaving van een gezonde cel essentieel is, en het oprekken van longevity, dat alleen bewerkstelligd kan worden als de gezonde levensspanne van een cel wordt opgerekt.*

Tot slot is het belangrijk om te realiseren dat ageing en longevity apart van elkaar gezien kunnen worden, maar in een biologisch systeem inherent zijn aan elkaar. Deze verwevenheid wordt visueel weergegeven in bovenstaande figuur 6. De mate van ageing kan directe invloed hebben op longevity. De term ageing zal beladen blijven met associaties over aftakeling en achteruitgang. Ondanks dat, laat een blik in de toekomst zien dat ageing wellicht een kleiner aandeel zal gaan hebben in het lichaam en het leven van de (toekomstige) mens.

3



### 3. Draagkracht van de maatschappij

---

Het artikel: 'Stop de tijd' in het Volkskranttijdschrift 'Sir Edmund' van 24 september 2016, vertelt over het wetenschappelijk onderzoek naar de mogelijkheden rondom levensverlenging. Zo wordt geschreven over proefmuis Ike: 'Daar zat hij dan, eenzame kleine muis, de laatst overlevende van zijn generatie, week na week. Tot hij rond de 1400 dagen oud dan toch eindelijk het loodje legde: als je het losjes omrekent naar mensenjaren, zo'n 130 jaar oud.' (Keulemans, 2016). Mensen worden normaliter geen 130, maar er is wel een trend in de stijging van de maximale leeftijd. Gegevens van het centraal bureau van de statistiek (CBS) laten zien dat bijvoorbeeld in Nederland in 1950 minder dan 8 procent van de bevolking 65 jaar of ouder was, in 2015 18 procent en de voorspelling is dat in 2040 27 procent 65 jaar of ouder zal zijn (Kooiman et al., 2016, p. 25). In Amerika ziet men dezelfde trend, daar was in 1950 8.1 procent van de bevolking 65 jaar of ouder en wordt voorspeld dat dit in 2050 20 procent van de bevolking zal zijn (Administration for community living, 2015). We kunnen ons nog maar moeilijk voorstellen wat er gebeurt als we gemiddeld 130 zouden worden, net zoals proefmuis Ike. Onderzoek naar levensverlenging op zich staat nog in de kinderschoenen, laat staan onderzoek naar de gevolgen voor de samenleving. Wel kan gekeken worden naar hoe ouderen nu gedijen binnen de westerse samenleving.

Het huidige beeld ten aanzien van ouderen wordt gekenmerkt door discriminerende praktijken, mede omdat jeugdigheid als ideaalbeeld wordt gezien (Biggs, 1997). Dit heeft invloed op de processen van huisvesting en mobiliteit, waarbij ouderen vrijwillig al dan niet vrijwillig worden gestuurd in een bepaalde richting. De biologie doet onderzoek naar de mogelijkheden voor levensverlenging, maar wat voor gevolgen dit heeft voor de westerse maatschappij blijft onbelicht. Het feit dat dit onbelicht blijft identificeert een kennislacune maar laat ook zien dat het vooralsnog koffiedik kijken is. Het doel van dit onderzoek is het leveren van een bijdrage om de bestaande kennislacune te dichten. Waarbij de volgende vraag centraal staat:

“Wat zijn de gevolgen kijkend naar mobiliteit en huisvesting, van hogere ouderdom voor de westerse maatschappij?”

Met de westerse maatschappij wordt de Europese en Noord-Amerikaanse samenleving bedoeld (Spielvogel, 2015).

Om dit te onderzoeken is het van belang om eerst te kijken naar het beeld ten aanzien van de huidige ouderen binnen de westerse maatschappij, waarin drie sociologische theorieën de boventoon voeren, Mask of Ageing, Successful ageing & Continuity theory. Daarna zal gekeken worden naar hoe deze constructie invloed heeft op de keuzes van de ouderen nu, met betrekking tot mobiliteit en huisvesting. Om vervolgens een toekomstperspectief te schetsen waarin mogelijkheden voor vervolgonderzoek centraal staan.

### *3.1 De constructie van veroudering*

Interessant is de vraag hoe er gedacht wordt over ouderen binnen de westerse maatschappij. Dit omdat het inzicht geeft in hoe een verandering van de maatschappij, de toename van het aantal ouderen, wellicht tevens een verandering in de denkbeelden teweegbrengt. De denkbeelden waarin ageïsm, de discriminatie van ouderen op basis van leeftijd, een prominente rol speelt (Angus & Reeve, 2006). Binnen de sociologie wordt onderscheid gemaakt tussen een veelheid van theorieën, de meest vooraanstaande, degene die het meest voorkomen binnen de literatuur, worden hier besproken; Mask of Ageing, Successful Ageing en Continuity Theory.

#### *3.1.1 Mask of Ageing*

Featherstone en Hepworth zijn twee sociologen die zich bezig houden met veroudering. Het gedachtegoed van deze twee sociologen ligt ten grondslag aan de theorie: Mask-of-Ageing. Deze theorie stelt dat de jeugdigheid van een ouder persoon wordt verborgen, gemaskeerd, door een verouderend gezicht en lichaam (McHugh, 2003). Binnen de westerse maatschappij staat jeugdigheid centraal als teken van schoonheid. Daardoor is het voor menig mens erg moeilijk te accepteren dat er tekenen van veroudering te zien zijn, vooral als het gaat om de eigen fysieke aftakeling en daarmee sterfelijkheid. Het gaat zelfs zo ver dat er een vorm van vijandigheid naar veroudering van het lichaam kan ontstaan (Biggs, 1997).

De Mask-of-Ageing bespreekt dus de ontkenning van veroudering en sterfelijkheid in een samenleving waar jeugdigheid het schoonheidsideaal postuleert. Het positieve hieraan is het idee dat we niet verouderen aan de binnenkant maar enkel en alleen aan de buitenkant, 'many old people say: 'I dont feel old on the inside' (Andrews, 1999, p. 305). Hierin is echter



wel het Cartesiaanse idee over een gespleten 'mind and body' waarneembaar, het lichaam en de geest zijn niet verenigd, het lichaam verouderd maar de geest blijft hetzelfde. Dit idee zit volgens sommige wetenschappers zo diep ingebed in de westerse maatschappij dat het als een normaliteit wordt gezien (McHugh, 2003). De gehele cosmetische industrie is gebaseerd op deze splitsing tussen lichaam en geest. Er wordt geprobeerd zoveel mogelijk vast te houden aan datgene wat jeugdigheid uitstraalt uit angst voor ons eigen verouderingsproces. Op die manier zitten we vast tussen een lichaam dat verouderd en een geest die hetzelfde blijft, het is enkel en alleen de buitenkant die telt (Andrews, 1999).

### 3.1.2 Successful Ageing

Naast de Mask-of-Ageing theorie is de Successful-Ageing theorie een veel besproken leer. Succesvolle veroudering klinkt als een droom die voor velen onrealistisch ver weg ligt. Hopen we niet allemaal op een gezonde toekomst zonder ziekte en aftakeling? De Successful-Ageing theorie stelt dat het mogelijk is (Liang & Luo, 2010). De twee grondleggers van de theorie Rowe en Kahn formuleren de drie basis componenten van Successful-Ageing als; het vermijden van ziektes en risico factoren voor ziektes, het onderhouden van een goede fysieke en cognitieve gezondheid en een actieve, autonome en sociale verhouding met het leven (Bowling & Dieppe, 2005). Simpel gezegd: 'als ouderdom stereotyperend gezien wordt als een tijd van sociale terugtrekking en depressie, dan is succesvolle veroudering het tegengif'. Het middel tegen depressiviteit van ouderen is dan ook actief en sociaal geëngageerd blijven (Andrews, 1999).

De Successful-Ageing theorie wordt gezien als meest controversieel binnen het thema van veroudering. Controversieel in het feit dat aan de ene kant een grote hoeveelheid wetenschappelijk onderzoek op deze theorie is gestoeld, maar aan de andere kant ook duidelijke kritiekpunten voor zijn geformuleerd. De critici stellen dat ook bij deze theorie een disharmonie tussen lichaam en geest wordt gecreëerd, de onvermijdelijke fysieke verandering van ouderdom wordt namelijk genegeerd (Andrews, 1999). Daarnaast wordt de nadruk gelegd op het ondernemen van een fysieke of sociale activiteit op zich, waarbij de kwaliteit van de activiteit over het hoofd wordt gezien. Evenzeer heeft deze theorie een kapitalistische als cosmetische kant. Een middel voor een levensstijl om eeuwig jong te blijven wordt namelijk wereldwijd verkocht aan ouderen. Als laatste kritiekpunt wordt gezegd dat deze theorie gebaseerd is op westerse (specifiek Amerikaanse) normen en waarden, en daarmee niet

universeel kan worden toegepast op anderen culturen. De complexiteit en diversiteit van veroudering binnen een veranderlijke steeds meer globaliserende wereld wordt dus niet erkend (Liang & Luo, 2010).

Binnen onderzoek naar veroudering staan de Mask-of-Ageing & Successful-Ageing theorie centraal in het geven van een definitie van ouderen. Onderzoek dat vanuit deze uitgangspunten wordt ingericht start dus al vanuit een discriminerend perspectief (Dillaway & Barnes, 2009). Het is noodzakelijk dat de blik van onderzoekers wordt vergroot en er een nieuwe theorie wordt geformuleerd, die ouderen discriminatie niet als uitgangspunt neemt.

### 3.1.3 Continuity theory

Een theorie waarin de tegenstanders van de Mask-of-Ageing & Successful-Ageing theorie hun kritiek kwijt kunnen is de continuïteitstheorie (Dillaway & Barnes, 2009). Het ziet veroudering als een continue proces waarin de voorkeuren voor bepaalde levensstijlen en/of gedragingen worden meegenomen (Stowe & Cooney, 2015, Atchley, 1993). Deze theorie wordt als evolutionair gezien binnen het spectrum van veroudering. Dit omdat het niet stelt dat ouderdom betrekking heeft op een totaal ander onderdeel van de levenscyclus maar het ziet als een voortzetting van het voorgaande leven. Het is tweedimensionaal in die zin dat het zowel kijkt naar de innerlijke aspecten, de persoonlijke ontwikkeling van wie we zijn, wat we doen en wat we prettig vinden, en de externe aspecten, de activiteiten waaraan we deelnemen (Andrews, 1999). Deze twee dimensies leren ons dingen over onszelf die we meenemen in de verwachtingen en ervaringen van ouderdom in de toekomst. Binnen geografisch gerontologisch onderzoek, onderzoek naar ouderen vanuit een geografisch perspectief, wordt deze leer over continuïteit al gehanteerd. Het menselijk leven wordt namelijk gezien als een interdependentie tussen leeftijd, ruimte en locatie (Schwanen, Hardill & Lucas, 2012).

### 3.2 Veroudering en de invloed op mobiliteit en huisvesting

Er wordt verschillend gedacht over veroudering binnen de westerse maatschappij. Maar is dit tevens bepalend voor de inrichting van de ruimte en de keuzes die daarbij worden gemaakt? Volgens het spatiality perspective zijn de samenleving en de omgeving onlosmakelijk met elkaar verbonden (McHugh, 2003). Dit zie je bijvoorbeeld terug in hoe 'ouderendorpen' worden gepromoot in Amerika. In de reclamefolders zie je niets anders dan actief

wandelende, fietsende en welvarende ouderen, die worden gelokt met een VIP behandeling. Een voorbeeld hiervan is een publicatie genaamd: 'Retiring in Arizona? A place you'd love to call home' waar op de voorkant vier robuust ogende ouderen aan het hiken zijn in de tijdloze Sonoran woestijn (McHugh, 2003). Nu is het interessant om te kijken hoe veroudering specifiek invloed heeft op de processen van mobiliteit en huisvesting.

### *3.2.1 Mobiliteit*

Om de invloed van veroudering op mobiliteit te kunnen analyseren is het eerst van belang om te identificeren wat er wordt bedoeld met de mobiliteit van ouderen en in welke context. Hiervoor heeft Metz vijf verschillende elementen geïdentificeerd: (1) reizen om in contact te komen met gewenste personen en plekken; (2) psychologische voordelen van mobiliteit - 'getting out and about'; (3) fysieke voordelen in het trainen van spieren en botten; (4) betrokkenheid in de lokale gemeenschap; en (5) de wetenschap van de mogelijkheid om te kunnen reizen (Metz, 2000). Interessant in dit spectrum is dat element één het meest wordt besproken binnen wetenschappelijk onderzoek en dat de andere elementen vooralsnog onderbelicht blijven. Zoals Bly et al. zegt "The extent to which physical travel satisfies some inherent social need, and provides amenity value separate from the activity at the destination, has not yet been adequately measured" (1995). Zelfs vijftien jaar later in een onderzoek van Musselwhite, Holland en Walker wordt dezelfde conclusie getrokken (2015). Dit terwijl wel is aangetoond hoe belangrijk de elementen die Metz identificeert zijn voor het welzijn van ouderen (Musselwhite, Holland, Walker, 2015).

Het feit dat element één, reizen om in contact te komen met gewenste personen en plekken, het meest wordt onderzocht kan worden toegewezen aan de meetbaarheid van dit element. Het is meetbaar omdat het tevens bespreekt 'hoe' ouderen zich verplaatsen. Nemen ouderen bijvoorbeeld vaker de bus, de auto of de fiets? Uit onderzoek blijkt dat de auto in toenemende mate, het meest gekozen vervoersmiddel is (Box, Gondolfi & Mitchell, 2010; Alsnih & Hensher, 2003). Dit kan verklaard worden door; meer ouderen die een rijbewijs hebben, auto's die gemakkelijker te besturen zijn, een meer actieve en gezondere ouderen populatie, een grotere beschikbaarheid van inkomen voor ouderen en een grotere tegenzin om het bestedingspatroon te veranderen als met pensioen wordt gegaan (Alsnih & Hensher, 2003). Dit beeld wordt echter ook als zorgwekkend gezien. In hoeverre is het namelijk nog verantwoord, op veiligheidsniveau gezien, dat ouderen participeren in het verkeer (Schwanen

& Páez, 2010)? Ouderen gebruiken de auto in toenemende mate, maar zijn tevens in toenemende mate betrokken bij auto-ongelukken. De trips die worden ondernomen zijn vaker in het centrum, waardoor er meer rekening moet worden gehouden met nauwe kruispunten en rotondes en minder op autowegen en in omgevingen waar minder manoeuvres noodzakelijk zijn, zoals het platteland (Schwanen & Páez, 2010).

Wel is het zo, dat als ouderen verhuizen naar het platteland er vaak minder opties voor openbaar vervoer zijn en de druk op de auto dus wordt vergroot (Box et al., 2010). Tevens is het voor het welzijn van ouderen erg belangrijk dat de mogelijkheid om zich zelfstandig te verplaatsen blijft, kijk maar naar het belang van de vijf elementen van mobiliteit van Metz. Als men dus verhuist naar een rustige plek, door ziekte immobiel wordt en openbaar vervoer beperkt is, is deze persoon nauwelijks in staat zichzelf te verplaatsen. Aan de andere kant brengt verhuizen naar het centrum ook meer gevaar voor ongelukken met zich mee. Dit 'older driver problem', waarin het belang van de auto versus het toenemende aantal ongelukken voor en door ouderen centraal staat, is niet zomaar opgelost en vereist meer aandacht in relatie tot een stijgend aandeel van ouderen binnen de samenleving (Schwanen & Páez, 2010).

### *3.2.2 Huisvesting*

Mobiliteit heeft tevens invloed op huisvesting. Is men fysiek nog mobiel genoeg om te blijven wonen op de plek waar hij of zij altijd al heeft gewoond, ageing in place, of is verhuizen naar een retirement community noodzakelijk? Om hier een antwoord op te kunnen vinden is het eerst van belang om te beschrijven hoe ouderen de omgeving waarin ze wonen beleven. Hiervoor heeft Rowles vier verschillende modaliteiten ontwikkeld. Een modaliteit drukt de verhouding tussen de beschrijving van de werkelijkheid en de werkelijkheid zelf uit. Deze zijn: actie, oriëntatie, gevoel en fantasie. Actie staat voor de mogelijkheid om te bewegen in de dichtbijge omgeving waarbij onderscheid wordt gemaakt tussen sociale, recreatie- en occasionele trips. Oriëntatie staat voor het feit dat de omgeving buiten het huis veel meer een sociale dan een fysieke omgeving wordt. Gevoel duidt op hoe het huis een bepaalde field of care kan worden, waarin het gevoel om onderdeel te zijn van de buurt de boventoon heeft en als laatste staat fantasie voor de verhalen en gedachtes die over het algemeen gaan over locaties buiten het huis, transcendence of location. Hieruit kan worden geconcludeerd dat naarmate men veroudert er een shift plaatsvindt van de fysieke naar de herinnerde omgeving (Rowles, 2015).

Er wordt gesteld dat ouderen tevredenheid voelen als ze kunnen blijven wonen op de plek waar ze altijd al woonden, of om in de woorden van Rowles te spreken: 'gevoel' (Wiles, Leibing, Guberman, Reeve & Allen, 2011; Rowles, 2015). Het concept ageing in place kan hier goed aan worden gekoppeld. Dit concept wordt namelijk gezien als een mogelijkheid om autonoom, onafhankelijk en in sociaal contact te blijven met vrienden, familie en de buurt (Wiles et al., 2011; Oswald et al., 2007).

Wetende dat het voor ouderen goed kan zijn en dat het hun eigen voorkeur betreft om te blijven wonen op de plek waar ze altijd al woonden, waarom worden retirement communities dan toch gepromoot? Retirement communities zijn woongemeenschappen buiten het centrum, speciaal ontworpen voor ouderen (Philipsson & Scharf, 2005). Er wordt reclame voor gemaakt aan de hand van beelden van actieve, fitte ouderen die voldoende energie hebben om constant bezig te zijn. Hierdoor blijft veroudering geassocieerd met een los deel van de levensloop, waar een andere woonplek bij hoort (Edinburo & Schneider-Sliwa, 2004). Dit wordt ook wel leeftijd gesegregeerd wonen genoemd (McHugh, 2003).

Binnen het concept van retirement communities kan het ecologische model van veroudering van Lawton worden teruggevonden. Dit model benadrukt het individu waarbij pro-activiteit, autonomie, en veiligheid centraal staan. De omgeving is hierbij een statisch begrip is gebleven (Lawton, 1998).

*'The ecology of aging lacks a research agenda that incorporates a unified consensus on what environmental attributes are important and how they should be measured to analyze the person-environment transaction' (Sylvestre, 1999).*

Uit bovenstaand citaat kan worden geconcludeerd dat binnen het ecologische model van veroudering niet wordt ingegaan op welke omgevingsfactoren belangrijk zijn. Los van het feit dat ouderen als het ware worden afgevoerd naar een plek die speciaal voor hen ontworpen is, laten retirement communities het belang van de omgeving dus buiten beschouwing.

Er is noodzaak voor een meer holistische aanpak, waarbij de interactie van de menselijke gemeenschap met de omgeving centraal staat, ook wel genres de vie genoemd binnen de traditie van Vidal (Sylvestre, 1999). Deze traditie van Vidal spreekt over het milieu externe en het milieu interne. Het milieu externe bespreekt de fysiek observeerbare patronen en processen. Het milieu interne bespreekt de waarde, gewoontes, geloofsovertuigingen en

ideeën van de samenleving. 'The external milieu provided a range of possibilities, the internal milieu dictated the parameters of choice within that range' (Sylvestre, 1999). Door op deze manier te kijken naar het belang van zowel de interne normen en waarden van ouderen als de externe fysiek observeerbare patronen en processen, ontstaat er een overkoepelend beeld. Dit beeld kan gebruikt worden in verder onderzoek naar de ruimtelijke implicaties die veroudering met zich meebrengt.

### *3.3 Een blik op de toekomst*

Na het analyseren van de verhouding tussen veroudering, mobiliteit en huisvesting, kunnen we op basis van deze uitkomsten verder kijken om een blik op de toekomst te construeren. Dit is dermate belangrijk in een vergrijzende maatschappij, waar de baby-boomers bijna de 70 aantikken en biologisch onderzoek naar het artificieel oprekken van de levensspanne in volle gang is (Frey, 2007). Stel dat al deze baby-boomers gezond leven tot ze 130 zijn, welke wetenschappelijke aanbevelingen kunnen dan worden gemaakt om ouderen in de toekomst beter te laten gedijen binnen de westerse maatschappij?

Ten eerste is het van belang dat wetenschappelijk onderzoek naar ouderen gebaseerd wordt op de continuïteitstheorie, deze theorie neemt de fasen van de levenscyclus mee en laat ouderen in hun eigen waarde. Ten tweede is er noodzaak voor meer onderzoek naar de relatie tussen ouderen en hun omgeving. In een toekomstige maatschappij waar een erg groot aandeel van de bevolking tot de ouderen populatie behoort, is het essentieel dat deze ouderen betrokken blijven bij de maatschappij, zoals het ageing in place principe promoot en Rowles aan de hand van zijn modaliteiten benadrukt (Whittington, 2009). Ten derde is het van belang dat er meer onderzoek wordt gedaan naar wat de functie is van netwerken. Als het openbaar vervoer niet aantrekkelijker wordt gemaakt zal de druk op de wegen alleen maar toenemen. Zeker omdat mobiliteit samen met onafhankelijkheid als twee idealen worden gezien binnen de westerse maatschappij (Schwanen, Hardill & Lucas, 2012). Dit is ook schetsend voor de noodzaak voor meer investeringen in netwerken. Los hiervan zal, de discriminatie ten opzichte van ouderen moeten worden aangepakt. De Succesfull ageing en Mask of ageing theorieën mogen in het spectrum van veroudering dan niet meer als basis dienen voor wetenschappelijk onderzoek. Een totale verbanning zal misschien lastig worden, maar de geografie kan zeker een steentje bijdragen aan de sociaal-ruimtelijke ongelijkheden die de discriminatie van ouderen teweegbrengt (Schwanen, Hardill & Lucas, 2012).

### *3.4 Conclusie*

Onderzoek naar het tegengaan van veroudering is binnen de geografie nog geen hot topic, de term geografische gerontologie is dan ook vrij nieuw binnen het wetenschappelijke spectrum. Dit onderzoek is dan ook beperkend in die zin, dat wetenschappelijk onderzoek naar de effecten van hogere ouderdom, mensen die 130 worden, ontbreekt. Er zijn dus conclusies getrokken op basis van onderzoekresultaten die zelf interpretatief zijn en alsmede speculatief van aard. Meer onderzoek is dan ook noodzakelijk, zeker ook omdat het aandeel van ouderen stijgende is en wellicht in de toekomst nog sterker zal gaan stijgen.

Vergrijzing is een duidelijke trend binnen de westerse maatschappij. De bevolking wordt ouder en onderzoek naar hoe we nog ouder kunnen worden is in volle gang. Dit onderzoek draagt bij aan een verdieping binnen het geografische perspectief. Concluderend kan gesteld worden dat de manier waarop het beeld van ouderen wordt geconstrueerd binnen de westerse maatschappij wel degelijk invloed heeft op de keuze voor huisvesting en mobiliteit. Dit, gericht met een blik op de toekomst, kan voor complicaties binnen de westerse samenleving zorgen. Mobiliteit is zoals Metz schetst erg belangrijk voor ouderen, het zorgt ervoor dat ze autonoom en betrokken kunnen blijven bij de maatschappij. De wetenschap dat de mogelijkheid bestaat om met de auto op pad te kunnen speelt hierin ook een belangrijke rol. Onderzoek heeft uitgewezen dat de meesten kiezen voor de auto om deze trips mee te ondernemen. We moeten ons echter wel de vraag stellen of dit nog wel veilig is? Een toenemend aandeel van ouderen is namelijk betrokken bij ongelukken. Dit 'older driver problem' is niet zomaar opgelost en verdient zeker nog verdere verdieping. Binnen huisvesting zien we hoe retirement communities de ouderen verder distantiëren van de 'jonge' samenleving en hoe het concept van ageing in place hier verandering in probeert te brengen.

Binnen zowel mobiliteit als huisvesting zien we dat door ageïsm binnen de westerse maatschappij ouderen in een bepaalde richting worden gestuurd. Dit kan al dan niet vrijwillig zijn, maar in een globale wereld waarin vrijheid centraal staat moet iedereen zich vrij kunnen voelen, zo ook voor de ouderen van onze samenleving. Zoals Vidal (1926) stelt is een meer holistische aanpak noodzakelijk, die zowel de interne als de externe aspecten meeneemt zodat ouderen keuzes kunnen maken die berusten op hun eigen voorkeuren zonder maatschappelijke druk en discriminatie. In die zin zouden we ouderen juist moeten eren om ervoor te zorgen dat in een maatschappij waar men gemiddeld 130 wordt alle leeftijdsgroepen van even groot belang zijn. Kortom: 'Draagkracht voor allen'.

4





## 4. Draagkracht van de aarde

---

Elk jaar neemt de wereldbevolking exponentieel toe. In 2015 lag het aantal wereldbewoners op 7,3 miljard en verwacht wordt dat in 2030 er 8,5 miljard mensen op aarde leven (United Nations, 2015). Het stijgende bevolkingsaantal houdt in dat er steeds meer mensen consumeren en meer gebruik maken van natuurlijke hulpbronnen (Cafaro, 2012). De bevolking beïnvloedt klimaatverandering en door de bevolkingsgroei neemt dit steeds verder toe (Sherbinin et al., 2007). Maar stel dat het in de toekomst door artificiële technieken mogelijk wordt om 130 jaar vitaal oud te worden? Onderzoek op dieren heeft al uitgewezen dat dit mogelijk is (Keulemans, 2016). Voor de mensheid zou dit betekenen dat de populatie langer leeft en langer natuurlijke hulpbronnen verbruikt. Wat voor impact zal het kunstmatig oprekken van de levensspanne hebben op klimaatverandering?

Diverse wetenschappelijke actoren hebben onderzoek verricht naar de impact van de mensheid op klimaatverandering (IPCC, 2014 ; Sherbinin et al., 2007 ; Rockström et al., 2009). Het Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (2014) is een organisatie die in hun laatste rapport meldde dat de huidige bevolkingsgroei een van de hoofdoorzaken is voor klimaatverandering. Dit komt door de westerse manier van leven en consumeren. Hierdoor raken natuurlijke hulpbronnen uitgeput en worden er veel antropogene broeikasgassen uitgestoten. De toenemende broeikasgassen leiden tot verdere opwarming van de aarde met als gevolg dat de capaciteit van de aarde al deels is overschreden (IPCC, 2014 ; Sherbinin et al., 2007 ; Berg, 2011 ; Rockström et al., 2009).

Wetende dat de capaciteit van de aarde al gedeeltelijk is overschreden door de huidige populatie, is het de vraag of 130 jaar oud zijn wel een wenselijke situatie zal zijn in de toekomst voor het milieu. Naar de impact van dit fenomeen is echter nog weinig onderzoek verricht. Onderzoek hiernaar is wel van belang, omdat als het in de toekomst mogelijk realiteit wordt, er alvorens de mogelijke gevolgen voor het milieu moeten worden onderzocht. Om deze kennislacune te dichten staat de volgende vraag in dit stuk centraal:

“In hoeverre is het kunstmatig oprekken van de levensspanne een verantwoord toekomstperspectief voor het milieu en volgende generaties?”

Het doel van dit onderzoek is om een kritische kanttekening te plaatsen bij het fenomeen, zodat deze bevindingen meegenomen kunnen worden bij het wetenschappelijke debat over tegengaan van veroudering.

Het stuk wordt uiteengezet door een korte methodologische verantwoording. Vervolgens wordt de relatie populatiegroei en milieudruk geanalyseerd. Daarna worden er twee korte toekomstscenario's met betrekking tot het fenomeen geschetst. Verder zal er vanuit de milieu-ethiek worden onderzocht hoe we ethisch met tegengaan van veroudering om kunnen gaan. Als laatste zal er een antwoord op de hoofdvraag worden geformuleerd.

#### *4.1 Methodesectie*

In deze methodesectie is kort weergegeven hoe het onderzoek tot stand is gekomen en hoe informatie over het onderwerp is verkregen. Om te onderzoeken wat voor invloed 130 jaar oud worden heeft op het klimaat, is er gekozen voor een literatuuronderzoek. Voorafgaand is er algemene kennis over het onderwerp opgedaan door de aflevering van Zomergasten met gerontoloog Andrea Maier (Ruyg, 2016). Vervolgens is er informatie in het vakgebied milieumaatschappijwetenschappen gezocht. Omdat er weinig tot geen informatie te verkrijgen was over het tegengaan van veroudering met betrekking tot klimaatverandering in de milieuliteratuur, is er eerst kennis vergaard over populatiegroei in relatie tot klimaatverandering. Na het vergaren van deze kennis, is deze informatie geëxtrapoleerd in de vorm van twee korte scenario's. Vervolgens is er literatuuronderzoek gedaan in de milieu-ethiek. Als aanvulling hierop heeft er een gesprek met milieu-eticus Floris van den Berg plaatsgevonden, om verdere afstemming vanuit de milieu-ethiek te creëren. Voor de dataverzameling is er wetenschappelijke kennis gezocht door verschillende zoektermen te gebruiken op Google Scholar en Scopus. De zoektermen die hiervoor zijn gebruikt, zijn weergegeven in tabel 1.

Population and environment degradation debate	Ethical perspectives
Population growth and climate change	Harming no others
Malthusianism	Precautionary principle
Neo-Malthusianism	Climate ethics
Cornucopian	World population prospects
Cornucopian vs Malthusianism	Ecological modernization key challenges

Ecological modernization theory	Future scenario climate change
Ageing and future prospects	Utilitarian

Tabel 1 | *Gebruikte zoektermen*

## 4.2 Pessimisme versus optimisme

Over de impact van het oprekken van de levensspanne op klimaatverandering, is nog weinig bekend. Wel is er al veel kennis over de relatie tussen populatiegroei en milieudruk (Johnson & Nurick, 1995 ; Chenoweth & Feitelson, 2005 ; Urdal, 2005). Het is dan ook nuttig om eerst de belangrijkste standpunten over populatiegroei en milieudruk te analyseren, om vervolgens deze kennis te extrapoleren met betrekking tot tegengaan van veroudering.

Onder milieudruk wordt de impact van de mens op het milieu verstaan (Rockström et al., 2009). Om deze milieudruk te bepalen, zijn er negen categorieën waarop wordt beoordeeld. Op basis van deze onderdelen kan er gekeken worden wanneer de natuurlijke grenzen per categorie door het toedoen van de mens, worden overschreden. Op basis hiervan kunnen er maatregelen genomen worden. De negen categorieën zijn: klimaatverandering, verlies van biodiversiteit, interferentie met stikstofaanslag en fosfor, uitputting van de ozonlaag, verzuring van de oceaan, zoetwater gebruik, verandering van landgebruik, chemische verontreiniging en atmosferische aerosol. Bij klimaatverandering, verlies van biodiversiteit en interferentie met stikstofaanslag en fosfor zijn de grenzen al overschreden (Rockström et al., 2009). In deze deelvraag zal er antwoord worden gegeven op de vraag: *‘Wat zijn de belangrijkste perspectieven tussen populatiegroei en milieudruk in de milieuliteratuur?’* Vervolgens zullen er op basis van deze kennis twee korte toekomstscenario's worden geëxtrapoleerd.

### 4.2.1 Pessimistische kijk op populatiegroei

De eerste wetenschapper die de relatie tussen populatiegroei en milieudruk belichtte in de wetenschap was econoom Thomas Malthus in 1798, met zijn *Essay on the Principle of Population* (Malthus, 1798 ; Johnson & Nurick , 1995; Sherbinin et al., 2007). Hij legde de verbinding tussen bevolkingsgroei en de gevaren hiervan op de draagkracht van de aarde met behulp van statistieken. Zijn argument was dat de bevolking exponentieel toeneemt in tegenstelling tot de productie van levensmiddelen die lineair verloopt. Door die tegenstelling zullen ze nooit op één lijn staan met elkaar. Hierdoor ontstaat de kans dat natuurlijke

hulpbronnen schaars zullen worden en kunnen leiden tot ecologische catastrofes. Om deze catastrofes te voorkomen, zouden diverse remmingen (zoals beperken van geboortes door middel van onthouding) ervoor moeten zorgen dat de bevolkingsgroei niet verder toe zou nemen (Johnson & Nurick, 1995 ; Sherbinin et al., 2007 ; Malthus, 1798). Overpopulatie heeft dus volgens Malthus een negatieve invloed op de draagkracht van de aarde, omdat de limieten van de aarde eindig zijn. De overpopulatie benadeelt ook indirect de volgende generaties (Cullather, 2014). Hij heeft dan ook een pessimistische kijk op de populatiegroei en beschouwt het als een onoplosbaar probleem.

Zijn standpunt is echter later deels ontkracht doordat onderzoeken hebben uitgewezen dat de voedselproductie meer is toegenomen dan eerder was voorspeld. Ook steeg de bevolkingsgroei minder snel dan was verwacht (Verhoeven, 2011 ; Kristinsson & Júlíusson, 2016 ; Uldar, 2005). Desalniettemin heeft de theorie van Malthus invloed gehad en is in 1970 de stroming Neo-Malthusianisme ontstaan, die het centrale gedachtegoed van Malthus dat de natuurlijke hulpbronnen eindig zijn, in acht neemt. Ze verschillen echter in het feit dat geboortebeperking de overpopulatie kan remmen door middel van kunstmatige anticonceptie in plaats van door onthouding (Cullather, 2014). Wel delen ze de mening dat overpopulatie zeer nadelige effecten voor de draagkracht van de aarde en toekomstige generaties (Verhoeven, 2011).

#### *4.2.2 Optimistische kijk op innovaties*

De visie van Malthus is dermate pessimistisch omdat de populatiegroei enkel nadelig zou zijn voor de aarde. Er zijn echter ook perspectieven, zoals cornucopianisme en ecologische moderniseringstheorie (EMT), die in strijd zijn met de argumenten van Malthus en die een optimistische kijk op de bevolkingsgroei hebben (Jackson, 1995 ; Johnson & Narick, 1995; Uldar, 2005 ; Sherbinin et al., 2007 ; Chenoweth & Feitelson, 2005 ; Spaargaren & Mol, 2002 ; Spaargaren & Mol, 1992 ; York & Rosa, 2003 ). Cornucopianen ontkrachten de visie van Malthus dusdanig doordat zij stellen dat populatiegroei geen negatieve invloed heeft op de milieudruk. Ze zien de groei van de bevolking als een noodzakelijke voorwaarde voor economische groei en milieu-integriteit (Johnson & Nurick, 1995). Ze beweren dat natuurlijke hulpbronnen niet schaars zullen zijn in de toekomst (wat Malthus wel beweert) en zeker niet in mondiale context. Hierdoor achten ze de kans op ecologische catastrofes nihil. Het argument hierbij is dat wanneer een hulpbron schaars wordt, de mensheid in staat is om dit

op te lossen door middel van technologische innovaties. Volgens de cornucopianen onderschatte Malthus de capaciteiten van de mens om schaarsheid te voorkomen door technologische oplossingen (Jackson, 1995 ; Uldar, 2005).

Een ander perspectief dat ook het belang van technologische innovaties inziet, is EMT (Spaargaren & Mol, 2002 ; Spaargaren & Mol, 1992 ; York & Rosa, 2003 ; Carolan, 2004). Dit perspectief dat afkomstig is uit de milieusociologie houdt in dat industrialisatie, technologische ontwikkelingen en economische groei fundamenteel van belang zijn voor het oplossen van milieuproblemen. De geïndustrialiseerde maatschappijen moeten de technologische innovaties stimuleren (York & Rosa, 2003). Een belangrijk element van EMT is dat er steeds gezocht wordt naar schonere en efficiëntere technologieën, waardoor het gebruik van natuurlijke hulpbronnen wordt teruggedrongen (York & Rosa, 2003). Als oplossing voor milieuproblemen wordt er volgens EMT niet gereduceerd in productie, maar wordt er juist meer geproduceerd, meer gemoderniseerd en meer geïndustrialiseerd. Ze beweren dat een 'super-industrialisatie' de milieuproblemen zullen verhelpen en dat er dan een transitie richting een duurzame productie en consumptie mogelijk wordt (York & Rosa, 2003 ; Carolan, 2004).

#### *4.2.3 Geen consensus*

De belangrijkste perspectieven rondom populatiegroei en milieudruk zijn pessimisme en optimisme, met beide belangrijke bevindingen. Zo stellen de pessimisten dat de populatiegroei een negatieve invloed uitoefent op de milieudruk en dat het een onoplosbaar probleem is. In tegenstelling tot de optimisten, die beweren dat milieuproblemen door technologische innovaties kunnen worden verholpen. De vraag is echter in hoeverre de optimisten gelijk hebben in het oplossen van milieuproblematiek door technologische oplossingen. EMT houdt zich bezig met het efficiënter maken van technologieën zodat er minder hulpbronnen hoeven worden gebruikt (York & Rosa, 2003). De toekomst kent echter veel onzekerheden wat betreft klimaatverandering (Rockström et al., 2009; IPCC, 2014). Voldoen technologische innovaties als oplossing om klimaatverandering aan te pakken? De superindustrialisatie die EMT aanmoedigt, zou volgens het pessimisme averechts werken voor milieuproblemen. Wellicht moet er breder gezocht worden naar hoe we naast technologische innovaties de milieudruk kunnen verlagen. Vooralsnog is er geen consensus over welk

perspectief het juiste kader weergeeft hoe we in de toekomst klimaatverandering aan kunnen pakken.

### *4.3 Toekomstscenario*

Op basis van wetenschappelijke kennis opgedaan uit het vorige deel, worden er hieronder twee korte toekomstscenario's geëxtrapoleerd. De scenario's zullen worden beschreven vanuit het pessimistisch en optimistisch perspectief met betrekking tot het tegengaan van veroudering. Een scenario dient als hulpmiddel om de relatie tussen 130 jaar oud worden en de impact hiervan op het milieu te illustreren. Daarnaast kunnen de scenario's een zinvolle bijdrage leveren aan het wetenschappelijk debat (Carolan, 2004). Een scenario schrijven is echter ingewikkeld, omdat je te maken hebt met verschillende sociaaleconomische onzekerheden (Berkhout et al., 2001). Het doel van een scenario is dan ook niet om concrete voorspellingen te doen, maar dient ervoor om diverse onzekerheden beter te begrijpen (Moss et al., 2010). De scenario's hieronder zijn gebaseerd op het feit dat wanneer de mensheid kunstmatig 130 jaar vitaal oud worden, deze speculatieve doelgroep haar leven op de westerse manier van leven doorzet.

#### *4.3.1 Pessimisme en optimisme*

Vanuit pessimistisch perspectief brengt 130 jaar vitaal oud, erg nadelige consequenties voor de milieudruk en toekomstige generaties met zich mee. Overbevolking is een hoofdoorzaak van klimaatverandering en wanneer er een doelgroep ontstaat die 130 jaar kan worden, zal dit een extra negatieve bijdrage leveren. Dit vanwege het feit dat deze speculatieve doelgroep langer gebruik maakt van natuurlijke hulpbronnen en sneller de categorieën van milieudruk zullen gaan (over)belasten. Opwarming van de aarde zal in een versnelling komen en de categorie: uitputting van de ozonlaag, zal door de toename in broeikasgassen worden overschreden (Rockström et al., 2009). Een ecologische catastrofe is het gevolg.

130 jaar oud worden zal volgens het optimistisch perspectief geen nadelige effecten opleveren voor het milieu. Op korte termijn maakt de speculatieve doelgroep langer gebruik van de grondstoffen maar zullen deze niet opraken. De schaarsheid wordt vermeden door technologische innovaties vanuit de super-industrialisatie. Zo kunnen er bijvoorbeeld ontwikkelde landbouwtechnieken ervoor zorgen dat de afhankelijkheid van fossiele

brandstoffen wordt verminderd (Carolan, 2004). Hierdoor zal (meer) produceren minder vervuילend worden.

Samenvattend zijn de toekomstscenario's speculatief opgesteld en dienen ervoor om inzicht te krijgen over wat er mogelijk kan gebeuren wanneer het fenomeen werkelijkheid wordt. Het scenario vanuit het pessimisme is meer waarheidsgetrouw voor de toekomst dan het andere scenario. Het eerste scenario is een wellicht een doemscenario, maar geeft wel de gevolgen van overbevolking en overconsumptie aan. Het tweede scenario benadrukt het belang van technologische innovaties. Maar wanneer er nieuwe duurzamere technieken voor bijvoorbeeld de landbouw worden gevonden, zullen de hulpbronnen alsnog door overbevolking op lange termijn uitgeput raken (Carolan, 2004). De hulpbronnen schaarsheid kan niet alleen vermeden worden door technologisch oplossingen, wat een tekortkoming is in EMT. Zonder een toekomstscenario bij het fenomeen te geven, kan er geen inschatting gemaakt worden of het artificieel oprekken van de levensspanne een verantwoord toekomstperspectief is.

#### *4.4 Tegengaan van veroudering milieu-ethisch onverantwoord*

De bovenstaande stukken hebben inzicht gegeven in de relatie tussen populatiegroei en milieudruk en met betrekking tot tegengaan van veroudering. Concluderend hieruit kan worden gesteld dat het artificieel tegengaan van veroudering vanuit pessimistisch perspectief nadelig is voor het milieu. Optimistisch perspectief stelt dat technologische innovaties de milieuproblematiek kan aanpakken. Maar zullen de technologische innovaties voldoende zijn om de milieudruk te verlagen? Volgens Jamieson, hoogleraar milieustudies, zijn technologische innovaties ontoereikend om de milieuproblematiek aan te pakken (Berg, 2011) :

*It is not too much to say that as a civilization we treat the Earth and its fundamental systems as if they were toys that we can treat carelessly, as if their functions could easily be replaced by a minor exercise of human ingenuity. (Jamieson, p. 441, 2009).*

Om de milieuproblematiek te verminderen, is het van belang dat de relatie tussen mens en natuur, die momenteel is verstoord, wordt hersteld (Jamieson, 2009). Moreel besef kan deze relatie herstellen zodat keuzes (zoals het oprekken van de levensspanne) vanuit moreel

ethisch perspectief gedaan kunnen worden. Aan de hand van drie milieu-ethische perspectieven zal er antwoord worden gegeven op de deelvraag of 130 jaar oud worden vanuit milieu-ethiek moreel verantwoord is.

#### *4.4.1 Harm no others*

De mogelijkheid om in de toekomst 130 jaar oud te worden door middel van kunstmatige technieken, is een milieu-ethisch dilemma. Aan de ene kant is men altijd op zoek naar vooruitgang. Het oprekken van de levensspanne is hier een voorbeeld van. Aan de andere kant gaat deze individuele keuze gepaard met diverse nadelige gevolgen voor zowel de aarde als voor toekomstige generaties. Dit dilemma kan worden gelinkt aan de theorie van *harming no others*, wat inhoudt dat je bij het maken van keuzes en eigen handelen anderen hierbij niet moet schaden (Berg, 2011 ; Gardiner, 2006). Deze ‘anderen’ zijn in dit geval de natuur en volgende generaties. In het licht van ‘harming no others’ zou je door te kiezen om 130 jaar oud te worden, zowel het milieu als volgende generaties schaden. Op basis van deze redenering zou je de keuze dus niet moeten maken.

Maar waarom kiezen we überhaupt, als westers individu en samenleving, voor keuzes die anderen benadelen? Hiervoor zijn meerdere motieven aan te meten. Zo is de mensheid zich vaak niet bewust dat ze met een handeling anderen schaden, omdat de gevolgen (nog) veelal niet zichtbaar zijn (Gardiner, 2006 ; Berg, 2011). Een ander motief waarom we onderzoeken naar het tegengaan van veroudering voortzetten, heeft mee te maken met het feit dat we niet willen erkennen dat we zelf het probleem zijn (Gardiner, 2006). We willen niet horen dat we onderdeel van een groot probleem zijn en dat we, voor verandering, hiervoor onze westerse manier van leven en consumeren moeten gaan veranderen. Handelen met milieuproblematiek maakt de mensheid oncomfortabel en we pleiten ons graag vrij van enige verantwoordelijkheid hiervoor (Gardiner, 2006). Vanuit dit perspectief is artificieel tegengaan van veroudering, dan ook milieu-ethisch onverantwoord.

#### *4.4.2 Preventie utilitarisme*

Een andere manier om een ethische reflectie te geven op het mogelijke oprekken van de levensspanne is door te kijken vanuit het (preventie) utilitarisme. Het utilitarisme van Mill (1863) gaat om geluk voor iedereen, of wanneer dat niet mogelijk is, voor de grootste groep. Een gelukkig leven leiden binnen dit perspectief houdt in dat je streeft naar geluk voor de



meeste mensen. Dit betekent dat alle keuzes gemaakt worden ten behoeve van dit doel. Centraal staat dat geluk wordt gemaximaliseerd voor de grootste groep en dat pijn wordt vermeden. Daarnaast moet er worden nagedacht over welke keuze je maakt, welke gevolgen voor wie dit met zich meebrengt. De redenen voor een keuze zijn echter irrelevant voor het utilitarisme. Het enige wat telt, zijn de uitkomsten.

Een invloedrijke filosoof en hoogleraar bio-ethiek en tevens aanhanger van deze stroming is Peter Singer. Singer benadrukt binnen het utilisme *preventie utilitarisme* (Ng & Singer, 1981). Dit houdt in dat wanneer je een keuze maakt tussen twee handelingsperspectieven, je kiest voor de optie die anderen het minste pijn zal toebrengen. Tegengaan van veroudering zou vanuit het (preventie) utilitarisme niet positief opgaan. Met de keuze dat je 130 jaar oud wilt worden, kies je niet voor het geluk van de grootste groep.

#### 4.4.3 Voorzorgsprincipe

Een ander ethisch perspectief is het voorzorgsprincipe, wat een belangrijke rol vervult bij besluitvorming (Persson, 2016 ; Berg, 2011). Dit principe houdt in dat wanneer een activiteit mogelijk schade kan aanbrengen voor de menselijke gezondheid of het milieu dat er voorzorgsmaatregelen getroffen dienen te worden, ook al als sommige oorzaken en gevolgrelaties nog niet volledig wetenschappelijk zijn vastgesteld (Persson, 2016 ; Berg, 2011). Op basis hiervan zou het artificieel oprekken van de levensspanne gezien worden als een activiteit die *mogelijk* schade veroorzaakt voor het milieu. Een voorzorgsmaatregel voor dit fenomeen zou dan zijn dat er eerst meer wetenschappelijke kennis moet worden opgedaan naar de mogelijke gevolgen voor de milieudruk wanneer tegengaan van veroudering mogelijk zou worden. Pas na deze onderzoeken kan er beslist worden of het een verantwoord concept is.

#### 4.4.4 Moreel besef noodzakelijk

Concluderend uit bovenstaande ethische perspectieven kan gesteld worden dat tegengaan van veroudering milieu-ethische onverantwoord is. Ondanks de verschillende redeneringen komen dezelfde implicaties, zoals anderen schaden, steeds terug. Deze ethische perspectieven geven aan dat er bij een beslissing over het tegengaan van veroudering ook gekeken moet worden naar de (morele) gevolgen hiervan. 130 jaar oud worden kan nadelige gevolgen gaan hebben voor het milieu en volgende generaties. Het is dan ook noodzakelijk

om kennis vanuit meerdere invalshoeken mee te nemen bij de besluitvorming rondom dit fenomeen. Technologische innovaties kunnen waarschijnlijk deels de milieuproblemen opvangen. Hiernaast is het ook van belang dat de relatie tussen mens en natuur wordt hersteld. Moreel besef is noodzakelijk bij het herstellen van deze relatie, want pas dan kan de mensheid bewust worden over welke handelingen welke negatieve gevolgen kan hebben.

#### *4.5 Conclusie en discussie*

De vraag die centraal stond in dit stuk was: *'In hoeverre is het kunstmatig oprekken van de levensspanne een verantwoord toekomstperspectief voor het milieu en volgende generaties?'* Concluderend kan gesteld worden dat het een onverantwoord toekomstperspectief is omdat het fenomeen zowel nadelige gevolgen met zich meebrengt voor het milieu als voor volgende generaties. Het discours omtrent populatiegroei en klimaatverandering laat enerzijds zien dat de westerse manier van leven en consumeren van grote negatieve invloed is op klimaatverandering. Wanneer de populatie door artificiële technieken veel langer kan leven, zal de klimaatverandering toenemen. Volgens de optimisten zullen echter deze milieuproblemen worden aangepakt door technologische innovaties. De milieu-ethische perspectieven laten echter een tegengeluid horen dat technologische oplossingen alleen niet toereikend genoeg zijn om de milieudruk te verlagen. De milieu-ethiek benadrukt dat moreel besef nodig is bij de mensheid bij het maken van zulke invloedrijke beslissingen als het oprekken van de levensspanne. Wanneer het fenomeen werkelijkheid zou worden, zou de draagkracht van de aarde worden overschreden. Het behoud van de aarde moet worden meegenomen in de besluitvorming van dit fenomeen. Hiervoor is meer onderzoek naar de mogelijke gevolgen vereist.

Voor vervolgonderzoek is er meer kennis nodig over het oprekken van de levensspanne en de invloed hiervan op het milieu. Ook kan er onderzoek gedaan worden naar klimaatscenario's die een concreter beeld kunnen geven over de gevolgen. Daarnaast zou er onderzoek gedaan moeten worden in de milieu-ethiek over hoe de verstoorde relatie tussen mens en natuur kan worden hersteld. En er moet nagedacht worden over wie verantwoordelijk is voor het nemen van invloedrijke beslissingen zoals tegengaan van veroudering. Het wetenschappelijke debat hierover moet worden uitgebreid met een kritische kanttekening vanuit het milieu-vakgebied, om zo tot een gegronde besluitvorming te komen omtrent het fenomeen.

5



## 5. Integratie

---

In de voorgaande delen zijn er vanuit de biologie, sociale geografie en milieu-maatschappijwetenschappen inzichten verworven over tegengaan van veroudering. Nu is het van belang om deze inzichten met elkaar te vergelijken en te integreren. Het integreren van de verschillende vakgebieden is noodzakelijk bij een interdisciplinair onderzoek, om zo een antwoord te kunnen formuleren op het complexe vraagstuk (Repko, 2008). Het integratie hoofdstuk zal beginnen met de *common ground*. Vervolgens zal er op basis van de common ground een *more comprehensive understanding* worden bewerkstelligd. Deze twee stappen zijn van belang bij het integratieproces (Repko, 2008). Als laatste zal er in de conclusie antwoord op de hoofdvraag worden gegeven en wordt er in de discussie aanbevelingen gedaan voor vervolgonderzoek.

### 5.1 Common Ground

De inzichten vanuit de drie verschillende disciplines spreken elkaar niet tegen, maar bespreken (kunstmatige) levensverlenging op drie verschillende niveaus. Het doel is om de onderliggende relaties tussen de niveaus expliciet te maken, waardoor common ground tussen de drie disciplines geïdentificeerd kan worden. Hiervoor wordt de integratietechniek 'organisatie' gebruikt. Dit betekent dat de inzichten die komen vanuit biologie, sociale geografie en milieu-maatschappijwetenschappen gestructureerd worden, waardoor de onderliggende relaties zichtbaar worden (Repko, 2008).

Veroudering en het onderzoek naar tegengaan van veroudering, vindt zijn oorsprong in het individu. Er wordt op dit niveau gekeken naar interventies om in een individu levensverlenging te bewerkstelligen. Dit kan worden gezien als het micro-niveau. Voor sociale geografie betekent tegengaan van veroudering een verandering binnen de sociaal demografische processen en bespreekt het meso-niveau. De milieu-maatschappijwetenschap kijkt niet specifiek naar levensverlenging in de mens, maar brengt de relatie tussen demografische veranderingen en het klimaat met elkaar in verband en behandelt het macro-niveau. Door deze organisatie is te zien dat het begrip veroudering op verschillende niveaus wordt behandeld. Hieronder zullen de onderlinge relaties worden uitgelegd.

### *Relatie micro-meso*

Biologie analyseert het artificieel oprekken van de levensspanne vanuit een micro-perspectief. Sociale geografie bekijkt dit vanuit een meso-perspectief. Het biologische onderzoek naar levensverlenging, waarbij de mogelijkheid de draagkracht van het lichaam te vergroten centraal staat, biedt ook inzicht in de oorzaak van huidige verouderingsziekten. Als op micro-niveau oplossingen worden gevonden voor huidige verouderingsziekten, zou dat ervoor kunnen zorgen dat ouderen van nu vitaal oud worden. Dit slaat een brug naar de huidige beperkte draagkracht voor ouderen in de samenleving. Veroudering wordt in de westerse maatschappij over het algemeen gezien als een levensfase waar aftakeling de overhand neemt en het liefst wordt uitgesteld. Juist deze aftakeling vormt een van de facetten waarop ouderendiscriminatie is gestoeld. Als door biologisch onderzoek de ouderen van nu gezond negentig kunnen worden, is de eerste stap richting het oplossen van ouderendiscriminatie gezet. Daarmee is dan ook de eerste stap richting levensverlenging gezet. Met het beperken van ouderendiscriminatie, door een toepassing vanuit het micro-niveau, wordt de draagkracht voor levensverlenging op meso-niveau vergroot.

### *Relatie meso-macro*

Milieu-maatschappijwetenschappen bekijkt tegengaan van veroudering vanuit een macro-niveau. De populatiegroei binnen de maatschappij, in combinatie met de westerse manier van consumeren, hebben beide een nadelige impact op de draagkracht van de aarde. De identificatie van deze milieuproblemen vindt plaats op macro-niveau. De mogelijke oplossingen hiervoor kunnen worden gevonden op meso-niveau, in de vorm van technologische innovaties. Samenvattend vinden technologische innovaties hun oorsprong op meso-niveau, en hebben hun uitwerking op macro-niveau.

### *Relatie macro-micro*

Het individu en systeem aarde hebben geen directe raakvlakken met elkaar. De maatschappij vormt de verbindende factor tussen deze twee niveaus. De organisatie van micro-, meso en macro-niveau brengt deze relatie aan het licht.

### *Driedimensionale definitie van veroudering*

Binnen de biologie wordt het begrip veroudering opgesplitst in twee aspecten. Er wordt namelijk een onderscheid gemaakt tussen *ageing* en *longevity*. *Ageing* is het proces van veroudering: de progressieve achteruitgang van het menselijk lichaam naarmate leeftijd vordert. *Longevity* wordt gezien als de levensduur, die onafhankelijk is van het feit of het lichaam veroudering laat zien of niet. Het gaat hier niet om verlenging van de levensduur, maar levensduur op zich.

Binnen sociale geografie wordt het onderscheid tussen *ageing* en *longevity* vooralsnog niet gemaakt. Juist de aftakeling die bij veroudering hoort staat centraal in huidig geografisch gerontologisch onderzoek. Stel, het zou mogelijk zijn om gezond 130 te worden, dan is het van belang dat *longevity* ook onderdeel wordt van het onderzoek in dit vakgebied. Dit omdat de onderzoeksgroep zelf verandert, van hulpbehoevend oud naar gezond oud. *Ageing* alleen is niet alomvattend genoeg om deze hele onderzoeksgroep te beschrijven, daarvoor is *longevity* noodzakelijk.

Binnen milieu-maatschappijwetenschappen gaat het niet over het onderscheid tussen gezond en niet-gezond oud, maar gaat het om levensduur. In die zin past *longevity* het best bij onderzoek binnen deze discipline omdat we hierbij kunnen aannemen dat als mensen langer leven, de populatiedruk stijgt. En wanneer de populatie groter wordt, zal dit een negatieve impact hebben op het milieu en volgende generaties.

### *Extensie begrip veroudering*

Extensie betekent dat een begrip zijn oorsprong heeft in een bepaalde discipline en vervolgens wordt geïmplementeerd in een ander vakgebied (Repko, 2008). Het begrip veroudering is vanuit biologisch oogpunt opgebouwd uit twee verschillende aspecten: *ageing* en *longevity*. De andere twee vakgebieden hanteren dit onderscheid vooralsnog niet. Door middel van extensie is geïdentificeerd dat binnen de sociale geografie en milieu-maatschappijwetenschappen *longevity* wellicht in de toekomst een rol kan gaan spelen. Met het inbegrip van *longevity* in het begrip veroudering, wordt binnen de drie bovengenoemde disciplines dezelfde definitie van veroudering gehanteerd.

*Longevity* is voor milieu-maatschappijwetenschappen het belangrijkste begrip aangezien verwacht wordt dat individuen die lang leven, middels het tegengaan van veroudering, grotere druk zullen uitoefenen op de draagkracht van de aarde. Vanuit dit

vakgebied is longevity daarom het begrip dat de aandacht verdient in het onderzoek naar tegengaan van veroudering in relatie met de draagkracht van de aarde. Ageing, het andere aspect van veroudering, is tot op heden juist het begrip binnen de biologie en sociale geografie dat centraal staat. Extreme verlenging van levensduur is in de praktijk nog niet aan de orde. Wordt aftakeling dat gepaard gaat met veroudering vermindert binnen een maatschappij, dan wordt er draagkracht gecreëerd voor longevity. Op deze manier wordt 'tegengaan van veroudering' gedefinieerd in termen van draagkracht.

### **Draagkracht**

Door organisatie van de verschillende inzichten is er een alomvattend concept naar voren gekomen: 'draagkracht'. Het concept draagkracht is vanuit de drie disciplines op een eigen manier te interpreteren. Door de extensie van dit begrip blijkt dat de inzichten vanuit de drie vakgebieden nauw met elkaar interacteren en niet los van elkaar gezien kunnen worden. Hieronder worden per discipline de definities van draagkracht gegeven. Vervolgens worden deze geïntegreerd.

#### *Draagkracht van het lichaam*

Een lichaam veroudert. Het veroudert, omdat de cellen waaruit ons lichaam opgebouwd is een leven lang blootgesteld worden aan stress factoren van buiten en binnen het lichaam. Deze factoren kunnen schade aanrichten die gerepareerd moet worden. Met name DNA schade is erg gevaarlijk voor het lichaam. Daarom bestaan er complexe, nauwkeurig gecoördineerde reparatiemechanismen die ervoor zorgen dat DNA schade wordt opgelost. Deze reparatiemechanismen blijken echter hun efficiëntie te verliezen, naarmate de leeftijd van het lichaam vordert. Bovendien zorgt de aangerichte schade weer voor een verhoogde productie van schadelijke factoren in de cel. Schade zal zich in een cel accumuleren, doordat schade toeneemt en het steeds minder efficiënt wordt opgelost. Dit punt kan gezien worden als de maximale hoeveelheid schade dat een cel (en daaraan inherent: het lichaam) kan verdragen. Oftewel: de draagkracht van het lichaam wordt bij veroudering geleidelijk overschreden. Het vergroten van deze draagkracht, brengt het lichaam dicht bij een langer leven, doordat de draagkracht dan pas later overschreden wordt.

### *Draagkracht van de samenleving*

Binnen sociale geografie staat de draagkracht van de samenleving centraal, in die zin dat het kijkt naar hoe men tegenover veroudering staat binnen de westerse maatschappij. De beeldvorming over ouderen wordt gekenmerkt door vormen van discriminatie die zo diep zijn ingebed in de culturele normen en waarden dat ze haast onopgemerkt blijven. Hierdoor worden ouderen gedwongen, al dan niet vrijwillig, om zich aan te passen aan hun leeftijd. Concluderend kan gesteld worden dat er op dit moment weinig draagkracht en daarmee steun vanuit de samenleving voor de verouderende populatie is. Met een blik op de toekomst is het noodzakelijk dat geografisch gerontologisch onderzoek zich verder verdiept in de relatie tussen ouderen en hun omgeving, om zo ouderen beter te laten gedijen binnen de samenleving. Dan zou mogelijk de draagkracht kunnen worden vergroot.

### *Draagkracht van de aarde*

Het concept draagkracht is vanuit milieu-maatschappijwetenschappen te definiëren als draagkracht van de aarde. Met deze draagkracht wordt de capaciteit van systeem aarde ten opzichte van de populatie bedoeld. De aarde heeft diverse natuurlijke hulpbronnen om de populatie te voorzien in hun behoeftes. Wanneer de populatie in balans zou zijn met de draagkracht van de aarde, zou de aarde alle hulpbronnen steeds tijdig kunnen aanvullen. Dit is echter niet het geval. Door de toenemende populatie wordt er steeds meer druk op de capaciteit van de aarde gelegd. Door de westerse manier van leven en consumeren, overschrijden we de draagkracht van de aarde. De aarde heeft niet de tijd meer om te herstellen en aan te vullen, waardoor natuurlijke hulpbronnen worden uitgeput. Hierdoor kan de aarde de volgende generaties niet meer voorzien van natuurlijke hulpbronnen. Wanneer tegengaan van veroudering in de toekomst mogelijk wordt, wordt de capaciteit van de aarde nog verder overschreden. Doordat een deel van de populatie dan mogelijk langer leeft, maakt deze groep langer gebruik van de natuurlijke hulpbronnen. De draagkracht van de aarde kan niet natuurlijk worden vergroot. De milieuproblemen als gevolg van tegengaan van veroudering, zouden mogelijk deels kunnen worden opgelost door technologische innovaties. De vraag is echter of deze technologische oplossingen voldoende zijn voor de aarde om de hoeveelheid aardbewoners aan te kunnen.

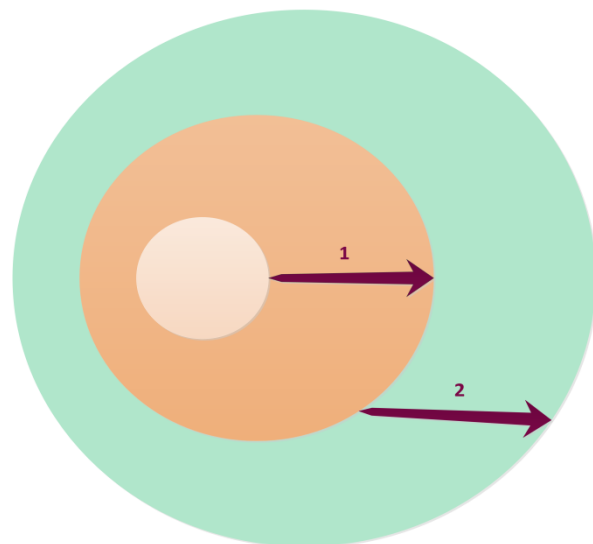


## 5.2 More comprehensive understanding

De common ground heeft tot nieuwe inzichten en tot een overkoepelend concept draagkracht geleid. Op basis van deze common ground is het van belang om deze inzichten tot een nieuw geheel, a more comprehensive understanding, te integreren (Repko, 2008). De nieuwe geïntegreerde visie is dan in staat om antwoord te geven op de hoofdvraag.

Dit interdisciplinaire onderzoek toont aan dat de expansie van draagkracht op zowel micro-, meso- als macro-niveau noodzakelijk is om verlenging van levensduur als een reëel toekomstbeeld te beschouwen. Of de draagkracht daadwerkelijk plastisch is, verschilt per vakgebied. Deze herdefiniëring van het woord draagkracht brengt een holistisch beeld wat noodzakelijk is voor dit complexe vraagstuk. Om in de woorden van Vidal (1926) te spreken, kunnen we stellen dat binnen deze holistische benadering een *milieu externe* en een *milieu interne* te observeren zijn. Het *milieu externe* bespreekt de fysiek observeerbare patronen. Het *milieu interne* bespreekt dan de waarde, gewoontes, geloofsovertuigingen en ideeën van de samenleving. Juist een combinatie van de drie verschillende disciplines biedt een overkoepelend beeld. In figuur 5.1 is een weergave gegeven van deze nauwe interactie. Ook het begrip draagkracht is in deze figuur verwerkt, waardoor de more comprehensive understanding in beeld wordt gebracht.

### Legenda



Figuur 5.1 | *Interactie tussen de drie niveaus lichaam, samenleving en systeem aarde*

*Pijl 1:* Onderzoek naar longevity kan er in de toekomst voor zorgen dat men langer leeft en mogelijk ook vitaler oud wordt. Doordat men vitaler ouder wordt, kan worden aangenomen dat ouderen minder hulpbehoevend zijn en daarmee ouderendiscriminatie vermindert. Hierdoor zal de draagkracht van de samenleving voor de ouderenpopulatie groter worden.

*Pijl 2:* Als levensverlenging mogelijk wordt en daarmee de draagkracht voor levensverlenging binnen de samenleving stijgt, zal de druk op de aarde door de populatie toenemen. Hierdoor wordt de draagkracht van de aarde in toenemende mate overschreden.

### **Aangrijpingspunten voor vervolgonderzoek**

Binnen biologie krijgt onderzoek naar levensverlenging veel aandacht. Dit in tegenstelling tot de vakgebieden sociale geografie en milieu-maatschappijwetenschappen. Onderzoek naar tegengaan van veroudering brengt implicaties voor deze vakgebieden met zich mee, terwijl hier tot op heden weinig aandacht aan wordt besteed. Met dit interdisciplinaire onderzoek wordt deze blinde vlek geïdentificeerd. De kennislacune kan echter in een breder perspectief worden geplaatst. Dit interdisciplinaire onderzoek kan dienen als nieuw theoretisch kader voor vervolgonderzoek. De samenwerking tussen de drie disciplines kan een gedegen antwoord geven op de hoofdvraag, maar in combinatie met andere vakgebieden kan er een nog meer alomvattende visie worden bewerkstelligd. Onderzoek vanuit andere disciplines zoals ethiek (ethische aspect van de mens), economie (pensioenregelingen), rechten (beleid), filosofie, psychologie en antropologie (verandering van levensloop), zouden relevante vakgebieden zijn in samenwerking met biologie, sociale geografie en milieu-maatschappijwetenschappen. Voor een praktische toepassing zou een bijdrage vanuit geneeskunde noodzakelijk zijn. Mogelijke aangrijpingspunten voor vervolgonderzoek zouden zijn: 'Wat wil de mens zelf? Wil de mens zelf wel 130 worden? Is het puur biologische interesse of lonkt de almacht?'

### **5.3 Conclusie en discussie**

In dit interdisciplinaire onderzoek staat de volgende vraag centraal: in hoeverre is 130 jaar oud worden een reëel toekomstperspectief in de westerse samenleving? Concluderend kunnen we stellen dat 130 jaar oud worden vooralsnog geen reëel toekomstperspectief is voor de westerse samenleving. Dit stellen wij aan de hand van biologisch, sociaal geografisch en milieu-wetenschappelijk onderzoek naar levensverlenging. Voor biologie geldt dat er nog geen eenduidige therapeutische toepassing is gevonden om levensverlenging daadwerkelijk te realiseren. Voor sociale geografie geldt dat discriminatie ten opzichte van ouderen de boventoon voert en daarmee de draagkracht van de samenleving te veel beperkt. Tenslotte biedt milieu-maatschappijwetenschappen het inzicht dat tegengaan van veroudering mogelijke zeer nadelige effecten zal gaan hebben op de draagkracht van de aarde. Het

oprekken van de levensspanne zal indirect extra belasting veroorzaken op de volgende generaties.

Mocht onderzoek naar levensverlenging zich zodanig ontwikkelen dat het normaal wordt om 130 te worden dan zullen de volgende veranderingen zich moeten voordoen. Hieronder worden deze veranderingen geformuleerd, in de vorm van doelstellingen:

**Doelstelling 1:**

Biologisch onderzoek naar levensverlenging moet synchroon lopen met onderzoek naar hoe ouderen in de toekomst beter kunnen gedijen binnen de westerse maatschappij. Pas dan kunnen we stellen of er überhaupt genoeg maatschappelijk draagvlak voor levensverlenging is.

**Doelstelling 2:**

Als er draagvlak in de maatschappij kan worden gerealiseerd, dan moet worden gekeken of de capaciteit van de aarde dat kan dragen. Huidig onderzoek toont aan dat de milieudruk vanuit de populatie zou moeten afnemen. In de toekomst zou dit kunnen worden gestimuleerd door middel van technologische innovatie.

Deze bovengenoemde ontwikkelingen zijn voorwaardelijk voor de behandelde disciplines, maar dit gecompliceerde fenomeen vereist tevens meer onderzoek uit andere vakgebieden. Wellicht kunnen vanuit de bijkomende disciplines ook dergelijke doelstellingen worden geformuleerd om tot een gezamenlijke actiehORIZON te komen op het gebied van 'tegengaan van veroudering'.

Bij de nastrevenswaardigheid van deze ontwikkelingen, kunnen vraagtekens worden gezet. Dit onderzoek zet een kritische kanttekening bij onderzoek naar levensverlenging. Vanuit het perspectief van het individu, de samenleving en de aarde, is het op dit moment noodzakelijker om in te zetten op de kwaliteit van leven dan op levensverlenging. De focus moet liggen op *ageing* in plaats van op *longevity*, omdat dit de eerste essentiële stap in het proces van het tegengaan van veroudering is.

#### *5.4 Reflectie*

Terugkijkend op het onderzoeksproces willen wij de sterke en zwakke punten van dit onderzoek benoemen. Te beginnen bij het plaatsen van een kanttekening bij de beschikbare literatuur. Tussen de disciplines is er een groot verschil in de hoeveelheid literatuur. Binnen de biologie is er veel onderzoek gedaan naar tegengaan van veroudering, hierdoor was voor dit onderzoek een selectie hieruit noodzakelijk, waardoor niet alles kon worden belicht. Dit beschouwen wij als een tekortkoming. Binnen sociale geografie en milieumaatschappijwetenschappen is nog geen concrete literatuur over tegengaan van veroudering beschikbaar. Hierdoor was het noodzakelijk om het onderwerp te extrapoleren op basis van bestaande literatuur, waardoor gevaar voor te veel speculatie ontstond. We waren bang dat het onderzoek vanuit deze twee vakgebieden te veel 'koffiedik kijken' zou worden, we hebben dit opgevangen door te extrapoleren op bestaande kennis. Dit, in eerste instantie zwakke punt, heeft ertoe geleid dat de integratie van de opgedane kennis een origineel resultaat heeft opgeleverd. De kennislacune is aan het licht gebracht en daarmee is de eerste stap richting het dichten hiervan gezet.

Een sterk punt aan dit onderzoek is bovendien dat de combinatie van disciplines ervoor zorgt dat de wetenschappelijke bevindingen op biologisch gebied, ook in de maatschappelijke context geplaatst kunnen worden. Niet alleen wordt op deze manier de maatschappelijke relevantie van het onderzoek duidelijk. Er is namelijk door dit onderzoek een theoretisch kader gevormd, waarin verschillende disciplines hun bijdrage kunnen leveren om op deze manier bij te dragen aan het wetenschappelijk debat. Deze bijdrage is van groot belang, aangezien het tegengaan van veroudering een steeds realistischer toekomstperspectief wordt.



## 6. Bibliografie

---

### **Algemeen**

Repko, A. (2008). *Interdisciplinary research* (1st ed.). Los Angeles: SAGE.

Ruyg, E. (regie). (28 augustus 2016). Andrea Maier. In: J. van Uden, (eindredactie)  
Zomergasten [televisie-uitzending]. Omroepvereniging VPRO

### **Afbeeldingen**

© Afbeeldingen in deze scriptie zijn afkomstig van: Karsten Thormaehlen.  
Jahrhundertmensch. 1 november 2016.  
<http://karstenthormaehlen.com/jahrhundertmensch.html>

## 6.1 Literatuur biologie

- Arking, R. (2006). *Biology of aging: observations and principles*. Oxford University Press.
- Baudisch, A. (2012). Birds do it, bees do it, we do it: contributions of theoretical modelling to understanding the shape of ageing across the tree of life. *Gerontology*, 58(6), 481-489.  
DOI:10.1159/000341861
- Bhatia-Dey, N., Kanherkar, R. R., Stair, S. E., Makarev, E. O., & Csoka, A. B. (2016). Cellular senescence as the causal nexus of aging. *Frontiers in genetics*. 7  
<http://dx.doi.org/10.3389/fgene.2016.00013>
- Boehnke, K., Falkowska-Hansen, B., Stark, H. J., & Boukamp, P. (2012). Stem cells of the human epidermis and their niche: composition and function in epidermal regeneration and carcinogenesis. *Carcinogenesis*, bgs136. DOI: 10.1093/carcin/bgs136
- Carmona, J. J., & Michan, S. (2016). Biology of Healthy Aging and Longevity. *Revista de investigación clínica; organo del Hospital de Enfermedades de la Nutrición*, 68(1), 7.  
[http://clinicalandtranslationalinvestigation.com/files/ric\\_2016\\_68\\_1\\_007-016.pdf](http://clinicalandtranslationalinvestigation.com/files/ric_2016_68_1_007-016.pdf)
- Castro, J. P., Ott, C., Jung, T., Grune, T., & Almeida, H. (2012). Carbonylation of the cytoskeletal protein actin leads to aggregate formation. *Free Radical Biology and Medicine*, 53(4), 916-925.  
<http://dx.doi.org.proxy.library.uu.nl/10.1016/j.freeradbiomed.2012.06.005>
- Christensen, K., & Vaupel, J. W. (1996). Determinants of longevity: genetic, environmental and medical factors. *Journal of internal medicine*, 240(6), 333-341.  
<http://onlinelibrary.wiley.com.proxy.library.uu.nl/doi/10.1046/j.1365-2796.1996.d012853.x/epdf>
- Finkel, T., & Holbrook, N. J. (2000). Oxidants, oxidative stress and the biology of ageing. *Nature*, 408(6809), 239-247. DOI: 10.1038/35041687
- Gesing, A., Wiesenborn, D., Do, A., Menon, V., Schneider, A., Victoria, B., Stout, M.B., Kopchick, J.J., Bartke, A. and Masternak, M.M., (2016). A Long-lived Mouse Lacking Both Growth Hormone and Growth Hormone Receptor: A New Animal Model for Aging Studies. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*. DOI: 10.1093/gerona/glw193
- Gilley, D., Tanaka, H., & Herbert, B. S. (2005). Telomere dysfunction in aging and cancer. *The international journal of biochemistry & cell biology*, 37(5), 1000-1013.  
DOI:10.1016/j.biocel.2004.09.003
- Grey de, A. D. (2014). Do We Have Genes that Exist to Hasten Aging? New Data, New Arguments, But the Answer is Still No. *Current aging science*, 8(1), 24-33. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov.proxy.library.uu.nl/pubmed/?term=de+grey+2015+pro-aging>
- Hämäläinen, A., Dammhahn, M., Aujard, F., Eberle, M., Hardy, I., Kappeler, P.M., Perret, M., Schliehe Diecks, S. and Kraus, C., (2014). Senescence or selective disappearance? Age trajectories of body mass in wild and captive populations of a small-bodied primate. In *Proc. R. Soc. B* (Vol. 281, No. 1791, p. 20140830). The Royal Society. DOI: 10.1098/rspb.2014.0830

- Hayflick, L. (2007). Entropy explains aging, genetic determinism explains longevity, and undefined terminology explains misunderstanding both. *PLoS genet*, 3(12), e220.  
<http://dx.doi.org/10.1371/journal.pgen.0030220>
- Herbig, U., Jobling, W. A., Chen, B. P., Chen, D. J., & Sedivy, J. M. (2004). Telomere shortening triggers senescence of human cells through a pathway involving ATM, p53, and p21 CIP1, but not p16 INK4a. *Molecular cell*, 14(4), 501-513. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S1097-2765\(04\)00256-4](http://dx.doi.org/10.1016/S1097-2765(04)00256-4)
- Hinkal, G., & Donehower, L. A. (2008). How does suppression of IGF-1 signaling by DNA damage affect aging and longevity?. *Mechanisms of ageing and development*, 129(5), 243-253.  
DOI: 10.1016/j.mad.2008.02.005
- Hiona, A., & Leeuwenburgh, C. (2008). The role of mitochondrial DNA mutations in aging and sarcopenia: implications for the mitochondrial vicious cycle theory of aging. *Experimental gerontology*, 43(1), 24-33. DOI: 10.1016/j.exger.2007.10.001
- Iyama, T., & Wilson, D. M. (2013). DNA repair mechanisms in dividing and non-dividing cells. *DNA repair*, 12(8), 620-636. DOI: 10.1016/j.dnarep.2013.04.015
- Kakanj, P., Moussian, B., Grönke, S., Bustos, V., Eming, S. A., Partridge, L., & Leptin, M. (2016). Insulin and TOR signal in parallel through FOXO and S6K to promote epithelial wound healing. *Nature Communications*, 7, 12972.  
<http://www.nature.com/articles/ncomms12972#ref4>
- Kirkwood, T. B. (2005). Understanding the odd science of aging. *Cell*, 120(4), 437-447.  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.cell.2005.01.027>
- Le Cunff, Y., Baudisch, A., & Pakdaman, K. (2014). Evolution of aging: individual life history trade-offs and population heterogeneity account for mortality patterns across species. *Journal of evolutionary biology*, 27(8), 1706-1720. DOI: 10.1111/jeb.12423
- Lewis, K. N., Soifer, I., Melamud, E., Roy, M., Mclsaac, R. S., Hibbs, M., & Buffenstein, R. (2016). Unraveling the message: insights into comparative genomics of the naked mole-rat. *Mammalian Genome*, 27(7-8), 259-278. DOI:10.1007/s00335-016-9648-5
- Li, Z., Zhang, W., Chen, Y., Guo, W., Zhang, J., Tang, H., ... & Jiang, Y. (2016). Impaired DNA double-strand break repair contributes to the age-associated rise of genomic instability in humans. *Cell Death & Differentiation*. DOI:10.1038/cdd.2016.65
- Li, H., Vogel, H., Holcomb, V. B., Gu, Y., & Hasty, P. (2007). Deletion of Ku70, Ku80, or both causes early aging without substantially increased cancer. *Molecular and cellular biology*, 27(23), 8205-8214. DOI:10.1128/MCB.00785-07
- Ljubuncic, P., & Reznick, A. Z. (2009). The evolutionary theories of aging revisited—a mini review. *Gerontology*, 55(2), 205-216. DOI: 10.1159/000200772
- Mallard, F., Farina, M., & Tully, T. (2015). Within-species variation in long-term trajectories of growth, fecundity and mortality in the Collembola *Folsomia candida*. *Journal of evolutionary biology*, 28(12), 2275-2284. DOI: 10.1111/jeb.12752



- Masternak, M. M., Panici, J. A., Wang, F., Wang, Z., & Spong, A. (2010). The effects of growth hormone (GH) treatment on GH and insulin/IGF-1 signaling in long-lived Ames dwarf mice. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, *65*(1), 24-30. DOI: 10.1093/gerona/glp172
- Mostoslavsky, R., Chua, K.F., Lombard, D.B., Pang, W.W., Fischer, M.R., Gellon, L., Liu, P., Mostoslavsky, G., Franco, S., Murphy, M.M. and Mills, K.D., 2006. Genomic instability and aging-like phenotype in the absence of mammalian SIRT6. *Cell*, *124*(2), pp.315-329. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cell.2005.11.044>
- Mori, R., Tanaka, K., de Kerckhove, M., Okamoto, M., Kashiyama, K., Tanaka, K., ... & Ikematsu, K. (2014). Reduced FOXO1 expression accelerates skin wound healing and attenuates scarring. *The American journal of pathology*, *184*(9), 2465-2479. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ajpath.2014.05.012>
- Mulvey, L., Sinclair, A., & Selman, C. (2014). Lifespan modulation in mice and the confounding effects of genetic background. *Journal of Genetics and Genomics*, *41*(9), 497-503. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jgg.2014.06.002>
- Nicolai, S., Rossi, A., Di Daniele, N., Melino, G., Annicchiarico-Petruzzelli, M., & Raschellà, G. (2015). DNA repair and aging: the impact of the p53 family. *Aging (Albany NY)*, *7*(12), 1050. DOI:10.18632/aging.100858
- Niedernhofer, L.J., Garinis, G.A., Raams, A., Lalai, A.S., Robinson, A.R., Appeldoorn, E., Odijk, H., Ootendorp, R., Ahmad, A., Van Leeuwen, W. and Theil, A.F., (2006). A new progeroid syndrome reveals that genotoxic stress suppresses the somatotroph axis. *Nature*, *444*(7122), pp.1038-1043. DOI:10.1038/nature05456
- Nyström, T. (2005). Role of oxidative carbonylation in protein quality control and senescence. *The EMBO journal*, *24*(7), 1311-1317. DOI: 10.1038/sj.emboj.7600599
- O'Sullivan, R. J., & Karlseder, J. (2010). Telomeres: protecting chromosomes against genome instability. *Nature reviews Molecular cell biology*, *11*(3), 171-181. DOI: 10.1038/nrm2848
- Pluijm van der, I., Garinis, G.A., Brandt, R.M., Gorgels, T.G.F., Wijnhoven, S.W., Diderich, K.E., de Wit J., Mitchell, J.R., van Oostrom, C., Beems, R. and Niedernhofer, L.J., 2006. Impaired genome maintenance suppresses the growth hormone–insulin-like growth factor 1 axis in mice with Cockayne syndrome. *PLoS Biol*, *5*(1), p.e2. DOI:10.1371/journal.pbio.0050002
- Rai, R., Zheng, H., He, H., Luo, Y., Multani, A., Carpenter, P. B., & Chang, S. (2010). The function of classical and alternative non-homologous end-joining pathways in the fusion of dysfunctional telomeres. *The EMBO journal*, *29*(15), 2598-2610. DOI: 10.1038/emboj.2010.142
- Riera, C. E., Merkwirth, C., De Magalhaes Filho, C. D., & Dillin, A. (2016). Signaling Networks Determining Life Span. *Annual Review of Biochemistry*, *85*(1). DOI: 10.1146/annurev-biochem-060815014451

- Rossi, D. J., Jamieson, C. H., & Weissman, I. L. (2008). Stems cells and the pathways to aging and cancer. *Cell*, 132(4), 681-696. DOI:10.1016/j.cell.2008.01.036
- Schuler, N., & Rube, C. E. (2013). Accumulation of DNA damage-induced chromatin alterations in tissue-specific stem cells: the driving force of aging?. *PLoS one*, 8(5), e63932. DOI:10.1371/journal.pone.0063932
- Sharpless, N. E., & DePinho, R. A. (2007). How stem cells age and why this makes us grow old. *Nature Reviews Molecular Cell Biology*, 8(9), 703-713. DOI:10.1038/nrm2241
- Shen, C. Y., Jiang, J. G., Yang, L., Wang, D. W., & Zhu, W. (2016). Anti-aging active ingredients from herbs and nutraceuticals used in TCM: pharmacological mechanisms and implications for drug discovery. *British Journal of Pharmacology*. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/bph.13631/pdf>
- Trifunovic, A., Wredenberg, A., Falkenberg, M., Spelbrink, J.N., Rovio, A.T., Bruder, C.E., Bohlooly-Y, M., Gidlöf, S., Oldfors, A., Wibom, R. and Törnell, J., 2004. Premature ageing in mice expressing defective mitochondrial DNA polymerase. *Nature*, 429(6990), pp.417-423. DOI:10.1038/nature02517
- Tümpel, S., & Rudolph, K. L. (2012). The role of telomere shortening in somatic stem cells and tissue aging: lessons from telomerase model systems. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1266(1), 28-39. DOI:10.1111/j.1749-6632.2012.06547.x
- Vaupel, J. W. (1997). The remarkable improvements in survival at older ages. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 352(1363), 1799-1804. DOI:10.1098/rstb.1997.0164
- Vaidya, A., Mao, Z., Tian, X., Spencer, B., Seluanov, A., & Gorbunova, V. (2014). Knock-in reporter mice demonstrate that DNA repair by non-homologous end joining declines with age. *PLoS Genet*, 10(7), e1004511. DOI:10.1371/journal.pgen.1004511
- Werner, H., Sarfstein, R., LeRoith, D., & Bruchim, I. (2016). Insulin-like Growth Factor 1 Signaling Axis Meets p53 Genome Protection Pathways. *Frontiers in Oncology*, 6. DOI:10.3389/fonc.2016.00159
- Wang, Y., Wang, X., Flores, E. R., Yu, J., & Chang, S. (2016). Dysfunctional telomeres induce p53 dependent and independent apoptosis to compromise cellular proliferation and inhibit tumor formation. *Aging cell*. DOI:10.1111/accel.12476
- Zhang, H. H., Li, S. Z., Zhang, Z. Y., Hu, X. M., Hou, P. N., Gao, L., ... & Zhang, X. D. (2014). Nemo-like kinase is critical for p53 stabilization and function in response to DNA damage. *Cell Death & Differentiation*, 21(10), 1656-1663. DOI: 10.1038/cdd.2014.78

## 6.2 Literatuur sociale geografie

- Administration for community living. (2015). *Older population as a percentage of the population*. Verkregen van:  
[http://www.aoa.acl.gov/Aging\\_Statistics/future\\_growth/future\\_growth.aspx](http://www.aoa.acl.gov/Aging_Statistics/future_growth/future_growth.aspx)
- Alsnih, R., Hensher, D.A. (2003). The mobility and accessibility expectations of seniors in an aging population. *Transportation research part 1: policy and practice*, (37)10, pp. 903-916.  
[http://dx.doi.org/10.1016/s0965-8564\(03\)00073-9](http://dx.doi.org/10.1016/s0965-8564(03)00073-9)
- Angus, J., Reeve, P. (2006). Ageism: A threat to “ageing well” in the 21st century. *The journal of applied gerontology*, 25(2), pp. 137-152.  
<http://dx.doi.org/10.1177/0733464805285745>
- Andrews, M. (1999). The seductiveness of agelessness. *Ageing and society*, 19, pp. 301-318. <http://dx.doi.org/10.1017/s0144686x99007369>
- Atchley, R. C. (1993). Continuity theory and the evolution of activity in later adulthood. In Kelly, J. R. (ed). *Activity and Aging : Staying Involved in Later Life*. Sage, London.
- Biggs, S. (1997). Choosing not to be old? Masks, bodies and identity management in later life, *Ageing and society*, 17, pp. 553-570.  
<http://dx.doi.org/10.1017/s0144686x97006600>
- Bowling, A., Dieppe, P. (2005). What is successful ageing and who should define it? *British Medical Journal*, 331, p. 1548-1551.  
<http://dx.doi.org/10.1136/bmj.331.7531.1548>
- Box, E., Gondolfi, J., Mitchell, K. (2010). Maintaining safe mobility for the aging population: the role of the private car. *Rac Foundation*.
- Bly, P.H., Hunt, P.B., Maycock, G., Mitchell, C.G.B., Porter, J., Allsop, R.E. (1995). Future scenarios for inland surface transport. *Transport research laboratory Report*, 130, p. 1-72.
- Dillaway, H.E., Byrnes, M. (2009). Reconsidering successful ageing: A call for renewed and expanded academic critiques and conceptualizations, *Journal of Applied gerontology*, 28(6), 702-722. <http://dx.doi.org/10.1177/0733464809333882>
- Edinburo, S.L., Schneider-Sliwa, R. (2004). Retirement communities and housing for the elderly: Editorial to the special issue, *Geographic Helvetica*, 59(4), pp. 258-260.  
<http://dx.doi.org/10.5194/gh-59-258-2004>

- Frey, W.H. (2007). *Mapping the growth of older America: Seniors and Boomers in the early 21st century*. Verkregen van the brookings institution website: <http://calbooming.sdsu.edu/documents/MappingGrowthofOlderAmericans.pdf>.
- Keulemans, M. (2016, 24 september). Stop de tijd. *Sir Edmund- de Volkskrant*, pp. 8-13.
- Kooiman, N., Jong, de, A., Huisman, C., Duin, C., Stoeldraijer, L. (2016). *PBL/CBS Regionale bevolkings- en huishoudensprognose 2016-2040: Sterke regionale verschillen*. Verkregen van Centraal Bureau voor de Statistiek website: <http://regionale-bevolkings-en-huishoudensprognose-2016.pdf>
- Lawton, M.P. (1998). Environment and aging : theory revisited. In Scheidt, R.J. & Windley, P.G. (eds). *Environment and aging theory : a focus on housing* (pp. 1-31). Westport, CT : Greenwood press.
- Liang, J., Luo, B. (2012). Toward a discourse shift in social gerontology: from successful aging to harmonious aging, *Journal of aging studies*, 26(3), pp. 327-334. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jaging.2012.03.001>
- McHugh, K.E. (2003). Three faces of ageism: society, image and place. *Ageing & Society*, 23, pp. 165-185. <http://dx.doi.org/10.1017/s0144686x02001113>
- Metz, D.H. (2000). Mobility of older people and their quality of life. *Transport Policy*, 7(2), pp. 149-152. [http://dx.doi.org/10.1016/s0967-070x\(00\)00004-4](http://dx.doi.org/10.1016/s0967-070x(00)00004-4)
- Musselwhite, C., Holland, C., Walker, I. (2015). The role of transport and mobility in the health of older people, *journal of transport and health*, 2(1), pp. 1-4. <http://dx.doi.org/10.1016%2Fj.jth.2015.02.001>
- Phillipson, C., Scharf, T. (2005). Rural and urban perspectives on growing old: developing a new research agenda. *European Journal of Ageing*, 2(2), pp. 67-75. <http://dx.doi.org/10.1007/s10433-005-0024-7>
- Rowles, G.D. (2015). Towards a geogroaphy of growing old. In A. Buttimer & D. Seamon (Eds.), *The human experience of space and place* (pp. 55-71). Abbingdon: United Kingdom: Taylor & Francis Group.
- Schwanen, T., Páez, A. (2010). The mobility of older people- an introduction. *Journal of transport geography*, 18(5), pp. 591-595. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2010.06.001>
- Schwanen, T., Hardill, I., Lucas, S. (2012). Spatialities of ageing: The co-construction and co-evolution of old age and space. *Geoforum*, (43) 6, pp. 1291-1295. <http://dx.doi.org/10.1016/j.geoforum.2012.07.002>

Spielvogel, J.J. (2015). *Western Civilization*. United States, Stanford: Cengage Learning.

Stowe, J.D., Cooney, T.M. (2015). Special issue: Successful ageing: Examining Rowe Kahn's concept of successful aging: Importance of taking a life-course perspective. *The gerontologist*, 55(1), pp. 43-50. <http://dx.doi.org/10.1093/geront/gnu055>

Sylvestre, G. (1999). The geography of aging: a geographical contribution to gerontology. In R. Koster (Ed.), *Prairie perspectives: geographical essays*, (pp. 214-224). Retrieved from [http://pcag.uwinnipeg.ca/Prairie-Perspectives/PP-Vol02/PP\\_Vol-02.pdf#page=222](http://pcag.uwinnipeg.ca/Prairie-Perspectives/PP-Vol02/PP_Vol-02.pdf#page=222).

Vidal de la blache, P. (1926). *Principles of Human Geography*. New York: Henry Holt.

Wiles, J.L., Leibing, A., Guberman, N., Reeve, J., Allen, R.E.S. (2011). The meaning of ageing in place to older people, *The gerontologist*, pp. 1-10. <http://dx.doi.org/10.1093/geront/gnr098>

Whittington, F.J. (2009). Geographical gerontology: new contributions and spaces for development, *The gerontologist*, 49(3), pp. 440-445. <http://dx.doi.org/10.1093/geront/gnp095>

### 6.3 Literatuur milieu-maatschappijwetenschappen

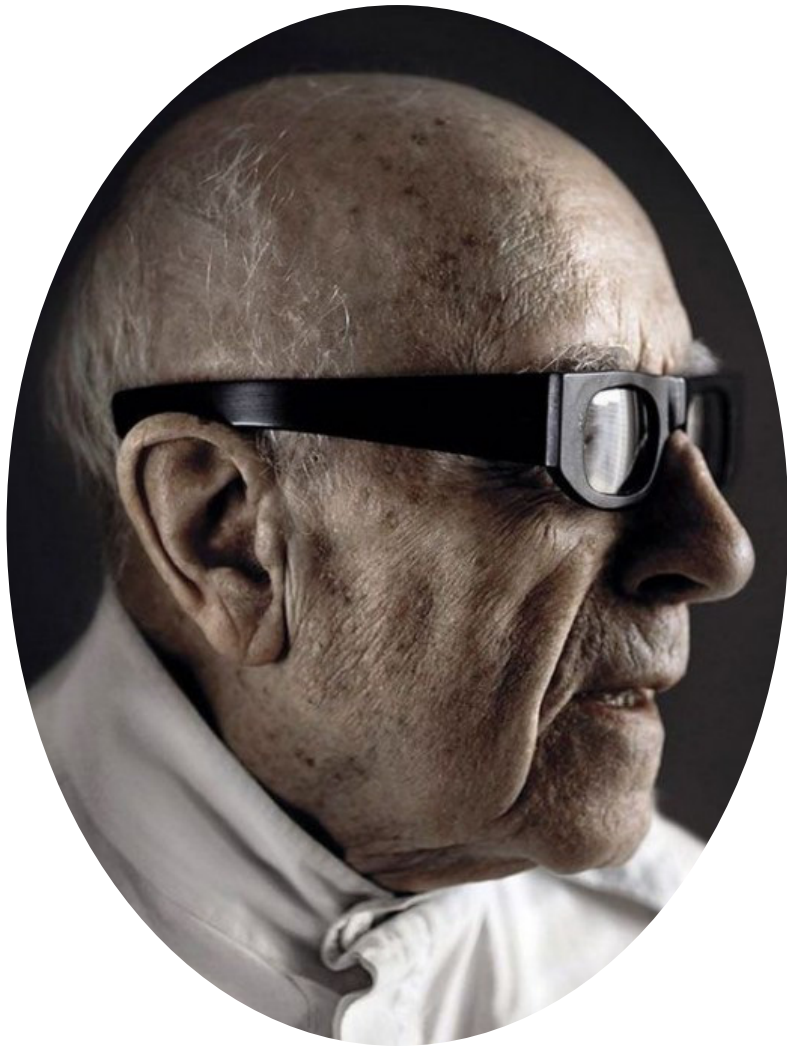
- Berkhout, F., Hertin, J., & Jordan, A. (2001). Socio-economic futures in climate change impact assessment: using scenarios as 'learning machines'. *Global Environmental Change*, 12(2), 83-95. [http://dx.doi.org/10.1016/s0959-3780\(02\)00006-7](http://dx.doi.org/10.1016/s0959-3780(02)00006-7)
- Berg, F. van den, (2011). Harming others: Universal Subjectivism and the Expanding Moral Circle. Doctoral thesis, Leiden University. Verkregen van: <https://openaccess.leidenuniv.nl/handle/1887/16719>
- Cafaro, P. (2012). Climate ethics and population policy. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, 3(1), 45-61. <http://dx.doi.org/10.1002/wcc.153>
- Carolan, M. (2004). Ecological Modernization Theory: What About Consumption?. *Society & Natural Resources*, 17(3), 247-260. <http://dx.doi.org/10.1080/0894120490270294>
- Chenoweth, J. & Feitelson, E. (2005). Neo-Malthusians and Cornucopians put to the test: Global 2000 and The Resourceful Earth revisited. *Futures*, 37(1), 51-72. <http://dx.doi.org/10.1016/j.futures.2004.03.019>
- Cullather, N. (2014). "Stretching the Surface of the Earth": The Foundations, Neo-Malthusianism and the Modernising Agenda. *Global Society*, 28(1), 104-112. <http://dx.doi.org/10.1080/13600826.2013.848190>
- Gardiner, S. (2006). A Perfect Moral Storm: Climate Change, Intergenerational Ethics and the Problem of Moral Corruption. *Environ Values*, 15(3), 397-413. <http://dx.doi.org/10.3197/096327106778226293>
- IPCC (2014). Climate Change 2014 Synthesis Report Summary for Policymakers. Verkregen van: [https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/AR5\\_SYR\\_FINAL\\_SPM.pdf](https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/AR5_SYR_FINAL_SPM.pdf)
- Jackson, W. (1995). Population growth. *International Journal Of Social Economics*, 22(6), 3-16. <http://dx.doi.org/10.1108/03068299510091160>
- Jamieson, D. (2009). Climate Change, Responsibility, and Justice. *Science And Engineering Ethics*, 16(3), 431-445. <http://dx.doi.org/10.1007/s11948-009-9174-x>
- Johnson, V. & Nurick, R. (1995). Behind the Headlines: The Ethics of the Population and Environment Debate. *International Affairs (Royal Institute Of International Affairs 1944-)*, 71(3), 547. <http://dx.doi.org/10.2307/2624840>
- Keulemans, M. (2016, 24 september). Stop de tijd. *Sir Edmund- de Volkskrant*, pp. 8-13.
- Kristinsson, A. & Júlíusson, Á. (2016). Adapting to Population Growth: The Evolutionary Alternative to Malthus. *CDN*, 7(1). <http://dx.doi.org/10.21237/c7clio7130171>

- Malthus, T. (1798). *An Essay on the Principle of Population as It Affects the Future Improvement of Society*. London: Johnson
- Mill, J.S. (1863). *Utilitarianism*. London: Praker, Son & Bourn. West Strand. Verkregen van: <https://www.marxists.org/reference/archive/mill-john-stuart/1863/utility/ch02.htm>
- Moss, R., Edmonds, J., Hibbard, K., Manning, M., Rose, S., & van Vuuren, D. et al. (2010). The next generation of scenarios for climate change research and assessment. *Nature*, 463(7282), 747-756. <http://dx.doi.org/10.1038/nature08823>
- NG, Y. & Singer, P. (1981). An Argument for Utilitarianism. *Canadian Journal Of Philosophy*, 11(2), 229-239. <http://dx.doi.org/10.1080/00455091.1981.10716302>
- Persson, E. (2016). What are the core ideas behind the Precautionary Principle?. *Science Of The Total Environment*, 557-558, 134-141. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.03.034>
- Rockström, J., Steffen, W., Noone, K., Persson, Å., Chapin, F., & Lambin, E. et al. (2009). A safe operating space for humanity. *Nature*, 461(7263), 472-475. <http://dx.doi.org/10.1038/461472a>
- Sherbinin, A., Carr, D., Cassels, S., & Jiang, L. (2007). Population and Environment. *Annual Review Of Environment And Resources*, 32(1), 345-373. <http://dx.doi.org/10.1146/annurev.energy.32.041306.100243>
- Spaargaren, G. & Mol, A. (1992). Sociology, environment, and modernity: Ecological modernization as a theory of social change. *Society & Natural Resources*, 5(4), 323-344. <http://dx.doi.org/10.1080/08941929209380797>
- Spaargaren, G. & Mol, A. (2000) Ecological modernisation theory in debate: A review, *Environmental Politics*, 9:1, 17-49 To link to this article: <http://dx.doi.org/10.1080/09644010008414511>
- United Nations (2015). *World Population Prospects. The 2015 Revision, World Population 2015 Wallchart*. Verkregen van : [https://esa.un.org/unpd/wpp/Publications/Files/World\\_Population\\_2015\\_Wallchart.pdf](https://esa.un.org/unpd/wpp/Publications/Files/World_Population_2015_Wallchart.pdf)
- Urdal, H. (2005). People vs. Malthus: Population Pressure, Environmental Degradation, and Armed Conflict Revisited. *Journal Of Peace Research*, 42(4), 417-434. <http://dx.doi.org/10.1177/0022343305054089>

Verhoeven, H. (2011). Climate Change, Conflict and Development in Sudan: Global Neo-Malthusian Narratives and Local Power Struggles. *Development And Change*, 42(3), 679-707. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1467-7660.2011.01707.x>

York, R. & Rosa, E. (2003). Key Challenges to Ecological Modernization Theory: Institutional Efficacy, Case Study Evidence, Units of Analysis, and the Pace of Eco-Efficiency. *Organization & Environment*, 16(3), 273-288. <http://dx.doi.org/10.1177/1086026603256299>





## 7. Bijlage: presentatie

---

Daar zat hij dan, eenzame kleine muis, de laatste overlevende van zijn generatie, week na week na week. Tot hij rond de 1400 dagen oud dan toch eindelijk het loodje legde, als je het losjes omrekent naar mensenjaren, zo'n 130 jaar oud. Dit las ik in de weekendbijlage van de volkskrant op mijn vrije zaterdagochtend onder het genot van een kopje koffie en uitzicht op de kleurrijke herfst. Dit deed me denken aan mijn vader die op z'n 93e overleed. Hoe zou hij het hebben gevonden om nog 40 jaar door te leven? Is het worden van 130 jaar überhaupt een reëel toekomstperspectief? Laat ik bij het begin beginnen..

Ik vraag me af hoe ver de biologie is op dit gebied. Een lichaam verouderd omdat we een leven lang blootgesteld worden aan schadelijke factoren. Schade moet gerepareerd worden. Met name DNA schade is erg giftig voor het lichaam. Daarom bestaan er reparatiemechanismen die ervoor zorgen dat DNA schade wordt hersteld. Dit gebeurt naarmate men ouder wordt, steeds minder efficiënt. Schade zal zich in een cel ophopen. Veroudering zet in. Oftewel: de draagkracht van het lichaam wordt bij veroudering geleidelijk overschreden. Het vergroten van deze draagkracht, brengt het lichaam dichterbij een langer leven. In biologisch onderzoek naar veroudering, is dit doel aan de orde van de dag.

Maar laten we eens uitzoomen van individu naar de groep waarin we leven: onze maatschappij. Als men inderdaad langer leeft, wat gebeurt er dan in de maatschappij? Vanuit sociale geografie is onderzoek naar ouderen geen hot topic. In tegenstelling tot de biologie. Is er überhaupt draagvlak in de samenleving voor levensverlenging? Welke plek nemen ouderen in, in de huidige westerse maatschappij? We zien nu dat discriminatie ten opzichte van ouderen zo is ingebed in onze cultuur dat we het niet meer opmerken. Heb ik wel eens nagedacht over het heersende dogma over ouderen? We proberen ouderen een plek te geven in de samenleving, maar jong en oud blijft gescheiden. Misschien moet onderzoek naar de plek van ouderen in de maatschappij op z'n minst synchroon lopen met het biologische onderzoek naar levensverlenging. Pas dan kunnen we stellen of er überhaupt genoeg maatschappelijk draagkracht voor is.

En de aarde? Wat gebeurt daarmee als er vier of zelfs vijf generaties tegelijkertijd van de natuurlijke hulpbronnen gebruik maken? Kan de aarde dat wel dragen? Vanuit de milieu-maatschappijwetenschappen is al bekend dat de druk vanuit de huidige westerse populatie te hoog is om iedereen te voorzien. Hulpbronnen raken uitgeput. Is het wel milieu-ethisch

verantwoord om 130 jaar te worden? Wat zullen de gevolgen hiervoor zijn voor de volgende generaties? Ik merk dat dit vraagstuk veel vragen bij mij oproept. Zijn hier al antwoorden op? Is het de taak van de milieu-ethici om deze kennislacune te dichten?

Aan de vragen die ik mezelf stel, merk ik dat dit onderwerp vakgebieden overschrijdt. In alle disciplines die ik net noemde, kan gewerkt worden met het begrip draagkracht. We zien dat expansie van draagkracht vanuit ieder vakgebied noodzakelijk is. Of de draagkracht daadwerkelijk plastisch is, verschilt per vakgebied. Stel dat er praktische toepasbare strategieën gevonden worden om de draagkracht van het lichaam en de samenleving te vergroten, dan is de eerste stap richting levensverlenging gezet. Maar dan zijn we er nog niet. De draagkracht van de aarde is namelijk niet plastisch. Wellicht dat technologische innovaties hier verandering in kunnen brengen. Dat is echter nog toekomstmuziek.

Als ik het goed samenvat is het vooralsnog geen reëel toekomstperspectief dat ik 130 word. Desalniettemin biedt een driedimensionale kijk op het woord draagkracht een holistisch beeld voor dit complexe vraagstuk. Dat is nodig om inzichten vanuit verschillende vakgebieden te delen en te integreren. Onderzoek naar levensverlenging krijgt veel aandacht binnen de biologie. Dit in tegenstelling tot de vakgebieden sociale geografie en milieu-maatschappijwetenschappen. Onderzoek naar tegengaan van veroudering brengt echter implicaties voor deze vakgebieden met zich mee, terwijl hier tot op heden weinig aandacht aan wordt besteed. Met dit interdisciplinaire onderzoek wordt deze blinde vlek geïdentificeerd. Meer aandacht voor dit onderwerp is nodig. Ik zeg: Lang. Leve. Oud!