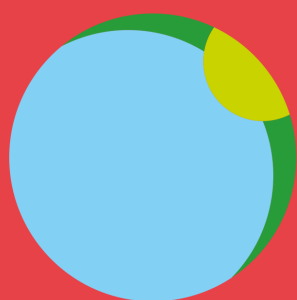


Het effect van het verhogen van plantendiversiteit van bedrijventerreinen op de gezondheid



Maxime Parmentier

01 - 06 - 2018



AERES
HOGESCHOOL



Het effect van het verhogen van plantendiversiteit van bedrijventerreinen op de gezondheid

Auteur: Maxime Parmentier
Datum: 01 – 06 - 2018
Locatie: Almere

In opdracht van: Stichting de Groene Reiger
Adres: De Krommert 7, 1851 ZB Heiloo
Contactpersoon: Dorien Reiche-Kotterman

Hogeschool: Aeres Hogeschool Almere
Opleiding: Toegepaste Biologie
Adres: Stadshuisplein 40, 1315 HS Almere
Afstudeerdocent: Dinand Ekkel

DISCLAIMER
Dit rapport is gemaakt door een student van Aeres Hogeschool als onderdeel van zijn/haar opleiding. Het is géén officiële publicatie van Aeres Hogeschool. Dit rapport geeft niet de visie of mening van Aeres Hogeschool weer. Aeres Hogeschool aanvaardt geen enkele aansprakelijkheid voor enige schade voortvloeiend uit het gebruik van de inhoud van dit rapport.

Voorwoord

Mijn naam is Maxime Parmentier, vierdejaars student aan Aeres Hogeschool Almere. Het document wat voor u ligt is mijn afstudeerwerkstuk voor de opleiding 'Toegepaste Biologie'.

Het onderwerp voor dit afstudeerwerkstuk is een samensmelting van meerdere interesses die ik heb ontwikkeld tijdens mijn schoolperiode. Allereerst natuurlijk de natuur, wat mijn hele leven eigenlijk al een terugkerend onderwerp is en wat tijdens de periode vóór het studeren als hovenier ervoor heeft gezorgd dat ik weer terug naar school ben gegaan.

Daarnaast heb ik tijdens deze schoolperiode een zwak ontwikkeld voor de invloed van de natuur op de mens en andersom. Dit is de reden dat er uiteindelijk in samenwerking met Dorien Reiche-Kotterman van Stichting de Groene Reiger en Dinand Ekkel van het lectoraat Groene en Vitale Stad, een gecombineerd onderwerp uit is komen rollen.

Het is interessant om te lezen voor bedrijven die hun terreinen willen vergroenen ten behoeve van de gezondheid van de mens en eenieder die geïnteresseerd is in het onderwerp 'groen en gezondheid'.

Bij dezen wil ik graag Dorien bedanken voor de hulp bij de beeldvorming van het onderwerp. Verder wil ik graag Dinand bedanken voor de vele malen dat hij mij op een ondersteunende manier te woord heeft gestaan en weer op weg heeft geholpen. Ook Wieneke van der Heide wil ik graag bedanken voor de tips als tweede beoordelaar. Naast deze mensen wil ik iedereen een warm hart toedragen die me op wat voor manier dan ook geholpen heeft tijdens het schrijven denkproces.

Ten slotte wil ik iedereen veel plezier wensen met het lezen van dit afstudeerwerkstuk.

Maxime Parmentier

Inhoudsopgave

Voorwoord	3
Samenvatting	5
Abstract	6
1. Inleiding	7
1.1. Verstedelijking	7
1.2. Groen en gezondheid	7
1.3. Onderliggende mechanismen natuur en gezondheid	8
1.4. Maatschappelijk verantwoord ondernemen	9
1.5. Hoofdvraag	11
1.5.1. Deelvragen	11
1.6. Leeswijzer	11
2. Aanpak	12
2.1. Analyse	12
3. Resultaten	13
3.1. Plantendiversiteit en het immuunsysteem	14
3.2. Plantendiversiteit en fysieke gesteldheid	16
3.3. Plantendiversiteit en sociale contacten en onderlinge betrokkenheid	17
3.4. Plantendiversiteit en psychologische gesteldheid	18
4. Discussie	22
4.1. Plantendiversiteit en het immuunsysteem	22
4.2. Plantendiversiteit en fysieke gesteldheid	22
4.3. Plantendiversiteit en sociale contacten en onderlinge betrokkenheid	23
4.4. Plantendiversiteit en psychologische gesteldheid	23
4.5. Reflectie op methode onderzoek	25
4.6. Betekenis van de resultaten voor de doelgroep	25
5. Conclusies en aanbevelingen	26
5.1. Conclusie	26
5.2. Aanbevelingen	27
Literatuurlijst	28

Samenvatting

In 2010 woonde 75 procent van de Europeanen in verstedelijkt gebied. Door steeds grotere bevolkingsdruk krijgen bewoners te maken met negatieve gevolgen van verstening. Groene ruimte verdwijnt en moet plaats maken voor wegen, huizen en bedrijfspanden, terwijl er steeds meer bewijs is voor positieve effecten van groene ruimte op gezondheid. Een onderdeel van de stedelijke omgeving zijn bedrijventerreinen. Bedrijven zijn zich er steeds meer bewust van dat duurzame ontwikkeling en maatschappelijk verantwoord ondernemen belangrijk is en willen daarom verantwoordelijkheid dragen voor maatschappelijke problemen zoals biodiversiteitachteruitgang en gezondheid. Om deze reden zijn ondernemers bezig om bedrijventerreinen te transformeren van versteende plekken met grasvelden en bomen, tot terreinen waar meer diversiteit aan soorten voorkomt.

Dit onderzoek is gebaseerd op de vraag of het aanpassen van groene ruimte op bedrijventerreinen effect heeft op de gezondheid. Daarbij werd de volgende hoofdvraag gesteld: 'Wat heeft het verhogen van de diversiteit aan plantensoorten op bedrijventerreinen voor effect op de gezondheid van de mens?'. Om hier een antwoord op te krijgen zijn vier verschillende aspecten onderzocht: het effect van het verhogen plantendiversiteit op het immuunsysteem, fysieke gesteldheid, sociale contacten en onderlinge betrokkenheid en op psychologische gesteldheid. Hiervoor is de reeds beschikbare informatie gebruikt uit wetenschappelijke literatuur.

De resultaten laten zien dat plantendiversiteit waarschijnlijk van invloed is op het immuunsysteem, maar dat hier niet genoeg over bekend is. Het effect op de fysieke gesteldheid is het verbeteren van ademhalingsgezondheid bij een grotere diversiteit aan vegetatiegroepen en soortenrijkdom. Sociaaleconomische index is hier echter een betere indicator voor. Het effect op sociale contacten en onderlinge betrokkenheid moet waarschijnlijk gezocht worden in andere culturen, maar ook hier is niet genoeg bewijs voor. Het effect op de psychologische gesteldheid wordt positief bevonden en hiermee wordt aandacht herstelt, maar mensen kunnen soortenrijkdom slecht inschatten en berusten waarnemingen vooral op verschillende habitattypen, opvallende soorten, kleurvollere of hogere vegetatie, vegetatiedekking en vegetatiedichtheid. Tevens zijn vogels een belangrijke factor in perceptie van diversiteit van groene ruimte.

Geconcludeerd wordt dat het verhogen van plantendiversiteit op bedrijventerreinen op meerdere manieren een positief effect op de gezondheid zal hebben. Effecten zullen verschillend zijn per bedrijventerrein. Als bedrijven hun terreinen willen inrichten ten behoeve van gezondheid zullen ze zich vooral moeten richten op diversiteit die waargenomen kan worden. Hiervoor kunnen ze bijvoorbeeld gebruik maken van beplanting met kleur- en hoogteverschillen en zorgen voor planten die zorgen voor vogeldiversiteit. De effecten zullen het grootst zijn bij terreinen waar verschillende mensen komen.

Abstract

In 2010, 75 percent of Europeans lived in urbanized areas. Due to increasing population pressure, residents are faced with negative consequences of petrification. Green space disappears and has to make way for roads, houses and companies, while there is increasing evidence for the positive effects of green space on health. Part of the urban environment are business parks. Companies are becoming increasingly aware that sustainable development and corporate social responsibility are important and therefore want to take responsibility for social problems such as the decline of biodiversity and health. For this reason, industrial sites are being transformed from petrified areas with grass fields and trees, to areas with more diversity of species.

This research is based on the question whether adjusting green space on business parks has an effect on health. The following main question was asked: 'What is the effect of increasing the diversity of plant species on industrial sites on human health?'. To answer this question, four different aspects were examined: the effect of increasing plant diversity on the immune system, physical condition, social contacts and social cohesion and on psychological conditions. For this, the available information has been used from scientific literature.

The results show that plant diversity probably affects the immune system, but not enough is known about it. Physical condition is improved by improving respiratory health with a greater diversity of vegetation groups and species diversity. However, socio-economic index is a better indicator for this. The effect on social contacts and social cohesion should probably be sought in other cultures, but here too, not enough evidence was found. The effect on the psychological condition is found to be positive and therefore attention will be restored, but people cannot properly estimate species richness. Perceptions of diversity predominate on different types of habitat, abundance of notable species, color or higher vegetation, vegetation coverage and vegetation density. Birds are also an important factor in the perception of diversity in the green environment.

It is concluded that increasing plant diversity on business sites will have a positive effect on health in several ways. Effects will be different per business site though. If companies want to improve their sites for health, they will have to focus on diversity that can be observed. For example, they can use plants with color and height differences and plants that provide bird diversity. The effects will be greatest in areas where different people come.

1. Inleiding

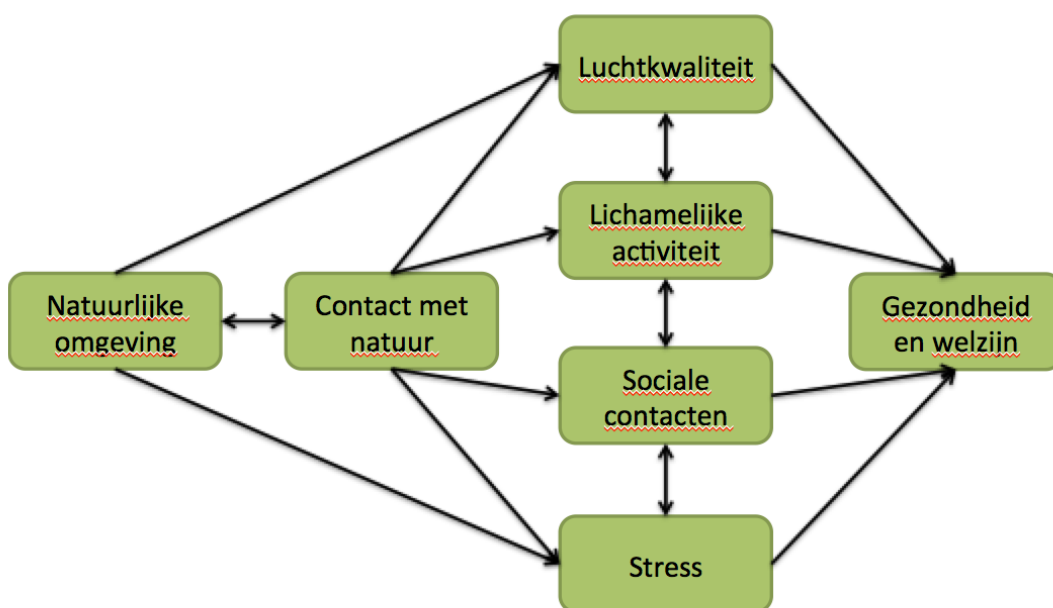
1.1. Verstedelijking

In 2010 woonde 75 procent van de Europeanen in verstedelijkt gebied, onder anderen om zo een grotere kans op een baan te hebben. Verwacht wordt dat dit percentage in 2020 de 80 procent al bereikt (European Commission, 2010). Door de steeds grotere bevolkingsdruk in verstedelijkte gebieden, krijgt de bevolking automatisch ook te maken met de negatieve gevolgen van het verstenen van deze steden. Groene ruimte verdwijnt en moet plaats maken voor wegen, huizen en bedrijfspanden. Dit ondanks het feit dat een beperkte mogelijkheid om gebruik te maken van groene ruimte direct effect kan hebben op de gezondheid en kwaliteit van leven van mensen (The Institute for European Environmental Policy, 2016).

1.2. Groen en gezondheid

Sinds het onderzoek van Roger Ulrich in 1984 is de relatie tussen groen en gezondheid steeds meer in de schijnwerpers komen te staan. In dit onderzoek werd er een positieve link gevonden tussen het zien van groen door een ziekenhuisraam en de genezing van een galblaasoperatie (Ulrich R. S., 1984). Hierna zijn er vele onderzoeken geweest die zich hebben gericht op de baten van groen op de gezondheid van de mens.

Tot nu toe hebben de meeste van deze onderzoeken zich gericht op kwantiteit van het groen in relatie tot gezondheid. Een voorbeeld hiervan is bijvoorbeeld het percentage groen in de omgeving of afstand tot het groen in vergelijking met zelf gerapporteerde gezondheid (Maas et al., 2006). Ook bijvoorbeeld het aantal gezondheidsproblemen in relatie tot de hoeveelheid groen is vergeleken (Vries et al. , 2003). Er zijn al meerdere onderliggende mechanismen gevonden voor dit positieve effect van een natuurlijke omgeving op de gezondheid en het welzijn van de mens in de stad (Figuur 1).



Figuur 1: Onderliggende mechanismen met betrekking tot de positieve relatie tussen natuur en gezondheid (Hartig et al., 2014)

1.3. Onderliggende mechanismen tussen natuur en gezondheid

De lichamelijke activiteit van mensen neemt af als de omgeving minder groen is, terwijl lichamelijke inactiviteit in Europa een van de grootste gezondheidsrisico's is (The Institute for European Environmental Policy, 2016). Volgens de Nederlandse Norm Gezond Bewegen moeten volwassenen minimaal een half uur matig intensieve activiteit op minimaal vijf dagen van de week uitoefenen (RIVM, 2016). Voor een twaalf tot zeventienjarige is dit minimaal een uur matig intensieve lichamelijke activiteit op vijf dagen van de week (RIVM, 2016). Ook dienen deze beide groepen tenminste drie keer per week gedurende minimaal 20 minuten zwaar intensieve lichamelijke activiteit uit te oefenen (RIVM, 2016).

Toch blijkt het zo te zijn dat wereldwijd 80% van de kinderen tussen de dertien en vijftien jaar oud en 31% van de volwassenen inactief bevonden worden (Hallal et al., 2012). Wereldwijd zorgt dit voor drie miljoen doden per jaar (Lim et al., 2012) en is het verantwoordelijk voor 6-10% van de gevallen van hart- en vaatziekten, type-2 diabetes en borst- en darmkanker (Lee et al., 2012)

Bewegen in het groen zorgt niet alleen voor lichamelijke voordelen, maar heeft ook effecten op andere gezondheidsaspecten. De effecten van bewegen in het groen op de geest zijn hier een goed voorbeeld van (Thompson et al., 2011). Door te bewegen in het groen verbetert het concentratievermogen en discipline en vermindert het stress. Chronische stress wordt weer gelinkt aan verschillende aandoeningen zoals infecties, hart- darm- en immuunziekten, diabetes en depressies (Kivimaki et al., 2002).

Naast de gezondheidsproblemen die het afnemen van groen kunnen veroorzaken, zorgt de vermindering van openbaar groen ook voor een reductie in sociale contacten tussen mensen en leidt het tot sociale uitsluiting. Dit zorgt er op zijn beurt weer voor dat mensen zich minder veilig voelen en er agressiever gedrag ontstaat (Hartig et al., 2014).

Een indirect gevolg van het afnemen van het groen op de gezondheid van de mens is het afnemen van de luchtkwaliteit. Fijnstof, ozon en stikstofdioxide zijn de grootste luchtvervuilers die effect hebben op ecosystemen, klimaat en menselijke gezondheid. Luchtvervuiling is het grootste milieu-gezondheidsrisico in Europa. Geschat wordt dat slechte luchtkwaliteit verantwoordelijk was voor meer dan 400,000 doden in de Europese Unie in 2012 (EEA, 2015)

Luchtvervuiling is vooral aan de orde in verstedelijkte gebieden en neemt niet alleen gezondheidsrisico's met zich mee, zoals hersen- hart- en luchtwegaandoeningen, maar heeft ook economische consequenties (The Institute for European Environmental Policy, 2016). Sterftcijfers en medische kosten stijgen en de productiviteit van mensen gaat omlaag. De Wereld Gezondheidsorganisatie (WHO Europe) schat dat de jaarlijkse economische schade door gezondheidsklachten door luchtvervuiling neerkomt op één biljoen Euro (EEA, 2015).

Een ander indirect gevolg van het afnemen van het groen voor de gezondheid van mensen is een verhoging van de temperatuur. Dit kan zorgen voor hittestress bij de mens (BMJ, 1999). Hittestress komt voor als extreme temperaturen het winnen van het natuurlijke koelingssysteem (BMJ, 1999). De gevolgen van hittestress kunnen leiden tot uitputting, hartaanvallen en zelfs de dood (BMJ, 1999). De hittegolf in Europa van 2003 heeft voor 70,000 doden gedurende vier maanden gezorgd (European Environment Agency, 2012).

Hittestress wordt ook nog versterkt door het Urban Heat Island effect (Watkins, Palmer, & Kolokotroni, 2007). Dit is een verschijnsel waarbij een verstedelijkt gebied een significant warmere temperatuur heeft dan het gebied eromheen (Solecki, et al., 2005). Dit effect kan zorgen voor temperatuurstijgingen tot wel 12 graden Celsius vergeleken met gebieden waar verstedelijking niet aan de orde is (Depietri, Renaud, & Kallis, 2012). Redenen voor deze temperatuurstijging zijn onder andere meer opname van warmte door donkere materialen, menselijke activiteiten en lagere windsnelheden. Ook vindt er 10- tot 20 procent minder verkoelende verdamping plaats doordat het oppervlak in plaats van uit groen, uit verharding bestaat (Drunen & Lasage, 2007).

1.4. Maatschappelijk verantwoord ondernemen

Naast de aandacht die er is voor het onderwerp 'Groen en Gezondheid' in de hedendaagse maatschappij is er ook aandacht voor duurzame ontwikkeling en maatschappelijk verantwoord ondernemen. Maatschappelijk verantwoord ondernemen betekent dat bedrijven verantwoordelijkheid (willen) dragen voor maatschappelijke problemen zoals klimaatadaptatie, onderhoud, waterberging, saamhorigheid, luchtkwaliteit, imagoverbetering, arbeidsomstandigheden, vergrijzing, biodiversiteit en gezondheid (MVO Nederland, 2017). Dit kan op den duur zelfs winstgevend zijn voor bedrijven (MVO Nederland, 2017). Ondanks dat bedrijven en andere instanties verantwoordelijkheid willen dragen voor deze maatschappelijke problemen, weten ze vaak niet hoe ze dit moeten doen om dit het hoogste rendement te laten hebben voor de genoemde onderwerpen.

Een plek waar veel ruimte is voor verbetering zijn bedrijventerreinen. Bedrijventerrein is een planningsterm voor 'een gebied dat is aangewezen door lokale, regionale en in sommige gevallen nationale autoriteiten om meerdere bedrijven te accommoderen die goederen produceren, overbrengen of opslaan' (Snep, 2009). Bedrijventerreinen onderscheiden zich van commerciële gebieden zoals winkelcentra, waar bedrijven producten of diensten verkopen aan bezoekende consumenten. Bedrijventerreinen verschillen ook van kantoorlocaties, waar het werk gericht is op administratieve verwerking van informatie (Louw & Olden, 2004). Deze gebieden werden in het verleden niet gezien als onderdeel van het ecosysteem en zijn daar dus ook niet op ingericht (Snep, 2009). In de praktijk is nu vaak te zien dat bedrijventerreinen versteend zijn of alleen groen hebben in de vorm van gras en eentonige heesters en/of bomen. Ze zijn echter onderdeel van de stedelijke omgeving en mensen komen er dus regelmatig mee in aanraking.

Dit onderzoek is geïnteresseerd in een combinatie van al deze functies van terreinen waar bedrijven gevestigd zijn en daarom wordt de term bedrijventerrein als volgt gedefinieerd: 'Een aangewezen gebied waar bedrijven; **1.** goederen produceren, overbrengen of opslaan, **2.** producten of diensten verkopen, **3.** informatie verwerken'. Groene bedrijventerreinen zelfs fungeren als park/recreatiegebied(**4**) (Bouwmeester, 2010).

De terreinen zijn door hun ligging, wat meestal aan de rand van de stad is, niet alleen geschikt om handel te bedrijven, maar ook zeer geschikt om groen en biodiversiteit te waarborgen. Tevens is hun omvang geschikt om bepaalde plantenvegetaties te herbergen zoals pioniers- en ruigtevegetaties (Snep, 2009). Deze vegetaties met specifieke dier- en plantensoorten zijn minder frequent te vinden in andere delen van de stedelijke omgeving (Snep, 2009). Vanuit deze bron van soorten kunnen andere delen van de stad gekoloniseerd worden en komen stadbewoners meer in aanraking met de natuur (Snep, 2009).

Er is bekend dat de natuurlijke leef- en werkomgeving kunnen bijdragen aan de gezondheid van de mens en dat gebieden zo kunnen worden ingericht dat de diensten van het ecosysteem van voordeel kunnen zijn voor de mens (WHO, 2018). Is een natuurlijke leefomgeving in het algemeen al genoeg om dit voordeel te bieden of heeft de mens er baat bij als de omgeving een bredere variëteit aan groen biedt?

Dit literatuuronderzoek zal gericht zijn op de diversiteit van het groen en wat dit aan andere biodiversiteit met zich meebrengt en hoe dit in relatie staat tot de gezondheid van de mens. Hierbij is gezondheid gedefinieerd als een toestand van volledig fysiek, mentaal en sociaal welzijn en niet alleen de afwezigheid van ziekte of handicap (WHO, 2018). De informatie die hier uitkomt kan worden gebruikt door bedrijven als achtergrondinformatie om hun terreinen te vergroenen ten behoeve van gezondheid, maar ook door mensen die zich bezig houden met groen en gezondheid om advies te geven voor het inrichten van terreinen met het oog op de toekomst.

1.5. Hoofdvraag

'Wat heeft het verhogen van de diversiteit aan plantensoorten op bedrijventerreinen voor effect op de gezondheid van de mens?'

1.5.1. Deelvragen

- *Wat heeft het verhogen van de diversiteit aan plantensoorten in de stad voor effect op het immuunsysteem van de mens?*
- *Wat heeft het verhogen van de diversiteit aan plantensoorten in de stad voor effect op de fysieke gesteldheid van de mens?*
- *Wat heeft het verhogen van de diversiteit aan plantensoorten in de stad voor effect op de sociale contacten en onderlinge betrokkenheid tussen mensen?*
- *Wat heeft het verhogen van de diversiteit aan plantensoorten in de stad voor effect op de psychologische gesteldheid van de mens?*

1.6. Leeswijzer

In hoofdstuk twee zal eerst besproken worden hoe het onderzoek is uitgevoerd. Vervolgens worden in hoofdstuk drie de resultaten uit het onderzoek weergegeven aan de hand van de deelvragen. Daarna worden deze resultaten geïnterpreteerd voor bedrijventerreinen in het hoofdstuk 'Discussie'. Ten slotte volgt er uit deze discussie een antwoord op de hoofdvraag in het hoofdstuk 'Conclusie'. Hieruit volgen dan weer adviezen voor het werkveld in de aanbevelingen.

2. Aanpak

Dit afstudeerwerkstuk betrof een literatuuronderzoek. Hierbij is de informatie die gebruikt is, dus voornamelijk van het internet afkomstig. Om literatuur te vinden is gebruik gemaakt van de zoekmachines ScienceDirect, Pubmed en Green-I. Er is gezocht binnen alle jaartallen om genoeg bronnen te vinden. Naast peer-reviewed artikelen is er soms gebruik gemaakt van boeken voor aanvullende informatie.

Er is begonnen met twee overzichtsartikelen (Hough, 2014; Bernstein, 2014) en een boek (Oxford, 2018) die in het teken stonden van biodiversiteit/natuur en gezondheid om een beeld te vormen van het onderzoeksdomein en om zoektermen te formuleren voor het zoeken naar specifieke literatuur.

Aan de hand hiervan is er met de volgende zoektermen gezocht binnen de aangegeven zoekmachines:

'plant diversity' OR 'species diversity' OR 'biodiversity' OR 'diversity' OR 'ecosystem services'

AND

'health' OR 'well-being' OR 'human' OR 'people' OR 'immune system' OR 'wellbeing' OR 'human health' OR 'immune system' OR 'physical' OR 'physiological' OR 'physiologic' OR 'social contact' OR 'social cohesion' OR 'social coherence' OR 'psychological' OR 'mental' OR 'mental health' OR 'public health' OR 'human health'

Alleen de artikelen die de directe relatie tussen plantendiversiteit en een van de gezondheidsaspecten hebben onderzocht, zijn beschreven in de resultaten. Artikelen die niet toegankelijk waren zonder contact op te nemen met de auteurs zijn ook niet ingesloten. Voor aanvullende informatie zijn referenties gebruikt uit de twee overzichtsartikelen (Hough, 2014; Bernstein, 2014) en het boek (Oxford, 2018).

2.1. Analyse

Per deelvraag zijn de relevante artikelen beschreven in de resultaten. Dit is gebeurd door de belangrijkste inhoud en bevindingen te beschrijven en waar mogelijk getallen weer te geven. Vervolgens is door middel van het kijken naar het bewijs per deelvraag en een eigen interpretatie van de bestaande literatuur een antwoord vergaard op de hoofdvraag. Factoren die hierin mee gewogen hebben zijn de hoeveelheid en kwaliteit van het bewijs. Hieruit volgde vervolgens een advies voor het werkveld.

3. Resultaten

In dit hoofdstuk zal de gevonden literatuur besproken worden per deelvraag. Om de resultaten te kunnen begrijpen is het belangrijk om te weten dat er verschillende benaderingen zijn van bepaalde termen, om te beginnen met biodiversiteit.

Biodiversiteit wordt over het algemeen beschreven als 'de variabiliteit tussen levende organismen uit alle bronnen, waaronder, onder andere, terrestrische, mariene en andere aquatische ecosystemen en ecologische complexen waarvan zij deel uitmaken; dit omvat diversiteit binnen soorten, tussen soorten en van ecosystemen' (United Nations Environment Programme, 1995).

Dit mag dan wel een van de meest uitgebreide definities zijn, maar er worden ook andere definities gebruikt. Zo wordt het bijvoorbeeld ook gedefinieerd als 'de verzameling van genen, soorten, gemeenschappen en ecosystemen, die de levende component van het systeem van de aarde vormen' (Leemans, 1999).

In de praktijk zijn de meest relevante elementen van biodiversiteit; genetisch diverse populaties van vele soorten, waaronder gecultiveerde planten en gedomesticeerde dieren, de grootte en de staat van natuurlijke habitats en de functie van ecosystemen. Hoewel het voornamelijk te maken heeft met planten en dieren, omvat biodiversiteit ook microbiële-organismen (micro-organismen) die minder zichtbaar zijn, maar wel het grootste deel van de levende materie op aarde vormen (von Hertzen, Hanski, & Haahtela, 2011).

Diversiteit van planten en dieren kan worden gezien als soortendiversiteit of structurele diversiteit. De soortendiversiteit van een gemeenschap kan berekend worden door gebruik te maken van de Shannon-diversiteits-index. Het aantal soorten(soortenrijkdom), maar ook hun relatieve abundantie worden in deze kwantitatieve berekening meegenomen. De Shannon diversiteit (H) wordt als volgt berekend: $H = -\sum (p_A \ln p_A + p_B \ln p_B + p_C \ln p_C + \dots)$. Hierin zijn A, B, C... de verschillende soorten in de gemeenschap, p de relatieve abundantie van elke soort, en $\ln$ het natuurlijke logaritme. Een hogere waarde van H geeft een diversere gemeenschap aan (Campbell en Reece, 2014).

Structurele diversiteit verwijst naar de fysieke organisatie of de samenstelling van een systeem, inclusief de ruimtelijke indeling van verschillende fysieke omstandigheden in een landschap, habitatsamenstellingen, soortensamenstellingen van verschillende plant- en diergemeenschappen en genetische samenstelling van subpopulaties (Stokland, et al., 2004).

In de volgende paragraaf zal eerst worden ingegaan op het effect van plantendiversiteit op het immuunsysteem.

3.1. Plantendiversiteit en het immuunsysteem

Als kind heeft het immuunsysteem bijna geen data. Het bevat genetica en heeft enige informatie gekregen via de placenta van de moeder, maar bijna geen wijsheid over organismen in de omgeving waar het in geboren wordt. Om het immuunsysteem verder op te bouwen heeft het dus input nodig van de omgeving. In verstedelijkte gebieden lijkt de werking van het immuunsysteem bij mensen af te nemen. Hierdoor zijn door de jaren heen verschillende hypothesen opgesteld die het verband leggen tussen de afname van de gezondheid en de afname van interactie met de 'natuurlijke' omgeving (Rook, 2012; Rook, Lowry, & Raison, 2013).

De hygiënehypothese is de eerste verklaring voor de toename in het voorkomen van bijvoorbeeld eczeem, astma en allergieën in de stedelijke omgeving. De hypothese stelt dat door de betere hygiëne in moderne samenlevingen en daarmee de uitroeiing van jeugdziekten het menselijk afweersysteem minder hard hoeft te werken. Hierdoor raakt het van slag en kan het zich niet meer verweren tegen onschuldige stoffen die in de omgeving voorkomen, zoals huisstofmijt of pollen van gras of bomen (Strachan, 1989). Hoewel het bewijs nog steeds het concept ondersteunt dat immuunregulatie wordt aangedreven door interacties tussen micro-organismen en gastheer, wordt de term 'hygiënehypothese' tegenwoordig vaker gezien als een misleidende benaming voor een concept met verstreckende gevolgen voor de volksgezondheid (Bloomfield et al., 2016).

In een latere hypothese, de biodiversiteitshypothese wordt het immuunsysteem gezien als een ecosysteem. Hierin zijn micro-organismen de link tussen biodiversiteit en menselijke gezondheid. Micro-organismen komen voor in alle ecosystemen, waaronder dus dat van de mens. Hoewel, in tegenstelling tot veel planten- en diersoorten, het microbiële leven op aarde niet wordt bedreigd, is de diversiteit en abundantie van micro-organismen in stedelijke omgevingen duidelijk afgenomen. Dit heeft belangrijke vragen naar boven gebracht, zoals; 'Wat zijn de effecten van het verlies van biodiversiteit van planten, dieren en hun habitats op de micro-organismen van het milieu?' en 'Wat is de relatie van de micro-organismen die op onze huid leven, in ons ademhalingssysteem en in onze darm, met de microbiële omgeving?' Waar de hygiënehypothese nog voornamelijk gericht was op micro-organismen in huis, in voedsel, in drinkwater en op huisdieren, wordt er binnen deze hypothese voorgesteld om hierin ook de leefomgeving in het algemeen mee te nemen (von Hertzen, Hanski, & Haahtela, 2011).

Ondertussen zijn de ziekten die toenemen in verstedelijkte gebieden ook geassocieerd met falende immunoregulatie en slecht gereguleerde ontstekingsreacties. Dit falen van immunoregulatie is deels toe te schrijven aan een gebrek aan blootstelling aan bepaalde organismen ('Old Friends') uit het evolutionaire verleden van de mens. Deze 'Old Friends' moesten worden getolereerd en hebben daardoor rollen gehad bij het stimuleren van immunoregulerende mechanismen. Sommige Old Friends (zoals darm- en bloedwormen) zijn bijna helemaal verdwenen uit de stedelijke omgeving. Dit vergroot de afhankelijkheid voor het verkrijgen van Old Friends van moeders,

andere mensen, dieren, milieu en planten. Deze dienen dan via de lucht het systeem binnen te komen (Burrows et al., 2009; Kembel, et al., 2012; Dunn et al., 2013). Onder de Old Friends vallen ook micro-organismen(Rook, 2013).

Tienduizenden micro-organismen worden in verband gebracht met rhizosferen (het ondergrondse microbiële habitat dat plantenwortels bouwen) en phyllosferen (het bovengrondse microbiële habitat dat planten bouwen). Tevens kunnen planten de micro-organismen van hun rhizosferen zelf vormen (Berendsen , Pieterse, & Bakker, 2012). Dit betekent dat de soort vegetatie in de omgeving direct de micro-organismen in de grond, rhizosferen en phyllosferen beïnvloedt (Kowalchuk et al., 2002). De herkomst, hoeveelheid en diversiteit van aanwezige micro-organismen wordt daarnaast ook sterk beïnvloed door de landbouw. Gebieden met monoculturen zorgen ervoor dat de blootstelling aan immuunsysteem-regulerende organismen steeds verder afneemt. Elke soort plant is namelijk verantwoordelijk voor verschillende populaties bacteriën, schimmels, protozoa en nematoden(Turner et al., 2013). De soort vegetatie beïnvloedt dus indirect de micro-organismen van het ernaast bestaande dierlijk leven, waaronder dat van de mens (Liddicoat et al., 2017; Rook, 2013).

In het 'Old Friends'-mechanisme en de biodiversiteitshypothese, die inmiddels aangenomen worden door de Wereldgezondheidsorganisatie en het secretariaat van de conventie van biologische diversiteit(WHO & SCBD, 2015; Oxford, 2018), wordt aangenomen dat de vereiste van microbiële input uit de omgeving een belangrijk onderdeel is bij immunoregulatie. Hierbij wordt het gunstige effect van groene ruimte (in de stad) gezien als een verwaarloosde ecosysteemdienst, die essentieel is voor het immuunsysteem en het welzijn(Rook., 2013).

3.2. Plantendiversiteit en fysieke gesteldheid

In de inleiding werd al verteld dat de lichamelijke activiteit van mensen minder is als de omgeving minder groen is (The Institute for European Environmental Policy, 2016). Vervolgens werd de vraag gesteld of de diversiteit van groene ruimte ook verantwoordelijk is voor fysieke gevolgen? Er zijn twee studies gevonden die de relatie hebben onderzocht tussen de diversiteit van planten en fysieke factoren.

De eerste studie(Liddicoat et al., 2017) heeft gegevens van ademhalingsgezondheid van het continent Australië gebruikt om aan te tonen dat sommige typen en kwaliteiten omgevingen meer gezondheidsvoordelen hebben dan andere. Hierbij kwamen de gegevens over ademhalingsgezondheid uit een sociale gezondheidsatlas die ziekenhuisopnamen in deze categorie bijhoudt. Deze gegevens werden vervolgens afgezet tegen gegevens van het klimaat, bodem, landschap en op afstand waargenomen vegetatieparameters. Ook werden klassenverhoudingen en de Shannon-diversiteitsindex berekend voor bepaalde thema's, zoals; landgebruik, bodembedekking, ecologische landeenheden en diversiteit van grote vegetatiegroepen. Verder werd er rekening gehouden met sociaaleconomische factoren en afstand tot deze gebieden. Gunstige gezondheidsresultaten voor het ademhalingssysteem werden geassocieerd met(in volgorde van belang); sociaaleconomische index, diversiteit van grote vegetatiegroepen, soortenrijkdom, aandeel eucalyptusbossen, percentage personen met overgewicht, percentage Engelssprekende immigranten, aandeel open bomen (30 tot 70% dekking van het bovenaanzicht), diversiteit van landgebruik en het aandeel van natuurbeschoud.

In de tweede gevonden studie(Southon et al., 2018) is gebruik gemaakt van meerjarige experimentele weiden in Zuid-Engeland. Hierbij is het effect onderzocht op zelfgerapporteerde gezondheid bij het creëren van leefgebieden voor biodiversiteit in de stad. Tijdens het onderzoek is gekeken naar het effect van twee soorten diversiteit; plantensoortenrijkdom en structurele diversiteit. Hierbij is fysieke gesteldheid afgezet tegen plantensoortenrijkdom en psychologische gesteldheid tegen plantensoortenrijkdom en structurele diversiteit. De effecten op de psychologische gesteldheid zullen in paragraaf 4.4 besproken worden. De stadsbewoners die meededen aan het onderzoek werden gevraagd om hun fysieke gezondheid te beoordelen aan de hand van een 5-punts Likert schaal (1= heel slecht; 5= excellent) vóór en na dat de weiden behandeld werden. Dit is gedaan door middel van inzaaien met een inheemse plantenmix en/of maaibeheer toe te passen. De plantensoortenrijkdom is voor en na de behandelingen vastgesteld door een ervaren botanist. Uit de gegevens blijkt dat er geen bewijs is voor een positieve relatie tussen het verhogen van plantendiversiteit op weiden in de stad en zelfgerapporteerde fysieke gezondheid.

3.3. Plantendiversiteit en sociale contacten en onderlinge betrokkenheid.

Eerder is besproken dat groene ruimte in de stad invloed heeft op de sociale samenhang en onderlinge betrokkenheid. Dit wordt beïnvloed door de frequentie van het contact met de natuur, de tijdsduur die men er doorbrengt en de moeite die erin gestoken moet worden om in contact te komen met de natuur. Deze aspecten zorgen ervoor dat stadsbewoners meer contact krijgen met hun burens en een hoger gemeenschapsgevoel ontwikkelen. Het verbeteren van deze twee aspecten zorgen op hun beurt weer voor verhoogde fysieke activiteit en stressvermindering. In de betreffende studie is echter niet onderzocht of het verschil in groene ruimte een verschil maakt in deze sociale factoren (Hartig et al., 2014). Dit wordt in een drietal andere studies wel onderzocht.

In twee studies wordt verteld dat de natuurlijkheid van de buurt positief geassocieerd wordt met sociale samenhang (Maas et al., 2008; Sugiyama et al., 2008). Hierin is natuurlijkheid nog steeds niet te herleiden naar plantendiversiteit. In de derde studie (de Vries et al., 2013), is gekeken naar de waargenomen kwaliteit en kwantiteit van de groene ruimte, in tachtig wijken van steden in Nederland in vergelijking met gezondheid. In dit onderzoek was kwaliteit geadresseerd door vijf onderwerpen die hiermee te maken hadden: variatie in het groen, onderhoud, geordendheid, afwezigheid van afval en algemene indruk. Deze werden gescoord op een vijfpuntsschaal. Sociale cohesie werd ook gemeten op een vijfpuntsschaal gebaseerd op vijf stellingen over sociale cohesie zoals: 'mensen in deze buurt zijn bereid elkaar te helpen' of 'mensen in deze buurt kennen elkaar nauwelijks'. Er werd gevonden dat sociale samenhang één van de belangrijkste bemiddelaars is. In deze studie is echter nog steeds niet de directe relatie tussen plantendiversiteit en sociale contacten en onderlinge betrokkenheid onderzocht.

Het effect van plantendiversiteit op sociale contacten en onderlinge betrokkenheid zal waarschijnlijk gezocht moeten worden in culturen en tradities en het culturele welzijn. Het effect van soorten, habitats, ecosystemen en landschappen op vormen van dans, taal, kunst en muziek, maar vooral op voedselproductie zijn in veel landen een belangrijk element in de cultuur. Ook worden in verschillende culturen planten gebruikt in traditionele medicijnen. In dit soort landen is de variëteit aan plantensoorten een belangrijk onderdeel van de omgeving en draagt draagt het bij aan het gemeenschapsgevoel en andere sociale systemen (WHO, 2015).

3.4. Plantendiversiteit en psychologische gesteldheid

Eerder werd verteld dat het immuunsysteem geëvolueerd is een natuurlijke omgeving, maar dit geldt natuurlijk ook voor het brein. Er zijn door de jaren heen verschillende theorieën ontstaan die deze psychologische band bekrachtigen. De Biofilia-hypothese (Wilson, 1984) suggereert dat er een aangeboren neiging zou moeten zijn om positief te reageren op natuurlijke omgevingen. Deze positieve reacties komen ook terug in de stressreductietheorie (Ulrich R. S., 1983) en de aandachtshersteltheorie ten opzichte van natuurlijke omgevingen (Kaplan & Kaplan, 1989).

Onderzoek naar natuurlijke omgevingen laat zien dat deze, vaker dan andere, in staat zijn psychisch welzijn te ondersteunen door stress te verminderen, positieve emoties te induceren en de geest te stimuleren (Hartig T., 2004). In de studies naar herstellende omgevingen werd de natuur echter vaak gezien als object en beschreven als 'groene ruimte'. Daardoor is minder of geen aandacht besteed aan het beoordelen van de natuur en herstellend vermogen van verschillende soorten natuurlijke omgevingen. Pas recent suggereren onderzoekers dat biodiversiteit wel eens een grote rol zou kunnen spelen in de psychologische gezondheid van de mens in de stad (Brown & Grant, 2005). Sinds deze suggestie bestaat, verschijnen er steeds meer studies naar het effect van biodiversiteit op het welzijn. De studies zijn voornamelijk afkomstig uit Engeland.

De eerste studie (Fuller et al., 2007), uit Sheffield, werd uitgevoerd door alle groene ruimten in de stad met openbare toegang te onderzoeken die groter waren dan één hectare. Op deze locaties werden plantgemeenschappen bemonsterd met kwadraten. Percelen werden ingedeeld in zeven habitattypen (belevingsplanting, gemaaid grasland, ongemaaid grasland, struiken, bos, water en ondoordringbaar oppervlak). Andere gemeten zaken waren plantenrijkdom, vlinderrijkdom en vogelrijkdom. Vervolgens werden interviews op de locaties afgenomen met 312 gebruikers van deze 'parken'. Gesloten vragen onderzochten psychologisch welzijn en de perceptie van soortenrijkdom bij bezoekers. De vragen richtten zich op groene ruimte als een bron van cognitief herstel, positieve emotionele bindingen en identiteitsgevoel. Antwoorden konden worden gegeven op een vijfpunts Likert-schaal van 'zeer mee oneens' tot 'zeer mee eens' op basis van de stamvraag: 'Geef aan hoeveel je het eens bent met elke stelling over dit park'. Aan de hand van vijf stellingen is de waarschijnlijkheid van het herstel van mentale vermoeidheid gemeten en de mogelijkheid tot reflectie. Deze waren afgeleid van de aandachtshersteltheorie (Kaplan & Kaplan 1989). Achttien andere stellingen verkenden emotionele gehechtheid aan groene ruimte en persoonlijke identiteit verkregen uit de groene ruimte. Tijdens de analyse zijn de vragen ingedeeld in vier categorieën; reflectie(de mogelijkheid om te denken en perspectief te vergaren), verschillende identiteit(mate van gevoel van uniek of anders zijn door associatie met een bepaalde plaats), continuïteit met verleden (mate waarin identiteitsbewustzijn gekoppeld is aan groene ruimte door continuïteit in de loop van de tijd) en verbinding(mate waarin er emotionele verbindingen zijn met de groene ruimte. Alle stellingen konden herleid worden naar de aandachtshersteltheorie. De resultaten uit het onderzoek laten zien dat parkoppervlakte positief gecorreleerd was aan het

aantal habitattypen ($r=0.65$, $n=15$, $p=0.009$), maar ongerelateerd aan plantenrijkdom ($r=0.29$, $n=15$, $p=0.296$). Het aantal habitattypen was positief gecorreleerd aan plantenrijkdom ($r=0.7$, $n=15$, $p=0.003$). De resultaten van psychologisch welzijn varieerden per groene ruimte. Reflectie, verschillende identiteit en continuïteit met het verleden werden hoger bij het toenemen van de oppervlakte van het park. Plantenrijkdom werd positief geassocieerd met reflectie en verschillende identiteit. Vlinderrijkdom werd niet geassocieerd met psychologisch welzijn. Vogelrijkdom werd positief geassocieerd met continuïteit met het verleden en verbinding. Het aantal habitattypen werd positief geassocieerd met reflectie, verschillende identiteit en continuïteit met het verleden. Waargenomen plantenrijkdom werd hoger bij een hogere plantenrijkdom ($r=0.84$, $n=15$, $p=0.001$). Er bestond geen waarneembare relatie tussen waargenomen en gemeten vlinderrijkdom ($r=0.25$, $p=0.366$). Voor vogelrijkdom werd er een bijna niet significante positieve relatie hiertussen gevonden ($r=0.49$, $p=0.066$). Voor waargenomen plantenrijkdom werd een positieve correlatie gevonden met het aantal habitats ($r=0.58$, $n=15$, $p=0.023$). Er wordt vervolgens geconcludeerd dat er een positieve relatie bestaat tussen soortenrijkdom van parken in de stad en het psychologisch welzijn van bezoekers. Ook wordt er gezegd dat bezoekers accuraat kunnen inschatten hoe hoog de soortenrijkdom is. Hierin is het effect van plantenrijkdom het sterkst, maar vogels hebben ook invloed. Er wordt gesuggereerd dat dit is omdat planten het meest zichtbare deel van biodiversiteit opmaken (Fuller et al., 2007).

De tweede studie, ook uitgevoerd in Sheffield (Dallimer, et al., 2012), onderzocht een groot deel van de openbare groene ruimten die aan oevers gelegen waren. Vierendertig 'parken' verspreid over de gehele stad werden onderzocht. Binnen deze parken bestond een grote variatie in biodiversiteit (bijvoorbeeld 22 soorten in verpauperde gebieden tot 95 soorten op andere locaties), een reeks van habitats (bijvoorbeeld bossen, bruine velden en open locaties) en management (formeel aanplanting tot semi-natuurlijke habitats). Er is expliciet de hypothese getest of het psychologisch welzijn positief gecorreleerd was aan werkelijke soortenrijkdom van vogels, vlinders en planten. De interviews (1108) zijn, net als bij het onderzoek van Fuller et al., op locatie uitgevoerd en waren gebaseerd op dezelfde theorieën. Er is tijdens deze studie gebruik gemaakt van aanvullende theorieën over spiritualiteit en gezondheidsmodellen om 21 vragen samen te stellen. Deze werden weer beantwoord op een vijfpunts Likert-schaal. Om vervolgens de vragen in te delen is er gebruik gemaakt van drie categorieën: reflectie (de mogelijkheid om te denken en perspectief te vergaren), continuïteit met verleden (mate waarin identiteitsbewustzijn gekoppeld is aan groene ruimte door continuïteit in de loop van de tijd) en verbinding (mate waarin er emotionele verbindingen zijn met de groene ruimte. Uit de resultaten bleek dat, over alle taxonomische groepen genomen, psychologisch welzijn toenam bij méér waargenomen soorten. Vervolgens is de relatie tussen de werkelijke soortenrijkdom en de drie categorieën van psychologisch welzijn gekwantificeerd met behulp van lineaire regressies. Toen werd er ontdekt dat er geen consistente correlaties waren. Hoewel het psychologisch welzijn toenam bij hogere niveaus van vogelsoorten, daalde het eigenlijk met een hogere

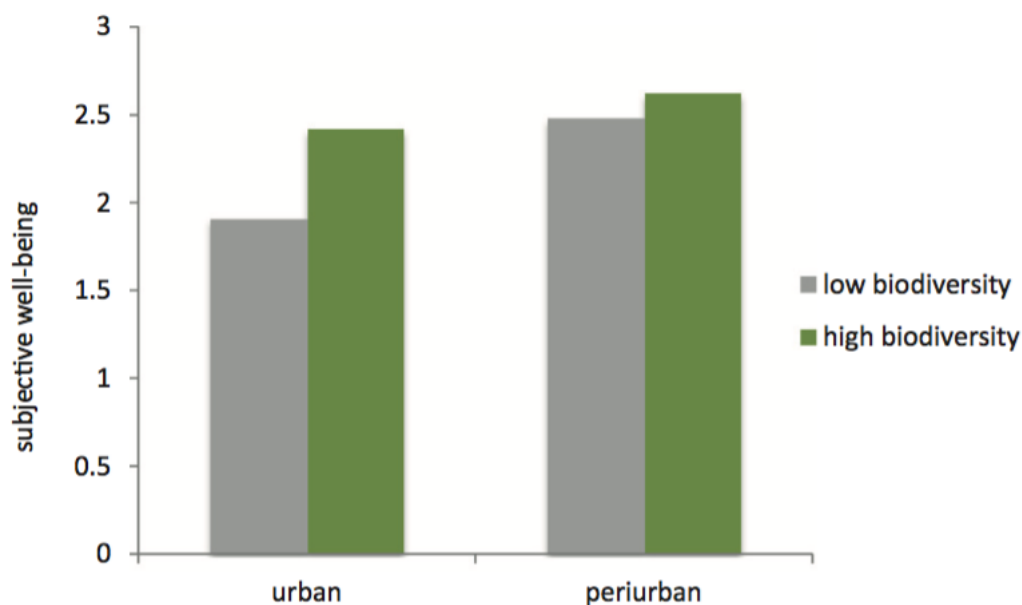
plantenrijkdom en er was geen patroon met vlindersoorten te vinden. Naast deze gegevens werd er, in tegenstelling tot het onderzoek van Fuller et al., gevonden dat bezoekers van de gebieden niet in staat zijn om accuraat de soortenrijkdom te bepalen. Er wordt vermeld dat psychologisch welzijn meer afhankelijk is van de abundantie van opvallende soorten.

Het eerder genoemde onderzoek uit paragraaf 4.2 (Southon et al., 2018), onderzocht naast fysieke effecten ook de psychologische effecten van het verhogen van de soortendiversiteit van weiden in de stad. Dit is gedaan door de ecologische gegevens, van de verschillende weiden in de stad, af te zetten tegen het zelfgerapporteerde welzijn van bezoekers. De interviews bestonden uit veertien stellingen die ontworpen zijn in het onderzoek van Fuller et al. en ook gebruikt zijn in de studie van Dallimer et al. Uit de resultaten bleek dat er geen bewijs is voor een consistente relatie tussen hogere diversiteit aan planten en zelfgerapporteerde psychologisch welzijn. Vrouwen, ouderen en degenen die de weiden het meest gebruikten, waren wel vaker geneigd om een verhoogde continuïteit met het verleden te melden. Het verhogen van de diversiteit had geen relatie met de tevredenheid over de weiden of met de natuur, maar oudere mensen en bezoekers die niet uit de buurt kwamen, rapporteerden vaker een betere band met de natuur. Gegevens over gezondheid hielden geen verband met waargenomen soortenrijkdom, maar de waargenomen soortenrijkdom beïnvloedde wel bepaalde factoren van gezondheid. Locatietevredenheid werd bijvoorbeeld positief geassocieerd met alle waargenomen soortenrijkdom (totale rijkdom en die van planten, vlinders en vogels). De verbinding van de respondenten met de natuur was positief gecorreleerd aan de waargenomen totale soortenrijkdom en de rijkdom aan plantensoorten. In dit onderzoek werd, net als in het onderzoek van Dallimer et al., gevonden dat bezoekers niet in staat zijn soortenrijkdom accuraat te beoordelen. Zodra de weiden kleurvoller waren of de vegetatie hoger werd, werd er gedacht dat er meer soortenrijkdom was en waren de psychologische effecten wel significant.

Naast deze drie studies uit Engeland, zijn er twee andere studies gevonden die de relatie tussen diversiteit en psychologische gesteldheid hebben onderzocht. Een onderzoek uitgevoerd in negen steden in Australië (Luck et al., 2011) heeft deze relatie onderzocht in gebieden waar werkelijk mensen wonen, woonwijken. In totaal zijn in vier buurten van elke stad (in totaal 36 buurten) metingen gedaan voor milieu- en demografische gegevens en het welzijn van bewoners. Er is in deze studie niet direct gekeken naar de invloed van soortenrijkdom van planten, maar wel naar het effect van soortenrijkdom van vogels (11-48), abundantie van vogels (2-15/ha), vegetatiebedekking (8-77%), vegetatiedichtheid (6-45%) en verstedelijking (1-88% bebouwd). Deze gegevens zijn vergeleken met de antwoorden uit interviews die in brievenbussen waren verspreid. De vragen in deze interviews waren gericht op aspecten die gebaseerd waren op dezelfde literatuur die Fuller et al., Dallimer et al., en Southon et al. gebruikt hebben voor hun interviews, maar kon er nu op een schaal van één tot tien gekozen worden. Na het analyseren van de interviews, wordt er in de resultaten vermeld dat psychologisch welzijn positief geassocieerd wordt met vogelsoortenrijkdom en -abundantie, vegetatiebedekking en -dichtheid en negatief met verstedelijking. De associatie was het sterkst voor vegetatiebedekking, vegetatiedichtheid en

verstedelijking. De kans dat er een hoger niveau van persoonlijk welzijn was, steeg bijvoorbeeld met 55% gemiddeld toen de vegetatiedekking over het hele bereik van de gegevens toenam en met 48% gemiddeld als de vegetatiedichtheid toenam. De kans dat er een hoger niveau van persoonlijk welzijn was, steeg met 20% gemiddeld, als de vogelsoortenrijkdom over het hele bereik van de gegevens toenam.

De laatste gevonden studie op dit gebied (Carrus, et al., 2015) is uitgevoerd in vier steden in Italië. Het onderzoek heeft vier verschillende typen groene ruimte geselecteerd met variërende niveaus van biodiversiteitsrijkdom (laag–hoog). Het ging om een stadsplein met bomen (stad, lage biodiversiteit), een stadspark (stad, hoge biodiversiteit), een dennenbos (semi-stad, lage biodiversiteit) en een beschermd gebied (semi-stad, hoge biodiversiteit). De biodiversiteitsrijkdom is bepaald aan de hand van bekende gegevens over deze gebieden op basis van verschillende plantensoorten, structurele diversiteit, aantal insectensoorten en aantal vogelsoorten. Vervolgens zijn er 569 bezoekers op de locaties benaderd om interviews in te vullen. De stellingen waren weer gebaseerd op de aandachtshersteltheorie en deelnemers konden hun psychologisch welzijn op een vijfpunts Likert-schaal scoren. Uit de resultaten (Figuur 2) blijkt dat een hogere biodiversiteit zorgt voor een beter zelfgerapporteerd psychologisch welzijn. Ook beoordelen mensen hun welzijn beter als ze net buiten de stad zijn, maar in de stad is het effect van een hogere biodiversiteit groter.



Figuur 2: Overzichtsgrafiek van het verschil tussen zelfgerapporteerd welzijn in de stad en aan de rand van de stad bij een verschil in biodiversiteit.

4. Discussie

Dit literatuuronderzoek was er op gericht om het effect van het verhogen van de diversiteit aan planten op bedrijventerreinen op de gezondheid te onderzoeken. Hierbij werd de volgende vraag gesteld: 'Wat heeft het verhogen van de diversiteit aan plantensoorten op bedrijventerreinen voor effect op de gezondheid van de mens?'. Om deze vraag te kunnen beantwoorden zijn er vier deelvragen opgezet. In dit hoofdstuk zullen de belangrijkste resultaten per deelvraag worden weergegeven en worden geïnterpreteerd. Vervolgens wordt er gereflecteerd op de gebruikte onderzoeksmethode. Ten slotte zal er nog de betekenis worden bekeken ten behoeve van de doelgroep: bedrijven die hun terreinen willen vergroenen ten behoeve van gezondheid.

4.1. Plantendiversiteit en het immuunsysteem

In de resultaten is te lezen dat de soort vegetatie indirect de micro-organismen van het ernaast bestaande dierlijk leven beïnvloedt, waaronder dat van de mens. In het 'Old Friends'-mechanisme en de biodiversiteitshypothese, die inmiddels aangenomen worden door de Wereldgezondheidsorganisatie en het secretariaat van de conventie van biologische diversiteit (WHO & SCBD, 2015; Oxford, 2018), wordt aangenomen dat de vereiste van microbiële input uit de omgeving een belangrijk onderdeel is bij immunoregulatie. Hierbij wordt het gunstige effect van groene ruimte (in de stad) gezien als een verwaarloosde ecosysteemdienst, die essentieel is voor het immuunsysteem en het welzijn. Wat precies het effect is van de plantendiversiteit in de omgeving op het immuunsysteem, is nog niet duidelijk. Het effect van groene ruimte lijkt op dit moment nog niet genoeg onderzocht om te zeggen op welke manier plantendiversiteit van invloed is op het immuunsysteem, omdat de huidige methoden de aanwezige micro-organismen nog niet kunnen identificeren (Oxford, 2018). Wel is het duidelijk dat de invloed van de diversiteit aan micro-organismen een verwaarloosde ecosysteemdienst is die van grote waarde zou kunnen zijn bij het bestrijden van aandoeningen die veroorzaakt worden door ontstekingsziekten.

4.2. Plantendiversiteit en fysieke gesteldheid

Er zijn twee studies gevonden die het effect van plantendiversiteit op de fysieke gesteldheid hebben onderzocht. De eerste was gericht op gegevens over ademhalingsgezondheid van het continent Australië. In deze werden gunstige gezondheidsresultaten voor het ademhalingssysteem geassocieerd met (in volgorde van belang); sociaaleconomische index, diversiteit van grote vegetatiegroepen, soortenrijkdom, aandeel eucalyptusbossen, percentage personen met overgewicht, percentage Engelssprekende immigranten, aandeel open bomen (30 tot 70% dekking van het bovenaanzicht), diversiteit van landgebruik en het aandeel van natuurbehoud. De tweede was gericht op zelfgerapporteerde fysieke gezondheid bij het creëren van weiden in de stad. Uit de gegevens van de tweede studie blijkt dat er geen bewijs is voor een positieve relatie tussen het verhogen van plantendiversiteit op weiden in de stad en zelfgerapporteerde fysieke gezondheid.

Er komen dus twee resultaten naar voren uit het onderzoek. In de studie die gegevens van een continent bekeek, was plantendiversiteit (diversiteit van grote vegetatiegroepen en soortenrijkdom) wel van invloed op ademhalingsgezondheid, maar was de sociaaleconomische index een betere indicator. Dit kan bijvoorbeeld te maken hebben met rookgedrag, het geld voor een groenere leefomgeving en kennis. Ook ging dit onderzoek over mensen die in de buurt hiervan woonden en dus continu in contact stonden met deze natuur. De andere studie meldt dat mensen hun fysieke gesteldheid niet beter beoordelen bij een verhoogde plantendiversiteit op weiden in de stad. Dit is te verklaren doordat fysieke gesteldheid niet zozeer beïnvloed wordt door plantendiversiteit, maar meer gerelateerd is aan bewegen en een goed dieet (de Vries et al., 2013; Southon et al., 2018)

4.3. Plantendiversiteit en sociale contacten en onderlinge betrokkenheid

Er werden geen studies gevonden die de directe relatie tussen plantendiversiteit en sociale contacten en onderlinge betrokkenheid onderzochten. Wel werd er gevonden dat sociale samenhang één van de belangrijkste bemiddelaars is tussen 'kwaliteit' van groene ruimte en gezondheid. Dit lijkt te betekenen dat, hoe hoger de sociale samenhang in een gebied, hoe meer de 'kwaliteit' van het groen bijdraagt aan de gezondheid. Het effect van plantendiversiteit op sociale contacten en onderlinge betrokkenheid zal waarschijnlijk gezocht moeten worden in culturen en tradities en het culturele welzijn. Het effect van soorten, habitats, ecosystemen en landschappen op vormen van dans, taal, kunst en muziek, maar vooral op voedselproductie zijn in veel landen een belangrijk element in de cultuur. Ook worden in verschillende culturen planten gebruikt in traditionele medicijnen. In dit soort landen is de variëteit aan plantensoorten een belangrijk onderdeel van de omgeving en draagt draagt het bij aan het gemeenschapsgevoel en andere sociale systemen.

4.4. Plantendiversiteit en psychologische gesteldheid

Er zijn vijf studies gevonden die de directe relatie hebben onderzocht tussen psychologische gesteldheid en plantendiversiteit. De eerste (Fuller et al., 2007) concludeerde dat er een positieve relatie bestaat tussen soortenrijkdom van parken in de stad en het psychologisch welzijn van bezoekers. Ook wordt er gezegd dat bezoekers accuraat kunnen inschatten hoe hoog de soortenrijkdom is. Andere zaken die een positief effect hadden op de psychologische gesteldheid waren; het aantal habitattypen, oppervlakte van het park en vogelrijkdom. Het effect van plantenrijkdom het sterkst. Er wordt gesuggereerd dat dit is omdat planten het meest zichtbare deel van biodiversiteit opmaken.

In de tweede studie (Dallimer, et al., 2012) werd gevonden dat over alle taxonomische groepen genomen (planten, vogels, vlinders) psychologisch welzijn toenam bij méér waargenomen soorten. De werkelijke soortenrijkdom leverde geen consistente correlaties op. Psychologisch welzijn nam toe bij hogere niveaus van vogelsoorten, maar daalde met een hogere plantenrijkdom en er was geen patroon met vlindersoorten te vinden. Naast deze gegevens werd gevonden dat bezoekers van de gebieden niet in staat zijn om accuraat de soortenrijkdom te bepalen. Er wordt vermeld dat psychologisch welzijn meer afhankelijk is van de abundantie van opvallende soorten.

De derde studie (Southon et., 2018) meldt dat er geen bewijs is voor een consistente relatie tussen hogere diversiteit aan planten en zelfgerapporteerd psychologisch welzijn. Gegevens over gezondheid hielden geen verband met waargenomen soortenrijkdom, maar de waargenomen soortenrijkdom beïnvloedde wel bepaalde factoren van gezondheid. Locatietevredenheid werd bijvoorbeeld positief geassocieerd met alle waargenomen soortenrijkdom (totale rijkdom van die van planten, vlinders en vogels). Ook werd gevonden dat er een betere verbinding met de natuur is bij meer waargenomen soorten voor ouderen en immigranten. Voor vrouwen, ouderen en vaker gebruik van de locatie werd een betere continuïteit met het verleden gemeld. In dit onderzoek werd ook gevonden dat bezoekers niet in staat zijn werkelijke soortenrijkdom accuraat te beoordelen. Zodra de weiden kleurvoller waren of de vegetatie hoger werd, werd er gedacht dat er meer soortenrijkdom was en waren de psychologische effecten wel significant.

De vierde studie (Luck et al., 2011) laat zien dat psychologisch welzijn positief geassocieerd wordt met vogelsoortenrijkdom en -abundantie, vegetatiedekking en -dichtheid en negatief met verstedelijking. De associatie was het sterkst voor vegetatiedekking, vegetatiedichtheid en verstedelijking. De kans dat er een hoger niveau van persoonlijk welzijn was, steeg bijvoorbeeld met 55% gemiddeld toen de vegetatiedekking over het hele bereik van de gegevens toenam (8-77%) en met 48% gemiddeld als de vegetatiedichtheid toenam over het bereik (6-45%). De kans dat een huishouden een hoger niveau van persoonlijk welzijn had steeg met 20% gemiddeld, als de soortenrijkdom van vogels over het hele bereik van de gegevens (11-48) toenam.

De laatste studie gevonden studie (Carrus, et al., 2015) concludeerde dat een hogere gebundelde biodiversiteit (plantensoorten, structurele diversiteit, insectensoorten, vogelsoorten) zorgt voor een beter zelfgerapporteerd psychologisch welzijn. Ook beoordelen mensen hun welzijn beter als ze net buiten de stad zijn, maar in de stad is het effect van een hogere biodiversiteit groter.

Van de drie studies die dit onderzocht hebben, heeft maar één studie gevonden dat mensen correct soortendiversiteit kunnen bepalen. De andere studies hebben dit niet onderzocht of kwamen tot de conclusie dat bezoekers niet in staat zijn de werkelijke diversiteit in te schatten. Dit lijkt te maken te hebben met de beperkte soortenkennis van de gemiddelde persoon. Zodra mensen meer ecologische kennis hebben of wat ouder zijn, verbeterd namelijk hun psychologische gesteldheid bij een hogere soortendiversiteit (Southon et., 2018). In alle vijf de gevonden studies wordt duidelijk dat als mensen denken dat de soortenrijkdom hoger is, ze hun psychologische gesteldheid beter beoordelen. Hierdoor vindt aandachtsherstel plaats. Daarom lijkt niet soortenrijkdom per sé invloed te hebben, maar de meest zichtbare elementen zoals abundantie van opvallende soorten, vegetatiekleur, vegetatiehoogte, vegetatiedekking en vegetatiedichtheid. Wel zijn mensen in staat (twee uit drie studies) vogelrijkdom correct in te schatten. Dit lijkt ook te maken te hebben met de zichtbaarheid. In alle vijf de studies zijn vogels een factor voor psychologische gesteldheid geweest. Het tegenovergestelde geldt voor vlinders en insecten.

4.5. Reflectie op methode onderzoek

Over het algemeen is het onderzoek verlopen zoals gepland. Het heeft echter meer tijd in beslag genomen dan op voorhand gedacht. Dit komt mede doordat het baat had gehad bij een breder vooronderzoek en een betere zoekstrategie. Ook was er geen ervaring met een literatuurstudie. Er was een duidelijke knowledge-gap, maar tijdens het zoeken naar literatuur werd al snel duidelijk dat plantendiversiteit een begrip is wat op meerdere manieren opgevat kan worden en gezondheid een moeilijk te meten begrip. Hierdoor werd de beeldvorming van het onderzoek steeds anders en de zoekstrategie veranderd. Dit had van te voren onderzocht moeten worden om het duidelijker te maken.

Verder had het kijken naar de invloed van andere ecosysteemdiensten zoals voedsel en medicijnen die van planten afkomstig zijn op de gezondheid, een aanvullend onderdeel kunnen vormen van het onderzoek. Ten slotte had de invloed van plantendiversiteit op luchtkwaliteit een onderdeel kunnen zijn wat onderzocht had kunnen worden. Deze aspecten hadden goed kunnen bijdragen aan de uiteindelijke conclusie.

4.6. Betekenis van de resultaten voor de doelgroep

De resultaten laten uiteenlopende effecten van plantendiversiteit op gezondheid zien. Om deze resultaten bruikbaar te maken voor de doelgroep is het zaak om de vier verschillende soorten bedrijventerreinen er even bij te halen. Het effect van het verhogen van plantendiversiteit op gezondheid zal namelijk ook van het gebruik van het desbetreffende terrein afhangen.

Bij een terrein waar bedrijven goederen produceren, overbrengen of opslaan(1), zullen gebruikers van de groene ruimte voornamelijk medewerkers van de bedrijven zijn. Deze medewerkers zullen hooguit op de weg naar werk, in hun pauzes en op de weg naar huis de groene ruimte op het terrein zien. Bij een gebied waar bedrijven producten of diensten verkopen(2), zullen niet alleen de medewerkers de groene ruimte ervaren, maar ook de bezoekers die gebruik komen maken van de producten en/of diensten. Bij een terrein waar informatie verwerkt wordt (kantoren)(3) zullen ook voornamelijk medewerkers gebruik maken van de groene ruimte. Medewerkers van dit soort bedrijven kunnen vaak ook naar buiten kijken tijdens hun werk. Bij bedrijventerreinen die ook fungeren als park of recreatiegebied(4) zullen werknemers en allerlei bezoekers de groene ruimte ervaren door er naast passief, ook actief gebruik van te maken.

Het lijkt voor al dit soort terreinen zin te hebben om de zichtbare (planten)diversiteit te verhogen ten behoeve van gezondheid, omdat er op alle terreinen mensen mee in contact komen. De effecten zullen groter zijn op terreinen waar meer mensen komen en sociaal verbonden zijn. Ook zal er een groter effect zijn op terreinen waar meer immigranten, ouderen en vrouwen werken en/of komen. Bedrijventerreinen die dus bijvoorbeeld gelegen zijn naast woonwijken en ook fungeren als park of recreatiegebied zijn dus het meest geschikt om te investeren in plantendiversiteit ten behoeve van gezondheid. Op de overige bedrijventerreinen zal investeren in plantendiversiteit van invloed zijn op gezondheid van gebruikers, maar minder dan bij de functie van park/recreatiegebied.

5. Conclusies & aanbevelingen

Dit literatuuronderzoek was er op gericht om het effect van het verhogen van de diversiteit aan planten op bedrijventerreinen op de gezondheid te onderzoeken. Hierbij werd de volgende vraag gesteld: 'Wat heeft het verhogen van de diversiteit aan plantensoorten op bedrijventerreinen voor effect op de gezondheid van de mens?'. Tijdens het onderzoek is duidelijk geworden dat het verhogen van de plantendiversiteit, waarschijnlijk kan bijdragen aan de werking van het immuunsysteem, maar dat hier nog niet genoeg bewijs voor is. Verder wordt er duidelijk dat ademhalingsgezondheid positief wordt beïnvloed door de diversiteit van grote vegetatiegroepen en soortenrijkdom, maar dat zelfgerapporteerde fysieke gezondheid niet beïnvloed wordt door plantensoortenrijkdom. Er wordt ook gevonden dat het verhogen van de diversiteit aan plantensoorten waarschijnlijk effect heeft op de sociale contacten en onderlinge betrokkenheid binnen bepaalde culturen, maar dat sociale samenhang voornamelijk een bemiddelaar is tussen 'kwaliteit' van groen en gezondheid. Het effect van het verhogen van plantendiversiteit op de psychologische gesteldheid is voornamelijk zichtbaar, als niet de alleen de soortenrijkdom hoger is, maar vooral de diversiteit van de planten waar te nemen is in de vorm van verschillende habitattypen, abundantie van opvallende soorten, kleurvollere of hogere vegetatie, vegetatiedekking en vegetatiedichtheid. Tevens zijn vogels een belangrijke factor in perceptie van diversiteit in de groene omgeving.

5.1. Conclusie

Het effect van het verhogen van de diversiteit aan plantensoorten op bedrijventerreinen op de gezondheid zal verschillend zijn per bedrijventerrein. Dit heeft voornamelijk met het gebruik van het bedrijventerrein te maken. Tevens ligt het er aan welke plantendiversiteit er verhoogd wordt of er gezondheidseffecten plaatsvinden. Als de diversiteit van grote vegetatiegroepen en plantenrijkdom verhoogd wordt, zal waarschijnlijk de ademhalingsgezondheid van de gebruikers toenemen. Als de plantendiversiteit zichtbaar verhoogd wordt in de vorm van verschillende habitattypen, abundantie van opvallende soorten, kleurvollere of hogere vegetatie, vegetatiedekking, vegetatiedichtheid of plantendiversiteit die vogelsoortenrijkdom stimuleert, zal de psychologische gesteldheid van de gebruikers toenemen en zal daarmee aandachtsherstel plaatsvinden. Over andere effecten is niet genoeg informatie beschikbaar.

5.2. Aanbevelingen

Als er naar de indeling van een bedrijventerrein gekeken gaat worden ten behoeve van gezondheid is het belangrijk om te zorgen voor een zichtbare diversiteit aan planten (soortenrijkdom, verschillende habitats, opvallende soorten, kleur, hoogteverschillen, vegetatiebedekking en vegetatiedichtheid). Dit kan bijvoorbeeld gerealiseerd worden door wintergroene en jaarrond bloeiende planten te gebruiken en hoogteverschillen aan te brengen. Ten slotte kan er nog rekening gehouden worden met vogelrijkdom door besdragende vegetatie te gebruiken en nestmogelijkheden te creëren voor verschillende soorten. Voor overige ontwerpadviezen is het belangrijk om vervolgonderzoek te doen naar invloed van voedsel en medicijnen afkomstig van planten en de invloed van plantendiversiteit op luchtkwaliteit. Het investeren in plantendiversiteit ten behoeve van gezondheid zal het zinvolst zijn op bedrijventerreinen waar niet alleen mensen komen die er werkzaam zijn, maar ook andere bezoekers gebruik maken van de groene ruimte.

Literatuurlijst

- Berendsen, R. L., Pieterse, C. M., & Bakker, P. A. (2012). The rhizosphere microbiome and plant health. *Trends Plant Sci.*, 17 (8), pp. 478-486.
- Bernstein, A. S. (2014). Biological Diversity and Public Health. *Annual Review Public Health*, 35, pp. 153-167.
- Bloomfield, S. F., Rook, G. A., Scott, E. A., Shanahan, F., Stanwell-Smith, R., & Turner, P. (2016). Time to abandon the hygiene hypothesis: new perspectives on allergic disease, the human microbiome, infectious disease prevention and the role of targeted hygiene. *Perspectives in Public Health*, 136 (4), pp. 213-224.
- BMJ. (1999). Climate change and human health in Europe. *BMJ*, 318 -1682.
- Bouwmeester, H. (2010). *Groen werkt beter, kansen voor bedrijventerreinen en natuur*. Den Haag: Sdu uitgevers.
- Brown, C., & Grant, M. (2005). Biodiversity and human health: What role for nature in healthy urban planning? *Built Environment*, 31, 326-338.
- Burrows, S. M., Elbert, W., Lawrence, M. G., & Poeschl, U. (2009). Bacteria in the global atmosphere—part 1: Review and synthesis of literature data for different ecosystems. *Atmospheric Chemistry & Physics*, 9, 9263-9280.
- Carrus, G., Scopelliti, M., Laforteza, R., Colangelo, G., Ferrini, F., Salbitano, F., et al. (2015). Go greener, feel better? The positive effects of biodiversity on the well-being of individuals visiting urban and peri-urban green areas. *Landscape and Urban Planning*, 134, pp. 221-228.
- Dallimer, M., Irvine, K. N., Skinner, A. M., Davies, Z. G., Rouquette, J. R., Maltby, L. L., et al. (2012). Biodiversity and the Feel-Good Factor: Understanding Associations between Self-Reported Human Well-being and Species Richness. *Bioscience*, 64 (1), pp. 47-55.
- de Vries, S., van Dillen, S. M., Groenewegen, P. P., & Spreeuwenberg, P. (2013). Streetscape greenery and health: Stress, social cohesion and physical activity as mediators. *Social Science & Medicine*, 94, 26-33.
- Depietri, Y., Renaud, F. G., & Kallis, G. (2012, 1). Heat waves and floods in urban areas a policy oriented review of ecosystem services. *Sustainability Science*, 7 (1), pp. 95-107.
- Drunen, M. v., & Lasage, R. (2007). *Klimaatverandering in stedelijke gebieden*.
- Dunn, R. R., Fierer, N., Henley, J. B., Leff, J. W., & Menninger, H. L. (2013). Home life: Factors structuring the bacterial diversity found within and between homes. *PLOS ONE*, 8 (5).
- EEA. (2015). *Air quality in Europe — 2015 report*. Luxembourg: Publications Office of the European Union.

European Commission. (2010). *Making our cities attractive and sustainable - How the EU contributes to improving the urban environment*. Luxembourg:: Publications Office of the European Union,.

European Environment Agency. (2012). *Urban adaptation to climate change in Europe Challenges and opportunities for cities together with supportive national and European policies*. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Union .

Fuller, R. A., Irvine, K. N., Devine-Wright, P., Warren, P. H., & Gaston, K. J. (2007). Psychological benefits of greenspaces increase with biodiversity. *Biology Letters* , 3, 390–394.

Hallal, P. C., Anderson, L. B., Bull, F. C., Guthold, R., Haskell, W., & Ekelund, U. (2012). Physical activity levels of the world's population Surveillance progress, gaps and prospects. *The Lancet* , 380, pp. 247-257.

Harrison, I., Lavery, M., & Sterling, E. (2004). *Species Diversity*. Opgeroepen op 2018, van Openstax CNX: <https://cnx.org/contents/b1V5w1wU@3/Species-Diversity>

Hartig, T. (2004). Restorative environments. In S. Spielberger, *Encyclopaedia of applied psychology* (Vol. 3, pp. 273-278). San Diego: Elsevier/Academic press.

Hartig, T., Mitchell, R., Vries, S. d., & Frumkin, H. (2014). Nature and Health. *Annual Review Public Health* , 35, pp. 21.1-21.22.

Hou, J. K., El-Serag, H., & Thirumurthi, S. (2009). Distribution and manifestations of inflammatory bowel disease in Asians, Hispanics, and African Americans: A systematic review. *Am J Gastroenterol* , 104 (8), pp. 2100-2109.

Hough, R. L. (2014). Biodiversity and human health: evidence for causality? *Biodiversity conservation* , 23, pp. 267-288.

Kaplan, R. &. (1989). *The experience of nature: A psychological perspective*. New York: Cambridge University Press.

Kembel, S. W., Jones, E., Kline, J., Northcutt, D., Womack, A. M., Bohannon, B. J., et al. (2012). Architectural design influences the diversity and structure of the built environment microbiome. *ISME J* , 6 (8), pp. 1469-1479.

Kivimaki, M., Leino-Arjas, P., Luukkonen, R., Riihimaki, H., Vahtera, J., & Kirjonen, J. (2002). Work stress and risk of cardiovascular mortality: prospective cohort study of industrial employees. *BMJ* , pp. 857-860.

Kowalchuk, G. A., Buma, D. S., Boer, W. d., Klinkhamer, P. G., & van Veen, J. A. (2002). Effects of above-ground plant species composition and diversity on the diversity of soil-borne microorganisms. *Antonie van Leeuwenhoek* , 81 (1-4), pp. 509-520.

- Lee, I.-M., Shiroma, E. J., Lobelo, F., Puska, P., Blair, S. N., & Katzmarzyk, P. T. (2012). Effect of physical inactivity on major non-communicable diseases worldwide: an analysis of burden of disease and life expectancy. *The Lancet*, 380 (9838), pp. 219-229.
- Leemans, R. (1999). Modelling for species and habitats: new opportunities for problem solving. *Sci Total Environ*, 240, pp. 51-73.
- Liddicoat, C., Bi, P., Waycot, M., Glover, J., Lowe, A. J., & Weinstein, P. (2017). Landscape biodiversity correlates with respiratory health in Australia. *Journal of Environmental Management*, 206 (2018), pp. 113-122.
- Lim, S. S., & et. al. (2012). A comparative risk assessment of burden of disease and injury attributable to 67 risk factors and risk factor clusters in 21 regions, 1990–2010: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2010. *The Lancet*, 380 (9859), pp. 2224-2260.
- Louw, E., & Olden, H. (2004). *Purpose and necessity of the planned industrial site Moerdijkse Hoek: An assessment of plans and studies*. Delft: OTB, Delft University of Technology.
- Luck, G. W., Davidson, P., Boxall, D., & Smallbone, L. (2007). Relations between Urban Bird and Plant Communities and Human Well-Being and Connection to Nature. *Conservation Biology*, 816-826.
- Luck, G. W., Davidson, P., Boxall, D., & Smallbone, L. (2011). Relations between Urban Bird and Plant Communities and Human Well-Being and Connection to Nature. *Conservation Biology*, 816-826.
- Maas, J., Verheij, R. A., Groenewegen, P. P., Spreeuwenberg, P., & Vries, S. d. (2006). Green space, urbanity, and health: how strong is the relation? *Journal of Epidemiol Community Health*, 60 (7), 587.
- Maas, J., Verheij, R. A., Spreeuwenberg, P., & Groenewegen, P. P. (2008). Physical activity as a possible mechanism behind the relationship between green space and health: a multilevel analysis. *BMC Public Health*, 8, p. 206.
- MVO Nederland. (2017, 6 1). *Wat is MVO?* Opgeroepen op 11 2, 2017, van (mvonederland.nl): <https://mvonederland.nl/wat-mvo>
- Oxford. (2018). *Oxford textbook of Nature and Public Health*. New York: Oxford University Press.
- RIVM. (2016). *Bewegen*. Opgeroepen op 11 2, 2017, van (rivm.nl): <http://www.rivm.nl/Onderwerpen/L/Leefstijlmonitor/Cijfers/Bewegen>
- Rook, G. A. (2012). Hygiene hypothesis and autoimmune diseases. *Clin Rev Allergy Immunol*, 42 (1), pp. 5-15.

- Rook, G. A. (2013). Regulation of the immune system by biodiversity from the natural environment: an ecosystem service essential to health. *PNAS*, 110 (46), pp. 18360-18367.
- Rook, G. A., Lowry, C. A., & Raison, C. L. (2013). Microbial 'Old Friends', immunoregulation and stress resilience. *Evol Med Public Health*, 1 (1), pp. 46-64.
- Snep, R. P. (2009). *Biodiversity conservation at business sites Options and opportunities*. Wageningen: Alterra.
- Solecki, W. D., Rozenzweig, C., Parshall, L., Pope, G., Clark, M., Cox, J., et al. (2005). Mitigation of the heat island effect in urban New Jersey. *Environmental hazards*, 6 (1).
- Southon, G. E., Jorgensen, A., Dunnet, N., Hoyle, H., & Evans, K. L. (2018). Perceived species-richness in urban green spaces: Cues, accuracy and well-being impacts. *Landscape and Urban Planning*, 172, pp. 1-10.
- Stokland, J. N., Eriksen, R., Tomter, S. M., Korhonen, K., Tomppo, E., Rajaniemi, S., et al. (2004). *Forest biodiversity indicators in the Nordic countries: status based on national forest inventories*. Copenhagen: TemaNord.
- Strachan, D. (1989). Hay fever, hygiene, and household size. *BMJ*, 299, pp. 1259-1260.
- Sugiyama, T., Leslie, E., Giles-Corti, B., & Owen, N. (2008). Associations of neighbourhood greenness with physical and mental health: do walking, social coherence and local social interaction explain the relationships? *Journal of Epidemiology and Community Health*, 62, e9.
- The Institute for European Environmental Policy. (2016). *The Health and Social Benefits of Nature and Biodiversity Protection – background report for a workshop by the European Commission*. London/Brussels: Institute for European Environmental Policy.
- Thompson, C. J., Boddy, K., Stein, K., Whear, R., Barton, J., & Depledge, M. (2011). Does participating in physical activity in outdoor natural environments have a greater effect on physical and mental wellbeing than physical activity indoors? A systematic review. *Environmental Science and Technology*, 45 (5), pp. 1761-1772.
- Turner, T. R., Ramakrishnan, K., Walshaw, J., Heavens, D., Alston, M., Swarbreck, D., et al. (2013). Comparative metatranscriptomics reveals kingdom level changes in the rhizosphere microbiome of plants. *Isme J*, 7 (12), 2248–2258.
- Ulrich, R. S. (1983). Aesthetic and affective response to natural environment. In L. Altman, & J. F. Wohlwill, *Behaviour and the natural environment* (pp. 88-125). New York: Millenium press.

Ulrich, R. S. (1984). View through a window may influence recovery from surgery. *224* (4647), pp. 420-421.

United Nations Environment Programme. (1995). *Global Biodiversity Assessment. Summary for Policy-Makers*. New York: Cambridge University Press.

von Hertzen, L., Hanski, I., & Haahtela, T. (2011). Natural immunity. Biodiversity loss and inflammatory diseases are two global megatrends that might be related. *EMBO Reports*, *12* (11), pp. 1089–1093.

Vries, S. d., Verheij, R. A., Groenewegen, P. P., & Spreeuwenberg, P. (2003). Natural Environments—Healthy Environments? An Exploratory Analysis of the Relationship between Greenspace and Health. *Environment and Planning A*, *35* (10), 1717 - 1731.

Watkins, R., Palmer, J., & Kolokotroni, M. (2007). Increased Temperature and Intensification of the Urban Heat Island: Implications for Human Comfort and Urban Design. *33* (1), pp. 85-96.

WHO. (2015). *Connecting Global Priorities: Biodiversity and Human Health; A State of Knowledge Review*. Geneva: WHO & CBD .

WHO. (2018). *Ecosystem goods and services for health*. Opgeroepen op 14, 2018, van who.int: <http://www.who.int/globalchange/ecosystems/en/>

WHO; SCBD. (2015). *Connecting Global Priorities: Biodiversity and Human Health. A State of Knowledge Review*. Geneva: World Health Organisation.

Wilson, E. O. (1984). *Biophilia*. Cambridge: Harvard University Press.

