



Monitoring in Cartesius: Biodiversiteit, Klimaatadaptatie & Gezondheid

TBBE-VAFOMOST-18

STAN STROOBANT

Studentnummer :1699655
08-08-2025

Woordenaantal: 9114

Colofon

Student	Stan Stroobant (1699655)
Opdrachtgever	Lectoraat Building Future Cities Padualaan 99 3584 CH, Utrecht
Contactpersoon	Hanneke Kruize – Lector Gezonde Stedelijke Ontwikkeling
Praktijkbegeleider	Hanneke Kruize / Rien van Stigt
Hogeschool Utrecht	Hogeschool Utrecht Padualaan 99 3584 CH, Utrecht
Begeleider Hogeschool Utrecht	Ellen van Keeken / Stephan Troost
Eerste Examinator	Christan Buurstee

Afbeelding voorzijde: (MRP & Ballast Nedam Development, 2023)

Voor u ligt het onderzoek “Monitoring in Cartesius: Biodiversiteit, Klimaatadaptatie & Gezondheid”. Dit onderzoek is mijn afstudeerwerk voor de opleiding Bachelor Built Environment aan de Hogeschool Utrecht, in de richting van Stadsontwikkeling.

Gedurende mijn studie en mijn eerdere stage heb ik veel interesse gekregen in de bijdrage van stadsontwikkeling aan de gezondheid van mens en natuur. In mijn zoektocht naar een afstudeerstage kwam deze opgave vanuit het Lectoraat Building Future Cities op mijn pad. Deze opgave, die deel uitmaakt van een groter onderzoeksproces naar de monitoring van gezonde stedelijke ontwikkeling in Cartesius, sluit goed aan bij mijn interesses.

In het onderzoeksproces ben ik mij meer gaan verdiepen in de rol van biodiversiteit en klimaatadaptatie binnen de gezonde stedelijke ontwikkeling. Met deze thema's heb ik minder ervaring, wat het uitdagend maakte om daar vanuit mijn expertise onderzoek naar te doen.

Uiteindelijk ben ik tevreden over hoe ik aan de hand van mijn onderzoek advies geef over de betrekking van parameters en meetmethodes voor biodiversiteit en klimaatadaptatie in het monitoren van de gezonde ontwikkeling in Cartesius en andere gebieden.

Veel leesplezier toegewenst!

Stan Stroobant

Utrecht

De wijk Cartesius in Utrecht moet voldoende ruimte en mogelijkheden bieden voor het stimuleren van gezondheid, een aspect dat vanaf het begin van de ontwikkeling van deze wijk centraal staat. Om deze ambities te waarborgen en toetsen, wordt er een monitoringstraject opgezet door de convenantpartners 'Bouwen aan een Gezonde Wijk'. Naast menselijke gezondheid zijn ook biodiversiteit en klimaatadaptatie belangrijke factoren, die samen een gezonde wijk creëren.

In het onderzoek zijn eerst relevante ontwerpprincipes in Cartesius in kaart gebracht. Vervolgens is op basis van literatuur, praktijkvoorbeelden en expertgesprekken een reeks parameters opgesteld die deze invloeden meetbaar maken. Elke parameter is uitgewerkt met een doel, meetmethode, meetfrequentie en mogelijke grenswaarden. Hiermee ontstaat een handvat om ontwikkelingen in de wijk daadwerkelijk te kunnen volgen en beoordelen.

De ontwerpprincipes zijn vervolgens beoordeeld op hun verwachte effect op de voorgestelde parameters. Op basis daarvan is inzicht verkregen in waar het huidige ontwerp voldoende bijdraagt aan biodiversiteit en klimaatadaptatie, en waar nog ruimte is voor verbetering.

Het resultaat is een basis voor een monitoringsaanpak waarmee Cartesius en andere projectontwikkelingen in de toekomst systematisch geëvalueerd kunnen worden. Daarnaast is geadviseerd over verdere ontwerpprincipes om de prestatie op parameters te vergroten. Daarmee draagt dit onderzoek bij aan het realiseren van gezonde stedelijke ontwikkeling.

Inhoudsopgave

Colofon	1
Voorwoord	1
Samenvatting.....	3
1 Begrippen	6
2 Inleiding	8
2.1 Aanleiding.....	9
2.2 Probleemstelling.....	10
2.3 Doelstelling & ambities	10
2.4 Afbakening.....	11
2.5 Vraagstelling	13
3 Onderzoeksstrategie	14
4 Casusstudie Cartesius	15
4.1 Stakeholders	15
4.2 Analyse van Gezondheid, Biodiversiteit en Klimaatadaptatie binnen Stadsontwikkeling	16
4.2.1 Biodiversiteit in Stadsontwikkeling	16
4.2.2 Klimaatadaptatie in Stadsontwikkeling	17
4.2.3 Gezondheid in Stadsontwikkeling	17
4.2.4 Conclusie	17
4.3 Ontwerpprincipes Cartesius	19
5 Invloeden van geplande ontwerpprincipes in Cartesius	22
5.1 Groene Corridors	22
5.2 Groene daken & gevels	24
5.3 Schaduw & beschutting.....	25
5.4 Verlichting	26
5.5 Stadslandbouw & participatieve Groenprojecten.....	27
5.6 Waterpartijen & bergend vermogen.....	28
5.7 Insectenpopulaties	29
5.8 (Ruimtelijke) Informatietoepassingen.....	30
5.9 Conclusie	31
6 Parameters Biodiversiteit & Klimaatadaptatie in Cartesius	32
6.1 Aantal inheemse soorten en exoten (planten en dieren)	33
6.2 Vogelpopulaties.....	34
6.3 Beplanting voor bestuivers.....	35
6.4 Locatie van bijen- en insectenhôtels	36
6.5 Licht(overlast).....	37
6.7 Bergingscapaciteit van wadi's	38

6.8 Hittestress	39
6.9 Afstand tot koelte.....	41
6.10 Schaduw op loopgebieden	42
6.11 Landschapsfragmentatie	43
6.12 Hoeveelheid groen	44
7 Conclusie	45
8 Discussie	46
9 Aanbevelingen	47
10 Literatuur.....	48
11 Bijlagen	53
11.1 Conceptual Framework	53
11.2 Life Radius in Blue Zones	53
11.3 Review Robbert Snep	54
11.4 Soortentabel.....	55

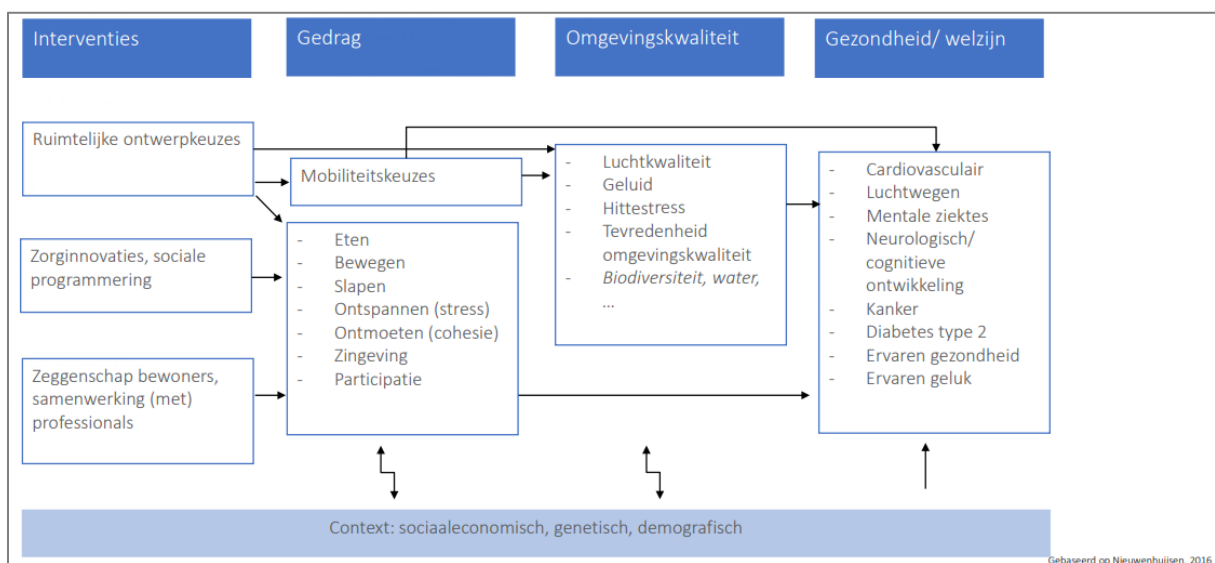
1 Begrippen

Gezonde Stedelijke Ontwikkeling

De term Gezonde Stedelijke Ontwikkeling verwijst naar de gezamenlijk aangestelde lector van de Hogeschool Utrecht en het RIVM binnen het lectoraat Building Future Cities (*Hogeschool Utrecht, 2021*). Lector Hanneke Kruize richt zich op het onderzoeken van een leefbare, duurzame en gezonde stedelijke omgeving voor alle inwoners. Het omvat verschillende aspecten die samenkomen om de levenskwaliteit te verbeteren en de gezondheid van de bevolking en milieu te bevorderen.

Theory of Change

De Theory of Change (*zie figuur 1*) is een overkoepelend raamwerk van het proces achter gezonde stedelijke ontwikkeling en is opgesteld door *Posthumus & Kruize (2023)*. Dit model gebaseerd op het 'Conceptual framework for the relation between urban and transport planning, environmental exposures and health' van *Nieuwenhuijsen (2016)* en geeft een globaal beeld om de effecten op de gezonde stedelijke ontwikkeling vanuit verschillende soorten interventies te tonen. Het model van *Nieuwenhuijsen (2016)* is te vinden in *11.1 Conceptual Framework*.



Figuur 1: Overkoepelende Theory of Change (Posthumus & Kruize, 2023)

Blue Zones

De blue zones verwijzen naar vijf verschillende regio's verspreid over de wereld waar mensen opvallend langer, gelukkiger en op een gezondere wijze leven (*Buettner & Skemp, 2016*). De regio's staan bekend om een hoog aantal mensen boven de honderd jaar en worden bestudeerd om inzicht te krijgen in factoren die bijdragen aan een lang, gelukkig en gezond leven. De Life Radius is een blauwdruk van de nabije leefomgeving van mensen die 90% van hun leven doorbrengen in blue zones. In de Life Radius worden thema's genoemd die belangrijk zijn in het transformeren naar een samenleving volgens de blue zone principes (*Buettner & Skemp, 2016*). De Life Radius is te vinden in *11.2 Life Radius in Blue Zones*.

Monitoring

Monitoring verwijst naar het volgen, observeren en verzamelen van gegevens over een proces. Het doel van monitoring is om real-time informatie te verkrijgen en eventuele afwijkingen of onregelmatigheden te detecteren (*Liu et al., 2009*). Dit proces is gericht op het in de gaten houden van prestaties en het waarborgen van opgestelde ambities.

Parameters

Verwijst naar de variabelen om specifieke aspecten van de omgeving te monitoren. Deze parameters dienen als meetpunten waarmee de prestaties op biodiversiteit, klimaatadaptatie en gezondheid van het geobserveerde gebied kunnen worden geanalyseerd.

Klimaatadaptatie

Verwijst in dit onderzoek naar de capaciteit van de stedelijke omgeving om zich aan te passen aan de veranderende klimaatomstandigheden en de fysieke uitdagingen die daarbij horen (*Boon et al., 2023*). Voorbeelden zijn hiervan zijn het kunnen bergen van meer regenwater in kortere tijd en het verminderen van hittestress op warme en zonnige dagen.

Biodiversiteit

Biodiversiteit verwijst naar de diversiteit van levensvormen op aarde, inclusief de variatie binnen soorten, tussen soorten en in verschillende ecosystemen. *Callaghan et al. (2020)* geven aan waarom het belangrijk is om dit aspect te monitoren: “*Monitoring urban biodiversity is increasingly important, given the increasing anthropogenic pressures on biodiversity in urban areas*”.

2 Inleiding

Cartesius is een gebied in Utrecht waar de Nederlandse Spoorwegen in de vorige eeuw een aantal voorzieningen huisvestte, zoals een werkplaats voor het onderhouden van (bus)materieel. Eind jaren '90 is de NS begonnen met verminderen van het grondgebruik in het gebied. Alle resterende voorzieningen van de Nederlandse Spoorwegen zijn te vinden in het zuiden van het gebied. In deze tijd zijn er een aantal bedrijven in het gebied getrokken, waarvan een enkeling de grond heeft overgekocht van de Nederlandse Spoorwegen.

In 2017 heeft de gemeente Utrecht samen met de Nederlandse Spoorwegen door *Urban Xchange & BGSV (2017)* een koersdocument laten opstellen om de richting te bepalen voor een nieuwe stadswijk in dit gebied. In deze visie is vastgesteld dat dit gebied ruimte moet bieden aan ongeveer 2800 nieuwe woningen, waarvan 25% sociale huurwoningen betreft. Inmiddels zijn er door de projectontwikkelaars MRP & Ballast Nedam Development ruim 3000 woningen in het gebied gepland, waarvan de eerste fases al opgeleverd of in aanbouw zijn. Daarnaast, zoals te zien in [figuur 2](#), moet Cartesius ruimte bieden aan verschillende voorzieningen zoals een school, sporthal en supermarkt (*MRP & Ballast Nedam Development, 2023*).



Figuur 2: Plankaart Cartesius (MRP & Ballast Nedam Development, 2023)

In 2021 hebben de Hogeschool Utrecht en het RIVM Hanneke Kruize als Lector Gezonde Stedelijke Ontwikkeling aangesteld. Binnen dit lectorschap wordt onderzoek gedaan naar de rol van gezondheid in stedelijke ontwikkeling. Het is niet vanzelfsprekend dat ontwikkelingen zoals Cartesius genoeg ruimte, tijd en mogelijkheden bieden voor het stimuleren van de gezondheid. Het is bijzonder dat hier in dit gebied vanaf het begin van de ontwikkeling op in wordt gezet. Om meer inzichten te krijgen over

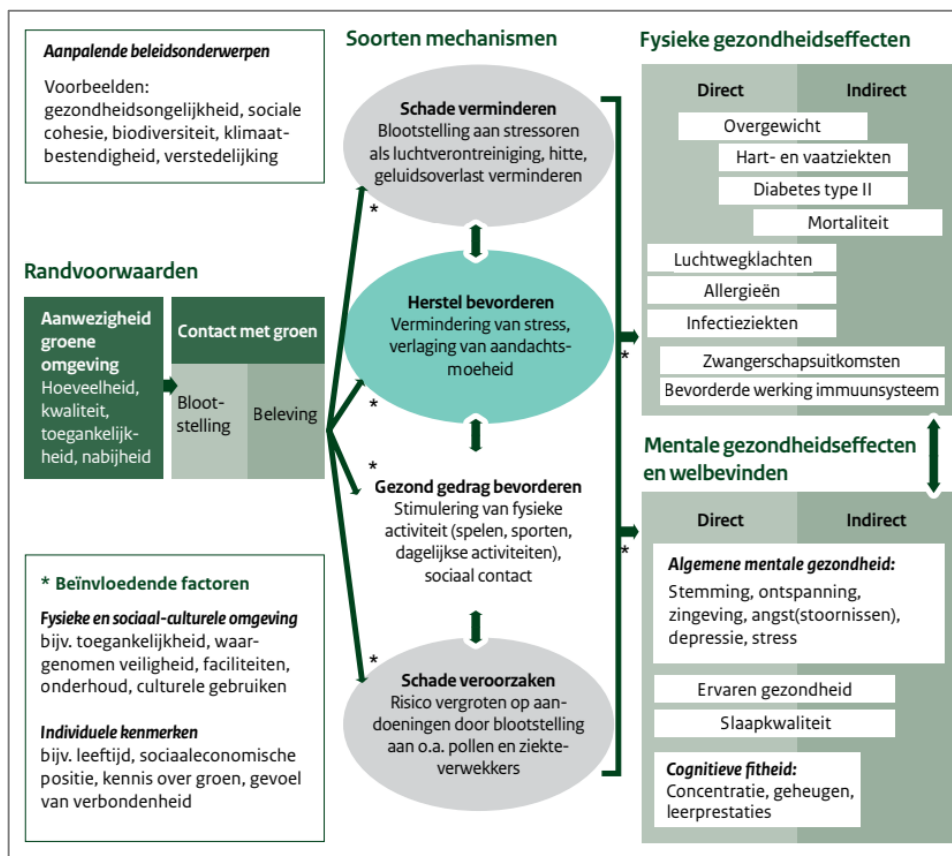
de te bereiken ambities, is het van belang om deze ambities te monitoren zodat er meer bekend wordt over de invloed van de toegepaste ontwerpprincipes in Cartesius. Het proces om de ambities te monitoren wordt samen met de Convenantpartners 'Bouwen aan een Gezonde Wijk' uitgevoerd. De deelnemende organisaties en instellingen worden in [4.1 Stakeholders](#) toegelicht, eveneens als hun belangen en rollen in dit proces.

2.1 Aanleiding

In Cartesius werken veel verschillende partijen en belanghebbenden samen om deze wijk te ontwikkelen volgens de principes van Blue Zones. Het doel hiervan is om de wijk zo in te richten dat de bewoners in een plaats en gemeenschap leven waarin zij langer, gezonder en gelukkiger kunnen leven.

Er wordt de afgelopen jaren op veel plekken aandacht besteed aan verschillende uitgangspunten van gebiedsontwikkeling, omdat er steeds meer bekend wordt over de invloeden van de fysieke omgeving op de gezondheid. Het idee om de principes uit de 'Blue Zones' te vertalen naar ontwerpprincipes voor Cartesius sluit aan bij gezonde gebiedsontwikkeling.

Een voorbeeld van een van deze invloeden op de gezondheid is de aanwezigheid van groen in een (stedelijk) gebied. Dit is te zien in het conceptueel model van RIVM (2022). Het model is opgesteld uit eerdere onderzoeken naar de impact van groen op gezondheid en combineert fysieke en mentale aspecten ([zie figuur 3](#)).



Figuur 3: Conceptueel Model, invloed van groen op gezondheid (RIVM, 2022)

Dit model geeft een beeld van de huidige situatie van kennis waarin globale effecten van de stedelijke omgeving op de gezondheid duidelijk zijn, maar het niet inzichtelijk is welke fysieke ontwerpkeuzes hier invloed op hebben. Het doel van dit onderzoek is het benoemen van die invloed die fysieke ontwerpkeuzes hebben op deze gevolgen van gezondheid, biodiversiteit en klimaatadaptatie.

Lector Hanneke Kruize heeft een onderzoeksprogramma opgesteld om de gezonde gebiedsontwikkeling te kunnen monitoren. Door een projectgroep van de BBE-specialisatie Stadsontwikkeling is een studie gedaan naar het opzetten van een handleiding voor het monitoren van een parkomgeving, met als testcasus park Transwijk (*Kort et al., 2022*). Hierna zijn als vervolg van deze studie meerdere (internationale) parken getoetst. In deze onderzoeken zijn een breed spectrum aan monitoringtools geïnventariseerd. In dit onderzoek wordt gekeken of bepaalde methoden en technieken van *Kort et al. (2022)* schikken om ze in de context van deze situatie in te kunnen zetten.

2.2 Probleemstelling

In Cartesius is vanuit de convenantpartners interesse om een plaatsgebonden monitor op te zetten om de gezonde ontwikkeling van deze wijk de komende jaren te kunnen volgen.

Om niet alleen de gezondheid van de mens, maar ook van de natuur te kunnen monitoren, moeten de thema's biodiversiteit en klimaatadaptatie in de monitoring worden opgenomen.

Voor de monitoring van deze verschillende thema's zijn methodes bekend, maar deze zijn nog niet eerder gecombineerd met monitoring van effecten op menselijke gezondheid. Ook is deze combinatie nog niet specifiek voor de ontwerpprincipes binnen dit projectgebied ontwikkeld.

In de huidige situatie zijn de effecten op de biodiversiteit, klimaatadaptatie en de gezondheid door de inrichting van de buitenruimte binnen het projectgebied van Cartesius nog onbekend.

De gewenste situatie is een leefomgeving waarin de buitenruimte optimaal ontworpen, beheert en gebruikt wordt voor een gezond leven in de wijk Cartesius voor mens en natuur, door te weten welke veranderingen daarvoor gemaakt moeten worden.

2.3 Doelstelling & ambities

Het doel van dit onderzoek is het in kaart brengen van de invloeden die ontwerpprincipes in Cartesius hebben op de thema's biodiversiteit, klimaatadaptatie en gezondheid. Daarna wordt geadviseerd over welke parameters en meetmethodes deze invloeden meetbaar kunnen maken, zodat professionals beter geïnformeerde beslissingen kunnen nemen over de inrichting van de buitenruimte.

Het onderzoek zal bestaande methoden en technieken combineren, aanvullen en afstemmen op plaatsgebonden toepassing in Cartesius en kan binnen de beschikbare tijd en middelen worden uitgevoerd.

2.4 Afbakening

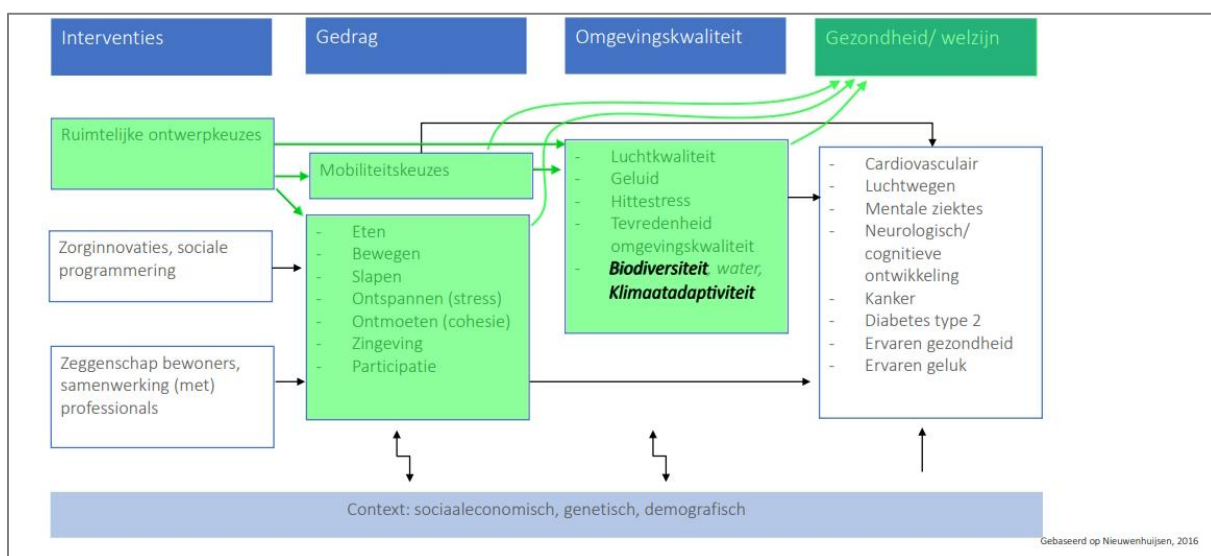
Om de wijk Cartesius op een integrale wijze te ontwikkelen, zijn keuzes in het ontwerp en onderhoudsproces nodig vanuit een multidisciplinaire samenkomst en samenwerking. Het is voor dit onderzoek te complex om alle aspecten van de ontwikkeling in Cartesius te kunnen monitoren. Aan de hand van de beschikbare BBE expertise en de beschikbare tijd is in overleg met de opdrachtgever een afbakening gemaakt van de te onderzoeken aspecten. In de overkoepelende Theory of Change door Kruize en Posthumus (2023) is de afbakening van dit onderzoek te zien in de context van de gehele theorie achter gezonde gebiedsontwikkeling (zie [figuur 4](#)). In [tabel 1](#) wordt de afbakening voor elk onderdeel van het onderzoek concreet omschreven.

De afwegingen zijn gemaakt in overeenstemming met de opdrachtgeefster Hanneke Kruize, zodat de werkzaamheden aansluiten bij haar onderzoeksprogramma en zodat dit onderzoek bijdraagt aan het grotere monitoringstraject in Cartesius waar veel partijen aan werken.

Tabel 1: Afbakening van onderwerpen

Project onderwerp	Binnen scope	Buiten scope
<i>Locatie</i>	Monitoring voor locaties binnen het projectgebied Cartesius zoals te zien in figuur 2 : Plankaart Cartesius (MRP & Ballast Nedam Development, 2023). Externe factoren die van invloed zijn op de gezondheid, klimaatadaptatie en biodiversiteit worden ook meegenomen in de monitoring.	Monitoring op locaties buiten het projectgebied en het meenemen van externe factoren die geen invloed hebben op de genoemde thema's.
<i>Ruimtes binnen de locatie</i>	Het onderzoek richt zich op de invloed van ontwerpprincipes in de buitenruimte, met uitzondering van de aanwezigheid van voorzieningen die invloed hebben op de thema's gezondheid, klimaatadaptatie en biodiversiteit	Zaken zoals de impact van ontwerpprincipes op esthetiek, het materiaalgebruik of andere aspecten die niet rechtstreeks verband houden met gezondheid, klimaatadaptatie en biodiversiteit vallen buiten de scope van het onderzoek.

<i>Bepalen van parameters</i>	Parameters die worden onderzocht moeten vallen binnen de groen gearceerde afbakening in figuur 4 of relevant zijn voor de monitoring van de thema's biodiversiteit en klimaatadaptatie. De parameters die binnen deze aspecten vallen, moeten relevant zijn voor de afstudeerrichting Stadsontwikkeling.	Parameters die niet in de groen gearceerde aspecten vallen en niet relevant zijn voor de monitoring van de thema's biodiversiteit en klimaatadaptatie.
<i>Betrekking van de Stakeholders</i>	Stakeholders in het huidige covenant en andere stakeholders met hoog belang/invloed.	Andere of nieuwe stakeholders met weinig belang/invloed.
<i>Monitoringstool</i>	Parameters voor een monitor die geschikt zijn om op verschillende wijzen te verwerken of te integreren.	Ontwikkeling & vormgeving van een overkoepelende monitor.



Figuur 4: Afbakening (groen gearceerd) binnen de overkoepelende Theory of Change (Posthumus & Kruize, 2023)

De inhoud van [figuur 4](#) komt gedurende het onderzoek regelmatig terug om de gemaakte stappen en overwegingen toe te kunnen lichten.

Praktijkvraag:

- *“Hoe kan de invloed van ruimtelijke ontwerpkeuzes in Cartesius voor biodiversiteit en klimaatadaptatie in aanvulling op gezondheid plaatsgebonden worden gemonitord?”*

Kennisvraag:

- *“Welke bestaande methoden en indicatoren zijn geschikt om de invloed van ruimtelijke ontwerpkeuzes op biodiversiteit, klimaatadaptatie en gezondheid te monitoren?”*

Deelvragen:

- *“Welke invloed kan de stadsontwikkeling hebben op de biodiversiteit en klimaatadaptatie, in combinatie met de gezondheid?”*
- *“Welke ontwerpprincipes in Cartesius zijn relevant om mee te nemen in het onderzoek?”*
- *“Welke invloeden hebben de ontwerpprincipes in Cartesius op biodiversiteit, klimaatadaptatie en gezondheid?”*
- *“Welke parameters kunnen gemeten worden om de ontwikkeling in Cartesius te toetsen?”*
- *“Welke aanvullende ontwerpprincipes helpen Cartesius om extra te presteren op de parameters?”*

Casusstudie

Er wordt een analyse van de plannen uitgevoerd om de beoogde ontwerpkeuzes in Cartesius te inventariseren. Deze analyse wordt gedaan met de plannen die openbaar beschikbaar zijn en met informatie van MRP & Ballast Nedam Development uit verschillende bijgewoonde workshops. Deze laatstgenoemde informatie zal niet verder gespecificeerd worden in dit onderzoek.

Literatuuronderzoek naar invloeden van ontwerpprincipes

Allereerst wordt een uitgebreid literatuuronderzoek uitgevoerd. Het doel hiervan is om inzicht te krijgen in de bestaande kennis over de invloed van stedelijke ontwerpprincipes op biodiversiteit, klimaatadaptatie en gezondheid. Hierbij wordt specifiek gekeken naar ontwerpprincipes die worden toegepast in Cartesius.

Dit literatuuronderzoek vormt de basis voor het opstellen van relevante parameters en bestaande monitoringstechnieken die toegepast kunnen worden in Cartesius.

Review van het onderzoeksproces

Met behulp van een review worden de gemaakte stappen richting het opstellen van parameters besproken. Hiernaast wordt informatie verkregen over mogelijke meetmethodes en belangrijke randvoorwaarden waar rekening mee gehouden moet worden bij de uiteindelijke uitvoering van de monitor.

Samenstelling van parameters in een longlist

Op basis van de literatuurstudie, casestudieanalyse en de review wordt een longlist met parameters opgesteld. Deze longlist bestaat uit:

- Kernindicatoren: Geïdentificeerde parameters die de gezondheid, biodiversiteit en klimaatadaptatie in Cartesius meten.
- Meetmethoden: Specifieke technieken en tools die gebruikt worden voor het verzamelen van data.

Advies over prestaties van Cartesius op gevonden parameters

Per opgestelde parameter in de longlist zal een terugkoppeling worden gemaakt op de prestatie van Cartesius hierop. Aanvullend wordt hier geadviseerd over extra ontwerpprincipes die de prestatie zouden versterken.

4.1 Stakeholders

In het proces van de gezonde stedelijke ontwikkeling in Cartesius zijn veel partijen betrokken. Een groot deel van deze partijen hebben het convenant “Bouwen aan een Gezonde Wijk” getekend om nauw samen te kunnen werken aan hun gezamenlijke ambities in Cartesius (*Universiteit Utrecht, 2023*). De partijen in kwestie zijn hieronder samengevat. Als uitzondering van partijen die het convenant hebben ondertekend, zijn de bewoners van Cartesius ook meegenomen in de samenvatting. Zij hebben een belangrijke rol binnen het onderzoek, omdat zij de maatstaf zullen vormen voor de monitoring van de gezondheid van de bevolking.

Gemeente Utrecht:

Rol: Beheren van het gebied, Community Manager

Betrokkenheid: De gemeente Utrecht speelt een belangrijke rol als beheerder van het gebied en fungeert tijdens en na de ontwikkeling als community manager. Als beheerder is de gemeente verantwoordelijk voor het algemene beheer en de planning van de stedelijke ontwikkeling in Cartesius. Als community manager faciliteert de gemeente de betrokkenheid van de lokale gemeenschap en zorgt voor participatie van de bewoners in het ontwikkelingsproces en het monitoringstraject.

Ontwikkelaars (MRP & Ballast Nedam Development):

Rol: Ontwikkelen van gebied en toetsen van eigen ontwerpprincipes

Betrokkenheid: De ontwikkelaars MRP & Ballast Nedam Development zijn verantwoordelijk voor het ruimtelijke ontwerp en de ontwikkeling van het gebied. Ze hebben een sleutelrol bij het implementeren van ontwerpprincipes en zorgen voor de daadwerkelijke realisatie van de plannen. Daarnaast moeten ze hun eigen ontwerpprincipes toetsen aan de geldende normen en eisen die vooraf gesteld zijn.

Kennisinstellingen (Hogeschool Utrecht, Universiteit Utrecht & Universitair Medisch Centrum Utrecht):

Rol: Onderzoeken en adviseren over ontwikkelingen

Betrokkenheid: De kennisinstellingen zijn betrokken bij de gezonde stedelijke ontwikkeling door onderzoek te verrichten en advies uit te brengen. Ze leveren expertise op verschillende terreinen, zoals stedenbouw, gezondheid en duurzaamheid, om de ontwikkeling en het beheer in Cartesius te ondersteunen, te waarborgen en te verbeteren.

Bewoners Cartesius:

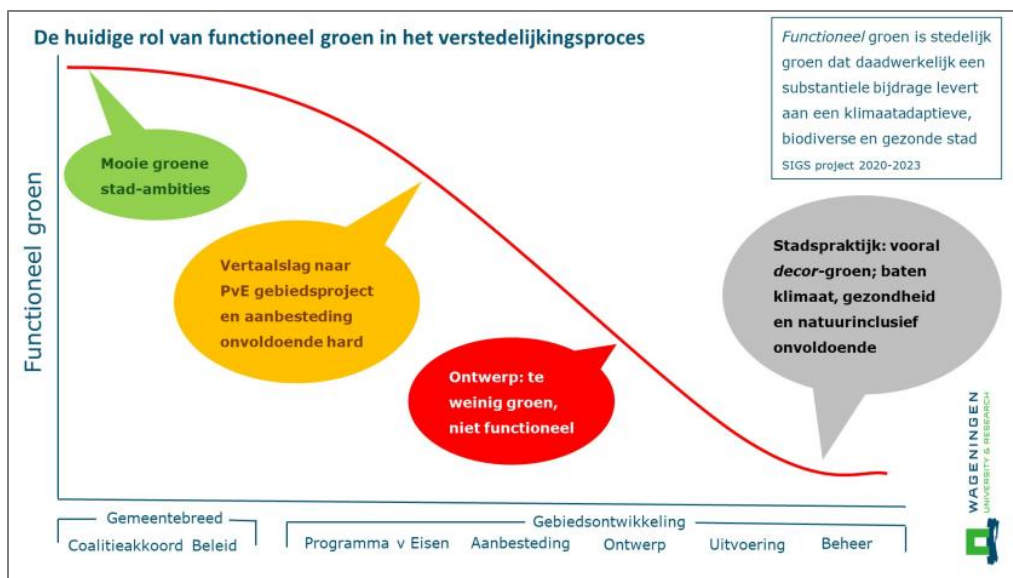
Rol: Community

Betrokkenheid: De bewoners van Cartesius vervullen een belangrijke rol als actieve deelnemers in de ontwikkeling en monitoring van de wijk. Zij vormen de lokale community en hebben de mogelijkheid om input & data te leveren, feedback te geven en deel te nemen aan besluitvormingsprocessen. Hun betrokkenheid en medewerking in de monitor is zeer belangrijk voor het creëren van een gezonde leefomgeving.

4.2 Analyse van Gezondheid, Biodiversiteit en Klimaatadaptatie binnen Stadsontwikkeling

Dit hoofdstuk belicht de theorie achter biodiversiteit, klimaatadaptatie en gezondheid in de context van stadsontwikkeling. Een samenvattend begrip van de mechanismes achter deze drie thema's geeft inzicht om gecombineerde metingen uit te voeren door meer invloeden aan een parameter te koppelen.

Uit de review met ecooloog Robbert Snep blijkt dat in veel projectontwikkelingen er te weinig meetbare doelen worden gesteld in het waarborgen van ambities binnen deze thema's (zie [bijlage 11.3 Review Robbert Snep](#)). Hierdoor gaan in het proces veel ontwerpprincipes die bijdragen aan deze ambities verloren (zie [figuur 5](#)). Het is daarom belangrijk om goed vast te leggen wat de definities van de thema's zijn in de stadsontwikkeling.



Figuur 5: De huidige rol van functioneel groen in het verstedelijkingsproces

4.2.1 Biodiversiteit in Stadsontwikkeling

Biodiversiteit in stadsontwikkeling omvat de verscheidenheid aan planten, dieren en ecosystemen die aanwezig zijn in stedelijke gebieden zoals Cartesius. Het behoud en de bevordering van biodiversiteit zijn van belang om de ecologische veerkracht van steden te vergroten. Ontwerprichtlijnen zoals groene corridors, groendaken en stadslandbouw dragen bij aan het behoud van biodiversiteit in stedelijke omgevingen. Hierbij is het wel belangrijk om stil te staan bij welke programmering er wordt gehanteerd in het ontwerp van deze groene ruimtes. Daarnaast spelen groene ruimtes een grote rol bij het verminderen van het stedelijk hitte-eilandeffect en dragen ze bij aan de algehele levenskwaliteit van stadsbewoners.

4.2.2 Klimaatadaptatie in Stadsontwikkeling

Klimaatadaptatie in stadsontwikkeling richt zich op het vermogen van een stad om zich aan te passen aan de gevolgen van klimaatverandering. Dit omvat mechanismes zoals watermanagement, hittebestendige infrastructuur en het verminderen van de kwetsbaarheid voor extreme weersomstandigheden (TAUW, z.d.). De integratie van groene en blauwe infrastructuren, zoals waterpartijen en groene daken, draagt niet alleen bij aan klimaatadaptatie maar heeft ook positieve effecten op de gezondheid en biodiversiteit in steden.

Aan de hand van de Handreiking Decentrale Regelgeving Klimaatadaptatie zijn door Samen de Diepte een aantal ontwerpprincipes voor de buitenruimte opgesteld. Er is veel kennis over de globale effecten van deze ontwerpprincipes maar de concrete kennis erachter die vereist is voor het opstellen van de parameters in de monitoring ontbreekt.

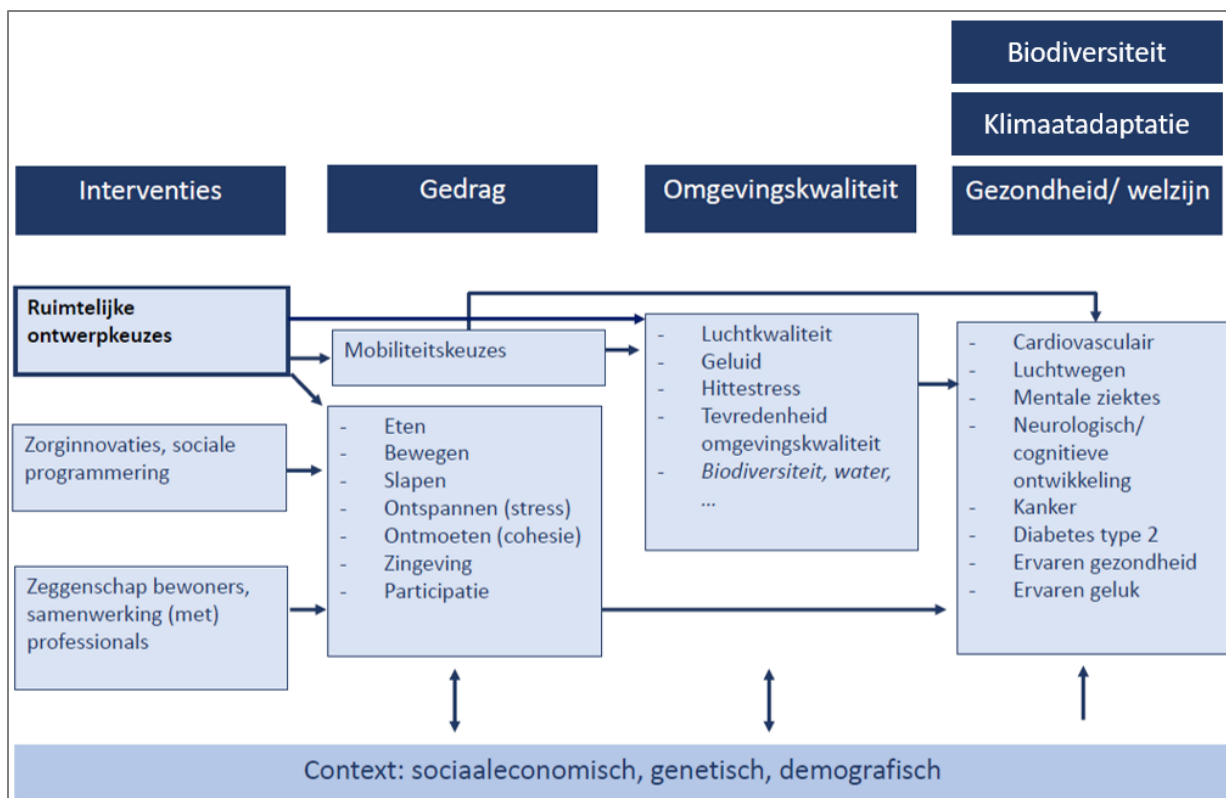
4.2.3 Gezondheid in Stadsontwikkeling

Gezondheid in stadsontwikkeling omvat een breed spectrum aan facetten, waaronder luchtkwaliteit, toegang tot groene ruimten, fysieke activiteit en sociale cohesie. Het creëren van gezonde stedelijke omgevingen vereist een benadering waarbij zowel de fysieke als sociale aspecten van gezondheid in overweging worden genomen. Groene infrastructuur, zoals parken en fietspaden, stimuleert niet alleen lichamelijke activiteit, maar verbetert ook de luchtkwaliteit en draagt bij aan stressvermindering.

Onderzoek van de *Wageningen University & Research (2018)* toont aan dat de buitenruimte drie belangrijke en meetbare korte termijn effecten op de menselijke gezondheid kan hebben. Deze effecten zijn rustgeving, sociaal contact en beweging.

4.2.4 Conclusie

Uit analyse van de thematiek blijkt dat het belang van de thema's biodiversiteit en klimaatadaptatie veel invloed heeft op de gezondheid van stedelijke omgevingen. Dit geeft aan dat er een aanpassing aan de Theory of Change uit [figuur 1](#) plaats moet vinden. De thema's biodiversiteit en klimaatadaptatie worden in deze aanpassing niet meer gezien als onderdeel van de omgevingskwaliteit voor de menselijke gezondheid, maar als doelen op zich (zie [figuur 6](#)). Daarna zijn deze ingevuld met de geanalyseerde definities van biodiversiteit en klimaatadaptatie (zie [figuur 7](#)). Hiermee is de deelvraag "Welke invloed kan de stadsontwikkeling hebben op de biodiversiteit en klimaatadaptatie, in combinatie met de gezondheid?" beantwoord.



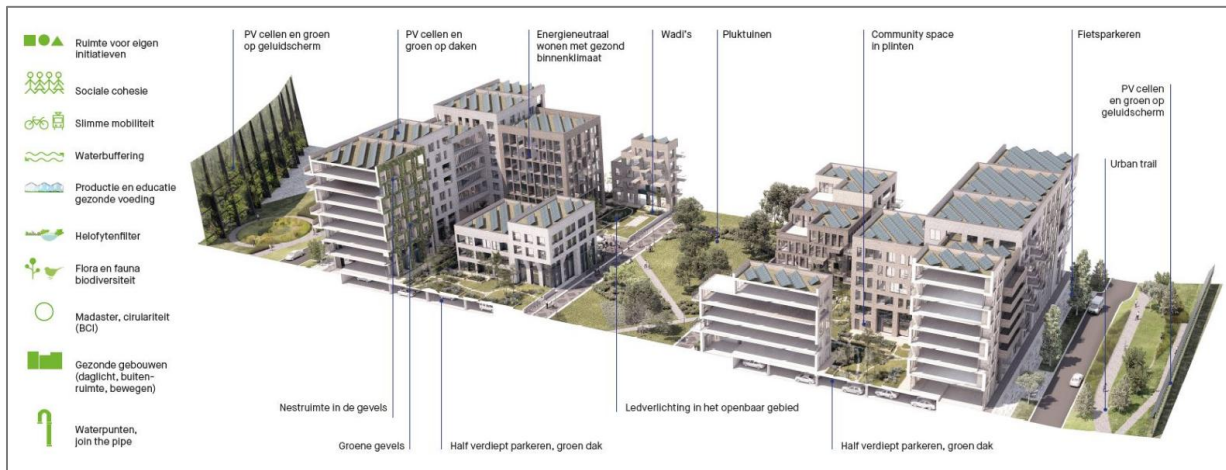
Figuur 6: Aanpassing van de Theory of Change op basis van Posthumus & Kruize (2023)



Figuur 7: Eerste aanvulling voor de aangepaste Theory of Change

4.3 Ontwerpprincipes Cartesius

Om te kunnen bepalen welke invloeden de ontwerpkeuzes van de ontwikkelaars zullen hebben op de biodiversiteit en klimaatadaptatie in Cartesius, zal er zoveel mogelijk informatie moeten worden gehaald uit de beschikbare plannen. Deze informatie is afkomstig van de website van het consortium of uit presentaties die gegeven zijn door MRP & Ballast Nedam Development tijdens een van de verschillende workshops (januari t/m april 2024) over het onderzoekstraject.



Figuur 8: Overzicht van verschillende ontwerpprincipes (MRP & Ballast Nedam Development, 2023)

In Cartesius wordt veel aandacht besteed aan de planning van functioneel groen, vooral in de kleinere binnenplaatsen. Deze binnenplaatsen dragen bij aan de leefbaarheid en de ecologische waarde van het gebied. Binnen het gebied staan de centrale parkomgeving en het groene lint (rechts op [figuur 8](#)) met elkaar in verbinding. Groene verbindingen met omliggende gebieden zijn niet nadrukkelijk meegenomen in de plannen van de ontwikkelaar. De stadsboulevard leent zich hierin als de belangrijkste groene verbinding.



Figuur 9: Centrale parkomgeving Cartesius (MRP & Ballast Nedam Development, 2023)

De aanwezigheid van hoogteverschillen tussen woonblokken en de buitenruimtes kan een barrière vormen voor zowel mensen als dieren. Daarnaast zorgen zowel de bebouwing als het geplande groen voor aanzienlijke schaduwvorming, wat invloed kan hebben op het gebruik en de temperatuur van de buitenruimtes (zie [figuur 9](#)).

Op de daken van de gebouwen zijn voornamelijk groene daken gepland. Toch zijn er ook veel daken waar de ruimte nodig is voor technische installaties. Deze daken, waar geen groen mogelijk is, hebben een wit oppervlak om de warmteopname te beperken (zie [figuur 10](#)).



Figuur 10: Overzicht Cartesius met stadsboulevard (MRP & Ballast Nedam Development, 2023)

De plinten van de gebouwen zijn ontworpen als ‘communityspaces’, maar er is een risico dat deze ruimtes 's avonds leeg staan, wat negatieve gevolgen kan hebben voor de sociale veiligheid. Dit vraagt om aanvullende maatregelen om deze ruimtes ook in de avonduren levendig en veilig te houden.

Duurzaam en gezond wonen

In Cartesius creëren we een stadswijk met zo min mogelijke negatieve en zo veel mogelijk positieve impact op mens en milieu. Hoe we dat doen? Een paar voorbeelden:

- We beperken het energiegebruik, zodat we minder hoeven op te wekken. We gebruiken lokale energiebronnen en energieopslag.
- Minimaal 30% van de wijk wordt groen ingericht om te verblijven en van te genieten en dit groen is er ook om de klimaatadaptatie en biodiversiteit van de wijk te bevorderen.
- Meten is weten. Een brede coalitie van partijen, waaronder wetenschap, bedrijfsleven én overheid hebben krachten gebundeld in het convenant 'Bouwen aan een Gezonde Wijk' om te meten hoe Cartesius kan bijdragen aan een betere gezondheid voor iedereen.
- In Cartesius worden diverse fysieke verblijven ontworpen om de dieren een plek te geven. Zo komen er in deelgebied Nicoya 56 gierzwaluwkasten, 46 nestkasten voor huismussen, 93 vleermuiskasten en 2 insectenhôtels.

Figuur 11: Voorbeelden uit de Cartesius-nieuwsbrief van ontwerpprincipes die gepland zijn voor de aankomende faseontwikkelingen (MRP & Ballast Nedam Development, 2023)

In de (semi) openbare ruimtes en binnenplaatsen is het belangrijk om aandacht te besteden aan de (sociale) veiligheid, zonder daarbij de nachtrust van dieren te verstoren. Dit vraagt om een zorgvuldige balans tussen verlichting en donkerte.



Figuur 12: Binnengebied tussen de woonblokken (MRP & Ballast Nedam Development, 2023)

Waterberging is een ander belangrijk aandachtspunt binnen Cartesius. Door het half verdiept parkeren onder alle woonblokken moet de waterberging voornamelijk worden opgelost in de open groene ruimtes. Er zijn geen plekken met open water gepland in het gebied.

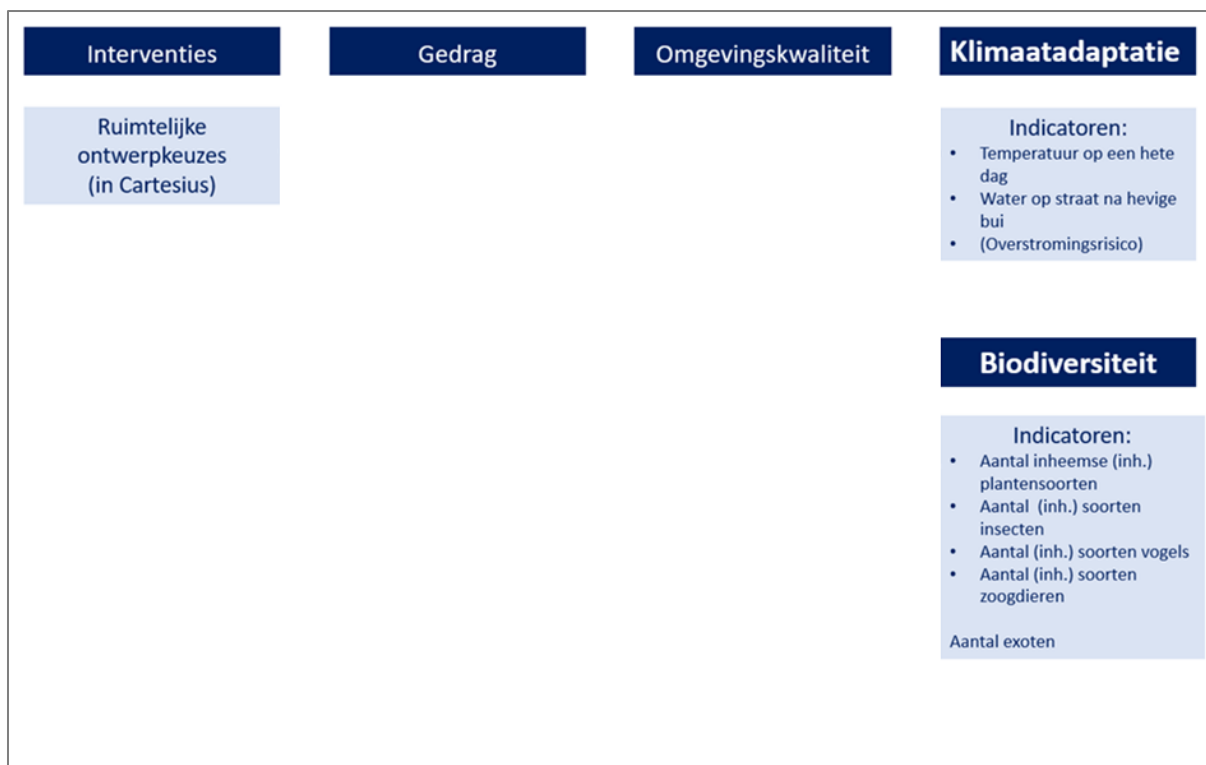
Tijdens de workshops is er veel aandacht besteed aan manieren om informatie te geven en te winnen over de levensstijl in Cartesius en het noodzakelijke onderzoek hiervoor. Hoewel dit een belangrijk aspect is, zijn er geen plannen om fysieke plekken in te richten voor het inwinnen van informatie.

Uit deze analyse kan een lijst aan ontwerpprincipes in Cartesius opgemaakt worden die betrekking hebben op biodiversiteit en klimaatadaptie in combinatie met gezondheid.

- Groene corridors
- Groene daken & gevels
- Schaduw & beschutting
- Verlichting
- Stadslandbouw & participatieve groenprojecten
- Waterpartijen & bergend vermogen
- Insectenpopulaties
- (Ruimtelijke) Informatietoepassingen

Deze informatie kan aangevuld worden in de aangepaste Theory of Change (zie [figuur 13](#)).

Met deze inventarisatie is de deelvraag “Welke ontwerpprincipes in Cartesius zijn relevant om mee te nemen in het onderzoek?” beantwoord.



Figuur 13: Tweede aanvulling van de aangepaste Theory of Change

5 Invloeden van geplande ontwerpprincipes in Cartesius

De geplande ontwerpprincipes in Cartesius, zoals vastgesteld in het vorige hoofdstuk, worden in dit hoofdstuk onderzocht op de invloeden die zij uitvoeren op de thema's biodiversiteit, klimaatadaptatie en gezondheid.

5.1 Groene Corridors

Tabel 2: Invloeden van Groene corridors

Thema	Invloed op thema (+ = Positieve invloed, - = Negatieve Invloed)
Biodiversiteit	+ Groene corridors dienen als corridors voor planten en dieren, waardoor ze zich kunnen verplaatsen en verschillende gebieden kunnen koloniseren. Dit bevordert de biodiversiteit in stedelijke omgevingen. (<i>Hoogstra & De Molenaar, 2000</i>) + Groene corridors met een programmering inheemse planten kunnen een thuis bieden aan lokale flora en fauna, wat essentieel is voor het behoud van inheemse biodiversiteit. (<i>Atlas Leefomgeving, 2022</i>)

	- Slecht beheerde groene corridors kunnen invasieve planten en dieren ruimte geven om te floreren, wat schadelijk kan zijn voor inheemse soorten en de ecologische balans kan verstoren. (<i>Atlas Leefomgeving, 2022</i>) - Groene corridors die niet in verbinding staan met elkaar kunnen leiden tot habitatfragmentatie, waardoor de mobiliteit van dieren wordt beperkt. (<i>Hoogstra & De Molenaar, 2000</i>)
Klimaatadaptatie	+ Groene corridors verminderen het hitte-eilandeffect door schaduw te bieden en de verdamping van water te bevorderen. Hierdoor verminderd de algehele temperatuur in stedelijke gebieden. (<i>Brown et al., 2015</i>) + Groene corridors kunnen functioneren als natuurlijke waterbuffers, waardoor het risico op overstromingen in stedelijke gebieden wordt verminderd. (<i>Autixier et al., 2014</i>) + Door verdamping dragen groene corridors bij aan een natuurlijke regulering van de luchtvochtigheid, wat helpt bij het verminderen van droogte-gerelateerde problemen. (<i>Brown et al., 2015</i>) - Slecht beheer van waterbergende functies in groene corridors kunnen leiden tot waterophoping en stagnatie, wat leidt tot problemen zoals muggenplagen en watervervuiling.
Gezondheid	+ Groene corridors dragen bij aan een betere luchtkwaliteit doordat planten CO₂ opnemen en zuurstof produceren. Dit kan de gezondheid van stadsbewoners verbeteren door de blootstelling aan schadelijke stoffen te verminderen. (<i>Hiemstra, 2018</i>) + Natuurlijke groene omgevingen hebben stress verlagende effecten. Groene corridors bieden een toevluchtsoord van de stedelijke drukte, waardoor mensen kunnen ontspannen en mentaal welzijn kunnen bevorderen. (<i>Van den</i> + Groene ruimtes stimuleren lichamelijke activiteit. Mensen zijn eerder geneigd om te wandelen, joggen of fietsen in groene omgevingen, wat positieve effecten heeft op de fysieke gezondheid. (<i>Van den Berg & Van Winsum-Westra, 2006</i>) - Door bepaalde beplanting kunnen groene corridors allergenen zoals pollen bevatten, wat problematisch kan zijn voor mensen met allergieën. Ook kunnen bepaalde planten en waterpartijen ziektevectoren zoals muggen aantrekken. (<i>GGD Regio Utrecht, 2022</i>)

5.2 Groene daken & gevels

Tabel 3: Invloeden van Groene daken & gevels

Thema	Invloed op thema (+ = Positieve invloed, - = Negatieve Invloed)
Biodiversiteit	+ In stedelijke omgevingen dienen groene daken als aanvullende groene habitats, omdat ze planten, insecten en vogels een leefgebied bieden en daarmee de biodiversiteit bevorderen. (<i>Milieu Centraal, z.d.</i>) + Door op groene daken specifieke plantensoorten te planten, kan de floradiversiteit worden vergroot. Dit is bevorderlijk voor de insectenpopulaties in de buurt. (<i>Atlas Leefomgeving, 2022</i>) - In vergelijking met traditionele groene gebieden bieden groene daken vaak minder ruimte. Vanwege de beperkte ruimte voor verschillende habitats kan dit de soortendiversiteit beperken als hier te veel nadruk op ligt in het ontwerp.
Klimaatadaptatie	+ Groene daken kunnen regenwater absorberen en vasthouden, waardoor de kans op overstromingen wordt verminderd en de druk op stedelijke rioleringsystemen en overige waterbergende functies wordt verminderd. (<i>Gastkemper & Buntsma, 2015</i>) + Groene daken helpen bij het verminderen van het hitte-eilandeffect in stedelijke gebieden door de reflectie van zonlicht en het verdampen van water. (<i>Gastkemper & Buntsma, 2015</i>) - De toepasbaarheid bij daken op grotere gebouwen zoals appartementencomplex is beperkt door de benodigde technische installaties en openbare buitenruimtes. (<i>Milieu Centraal, z.d.</i>)
Gezondheid	+ Groene daken helpen bij het verminderen van luchtverontreinigende stoffen door de opname van schadelijke deeltjes en gassen, waardoor de luchtkwaliteit verbetert. (<i>Herath et al., 2018</i>) + Groene daken bieden isolatie, waardoor de temperatuur op en rond gebouwen wordt gereguleerd. Dit draagt bij aan het verminderen van hitte-eilandeffecten en het bevorderen van een aangename omgeving. (<i>Milieu Centraal, z.d.</i>) - Het eventuele gebruik van kunstmatige bemesting van groene daken heeft een negatieve impact op gezondheid in lange termijn. (<i>Beaudoin & Gosselin, 2016</i>)

5.3 Schaduw & beschutting

Tabel 4: Invloeden van Schaduw & beschutting

Thema	Invloed op thema (+ = Positieve invloed, - = Negatieve Invloed)
Biodiversiteit	+ Beschutte gebieden met verschillende (specifieke) plantensoorten dienen als leefgebied voor diverse flora en fauna. Bomen en groene ruimten in stedelijke omgevingen bevorderen de biodiversiteit door verschillende soorten insecten, vogels en andere dieren aan te trekken. Dit draagt bij aan het behoud van de ecologische balans. - Overmatige schaduw (door bebouwing) kan bepaalde plantensoorten belemmeren bij het verkrijgen van voldoende zonlicht voor fotosynthese. Dit kan de groei van planten en bomen beperken, waardoor sommige delen van het ecosysteem worden aangetast.
Klimaatadaptatie	+ Beschutting door groen kan helpen bij het verminderen van extreme temperaturen door schaduw te bieden. Dit is vooral belangrijk in stedelijke hitte-eilanden, waar gebouwen en bestrating warmte vasthouden. Bomen kunnen ook helpen bij het verminderen van de behoefte aan airconditioning, waardoor de energieconsumptie wordt verminderd. (Wang & Akbari, 2016) - Te veel schaduw van omliggende bebouwing kan ook de efficiëntie van zonne-energiesystemen verminderen.
Gezondheid	+ Schaduwrijke plekken bieden verkoeling, wat belangrijk is om hittestress en zonneshade te voorkomen. Beschutte gebieden kunnen op warme dagen dienen als plekken waar mensen kunnen ontspannen, wat gunstig is voor de mentale gezondheid. (Koedoot et al., 2013) (Wang & Akbari, 2016) - Overmatige schaduw kan leiden tot gebrek aan zonlicht, wat essentieel is voor de productie van vitamine D. Dus geeft kans op vitamine D-tekort. - Te veel schaduw kan ook de toegankelijkheid van groene ruimtes beperken, waardoor mensen minder geneigd zijn om buiten te bewegen. - De bebouwing die overdag schaduw geeft kan ervoor zorgen dat de warmte 's nachts meer blijft hangen. (Koedoot et al., 2013)

5.4 Verlichting

Tabel 5: Invloeden van verlichting

Thema	Invloed op thema (+ = Positieve invloed, - = Negatieve Invloed)
Biodiversiteit	- Overmatige verlichting kan de levenscycli van planten en dieren verstoren, waardoor sommige soorten verdwijnen. <i>(Dekeukeleire et al., 2023)</i> - Lichtvervuiling kan leiden tot ecologische desoriëntatie bij nachtdieren, zoals vogels en insecten. Hierdoor kunnen de overlevingskansen verminderd worden. <i>(Dekeukeleire et al., 2023)</i>
Klimaatadaptatie	- Uitgebreide en complexe verlichtingssystemen kunnen leiden tot overmatig energieverbruik, wat bijdraagt aan de uitstoot van broeikasgassen en klimaatverandering verergert.
Gezondheid	+ Goede verlichting en een gevoel van veiligheid in stedelijke gebieden verbeteren het psychologische welzijn van bewoners, waardoor stressniveaus verminderen en de algemene gezondheid bevordert wordt. + Goed dekkende verlichting verbetert de veiligheid 's nachts en moedigt mensen aan om langer buiten te bewegen, wat de fysieke gezondheid bevordert. + Een veilige en goed verlichte omgeving stimuleert sociale interactie en gemeenschapsbetrokkenheid, wat op zijn beurt positieve effecten kan hebben op de geestelijke gezondheid. - Overmatige verlichting kan leiden tot lichtvervuiling, wat de slaapkwaliteit kan verminderen en verstoring van het circadiane ritme kan veroorzaken.

5.5 Stadslandbouw & participatieve Groenprojecten

Tabel 6: Invloeden van Stadslandbouw & participatieve Groenprojecten

Thema	Invloed op thema (+ = Positieve invloed, - = Negatieve Invloed)
Biodiversiteit	+ Stadslandbouw draagt bij aan het behoud van biodiversiteit door het creëren van groene ruimtes in stedelijke omgevingen. Het introduceren van diverse gewassen en planten in stadslandbouwgebieden kan voedsel en habitats bieden voor verschillende soorten insecten, vogels en andere dieren. <i>(Dijkshoorn-Dekker & De Blaeij, 2015)</i> - Intensieve monocultuurpraktijken in stadslandbouw leiden tot een verlies aan biodiversiteit. Het gebruik van pesticiden en kunstmest kan schadelijk zijn voor insecten en andere organismen (inclusief mensen), waardoor de ecologische balans wordt verstoord.
Klimaatadaptatie	+ Stadslandbouw kan bijdragen aan klimaatadaptatie door stedelijke hitte-eilanden te verminderen. Planten en bomen in stadslandbouwgebieden kunnen schaduw bieden en de omgevingstemperatuur helpen reguleren. Bovendien kunnen stadslandbouwsystemen regenwater opvangen en overstromingen verminderen. - Ongereguleerd waterbeheer in stadslandbouw zoals overmatig gebruik van irrigatie, kan leiden tot waterstress en uitputting van lokale waterbronnen.
Gezondheid	+ Stadslandbouw biedt de mogelijkheid om lokaal geteeld, vers voedsel aan te bieden aan stadsbewoners. Dit kan de toegang tot gezond voedsel vergroten en bijdragen aan een gezonder dieet. Bovendien kan betrokkenheid bij stadslandbouwactiviteiten de lichaamsbeweging stimuleren, wat gunstig is voor de gezondheid. <i>(Dijkshoorn-Dekker & De Blaeij, 2015)</i> - Ongecontroleerde stadslandbouwpraktijken, zoals het gebruik van verontreinigde bodems of waterbronnen, kunnen leiden tot de aanwezigheid van schadelijke stoffen in het geteelde voedsel. Dit kan een risico vormen voor de gezondheid als mensen deze producten consumeren. - Voedselbronnen voor dieren kunnen ongedierte aantrekken. Dat is een gevaar voor de gezondheid van de mens.

5.6 Waterpartijen & bergend vermogen

Tabel 7: Invloeden van Waterpartijen & bergend vermogen

Thema	Invloed op thema (+ = Positieve invloed, - = Negatieve Invloed)
Biodiversiteit	+ Waterbergende functies kunnen diverse habitats bieden voor water-specifieke planten en dieren, waardoor de biodiversiteit in stedelijke gebieden wordt verhoogd. + Waterrijke zones kunnen fungeren als ecologische corridors, waardoor dieren zich gemakkelijker kunnen verplaatsen en populaties met elkaar kunnen worden verbonden. - Menselijk ingrijpen in waterpartijen kan leiden tot de introductie van invasieve planten- en diersoorten, wat schadelijk kan zijn voor inheemse biodiversiteit.
Klimaatadaptatie	+ Bergend vermogen in de vorm van groene daken, waterdoorlatende bestrating en waterreservoirs kan helpen bij het opvangen van overmatige regenval en het verminderen van overstromingen. + Waterpartijen hebben een koelend effect en kunnen helpen bij het verminderen van het hitte-eilandeffect in stedelijke gebieden.
Gezondheid	+ Waterbergende functies zoals wadi's of parkvijvers kunnen bijdragen aan recreatieve activiteiten, wat gunstig is voor de fysieke en mentale gezondheid van bewoners. (Autixier et al., 2014) - Stilstaand water kan een broedplaats zijn voor muggen en andere ziektevectoren, wat de gezondheid van de gemeenschap negatief kan beïnvloeden.

5.7 Insectenpopulaties

Tabel 8: Invloeden van insectenpopulaties

Thema	Invloed op thema (+ = Positieve invloed, - = Negatieve Invloed)
Biodiversiteit	+ Bijen bevorderen de biodiversiteit door het bestuiven van verschillende planten. Ze dragen bij aan het behoud van inheemse plantensoorten, wat op zijn beurt het ecosysteem veerkrachtiger maakt en de diversiteit aan flora en fauna in stedelijke gebieden vergroot. (<i>Atlas Leefomgeving, 2022</i>)
Klimaatadaptatie	+ Bijen spelen indirect een rol in klimaatadaptatie door bij te dragen aan de gezonde groei van planten door bestuiving. Gezonde planten zijn beter in staat om zich aan te passen aan veranderende klimatologische omstandigheden waardoor ze robuuster worden tegen extremen zoals hitte en droogte. (<i>Atlas Leefomgeving, 2022</i>)
Gezondheid	+ Bijen leveren een bijdrage aan de gezondheid van ecosystemen en menselijke voedselvoorziening door planten te bestuiven, waaronder veel van onze gewassen. Dit draagt bij aan een gevarieerd en voedzaam dieet. (<i>Atlas Leefomgeving, 2022</i>) - Overlast van bijen in drukbevolkte stedelijke gebieden kan angst veroorzaken en gezondheidsrisico's met zich meebrengen. - In sommige gevallen kunnen bijensteken leiden tot gezondheidsproblemen voor mensen met allergieën.

5.8 (Ruimtelijke) Informatietoepassingen

Informatietoepassingen in de openbare ruimte kunnen impact hebben op alle drie de thema's. Ze maken gebruik van sensoren en satellietgegevens om biodiversiteit te monitoren, digitale platforms om educatieve inhoud te verspreiden, en fysieke voorzieningen om bewoners te betrekken bij het melden van problemen zoals hitte- en wateroverlast. Daarnaast verbeteren ze de gezondheidszorg door toegang tot gezondheidsinformatie te vergroten en bewoners te informeren over luchtkwaliteit en ziekte-uitbraken. Deze toepassingen brengen ook uitdagingen met zich mee, zoals de digitale kloof en privacyzorgen.

Tabel 9: Invloeden van (Ruimtelijke) Informatietoepassingen

Thema	Invloed op thema (+ = Positieve invloed, - = Negatieve Invloed)
Biodiversiteit	+ Informatievoorzieningen zoals sensoren en satellietgegevens kunnen worden gebruikt om de biodiversiteit in stedelijke gebieden te monitoren. Dit helpt bij het identificeren van bedreigde soorten en het implementeren van beschermingsmaatregelen. + Digitale platforms in de openbare ruimte kunnen educatieve inhoud verspreiden over het belang van biodiversiteit, waardoor bewoners bewuster worden en bijdragen aan behoudsinspanningen.
Klimaatadaptatie	+ Bewoners kunnen via fysieke informatievoorzieningen op een laagdrempelige manier aangeven wanneer en waar er hitte- en wateroverlast plaatsvindt. Hierdoor is het voor de beheerder mogelijk om plaatsgericht te onderhouden en trends op te merken
Gezondheid	+ Informatievoorzieningen kunnen de gezondheidszorg verbeteren door digitale platforms en gezondheidsapps te ondersteunen. Dit maakt gezondheidsinformatie toegankelijker en helpt bij het monitoren van gezondheidsparameters. + Stedelijke gebieden kunnen via informatievoorzieningen gezondheidsinformatie verspreiden, zoals luchtkwaliteitsgegevens en waarschuwingen voor ziekte-uitbraken, waardoor de bewustwording wordt vergroot en proactieve maatregelen kunnen worden genomen. - Moderne informatievoorzieningen zijn niet voor alle doelgroepen even toegankelijk, wat kan leiden tot ongelijke gezondheidskansen. De digitale kloof kan resulteren in beperkte toegang tot gezondheidsinformatie voor bepaalde bevolkingsgroepen. - Het delen van gezondheidsinformatie via digitale kanalen roept privacyzorgen op. Het onvoldoende beschermen van persoonlijke gegevens kan leiden tot misbruik en schending van privacy.

5.9 Conclusie

In dit hoofdstuk is onderzocht hoe de ontwerpprincipes van Cartesius bijdragen aan de thema's biodiversiteit, klimaatadaptatie en gezondheid. De analyse toont aan dat elk principe positieve effecten heeft op deze drie thema's.

Tegelijkertijd is te zien dat er ook risico's en negatieve bijeffecten bestaan. Slecht beheer of onvoldoende doordachte toepassingen van ontwerpprincipes kunnen leiden tot ecologische verstoring, verminderde effectiviteit op het gebied van klimaatadaptatie of gezondheidsproblemen. Zo kunnen bijvoorbeeld stilstaand water en overmatige schaduw negatieve gezondheidseffecten veroorzaken, terwijl lichtvervuiling de biodiversiteit ernstig kan aantasten.

De positieve en negatieve invloeden die de ontwerpprincipes uitvoeren, vormen indicatoren voor de prestaties op het gebied van biodiversiteit en klimaatadaptatie. Deze indicatoren zijn hieronder aangevuld in de aangepaste Theory of Change (zie [figuur 14](#)). Met deze informatie is de deelvraag "Welke invloeden hebben de ontwerpprincipes in Cartesius op biodiversiteit, klimaatadaptatie en gezondheid?" Beantwoord.



Figuur 14: Derde aanvulling in de aangepaste Theory of Change

In het vorige hoofdstuk zijn de geplande ontwerpprincipes in Cartesius geanalyseerd op de positieve en negatieve invloed die zij kunnen uitvoeren op biodiversiteit, klimaatadaptatie en gezondheid. In dit hoofdstuk worden deze invloeden vertaald naar meetbare parameters.

De parameters zijn waar mogelijk uit reeds bestaande en onderzochte tools, handleidingen en leidraden geëxtrapoleerd.

In de verkenning naar het eerder genoemde onderzoek van Stadsontwikkeling studenten *Kort et al. (2022)* zijn geen parameters of meetmethodes gevonden die geschikt zijn voor inzet in de thematiek van dit onderzoek. Het onderzoek van *Kort et al. (2022)* richt zich voornamelijk op de beleving en het gebruik van (park)omgevingen en niet op biodiversiteit en klimaatadaptatie.

Zodoende is ervoor gekozen om hier andere literatuur voor te gebruiken.

Elke parameter is uitgewerkt in een vaste opbouw om toepasbaarheid in de monitoring te waarborgen.

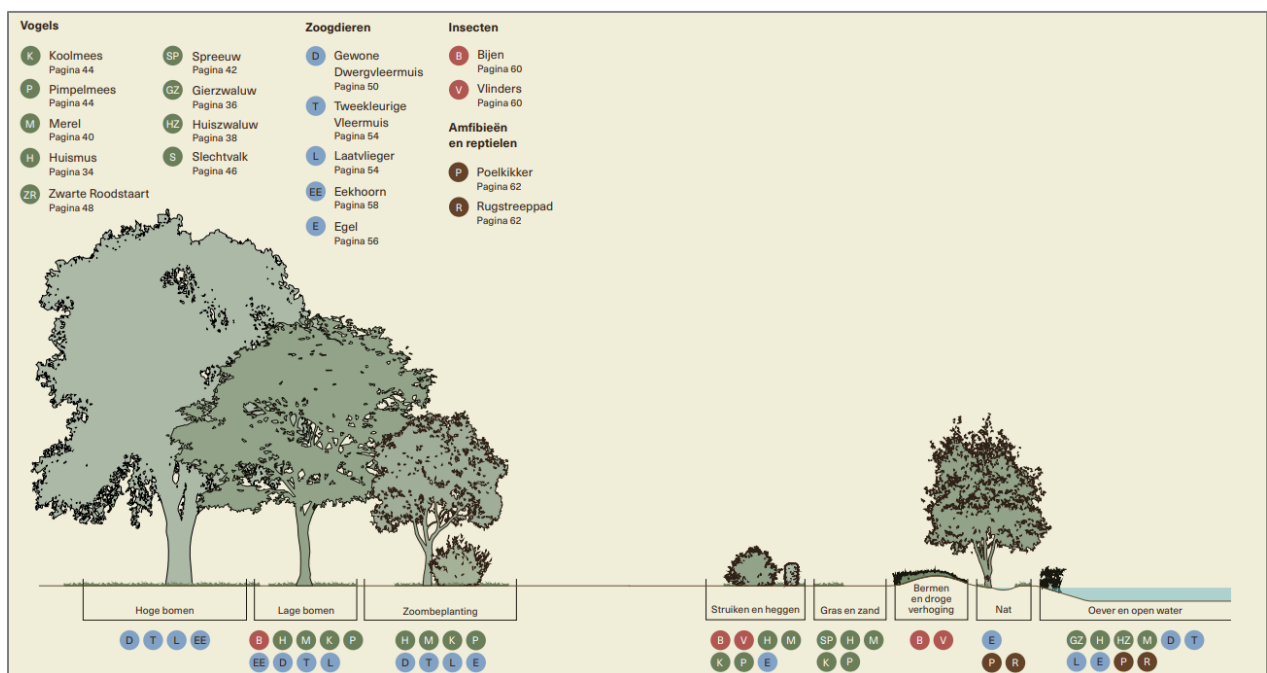
Deze opbouw is als volgt:

- Doel: Waarom moet deze parameter gemeten worden?
- Relevantie: Wat is de koppeling met de thema's biodiversiteit, klimaatadaptatie en/of gezondheid?
- Meetmethode: Welke techniek of werkwijze wordt gebruikt om data te verzamelen en wie is verantwoordelijk voor deze metingen?
- Meetfrequentie: Hoe vaak moet er gemeten worden?
- Grenswaarden / benchmarks: Wat zijn richtwaarden of normen om prestaties te beoordelen?

Daarnaast wordt waar mogelijk bij de parameters geadviseerd over ontwerpprincipes die de prestatie op de parameters vergroten, en een schattig gemaakt over hoe Cartesius zal presteren aan de hand van de ontwerpplannen. Een goede prestatie op de parameter zal zorgen voor de positieve invloeden die in [Hoofdstuk 5](#) zijn beschreven.

6.1 Aantal inheemse soorten en exoten (planten en dieren)

- **Doel:** Monitoren van de ecologische kwaliteit en de stabiliteit van het ecosysteem.
- **Relevantie:** Gerelateerd aan biodiversiteit.
- **Meetmethode:** Periodieke veldinventarisaties door de kennisinstellingen en/of de gemeente Utrecht. Daarnaast kunnen deze inventarisaties worden aangevuld met observaties via apps zoals iNaturalist of ObsIdentify vanuit de community.
- **Meetfrequentie:** Jaarlijks tijdens het broedseizoen. (*Nationale Databank Flora & Fauna, 2025*)
- **Grenswaarden / benchmarks:**
 - 70% inheemse soorten: positief (*Callaghan et al., 2020*)
 - 30% exoten: verhoogde waakzaamheid (*Atlas Leefomgeving, 2022*)
- **Voorgestelde ontwerpprincipes:**



Figuur 15: Geschikte vegetatie voor verschillende diersoorten (Synchroon et al., 2023)

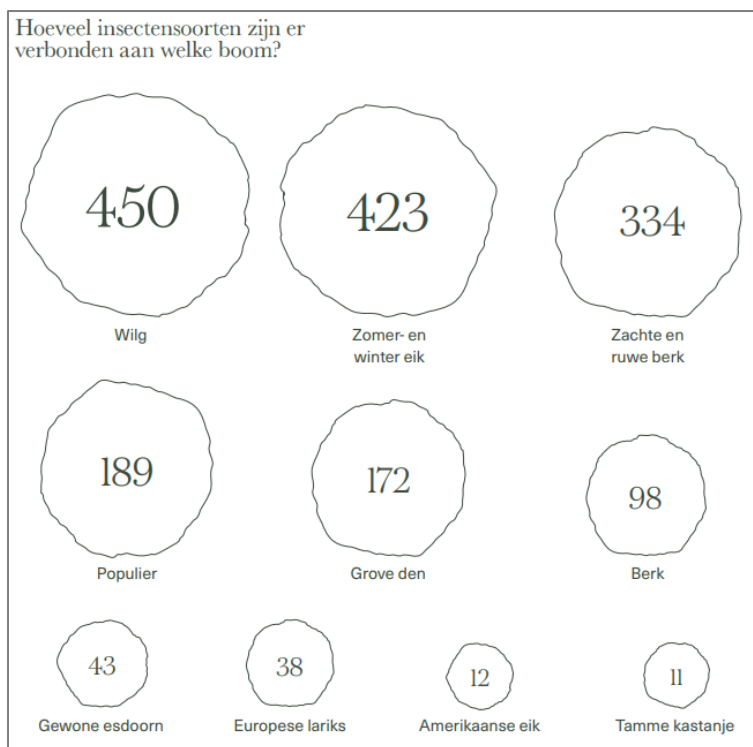
Voor het aantrekken van zoveel mogelijk verschillende inheemse diersoorten is een verscheidenheid aan habitats vereist. Synchroon et al. (2023) hebben in de gids 'Natuurinclusief ontwikkelen' per diersoort aangetoond welke beplanting en ondergronden geschikt zijn voor een groot aantal inheemse diersoorten (zie [figuur 15](#)).

In [figuren 9 & 12](#) is te zien dat een groot deel van de vegetatiesoorten terugkomen in de plannen van Cartesius. Open water, natte en zanderige ondergronden zijn niet terug te zien in de huidige plannen. Meer focus op de verscheidenheid van deze ondergronden zou de prestatie op deze parameter kunnen verbeteren. Daarnaast kan voor beplanting worden gekozen uit de soortentabel van Hiemstra (2018b), die hoog scoren op de voedselbronnen voor verschillende diersoorten (zie [bijlage 11.4 Soortentabel](#)).

6.2 Vogelpopulaties

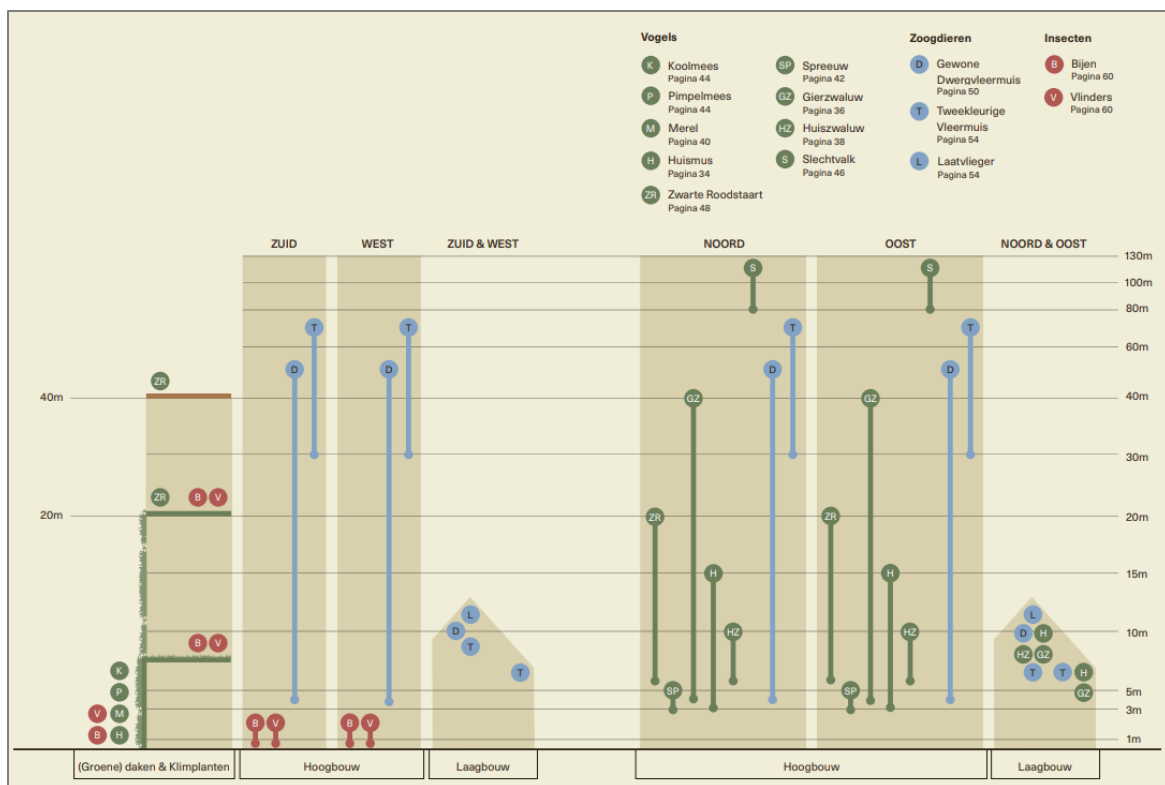
- **Doel:** Monitoren van het ecosysteem en controle van natuurlijke plaagregulatie van insecten.
- **Relevantie:** Gerelateerd aan biodiversiteit en menselijke gezondheid.
- **Meetmethode:** Periodieke veldinventarisaties door de kennisinstellingen en/of de gemeente Utrecht. Daarnaast kunnen deze inventarisaties worden aangevuld met observaties via apps zoals iNaturalist of ObsIdentify vanuit de community.
- **Meetfrequentie:** Jaarlijks in het broedseizoen. (*Nationale Databank Flora & Fauna, 2025*)
- **Grenswaarden / benchmarks:**
 - Hogere aantallen in soorten en exemplaren dan de landelijke gemiddelden via Sovon-data = positief (*Sovon Vogelonderzoek Nederland, 2024*)
- **Voorgestelde ontwerpprincipes:**

In de eerdergenoemde gids 'Natuurinclusief Ontwikkelen' geven *Synchroon et al. (2023)* advies over boomsoorten die veel insectenpopulaties aantrekken. Het planten van deze bomen maakt het voor vogelpopulaties aantrekkelijk om zich in Cartesius te vestigen. Deze bomen zijn terug te vinden in [figuur 16](#). Het is ten tijde van dit onderzoek nog onbekend hoe deze boomsoorten vertegenwoordigd zijn in het ontwerp van Cartesius.



Figuur 16: Aantal insecten verbonden aan boomsoorten (Synchroon et al., 2023)

Daarnaast is in de Infographic ([figuur 17](#)) zichtbaar gemaakt op welke hoogtes van bebouwing verschillende diersoorten hun habitats kunnen maken. Op de Infographic is te zien dat groene gevels en groene daken hoger dan twintig meter geen meerwaarde meer hebben voor de habitats van de diersoorten die zich hierin kunnen bevinden.



Figuur 17: Hoogtes van bebouwing die als leefgebied voor diersoorten kunnen dienen (Synchroon et al., 2023)

6.3 Beplanting voor bestuivers

- **Doel:** Monitoren van de mogelijkheden voor bestuiving.
- **Relevantie:** Gerelateerd aan biodiversiteit.
- **Meetmethode:** Aanwezigheidsanalyse bloeiende planten (bloeitijd en soortendiversiteit), uitgevoerd door de ontwikkelaar bij oplevering. Na oplevering kunnen deze metingen uitgevoerd worden door kennisinstellingen (in samenwerking met de gemeente Utrecht en versterkt worden met observaties door de community (iNaturalist of ObsIdentify)).
- **Meetfrequentie:** Bij oplevering, daarna jaarlijks.
- **Grenswaarden / benchmarks:**
 - Volledige continuïteit van bloei tussen maart en oktober = positief (Van Duren, 2024)
 - Minstens 5 drachtplanten per 100m² = positief (Atlas Leefomgeving, 2022)

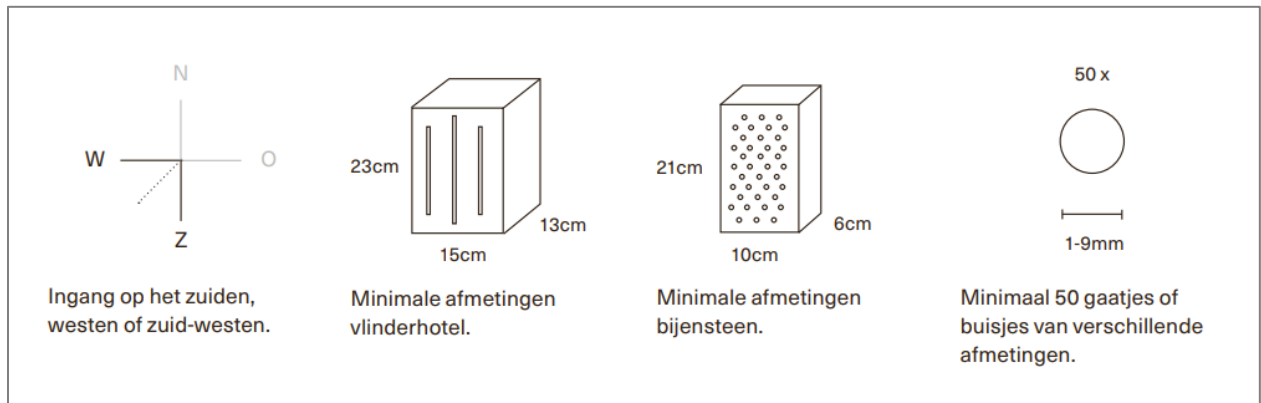
Latijnse naam	Nederlandse naam	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Bessen	Nuttig voor:
<i>Alnus glutinosa</i> of <i>incana</i>	Zwarte of grauwe els														Vulling / Schermvorming
<i>Cornus mas</i>	Gele kornoelje													Juli/aug	Honingbij, groefbijen
<i>Salix aurita</i> of <i>purpurea</i>	Geoorde of bittere wilg														Honingbij, hommelt, sol bijen
<i>Acer campestre</i>	Spaanse aak														Honingbij, hommelt, sol bijen
<i>Ilex aquifolium</i>	Hulst													okt-feb	Honingbij, hommelt, sol bijen
<i>Cornus sanguinea</i>	Rode kornoelje													Juli/aug	Hommel, sol bijen
<i>Tilia europea</i>	Hollandse linde														Honingbij, hommelt, (sol bijen)
<i>Rhamnus alnus</i>	Vuilboom														Honingbij, hommelt, zandbij
<i>Ligustrum vulgare</i>	Liguster													Sept/okt	Hommel, (sol bijen)
<i>Sambucus nigra</i>	Vlier													Aug/sept	zweefvliegen
<i>Rosa canina</i>	Hondsroos													Sept	Sol bijen
<i>Lonicera xylosteum</i>	Rode kamperfoelie														Hommels, vlinders
<i>Rosa rubiginosa</i>	Eglantier													okt	Honingbij, sol bijen
<i>Hedera helix</i>	Klimop														Honingbij, hommelt, zweefvliegen
<i>Bryonia dioica</i>	Heggerank														Sol bijen

Figuur 18: Tabel met drachtperiodes van verschillende struiksoorten

Ook hier kan de soortentabel van Hiemstra (2018b) helpen in het kiezen van boomsoorten die een hoge waarde hebben als nectarbron voor insecten (zie bijlage 11.4 Soortentabel).

6.4 Locatie van bijen- en insectenhotels

- **Doel:** Monitoren van verblijf- en nestelplaatsen voor bestuivers.
- **Relevantie:** Gerelateerd aan biodiversiteit en klimaatadaptatie.
- **Meetmethode:** GIS-analyse op zonlicht, wind en nabijheid beplanting. Uitgevoerd door de ontwikkelaars.
- **Meetfrequentie:** Bij ontwerp door de ontwikkelaars. Bij (ver)plaatsing van bijen- en insectenhotels door de gemeente Utrecht en/of community.
- **Grenswaarden / benchmarks:**
 - Verblijf en nestelplaatsen voldoen aan [figuur 19](#) = positief



Figuur 19: Ontwerprichtlijnen insectenhotels (Synchroon et al., 2023)

- **Voorgestelde ontwerpprincipes:**

In [figuur 11](#) is te zien dat in Cartesius veel aandacht wordt besteed aan de plaatsing van insectenhotels. Aanvullend daarop is er een andere belangrijke habitat voor bijen zoals beschreven door *Synchroon et al. (2023)*:

“Wel 250 van de 360 bijensoorten in Nederland leeft in de grond en niet in een verticaal insectenhotel. Een insectenhotel heeft dan ook aanzienlijk minder impact dan een stuk open grond.”

Het advies is daarom om in het projectgebied op plekken met weinig menselijke presentie stukken open grond te ontwerpen, zoals een nesteldijk (zie [figuur 20](#)).

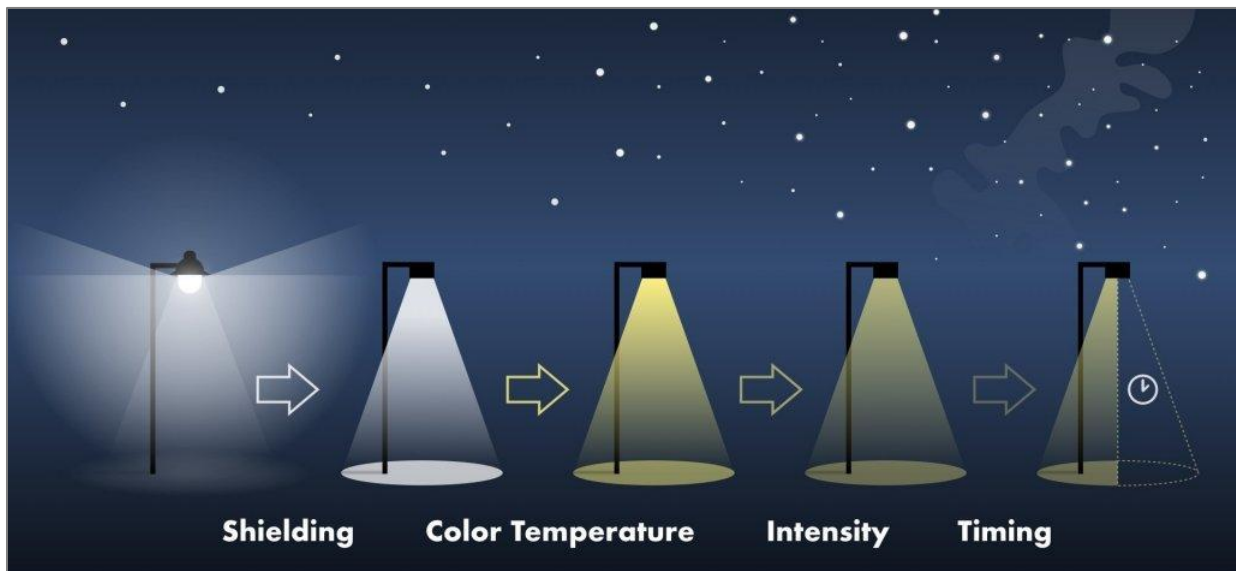


Figuur 20: Voorbeeld van een nesteldijk (EIS, 2025)

6.5 Licht(overlast)

- **Doel:** Monitoring van de sociale veiligheid en de ecologische impact van verlichting.
- **Relevantie:** Gerelateerd op gezondheid en biodiversiteit.
- **Meetmethode:** Digitale enquêtes, QR-codes op lantaarnpalen. Gemeten door kennisinstellingen en de gemeente Utrecht. De community levert de data.
- **Meetfrequentie:** Doorlopend
- **Grenswaarden / benchmarks:**
 - >70% voelt zich veilig = positief (GGD, 2022)
 - <30% ervaart overlast van licht = positief ecologisch effect (Dekeukeleire et al., 2023)
- **Voorgestelde ontwerpprincipes:**

In Cartesius en vergelijkbare ontwikkelingen is het advies vanuit ecologisch standpunt zo weinig mogelijk te verlichten. Dit is in strijd met de (mentale) gezondheid en sociale veiligheid, vandaar dat het belangrijk is om goed in beeld te krijgen vanuit de community waar zij zich onveilig voelen. Op deze plekken is het advies om verlichting te plaatsen die zo min mogelijk invloed heeft op de omgeving, met ontwerpprincipes zoals afgebeeld in [figuur 21](#).



Figuur 21: Optimale aanpassing van openbare verlichting (Regionale Landschappen, z.d.)

6.7 Bergingscapaciteit van wadi's

- **Doel:** Monitoren van waterberging, -overlast en het beperken van muggenbroedplaatsen.
- **Relevantie:** Gerelateerd aan klimaatadaptatie en gezondheid.
- **Meetmethode:** Sensoren voor waterstand, visuele inspectie.
- **Meetfrequentie:** Inspectie van waterstanden in wadi's na een hoosbui van 25 mm/u, jaarlijks uitgevoerd door de gemeente Utrecht.
- **Grenswaarden / benchmarks:**
 - Geen stilstaand water voor langer dan 5 dagen = positief (*RIONED, 2015*)
 - Inhoud afgestemd op 50 mm/u regenval = positief (*KNMI, z.d.*)

In [figuur 22](#) is te zien dat rondom Cartesius al grote wadi's zijn aangelegd voor het bergen van regenwater. Ook in de plannen van Cartesius zijn in de openbare ruimte wadi's terug te vinden. Het onderhoud van deze wadi's is belangrijk om de bergingscapaciteit op peil te houden en de prestatie op deze parameter te blijven waarborgen.



Figuur 22: Wadi aan de Cartesiusweg (ClimateScan, 2023)

6.8 Hittestress

- **Doel:** Monitoren van risicozones voor hitte.
- **Relevantie:** Gerelateerd aan gezondheid en klimaatadaptatie.
- **Meetmethode:** Gevoelstemperatuurmetingen met de PET index en enquêtes. Gemeten door kennisinstellingen en de community.
- **Meetfrequentie:** Jaarlijks in de zomermaanden (juni tot en met augustus).
- **Grenswaarden / benchmarks:**
 - >23°C PET of 'beetje warm' in de nacht = negatief (zie [figuur 23](#))
 - >35°C PET of 'heet' overdag = negatief (zie [figuur 23](#))

Tabel 1.1 Overzicht gevoelstemperatuur met bijbehorende perceptie en stressniveau

PET (°C)	Perceptie	Fysiologisch stressniveau
18-23	comfortabel	geen hittestress
23-29	beetje warm	lichte hittestress
29-35	warm	matige hittestress
35-41	heet	grote hittestress
>41	zeer heet	extreme hittestress

Figuur 23: Overzicht van gradaties in hittestress (Witteveen+Bos, 2020)

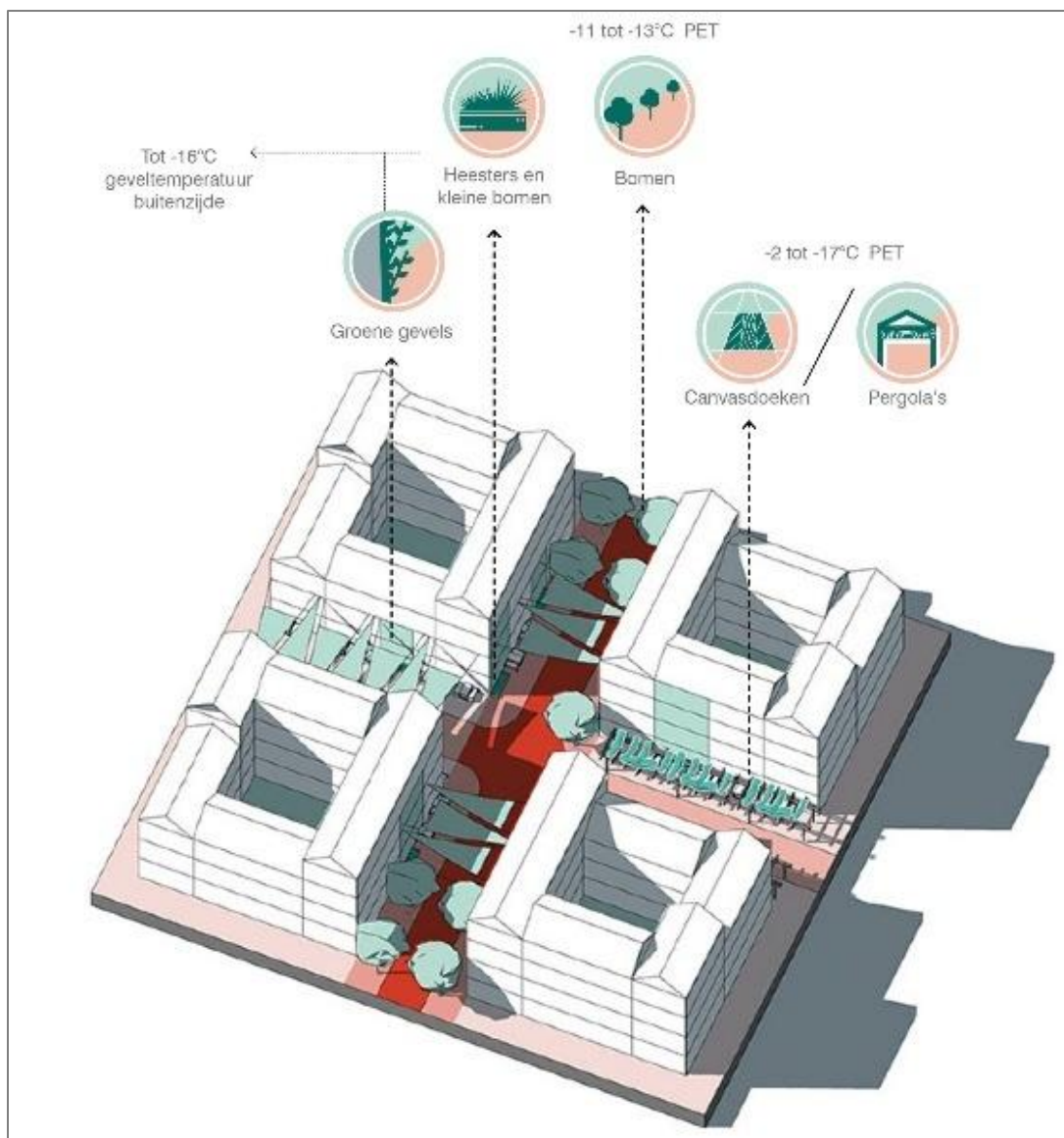
- **Voorgestelde ontwerpprincipes:**

Het ontwerp van Cartesius bevat al veel ontwerpprincipes om hittestress te reduceren zoals groene gevels, bomen en de bijbehorende schaduwen door groen. Open water is niet terug te vinden in het ontwerp van Cartesius en draagt ook weinig bij aan de vermindering hittestress voor de mens. Onderzoeken wijzen zelfs uit dat waterpartijen 's nachts negatief kunnen werken voor de hittestress, zoals beschreven door Klok en Solcerova (2018):

“Bij verdamping wordt energie verbruikt en bij opwarming wordt energie opgeslagen. De opgeslagen energie wordt 's nachts weer afgegeven. Hierdoor kan water de stad 's nachts opwarmen. Overdag kan water helpen om het hitte-eiland effect te beperken door middel van verdamping en warmteopslag – maar als inwoner van een stad zul je hier weinig van merken. De luchttemperatuur tussen de stad en het omliggend gebied verschilt overdag gemiddeld 1,5 tot 2 °C. Water kan dat terugbrengen met maximaal 1 °C. Dit is een groot verschil in het hitte-eiland effect, maar nauwelijks merkbaar voor mensen. De invloed op ons comfort is dus verwaarloosbaar.”

- Klok en Solcerova (2018)

Aanvullende ontwerpprincipes die wel bewezen invloed hebben op de gevoelstemperatuur zijn pergola's en canvasdoeken, te zien in [figuur 24](#).



Figuur 24: Ontwerpprincipes om hittestress te verminderen (Kluck, Kleerekoper, et al., 2020)

6.9 Afstand tot koelte

- **Doel:** Monitoren van de afstand tot een koele plek.
- **Relevantie:** Gerelateerd aan klimaatadaptatie en gezondheid.
- **Meetmethode:** GIS-analyse naar afstand tot koele verblijfsplekken. Gemeten bij ontwerp door de ontwikkelaar.
- **Meetfrequentie:** Bij ontwerp bij herontwikkelingen van (deel)gebieden.
- **Grenswaarden / benchmarks:**
 - Maximaal 300 meter loopafstand tot een koele plek = positief (*RIVM, 2022*)

In de plannen van Cartesius is te zien dat er veel tussen- en buitengebieden met hoog groen gepland zijn, die als koele verblijfsplekken kunnen dienen. Een voorwaarde hiervoor is dat er mogelijkheden zijn voor mensen om hier te verblijven, zoals terrassen of bankjes. In [figuur 25](#) is te zien hoe de ontwerpers in Cartesius hieraan hebben gedacht. Aangezien er met 300 meter lopen de helft wordt doorkruist, worden hier geen problemen in voorzien.



Figuur 25: Voorbeeld van een looproute langs een koele verblijfsplek in Cartesius (MRP & Ballast Nedom Development, 2023)

6.10 Schaduw op loopgebieden

- **Doel:** Monitoren van de mogelijkheid voor comfortabel buitengebruik tijdens hitte.
- **Relevantie:** Gerelateerd aan klimaatadaptatie en gezondheid.
- **Meetmethode:** Analyse binnen een Digital Twin van schaduw op looproutes. Gemeten door de ontwikkelaar en kennisinstellingen.
- **Meetfrequentie:** Bij ontwerp bij herontwikkelingen van (deel)gebieden.
- **Grenswaarden / benchmarks:**
 - >40% schaduw op hoofdlooproutes = positief (Kluck et al., 2020)
- **Voorgestelde ontwerpprincipes:**

Ook voor deze parameter is in de plannen van Cartesius te zien dat er veel aandacht wordt besteed aan de schaduw op looproutes. Veel van deze schaduw is afkomstig van de bebouwing, maar voornamelijk aan de rand van het gebied is ook veel natuurlijke schaduwcreatie te zien (zie [figuur 27](#)). Het voordeel van schaduw door groen is dat het koeler is en dat het mogelijkheid biedt voor creatieve rustplekken langs de looproute. Deze rustplekken zijn goed te zien in plannen van de gemeente Nijmegen, waar een winkelstraat een herinrichting ondergaat om onder andere meer schaduw te creëren (zie [figuur 26](#)).



Figuur 26: Voorbeeld van een looproute met schaduw en zitmogelijkheden (Gemeente Nijmegen, 2024)

6.11 Landschapsfragmentatie

- **Doel:** Monitoren van de verplaatsbaarheid van fauna.
- **Relevantie:** Gerelateerd aan biodiversiteit.
- **Meetmethode:** Minimale breedte van corridors in GIS.
- **Meetfrequentie:** Bij ontwerp bij herontwikkelingen van (deel)gebieden.
- **Grenswaarden / benchmarks:**
 - Groene corridors van 8 meter of breder = positief (*Hoogstra & De Molenaar, 2000*)

In de huidige plannen van Cartesius is een duidelijke groene corridor te zien aan de noordoostelijke en zuidelijke zijde, daarnaast is in het binnengebied een uitgestrekte groene zone te zien. De verbindingen tussen deze twee gebieden worden voornamelijk gebruikt voor infrastructuur zoals wegen, fietspaden en trottoirs. Ook de groene verbindingen naar de omliggende gebieden worden bemoeilijkt door de spoorwegen die het gebied in het noordoosten en zuiden begrenzen. De opzet van de Cartesiusweg als stadsboulevard biedt kansen om de verbinding door te zetten naar het Werkspoorgebied, bij eventuele herontwikkeling.



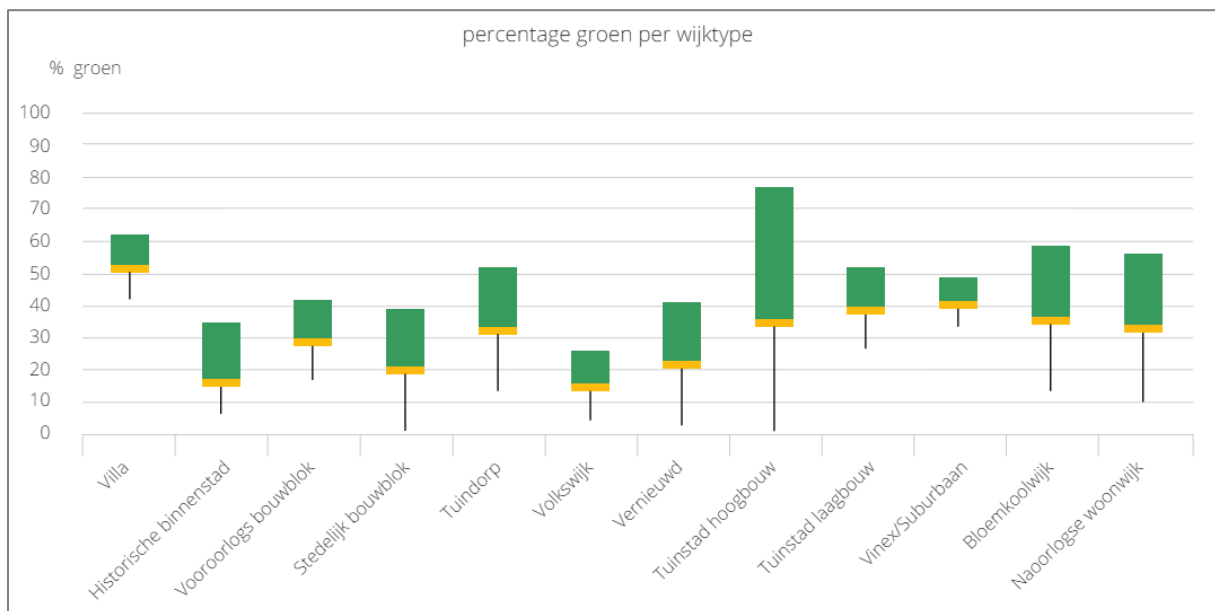
Figuur 27: Kaart met de geplande groenstructuren in Cartesius (MRP & Ballast Nedam Development, 2023)

6.12 Hoeveelheid groen

- **Doel:** Monitoren van de hoeveelheid groene ruimte.
- **Relevantie:** Gerelateerd aan biodiversiteit, klimaatadaptatie en gezondheid
- **Meetmethode:** Berekening van groenpercentage met GIS analyse. Gemeten door ontwikkelaar bij ontwerp, daarna door kennisinstellingen.
- **Meetfrequentie:** Jaarlijks in het bloeiseizoen.
- **Grenswaarden / benchmarks:**
 - >35% groen in tuinstad hoogbouw = positief (Kluck et al., 2020)

De inschatting op basis van ontwerpplannen en visualisaties wijst erop dat het beoogde groenpercentage in de wijk in de richting van de benchmark van >35% ligt, maar de daadwerkelijke uitvoering en aanplant zijn nog niet volledig gerealiseerd. Daarnaast heeft het groen de kans nodig om zich te ontwikkelen in de komende jaren na de oplevering.

Ook het gedrag van de community is belangrijk in de ontwikkeling van de hoeveelheid groen. Door eisen voor minimale groenpercentages woonblok vast te leggen in regelgeving of kavelpaspoorten, kan het groenpercentage ook op private en publiek beheerde terreinen gewaarborgd worden.

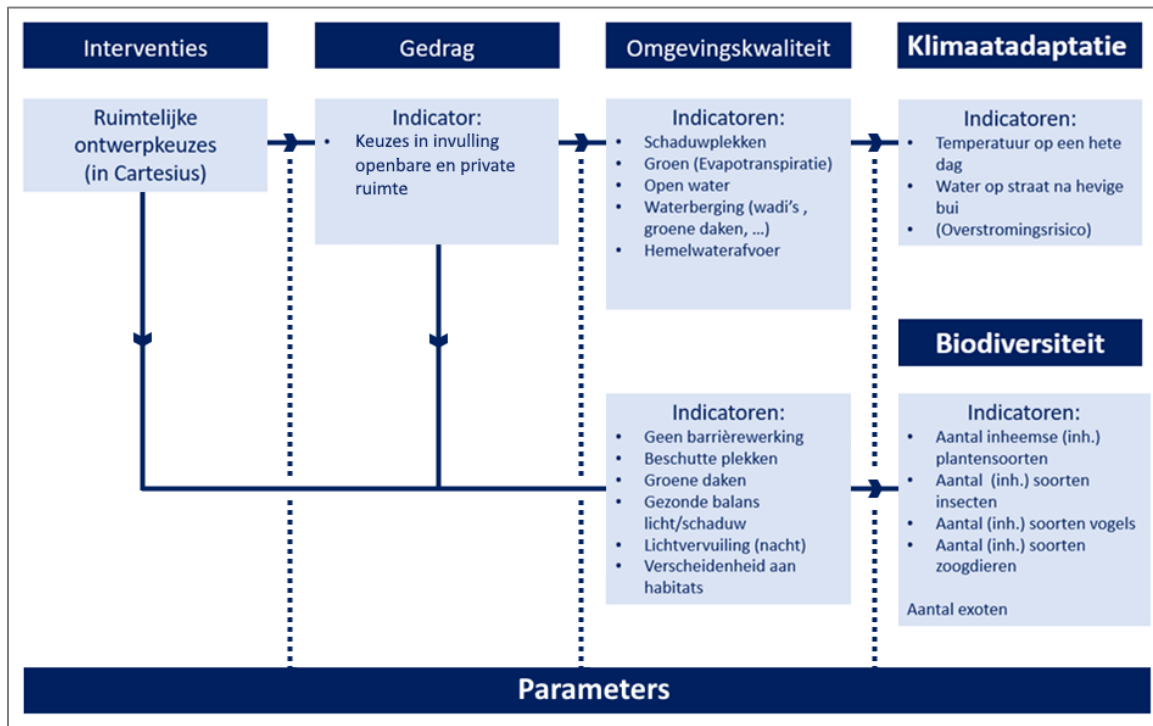


Figuur 28: Aanbevolen percentages groen in verschillende wijktypes (Kluck et al., 2020)

7 Conclusie

“Hoe kan de invloed van ruimtelijke ontwerpkeuzes in Cartesius voor biodiversiteit en klimaatadaptatie in aanvulling op gezondheid plaatsgebonden worden gemonitord?”

Met de bevindingen uit [Hoofdstuk 6](#) is de aangepaste Theory of Change in volledigheid ingevuld (zie [figuur 29](#)). De parameters geven in dit schema, aangegeven met de stippellijnen, informatie over hoeveel invloed de ruimtelijke ontwerpkeuzes in Cartesius of soortgelijke gebiedsontwikkelingen uiteindelijk hebben op klimaatadaptatie en biodiversiteit. De eerder onderzochte invloeden zijn aangegeven met de lijnen en pijlen.



Figuur 29: Aangepaste Theory of Change

De aangepaste Theory of Change geeft op deze wijze een visueel antwoord op de hoofdvraag. De invloed van ruimtelijke ontwerpkeuzes in Cartesius op biodiversiteit en klimaatadaptatie in aanvulling op gezondheid kan plaatsgebonden worden gemonitord door de voorgestelde parameters gedurende de ontwikkeling van Cartesius als gebied te blijven meten.

Daarnaast blijkt dat het monitoren van biodiversiteit en klimaatadaptatie niet los staat van de gezondheid van bewoners. De overlap in effecten en samenhang tussen de drie hoofdthema's bevestigt het belang van een integrale aanpak van de ruimtelijke ontwikkeling en de monitoring daarvan.

De voorgestelde parameters zijn bruikbaar als toetsingskader voor Cartesius, maar vormen ook een basis voor andere gebiedsontwikkelingen. Daarmee draagt dit onderzoek niet alleen bij aan het waarborgen van de ambities in Cartesius, maar ook aan de bredere ontwikkeling van methoden voor gezonde stedelijke ontwikkeling elders.

Samenvattend biedt dit onderzoek een concreet raamwerk waarmee ontwerpkeuzes structureel geëvalueerd kunnen worden op de bijdrage aan biodiversiteit, klimaatadaptatie en gezondheid. Hiermee is een belangrijke stap gezet in het meetbaar en bestuurbaar maken van gezonde stedelijke ontwikkeling.

Door de focus te leggen op ontwerpprincipes in Cartesius kan er inhoud voor de monitoring missen die voor toepassing op andere plekken relevant zou zijn. Voor toepassing in een andere projectontwikkeling zal geïnventariseerd moeten worden of er aanvullende ontwerpprincipes aanwezig zijn die invloed uitoefenen op de thematieken.

Daarbij is de methode van dit onderzoek eenzijdig uitgevoerd. De review met ecooloog Robert Snep bracht veel nieuwe informatie over meetmethodes en inzichten. Meer input van vakexperts zou extra validatie en input hebben opgebracht over de verzamelde data en de voorgestelde parameters.

Deze opgestelde parameters geven inzicht in het meetbaar maken van de invloeden, maar er zijn nog geen concrete normen opgesteld waarmee een dergelijke score op een parameter kan worden aangeduid als voldoende effectief voor een significante verbetering van een stedelijke leefomgeving.

Naast deze kritische noten, heeft dit onderzoek ook voor veel nieuwe inzichten gezorgd. De voorgestelde parameters kunnen in andere stadsgebieden worden ingezet om de invloeden van ontwerpkeuzes op de biodiversiteit meetbaar te maken.

Door dit onderzoek is er meer data en informatie beschikbaar over onderwerpen als biodiversiteit en gezondheid, waardoor beleidsmakers hierop kunnen terugvallen. Zij kunnen hierdoor meer data gedreven beslissingen maken.

Tot slot bieden de voorgestelde parameters een duidelijke structuur en een duidelijk overzicht welke partijen de capaciteiten hebben om bepaalde parameters te meten. Zo wordt in de meetmethodes en de meetfrequentie genoemd welke partijen op welke momenten verantwoordelijk kunnen zijn voor de metingen. Deze houvast kan de samenwerking bevorderen en vergemakkelijken tussen de betrokken organisaties, wat evenwel de monitoring soepeler laat verlopen.

Aanhakend op de discussie, volgen er een aantal aanbevelingen. Zoals aangegeven is in dit onderzoek de nadruk gelegd op ontwerpprincipes die centraal staan in Cartesius. Voor monitoring van andere stadsgebieden is het van belang om te onderzoeken of de voorgestelde parameters voldoende toereikend zijn, of dat er mogelijk andere ontwerpprincipes moeten worden toegevoegd.

Ook wordt in vervolgonderzoek aanbevolen om parameters breder te toetsen met ecologen, stedenbouwkundigen en data-experts. Door informatie in te winnen bij experts op verschillende gebieden kunnen de parameters ook beter aangesloten worden op beleidskaders en digitale systemen.

Daarop aanhakend kunnen deze experts worden ingezet om informatie in te winnen over het opstellen van eventuele normwaarden van de parameters, die op dit moment nog niet zijn vastgesteld. Het concretiseren van de parameters zorgt voor een betere praktische inzetbaarheid.

In het overkoepelende monitoringstraject van Cartesius worden redeneerlijnen uitgezet die de basis vormen voor het ontwikkelen van parameters. Hoewel biodiversiteit en klimaatadaptatie in deze redeneerlijnen minder belicht worden door de focus op gezondheid, vormen de onderzochte invloeden een passende aanvulling van deze redeneerlijnen. De opgestelde parameters kunnen dan ook in het monitoringstraject worden opgenomen.

In Cartesius zijn gezondheid, biodiversiteit en klimaatadaptatie vanaf de eerste plannen belangrijke thema's geweest waar in de ontwerpen veel aandacht aan wordt besteed. Het is daarom van belang om de voorgestelde parameters grondig en secuur te blijven monitoren in de toekomst om deze thema's actueel te houden. Daarbij zou het meten van de parameters, zoals eerder benoemd, kunnen bijdragen aan de versteviging van de samenwerking tussen de betrokken partijen.

Er zijn andere ontwikkelingen van soortgelijke gebieden waar de ambities voor de impact op deze thema's minder hoog liggen of waar de samenwerking tussen de betrokken partijen in de ontwikkeling niet op deze integrale wijze wordt aangepakt. Een voorbeeld hiervan is het Hoefkwartier in Amersfoort. Voor de herontwikkeling van dit gebied, soortgelijk aan Cartesius, heeft de gemeente Amersfoort een visie opgesteld waarin veel aandacht wordt besteed aan de thema's klimaatadaptatie, gezondheid en biodiversiteit. In de praktijk zijn er een aantal ontwikkelaars in het gebied actief die de ambities in dit document op wisselende wijze interpreteren in het ontwerp van de deelgebieden. In het gesprek met Robert Snep is duidelijk geworden dat veel vooraf gestelde ambities sneuvelen in het ontwikkelingsproces (zie [bijlage 11.3 Review Robbert Snep](#)). Door dezelfde parameters te monitoren in gebieden zoals het Hoefkwartier als in Cartesius, kan onderzocht worden hoe verschillen in het ontwikkelingsproces bijdragen aan het behoud van vooraf gestelde ambities op het gebied van biodiversiteit, klimaatadaptatie en gezondheid. Een ander instrument om deze verschillen in gemeentelijke processen te onderzoeken is de Checklist Groene Stadsontwikkeling (*De Wit et al., 2023*).

Afsluitend wordt aanbevolen om fysieke plaatsen voor informatiewinning mee te nemen in de ontwikkeling van Cartesius. Zoals voorgesteld bij verschillende parameters kan dit bijvoorbeeld via schermen op centrale locaties, observatieapps zoals of gebaseerd op iNaturalist/Obsidentify of via QR codes op specifiekere plaatsen zoals lantaarnpalen. De dataverzameling voor de geadviseerde parameters wordt hiermee een stuk completer dan enkel 'traditionele' tellingen of observaties. Daarnaast geeft dit een kans voor bewoners om op een laagdrempelige wijze mee te werken aan het onderzoek en de ontwikkeling van hun wijk.

- Atlas Leefomgeving. (2022). *De biodiversiteit vergroten? Plant inheemse planten in je tuin!*
<https://www.atlasleefomgeving.nl/nieuws/biodiversiteit-vergroten-ga-aan-slag-met-inheemse-planten-in-je-tuin>
- Autixier, L., Mailhot, A., Bolduc, S., Madoux-Humery, A., Galarneau, M., Prévost, M., & Dorner, S. (2014). Evaluating rain gardens as a method to reduce the impact of sewer overflows in sources of drinking water. *Science Of The Total Environment*, 499, 238–247.
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2014.08.030>
- Ballast Nedam Development. (2023, 13 juni). *Primeur: Cartesius Utrecht is de eerste Health of Health gebiedsontwikkeling* / *Development*. <https://www.development.ballast-nedam.nl/nieuws/2023/primeur-cartesius-utrecht-is-de-eerste-health-of-health-gebiedsontwikkeling/>
- Beaudoin, M., & Gosselin, P. (2016). An effective public health program to reduce urban heat islands in Québec, Canada. *PubMed*, 40(3), 160–166. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27991973>
- Boon, B., De Waal, M., & Suurenbroek, F. (2023, februari). *Public spaces and urban resilience: state of affairs in Dutch cities and exploring human and non-human perspectives*. HvA Research Database. <https://research.hva.nl/en/publications/public-spaces-and-urban-resilience-state-of-affairs-in-dutch-citi>
- Brown, R. D., Vanos, J., Kenny, N., & Lenzholzer, S. (2015). Designing urban parks that ameliorate the effects of climate change. *Landscape And Urban Planning*, 138, 118–131.
<https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2015.02.006>
- Buettner, D., & Skemp, S. (2016). Blue Zones. *American Journal Of Lifestyle Medicine*, 10(5).
<https://doi.org/10.1177/1559827616637066>
- Callaghan, C. T., Ozeroff, I., Hitchcock, C., & Chandler, M. (2020). Capitalizing on opportunistic citizen science data to monitor urban biodiversity: a multi-taxa framework. *Biological Conservation*, 251, 108753. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2020.108753>

- ClimateScan. (2023, 13 december). *Wadi Middenberm Cartesiusweg*.
<https://climatescan.nl/projects/12360/detail>
- De Wit, E., Snep, R., & Weppelman, I. (2023). *Checklist groene stadsontwikkeling*.
<https://www.groenestadsontwikkeling.nl/nl/display-on-pages/show/checklist-groene-stadsontwikkeling.htm>
- Dekeukeleire, D., Gyselings, R., & De Bruyn, L. (2023). *Effecten van nachtelijke verlichting op biodiversiteit*. <https://doi.org/10.21436/inbor.96637982>
- Den Hertog, F., Van den Hout, K., Kruize, H., Brombacher, N., Gootzen, A., & De Jongh, D. (2022). Kennisbundeling Groen en Gezondheid. In *Gezonde Leefomgeving*. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu.
<https://www.gezondeleefomgeving.nl/documenten/kennisbundeling-groen-en-gezondheid>
- Dijkshoorn-Dekker, M., & De Blaeij, A. (2015). Stadslandbouw, aantoonbaar gezond? *Wageningen University & Research*. <http://edepot.wur.nl/346605>
- EIS. (2025). *Meer nestelgelegenheid*. <https://www.bestuivers.nl/bescherming/meer-nestelgelegenheid>
- Gastkemper, H., & Buntsma, J. (2015). *Groene daken nader beschouwd*. Stichting Rioned & STOWA.
<https://edepot.wur.nl/340824>
- Gemeente Nijmegen. (2024). *Gebiedsvisie Koers voor de Binnenstad*.
<https://nijmegen.bestuurlijkeinformatie.nl/Agenda/Document/feea4333-d887-4a09-ab1b-5039bd4642ca?documentId=d7c84c8c-0b1f-482c-adc8-d87db2d67788&agendaItemId=b0b88571-0ab3-4dec-9903-6be35a410c15>
- GGD Regio Utrecht. (2022). *Factsheet Groen en allergenen*. RIVM.
<https://www.rivm.nl/sites/default/files/2023-02/GGD%20Factsheet%20Klimaatadaptatie%20Groen%20en%20allergenen%20221220.pdf>

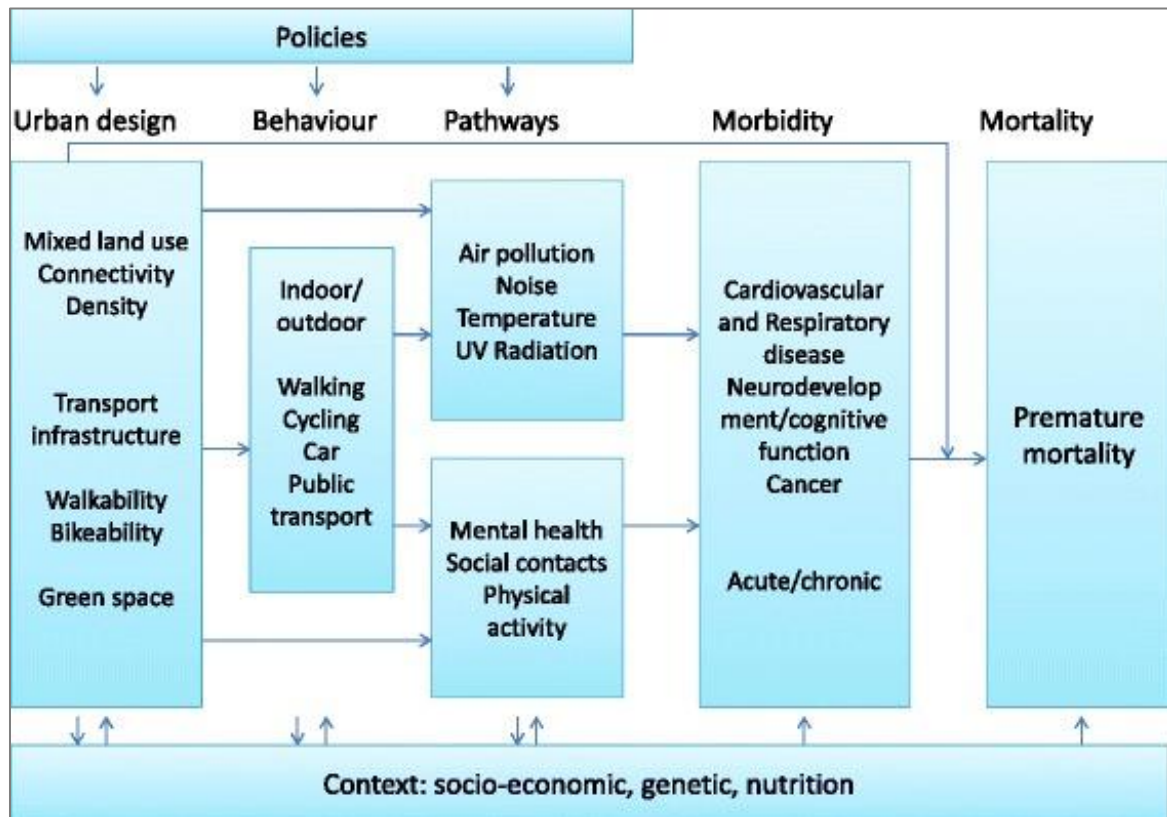
- Herath, P., Halwatura, R., & Jayasinghe, G. (2018). Evaluation of Green Infrastructure Effects on Tropical Sri Lankan Urban Context as an Urban Heat Island Adaptation Strategy. *Urban Forestry & Urban Greening*, 29, 212–222. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2017.11.013>
- Hiemstra, J. A. (2018a). *Groen in de stad: Luchtkwaliteit*. Wageningen University & Research. <https://edepot.wur.nl/460539>
- Hiemstra, J. A. (2018b). *Groen in de stad: Soortentabel*. <https://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/544261>
- Hiemstra, J. A. (2018c). Groen in de stad: soortentabel. In *Wageningen University & Research* (Nr. 544261). <https://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/544261>
- Hogeschool Utrecht. (2021, 11 oktober). *Hogeschool Utrecht en RIVM stellen samen een lector Gezonde Stedelijke Ontwikkeling aan*. <https://www.hu.nl/hogeschool-utrecht-en-rivm-stellen-samen-een-lector-gezonde-stedelijke-ontwikkeling-aan>
- Hoogstra, M., & De Molenaar, J. (2000). Groen voor corridors, corridors voor groen?; een verkennende studie naar groene kansen binnen corridors. *Alterra*. <http://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/312796>
- Klok, L., & Solcerova, A. (2018, 18 december). *Water: een koelelement in de warme stad?* Kennisportaal Klimaatadaptatie. <https://klimaatadaptatienederland.nl/actueel/actueel/interviews/interview-klok-sol/>
- Kluck, J., Kleerekoper, L., Klok, L., Solcerova, A., Loeve, R., Erwin, S., Liu, C., Welter, N., Lopes, M., & Rajaei, S. (2020). *De hittebestendige stad: Coolkit: toolkit voor ontwerpers van de buitenruimte*. https://pure.hva.nl/ws/files/7236285/hva_kuiper_2020_coolkit.pdf
- Kluck, J., Klok, L., Solcerova, A., Kleerekoper, L., Wilschut, L., Jacobs, C., Loeve, R., Daniels, E., & Dankers, R. (2020). *De hittebestendige stad: Een koele kijk op de inrichting van de buitenruimte*. https://pure.hva.nl/ws/files/7161524/hva_2020_hittebestendige_stad_online_1_.pdf
- KNMI. (z.d.). *Extreme neerslag*. <https://www.knmi.nl/kennis-en-datacentrum/uitleg/extreme-neerslag>

- Koedoot, M., Wilschut, M., & Van Der Heide, C. (2013). *Natuur & gezondheid : Natuur als hulp in de zorg*. <https://doi.org/10.31715/20183>
- Kort, J., Van de Weem, T., Boor, K., & Dijkmans van Gunst, M. (2022). *Monitoring gebruik en beleving van groen*. Hogeschool Utrecht.
- Liu, L., Biderman, A., & Ratti, C. (2009). Urban mobility landscape: Real time monitoring of urban mobility patterns. MIT. <https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=f6ceca10e6e6882345a6a9214fd12e36fc13dcf3>
- Milieu Centraal. (z.d.). *Groen dak: een tuin op je schuur*. <https://www.milieucentraal.nl/huis-en-tuin/klussen/groen-dak/>
- MRP & Ballast Nedam Development. (2023). *Visie Cartesius*. Cartesius Utrecht. <https://www.cartesius-utrecht.nl/cartesius-utrecht/het-plan>
- Nationale Databank Flora & Fauna. (2025, 12 januari). *14.201 Monitoring van broedvogels - NDF*. NDF. https://ndff.nl/natuurdata/waarnemen-en-aanleveren/protocollen/14-201-monitoring-van-broedvogels/?utm_source=chatgpt.com
- Nieuwenhuijsen, M. (2016). Urban and transport planning, environmental exposures and health-new concepts, methods and tools to improve health in cities. *Environmental Health*, 15(S1). <https://doi.org/10.1186/s12940-016-0108-1>
- Posthumus, H., Kruize, H., & Hof, A. (2023). *DRAFT: Propositie startkit DKH-GSL Cartesius*. Regionale Landschappen. (z.d.). *Lichthinder*. <https://www.regionalelandschappen.be/projecten/licthinder>
- RIONED. (2015). *Impact extreme neerslag stedelijk gebied: waarom en met welke buien?* <https://www.riool.net/impact-extreme-neerslag-stedelijk-gebied-waarom-en-met-welke-buien->
- Synchroon, Nest Natuurinclusief, & Vogelbescherming Nederland. (2023). *Natuurinclusief ontwikkelen*.

- TAUW. (z.d.). *Klimaatadaptieve stadsontwikkeling*. Tauw.nl. <https://www.tauw.nl/op-welk-gebied/klimaatadaptatie/stedelijk-gebied/klimaatadaptieve-stadsontwikkeling/#:~:text=Om%20in%202050%20klimaatbestendig%20te,openbare%20ruimte%20en%20op%20bedrijventerreinen>.
- Universiteit Utrecht. (2023, 12 juli). *Convenant 'Bouwen aan een gezonde Wijk' getekend voor Cartesius Utrecht*. <https://www.uu.nl/nieuws/convenant-bouwen-aan-een-gezonde-wijk-getekend-voor-cartesius-utrecht>
- Urban Xchange & BGSV. (2017). *Koersdocument Cartesiusdriehoek*. Gemeente Utrecht & NS. https://omgevingsvisie.utrecht.nl/fileadmin/uploads/documenten/zz-omgevingsvisie/gebiedsbeleid/_west/2017-03-koersdocument-cartesiusdriehoek.pdf
- Van den Berg, A. E., & Van Winsum-Westra, M. (2006). *Ontwerpen met groen voor gezondheid*. Wageningen Environmental Research. <http://www2.alterra.wur.nl/Webdocs/PDFFiles/Alterraraapporten/AlterraRapport1371.pdf>
- Van Duren, R. (2024, 29 april). *Maak van je tuin een paradijs voor bijen en vlinders: Een stap-voor-stap gids*. Van Duren Groenservice. <https://vandurengroenservice.nl/bij-en-vlinder-vriendelijke-tuin/>
- Wang, Y., & Akbari, H. (2016). Analysis of Urban Heat Island phenomenon and Mitigation Solutions Evaluation for Montreal. *Sustainable Cities And Society*, 26, 438–446. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2016.04.015>
- Witteveen+Bos. (2020). *Landelijke hittekaart gevoelstemperatuur*. https://www.klimaat-effectatlas.nl/l/nl/library/download/urn:uuid:4d449ff6-2957-409e-b65d-f48500b157ea/technische+toelichting+landelijke+hittekaart+gevoelstemperatuur+1.pdf?format=save_to_disk&ext=.pdf

11 Bijlagen

11.1 Conceptual Framework



Figuur 30: Conceptual framework (Nieuwenhuijsen, 2016)

11.2 Life Radius in Blue Zones



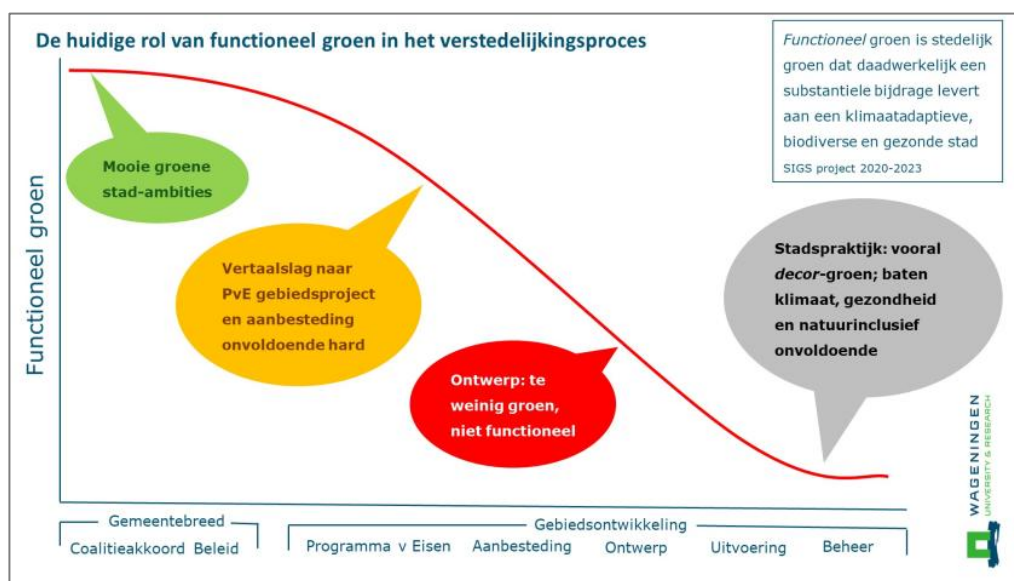
Figuur 31: (Buettner & Skemp, 2016)

11.3 Review Robbert Snep

dr. Robbert Snep is Ecoloog bij Wageningen University & Research. Hij adviseert voornamelijk over 'evidence-based' toepassingen en deelt kennis in samenwerking met veel verschillende partijen. In zijn vele publicaties staan de thema's biodiversiteit en klimaatadaptatie centraal.

In de review is het onderzoeksproces van het monitoren in Cartesius besproken, met de stappen die al genomen zijn. Een aantal zaken vallen hem op:

- Het verdienmodel achter de ambities in biodiversiteit en klimaatadaptatie is moeilijk in valuta en in korte termijn uit te drukken, waardoor veel geplande interventies in het proces verloren gaan. Het feit dat het convenant is opgezet getuigt van het daadwerkelijk willen nastreven van de ambities, maar zal pas te zien zijn over een langere tijd. Ook na de oplevering van de buitenruimtes is later pas te zien of bijvoorbeeld de geplande beplanting de omvang en diversiteit krijgt die gepland is.



Figuur 32: De huidige rol van functioneel groen in het verstedelijkingsproces

Het is dus belangrijk om een afweging te maken in welke nulsituatie gekozen zal worden voor de monitor. Om zo snel mogelijk te kunnen beginnen met monitoren kunnen de definitieve plannen worden gekozen als uitgangspunt. Het gevaar hiervan is dus dat er aannames gemaakt worden over de daadwerkelijke situatie.

Het monitoren van de situatie na oplevering als uitgangspunt geeft een beter betrouwbaar beeld van de werkelijke situatie, maar geeft geen informatie over de ambities die verloren zijn gegaan in de uitvoering. Ook is dit monitoringstraject pas op een later moment te meten.

- Om biodiversiteit en klimaatadaptatie meetbaar te krijgen is het belangrijk om een doel of ambitie in beeld te hebben om als referentiepunt te gebruiken.
- Elementniveau is al bekend voor Biodiversiteit en Klimaatadaptatie. Beplanting is programmeerbaar, dimensionering is bekend voor benodigde waterberging per verhard oppervlak etc. Soortentabel boom.
- Hitte: mensen bevragen naar hoe zij het ervaren. Ervaring geeft een goed beeld van eventuele (over)last.

11.4 Soortentabel

WETENSCHAPPELIJKE NAAM	ALGEMENE KENMERKEN						BIJDRAGE AAN ECOSYSTEEDIENSTEN								NADELIGE EIGENSCHAPPEN		
	GROOTE	GROEN-BLIJVEND	WINTER-HARDHEID	TOLERANTIE DROOGTE	TOLERANTIE STROOIZOUT	BEPERKEN OPWARMING	INTERCEPTIE NEERSLAG	VERBRAGT ZIEER NARTE PERIODE	VERBRAGT DROGE PERIODE	WEGVANGEN FUIJSTOF	WEGVANGEN NO ₂ /O ₃	VASTLEGGEN CO ₂	NEKTARRON INSECTEN	STUJFHEEL-BROM INSECTEN	VOEDSELBROM VOGELS	ALLERGENITEIT	EMISSIE VOS
Acer buergerianum	****		***	**		***							***	**		**	**
Acer campestre	***		***	***	*	**	*			**	***	***	***	**		**	**
Acer negundo	****		***	*		***	*	*	**	**	***	***	***			***	**
Acer platanoides	****		***	***		***	***			**	***	***	***	**		***	**
Acer pseudoplatanus	****		***	***		***	***			**	***	***	***	**		***	**
Acer rubrum	****		***	*	☆	***	*		*	**	***	***	**	**		*** (afh. van cv)	**
Acer saccharinum	****		***	☆		***	***	*	**	**	***	***	***	**		***	**
Acer tataricum ssp. Ginnala	**		***	***	*	**	**			**		**				**	**
Aesculus hippocastanum	****		***	☆		***	**			**	***	***	***	***		**	**
Aesculus x carnea	***		***	*	☆	***				**	***	***	***	***		**	**
Alnus cordata	***		***	*	*	**	**			**	***	***		***		***	*
Alnus glutinosa	***		***	☆	*	**	**	**	*	**	***	***		***		***	*
Alnus incana	***		***	***	*	**	*	*	**	**	***	***		***		***	*
Alnus spaethii	****		***	***	*	**	**			**	***	***	***	***		***	*
Amelanchier arborea	*		***	☆	*	*			*	*	***	**	***	**	✓	*	**
Amelanchier lamarckii	**		***	☆	*	*			*	**	***	***	***	**	✓	*	**
Betula nigra	****		***	*	☆	**	**	*	*	**	***	***	☆	**	✓	***	**
Betula papyrifera	****		***	☆		**				**	***	***		**	✓	***	**
Betula pendula	***		***	***		**	**			**	***	***		**	✓	***	**
Betula pubescens	***		***	☆		**	**	*	*	**	***	***		**	✓	***	**
Betula utilis	****		**	☆	☆	**				**	***	***		**	✓	***	**
Carpinus betulus	***		***	*	☆	**	**		**	**	***	***		**		***	*
Castanea sativa	****		***	☆	☆	***	**			**	***	***	***	***		**	**
Catalpa bignonioides	***		***	*	☆	**				**	***	***	***	***		**	**
Cedrus atlantica - C. libani ssp. Atlantica	****	0	**	***		**				***	*	***				*	**
Cedrus deodara	****	0	**	☆		**				***	*	***				*	**
Cedrus libani	****	0	**	***		**				***	*	***				*	**
Celtis australis	***		***	***	☆	**	**			**		***	☆	☆		**	**
Celtis occidentalis	****		***	***		**	**			**	***	***			✓	**	*
Cercidiphyllum japonicum	***		***	☆	☆	**	*			**	***	***				**	***
Cercis canadensis	**		***	☆		*	**			**		***				*	*
Cercis siliquastrum	**		**	***	☆	*	**			**		***	***			*	**
Chamaecyparis lawsoniana	****	0	***	*		*	**			***	*	***				***	*
Cornus mas	*		***	☆		*	*		*	**	***	***	***	**	✓	*	**
Corylus colurna	***		***	*	☆	*	*			**	***	***		**		***	**
Crataegus coccinea	*		***	*	☆	*	*			**		***		**		*	**
Crataegus x lavallei	*		***	*	☆	*	*			***	*	***	***	**		*	**
Crataegus monogyna	**		***	*	☆	*	*			**		***	***	**	✓	*	**
Elaeagnus angustifolia	*		***	***	*	*	*			*		**	***	**		**	**

Figuur 33: Soortentabel voor de waardering van boomsoorten (Hiemstra, 2018b)