

Het Fietspad van de Toekomst



P.T. Uijtewaal
Eindverslag Bachelor Thesis
Juli 2019
Universiteit Twente
Schagen Infra



UNIVERSITY OF TWENTE.

Colofon

Titel:	Het Fietspad van de Toekomst
Auteur:	Peter Uijttewaal
Studentnummer:	s1844954
Email:	p.t.uijttewaal@student.utwente.nl
Telefoon:	06 588 299 23
Opleiding:	Bachelor Civiele Techniek
Aanleiding:	Bachelor eindopdracht
Onderwijsinstelling:	Universiteit Twente
Extern bedrijf:	Schagen Infra
Begeleider Universiteit Twente:	H.L. ter Huerne
Email:	h.l.terhuerne@utwente.nl
Telefoon:	053 489 24 99
Begeleider Schagen Infra:	R.H.J. Diele
Email:	r.diele@schageninfra.nl
Telefoon:	038 477 82 32
Tweede beoordelaar:	M.R.A. Gensen
Email:	m.r.a.gensen@utwente.nl
Telefoon:	053 48 978 81
Plaats:	Hasselt
Datum:	April 2019 – Juli 2019

Voorwoord

In uw handen heeft u het onderzoeksrapport betreft *Het Fietspad van de Toekomst*. Dit onderzoek is uitgevoerd voor de afronding van de bachelor Civiele Techniek aan de Universiteit Twente. Vanuit de vakgroep bouw/infra ben ik de afgelopen drie maanden aan de slag gegaan bij Schagen Infra in Hasselt (ov). Voortdurend verandert de maatschappij om ons heen, ook met betrekking tot het fietspad. Tijdens dit onderzoek is daarom aan de hand van de veranderende maatschappij bepaald welke functionaliteiten het fietspad van de toekomst heeft en hoe invulling gegeven kan worden aan deze functionaliteiten.

Tijdens de periode bij Schagen heb ik prettig en voorspoedig kunnen werken aan mijn onderzoek. Ik wil Schagen bedanken voor de middelen en ruimte die het mij heeft geboden. Naast de kennis van het onderzoek ben ik door gesprekken met collega's veel te weten gekomen over de werkzaamheden bij een aannemer in de wegenbouw.

Daarnaast wil ik mijn twee begeleiders bedanken. Henny ter Huerne van de Universiteit Twente en Ronald Diele van Schagen Infra. Beide hebben mij begeleid tijdens het onderzoekstraject. Aan de andere kant hebben ze mij erg vrijgelaten en erop aangestuurd dat ik mijn eigen weg moest vinden. Dit heb ik als erg prettig heb ervaren, maar af en toe maakte dit het niet eenvoudig.

Ook wil ik Antonio de Boer (gemeente Zwartewaterland) en Waldemar van Ee (gemeente Zwolle) bedanken voor de leerzame gesprekken die we gevoerd hebben. Ze zijn allebei wegbeheerder bij de betreffende gemeente. Ik heb met beiden apart gesproken over het onderwerp *Het Fietspad van de Toekomst* en wat dit voor hun gemeente betekent. Het was erg interessant om van twee verschillende gemeenten te horen hoe zij hierin staan.

Als laatste wil ik de rest van het personeel van Schagen Infra bedanken voor de leuk tijd. Ik heb het bedrijf als erg prettig en toegankelijk leren kennen. Doordat alle kantoordeuren altijd letterlijk open staan, was het eenvoudig om een gesprek te starten. Daarnaast waren de pauzes met veel humor en leuke gesprekken erg gezellig.

Peter Uijttewaal

Hasselt (ov), juli 2019

Samenvatting

Op dit moment ervaart Schagen geen problemen bij het uitvoeren van zijn werk; het is in staat projecten op een gewenste manier te realiseren. De huidige maatschappij ondergaat echter veel veranderingen. In het nieuws worden deze veranderingen vaak genoemd. De veranderingen houden concreet in dat de behoeften van de maatschappij veranderen, hierdoor is het noodzaak dat processen en producten veranderen. De veranderingen in de maatschappij vergroten de motivatie van Schagen om zijn processen en producten te innoveren. Het feit dat projecten realiseerbaar moeten zijn, maakt het denkbaar dat er voornamelijk praktisch wordt gedacht en gehandeld. Hierdoor wordt het merendeel van de wegen en fietspaden veelal nog traditioneel aangelegd zonder dat er innovaties worden toegepast. Ondanks deze praktische denkwijze staat Schagen open voor een ander perspectief.

Schagen is koploper in het ontwerpen en aanleggen van fietspaden; mede door zijn eigen materieel en eigen centrales. Deze koppositie wil het graag behouden. Om deze koppositie te behouden is het belangrijk om te bepalen wat er in de maatschappij verandert. Uit deze context ontstond het doel van het onderzoek. Het doel van het onderzoek was het identificeren van de belangrijkste veranderingen uit de maatschappij gerelateerd aan fietspaden, om vervolgens de functionaliteiten van het fietspad in de toekomst te kunnen bepalen. Door deze kennis te combineren met de innovaties van externe partijen weet Schagen wat nodig is om zijn koppositie op het gebied van fietspaden in de toekomst te behouden. Om aan dit doel te voldoen is een hoofdvraag opgesteld beschreven als volgt: *‘Wat zou Schagen Infra moeten verbeteren aan zijn huidige fietspad, een fietspad zonder innovaties, zodat deze aansluit op de veranderende randvoorwaarden?’*

Voor het onderzoek zijn verschillende methoden gebruikt. De beantwoording van deelvraag 1 is uitgevoerd door middel van drie methodes. Allereerst, na een gesprek met A. Van Andel, Hoofd Werkvoorbereiding bij Schagen, over zijn idee van het fietspad van de toekomst, werd verwezen naar de website van Verkeer in Beeld. Op deze website staan nieuwsberichten over innovaties beschreven die te maken hebben met verkeer, waaronder fietspaden. Deze website is nauwkeurig bestudeerd, zodat innovaties gerelateerd aan het fietspad gedocumenteerd konden worden. Naast deze website zijn websites van civieltechnische bedrijven te geraadpleegd. Als derde methode is op het internet onderzoek uitgevoerd naar innovaties in het buitenland. Door middel van zoektermen, zoals ‘fietspadinnovaties buitenland’, zijn innovaties uit het buitenland gedocumenteerd.

Voor de beantwoording van deelvraag 2 moesten de veranderende randvoorwaarden geïdentificeerd worden. Om de veranderende randvoorwaarden te identificeren zijn de innovaties uit deelvraag 1 bestudeerd. Deze innovaties zijn bedacht en/of uitgevoerd met een reden. Deze redenen hebben te maken met een veranderende behoefte uit de maatschappij. Voor de innovaties uit deelvraag 1 is bepaald met welk doel deze innovatie bedacht is. De doelen en intenties van een aantal innovaties waren gericht op hetzelfde aspect van het fietspad. Op basis hiervan zijn vier categorieën bepaald. Vanuit deze vier categorieën is door middel van een literatuurstudie geïdentificeerd welke veranderende randvoorwaarden aanwezig zijn. Voor het bepalen van de veranderende randvoorwaarden is deelgenomen aan een vergadering van hoofduitvoerders bij Schagen. Daarnaast is op het internet onderzoek gedaan naar literatuur die beschrijft wat de veranderende randvoorwaarden voor het fietspad van de toekomst inhouden.

Voor de beantwoording van deelvraag 3 zijn innovaties van Schagen gedocumenteerd. Om te bepalen welke innovaties op dit moment door Schagen worden bedacht en uitgevoerd zijn drie methodes gebruikt. Allereerst is literatuuronderzoek gedaan. Schagen publiceert op zijn website korte artikelen over projecten die zijn uitgevoerd of nog in ontwikkeling zijn. Naast het literatuuronderzoek is deelgenomen aan een vergadering van hoofduitvoerders. Aan het einde van deze vergadering konden de aanwezigen werknemers aangeven hoe Schagen volgens hen op dit moment bezig is met innovaties. Als laatste methode is een project in uitvoering bezocht. Deze bezichtiging werd georganiseerd door Schagen en de gemeente Barneveld. Tijdens dit projectbezoek werd een innovatie van Schagen getoond en toegelicht.

Deelvraag 2 en deelvraag 3 leverden input voor deelvraag 4. Deelvraag 4 heeft als resultaat een beoordeling die aangeeft in hoeverre de fietspaden van Schagen voldoen aan functionaliteiten van het fietspad van de toekomst volgend uit de gedocumenteerde veranderende randvoorwaarden. Om deze beoordeling te kunnen uitvoeren is gebruik gemaakt van de methode Systems Engineering. Systems Engineering is een methode die toe te passen is bij het ontwerpen van producten. SE bestaat uit een groot aantal stappen. Het boek van R. de Graaf beschrijft uit welke onderdelen de SE-methode bestaat (Graaf, 2014). Bij dit onderzoek zijn niet alle stappen uitgevoerd. De belangrijkste reden hiervoor is het feit dat de meeste stappen buiten de scope van het onderzoek vallen. Voor het onderzoek zijn de volgende stappen in volgorde uitgevoerd: eisen opstellen aan de hand van veranderende randvoorwaarden; functionaliteiten opstellen aan de hand van de eisen; beoordelen van de functionaliteiten aan de hand van innovaties.

Het onderzoek resulteerde in de volgende bevindingen. Schagen Infra heeft in elke categorie innovaties uitgevoerd. In de categorie levenscyclus toont Schagen Infra veel innovaties. Hiermee ontwikkelt het in goede richting om zijn fietspad te laten aansluiten op de toekomst door duurzaamheid en circulariteit te integreren in zijn fietspad. Er is daarnaast ook ruimte voor verbetering. Schagen Infra zal bij zijn fietspad meer aandacht moeten besteden aan de veranderende gebruiker en de behoeften die deze heeft. De diversiteit op het fietspad wordt steeds groter, wat vraagt om aanpassingen. Naast de veiligheidsmaatregelen zijn er technologische ontwikkelingen die een rol kunnen spelen bij het verbeteren van de fietskwaliteit. De gebruiker wordt steeds belangrijker, maar ook de omgeving dient een belangrijk onderdeel te zijn. Deze categorie moet een belangrijker onderdeel van het fietspad worden. Gevolgen van klimaatverandering en de verslechterde biodiversiteit dienen extra aandacht te krijgen. Door meer te focussen op de gebruiker en de omgeving, in combinatie met de aandacht die op dit moment uit gaat naar duurzaamheid, zal het fietspad van Schagen beter aansluiten op de veranderende randvoorwaarden. Hierdoor zal Schagen zijn koppositie, op het gebied van fietspaden, behouden en hoogstwaarschijnlijk vergroten.

Inhoud

Voorwoord	iii
Samenvatting.....	iv
Inhoud.....	vi
1. Inleiding.....	1
1.1. Bedrijfsachtergrond	1
1.2. Probleemstelling.....	3
1.3. Doelstelling	4
1.4. Onderzoeksvragen	5
1.5. Leeswijzer	5
2. Onderzoeksmethoden	6
2.1. Methoden deelvraag 1	6
2.2. Methoden deelvraag 2	6
2.3. Methoden deelvraag 3	6
2.4. Methodiek deelvraag 4	7
3. Theoretisch kader	8
3.1. Technologie	8
3.2. Klimaat	8
3.3. Snelfietsroutes	9
3.4. Duurzaamheid	9
3.5. Natuur.....	10
3.6. Veiligheid	10
3.7. Buitenland	12
4. De belangrijkste veranderende randvoorwaarden	13
4.1. Veranderende randvoorwaarden – categorie gebruikers	13
4.2. Veranderende randvoorwaarden – categorie levenscyclus.....	15
4.3. Veranderende randvoorwaarden – categorie technologie.....	17
4.4. Veranderende randvoorwaarden – categorie omgeving	19
5. Innovaties ontwikkeld door Schagen.....	22
5.1. Innovaties – categorie gebruikers.....	22
5.2. Innovaties – categorie levenscyclus	24
5.3. Innovaties – categorie technologie	26
5.4. Innovaties – categorie omgeving.....	26
6. Beoordeling van Schagen aan de hand van functionaliteiten	29
6.1. Van veranderende randvoorwaarden naar eisen	29
6.2. Van eisen naar functionaliteiten	30
6.3. Beoordeling van functionaliteiten	30

7.	Gespreksverslagen wegbeheerders	32
7.1.	A. de Boer – wegbeheerder gemeente Zwartewaterland	32
7.2.	W. van Ee – wegbeheerder gemeente Zwolle	32
8.	Discussie.....	33
9.	Conclusie en aanbevelingen	34
9.1.	Conclusies	34
9.2.	Aanbevelingen voor vervolgonderzoek.....	39
10.	Bibliografie.....	40
11.	Bijlagen	47
11.1.	Programma van eisen	47
11.2.	Koppeling eisen en functionaliteiten	49
11.3.	Functieboom.....	51
11.4.	Motivatie van scores op functionaliteiten.....	52

Lijst met figuren

Figuur 1:	Woord-web met aspecten omtrent het fietspad van de toekomst	4
Figuur 2:	Dodenhoeksituatie met iCycleSafe	18
Figuur 3:	Achtereenvolgens grijs kunstgras berm, bermbeton, groen kunstgras berm	23
Figuur 4:	Achtereenvolgens randbelijning, geen belijning, glow-in-the-dark belijning	23
Figuur 5:	Links het oude tegelfietspad, rechts het nieuwe asfaltfietspad.....	23
Figuur 6:	Modulair fietspad; bovenaanzicht, vooraanzicht	25
Figuur 7:	Spatting bij een betonweg.....	27
Figuur 8:	Voorbeeld hoe-waarom-constructie.....	30
Figuur 9:	Functieboom Fietspad van de toekomst	51

Lijst met tabellen

Tabel 1:	Voorbeeldtabel programma van eisen.....	29
Tabel 2:	Score op functionaliteiten.....	31
Tabel 3:	Score op functionaliteiten (herhaald)	38
Tabel 4:	Programma van eisen	47
Tabel 5:	RAS-tabel.....	49
Tabel 6:	Score per functionaliteit met motivatie	52

Lijst met afkortingen

<i>Afkorting:</i>	<i>Betekenis:</i>
CROW	Kennisplatform voor infrastructuur
E-bikes	Afkorting voor elektrische fietsen
GWW	Grond-, weg- en waterbouw
IPBES	Platform gelinkt aan de verenigde naties doet onderzoek naar biodiversiteit en ecosystemen
LCA	Levens Cyclus Analyse
LEAN	Managementfilosofie om verspilling in processen te minimaliseren
MVO	Maatschappelijk verantwoord ondernemen
NTFU	Nederlandse Toer Fiets Unie
RAS-tabel	Requirements Allocation Sheet-tabel
Schagen	Verkorte versie van de volledige bedrijfsnaam Schagen Infra
SDG('s)	Sustainable Development Goal(s)
SE	Systems Engineering
SUV	Schagen UitzetVoeg
VN	Verenigde Naties

1. Inleiding

In dit hoofdstuk wordt het onderzoek ingeleid. De bedrijfsachtergrond, probleemstelling, doelstelling, onderzoeksvragen en de leeswijzer worden beschreven.

1.1. Bedrijfsachtergrond

Het onderzoek is uitgevoerd bij Schagen Infra (hierna te noemen Schagen) in Hasselt (ov). Het bedrijf is onderdeel van Schagen Groep. Onder deze groep is ook bouwbedrijf Salverda actief. Schagen is een midden- en kleinbedrijf dat ruim 65 jaar werkzaam is in de wegenbouw. Schagen is een aannemer en zijn werk bestaat voornamelijk uit grondwerk, funderingen, rioleringen en verhardingen. Schagen onderscheidt zich ten opzichte van ander bedrijven doordat het zijn eigen asfalt- en betoncentrale heeft (Schagen Infra, 2019a).

Op de website van Schagen is beschreven dat er twee concepten zijn opgenomen in het beleid van Schagen. Deze twee concepten fungeren als een rode draad in de bedrijfsvoering; Maatschappelijk Verantwoord Ondernemen (MVO) en Circulair ondernemen. Een beschrijving van MVO is als volgt.

‘Maatschappelijk verantwoord ondernemen betekent dat bedrijven verantwoordelijkheid (willen) dragen voor maatschappelijke problemen zoals luchtvervuiling, klimaatverandering, vergrijzing of arbeidsomstandigheden. MVO begint met dat bedrijven proberen deze problemen niet groter te maken. Ondernemers die een stap verder gaan, streven ernaar een bijdrage te leveren aan het oplossen van deze problemen’ (MVO Nederland, 2017).

Schagen heeft MVO uitgewerkt in vier aspecten: Markt; Medewerkers; Milieu; Maatschappij. Op de website van Schagen is uitgebreid beschreven hoe deze aspecten tot hun recht komen binnen het bedrijf. Voor dit onderzoek is voor elk aspect samengevat hoe deze vorm krijgt in het bedrijf:

Markt: Schagen vindt transparante samenwerking met alle betrokken partijen belangrijk. Het werkt met een vaste groep onderaannemers die is ontstaan uit eerdere samenwerkingsverbanden. Om de transparantie te bevorderen wordt gewerkt volgens het LEAN-principe. Met dit principe kan optimalisatie van projecten bereikt worden (Schagen Infra, 2019b).

Medewerkers: Schagen kent veel langdurige dienstverbanden. Deze worden mogelijk gemaakt door de doorgroei- en ontwikkeltrajecten. Daarnaast biedt Schagen per jaar tientallen stageplekken voor studenten van alle niveaus. Bovendien ondersteunt Schagen mensen met een afstand tot de arbeidsmarkt om te integreren in de arbeidsmarkt (Schagen Infra, 2019c).

Milieu: Duurzaamheid staat bij Schagen hoog in het vaandel. De kantoorpanden opereren volledig op zonne-energie. Sinds 2012 functioneert Schagen op het hoogste niveau van de CO₂-prestatieladder. Daarnaast past Schagen het concept ‘Life Cycle Analysis’ (LCA) toe. LCA wordt toegepast om te bepalen wat de totale milieubelasting van een product is (Schagen Infra, 2019d).

Maatschappij: Schagen is actief op maatschappelijk gebied. Dit is volgens Schagen een voorwaarde voor respectvol ondernemerschap. Jaarlijks worden goede doelen gekozen om het sponsorbudget aan te besteden. Om overlast rond projecten zoveel mogelijk te voorkomen, informeert Schagen bewoners over werkzaamheden in de buurt en stelt het verkeersplannen op (Schagen Infra, 2019e).

Het andere concept in het beleid van Schagen is Circulair Ondernemen. Schagen is al lange tijd bezig met het verbeteren van zijn processen en producten. Op de website van Schagen staat dat de Sustainable Development Goals (SDG's) van de Verenigde Naties een duidelijk raamwerk vormen voor het uitvoeren van deze verbeteringen (Schagen Infra, 2019f). Door middel van de SDG's moet een betere en duurzame toekomst voor iedereen bereikt worden. Door de VN zijn 17 SDG's opgesteld, maar Schagen kan niet aan elk doel een bijdrage leveren. Schagen heeft daarom een selectie gemaakt met doelen waaraan het een bijdrage kan leveren. Op de website van Schagen is uitgebreid beschreven wat de doelen voor Schagen inhouden. Voor dit onderzoek is voor elk doel samengevat hoe deze tot uiting komt in het bedrijf.

Doel 7 – Betaalbare en schone energie: Een groot deel van de gebruikte energie in het bedrijf wordt opgewekt door zonnepanelen; voor aanvulling wordt windenergie ingekocht. Het doel van Schagen is om in de toekomst volledig te functioneren op duurzame energie. Ondanks dat dit een grote uitdaging is, voornamelijk door de asfalt- en betoncentrale, heeft Schagen de drive om te zoeken naar duurzame oplossingen (Schagen Infra, 2019g).

Doel 8 – Fatsoenlijk werk en economische groei: Continuïteit is een belangrijk begrip binnen Schagen, dit zorgt voor de duurzame groei van de onderneming. Binnen het bedrijf is een mix van jong en ervaren personeel, waarbij iedereen mogelijkheid heeft tot ontwikkeling. Schagen draagt zorg voor de toekomst en heeft daarop zijn visie aangepast, zodat milieu en omgeving extra aandacht krijgen (Schagen Infra, 2019h).

Doel 9 – Industrie, innovatie en infrastructuur: Schagen wil zijn producten graag innoveren. Door de afdeling 'Advies, Onderzoek en Ontwikkeling' wordt continu gewerkt om zijn producten milieuvriendelijker, veiliger en slimmer te maken. Daarnaast wordt bepaald op welke manieren afval en CO₂-uitstoot geminimaliseerd kunnen worden (Schagen Infra, 2019i).

Doel 11 – Duurzame steden en maatschappijen: Schagen neemt waar dat de verstedelijking de komende jaren verder toeneemt. Schagen probeert fietsgebruik te stimuleren door te zoeken naar duurzame verbeteringen van zijn fietspaden. Daarnaast wordt bepaald of wegen ook kunnen dienen voor andere doeleinden, zoals stroomopwekking (Schagen Infra, 2019j).

Doel 12 – Verantwoorde productie en consumptie: Schagen probeert bij het zoeken van oplossingen gebruik te maken van natuurlijke grondstoffen. Daarbij speelt de circulaire economie een belangrijke rol; Schagen probeert afval te minimaliseren. Het resultaat hiervan is dat een groot deel van de asfaltmengsels voor ongeveer 60% uit hergebruikt materiaal bestaan, bij beton is dit ongeveer 20% (Schagen Infra, 2019k).

Doel 13 – Klimaatactie: Schagen is intensief bezig met duurzaamheid. Het probeert de uitstoot van CO₂ te minimaliseren. Daarnaast hebben stedelijke gebieden steeds vaker te maken met hitte of extreme regenval. De ontwikkeling van producten kan een bijdrage leveren aan de oplossing van deze problemen (Schagen Infra, 2019l).

Doel 17 – Partnerschap voor de doelen: Schagen kan het bereiken van een duurzamere wereld niet alleen. Daarom probeert het samenwerkingsverbanden aan te gaan, om kennis uit te wisselen met andere partijen. Daarnaast spoort Schagen partners aan om te zoeken naar duurzame oplossingen, zodat voldaan wordt aan de duurzaamheidsdoelen van 2030 (Schagen Infra, 2019m).

1.2. Probleemstelling

In paragraaf 1.1 staat beschreven dat MVO en Circulair Ondernemen belangrijke concepten zijn binnen van het beleid van Schagen (Schagen Infra, 2019a). Op basis hiervan kan geconcludeerd worden dat Schagen werkt met oog op de toekomst. In het kennismakingsgesprek met R. Diele, Hoofd Advies, Onderzoek en Ontwikkeling bij Schagen, en H. Van der Most, Adjunct-Directeur bij Schagen, werd duidelijk hoe Schagen op dit moment functioneert en waar het in de toekomst heen willen.

Op dit moment ervaart Schagen geen problemen bij het uitvoeren van zijn werk; het is in staat projecten op een gewenste manier te realiseren. De huidige maatschappij ondergaat echter veel veranderingen. In het nieuws worden deze veranderingen vaak genoemd. De veranderingen houden concreet in dat de behoeften van de maatschappij veranderen, hierdoor is het noodzakelijk dat processen en producten veranderen. De veranderingen in de maatschappij vergroten de motivatie van Schagen om zijn processen en producten te innoveren, vertellen dhr. R Diele en dhr. H. Van der Most in het kennismakingsgesprek. Het feit dat projecten realiseerbaar moeten zijn, maakt het denkbaar dat er voornamelijk praktisch wordt gedacht en gehandeld. Hierdoor wordt het merendeel van de wegen en fietspaden veelal nog traditioneel aangelegd zonder dat er innovaties worden toepast.

Ondanks deze praktische denkwijze staat Schagen open voor een ander perspectief. Dit volgt uit de informele kennismakingsgesprekken met collega's in de eerste week van het onderzoek. Een aantal werknemers geeft aan: "Het is niet verkeerd als iemand zonder praktische beperkingen kijkt naar innovatie van processen en producten. Wijzelf zijn in zekere mate beperkt door het praktische aspect van ondernemen". Het idee om alle processen en producten te innoveren is te uitgebreid voor het tijdsbestek van het onderzoek. Daarentegen is Schagen koploper in het ontwerpen en aanleggen van fietspaden; mede door zijn eigen materieel en eigen centrales. Deze koppositie wil het graag behouden.

Een maatschappij die door veranderingen nieuwe behoeften heeft en de wil om de koppositie op het gebied van fietspaden te behouden, sluiten goed op elkaar aan. Hieruit volgde in overleg met R. Diele en H. Van der Most het onderwerp *Het Fietspad van de Toekomst*. Een veranderende maatschappij brengt veranderende randvoorwaarden met zich mee. Deze randvoorwaarden zijn van toepassing op een groot aantal onderdelen van het fietspad. Doordat de praktische denkwijze nog altijd de boven toon voert, heeft Schagen op dit moment niet duidelijk welke invloed de veranderende maatschappij in de toekomst op het fietspad heeft. Hierdoor is het ook niet duidelijk welke functionaliteiten het fietspad in de toekomst heeft en hoe het fietspad er in de toekomst uit moet komen te zien. Deze onduidelijkheid kan er op den duur toe leiden dat Schagen niet in staat is zijn koppositie te behouden.

Samengevat, de probleemstelling voor het onderzoek is:

Op dit moment verandert de maatschappij in hoog tempo, wat zorgt voor veranderende behoeften. Dit heeft ook zijn invloed op fietspaden. Echter, Schagen heeft niet duidelijk welke invloed deze veranderingen in de toekomst op het fietspad hebben en hoe de functionaliteiten van het fietspad hierdoor veranderen. Het gevolg kan zijn dat Schagen niet in staat is om zijn koppositie op het gebied van fietspaden te behouden.

1.3. Doelstelling

In paragraaf 1.2 staat beschreven dat Schagen niet duidelijk heeft welke invloed de veranderende maatschappij in de toekomst op het fietspad heeft en hoe de functionaliteiten van het fietspad in de toekomst veranderen. Het is dus noodzaak om te documenteren welke veranderingen voortkomen uit de maatschappij en te bepalen welke veranderingen grote invloed uitoefenen. Willekeurig onderzoek doen naar veranderende randvoorwaarden is niet verstandig, mede omdat het onderwerp fietspad van de toekomst erg divers is; het kent veel onderdelen/aspecten. Dat er veel aspecten te maken hebben met het fietspad van de toekomst, bleek uit het woord-web die gemaakt is na het kennismakingsgesprek bij Schagen. Dit woord-web is gemaakt om te tonen dat het onderwerp het fietspad van de toekomst op veel manieren bestudeerd kan worden. Een woord-web toont anders dan een mindmap geen relaties tussen aspecten. Het woord-web is getoond in *Figuur 1*.



Figuur 1: Woord-web met aspecten omtrent het fietspad van de toekomst

Het aantal aspecten dat in het woord-web is getoond, kan vergroot worden. Dit toont dat het onderwerp *Het Fietspad van de Toekomst* divers is. Daarnaast kenmerkt het woord 'toekomst' dat het onderwerp ingewikkeld is, omdat onbekend is wat de toekomst brengt. Daarbij is elke situatie en locatie voor een fietspad verschillend. Daaruit volgt dat er geen uniform fietspad van de toekomst bestaat. Ondanks dat de toekomst niet zeker is, zijn externe bedrijven producten aan het innoveren. Door deze innovaties nauwkeurig te bestuderen, kan bepaald worden vanuit welk doel deze innovatie bedacht is. Met de kennis van deze innovaties zal het eenvoudiger worden om de veranderende randvoorwaarden te identificeren. Als resultaat hiervan kunnen de functionaliteiten van het fietspad van de toekomst bepaald kunnen worden. Op basis van de genoemde innovaties van externe bedrijven kan bepaald worden hoe invulling gegeven kan worden aan deze functionaliteiten.

Samengevat, de doelstelling van het onderzoek is:

Het identificeren van de belangrijkste veranderingen uit de maatschappij gerelateerd aan fietspaden, om vervolgens de functionaliteiten van het fietspad in de toekomst te kunnen bepalen. Door deze kennis te combineren met de innovaties van externe partijen weet Schagen wat nodig is om zijn koppositie op het gebied van fietspaden in de toekomst te behouden.

1.4. Onderzoeksvragen

De hoofdvraag van het onderzoek is gebaseerd op het doel van het onderzoek, beschreven in paragraaf 1.3. De hoofdvraag van het onderzoek is als volgt:

Hoofdvraag: *Wat zou Schagen Infra moeten verbeteren aan zijn huidige fietspad, een fietspad zonder innovaties, zodat deze aansluit op de veranderende randvoorwaarden?*

Om de hoofdvraag beantwoorden zijn vier deelvragen opgesteld. Deze deelvragen beantwoorden de gehele hoofdvraag. De deelvragen zijn als volgt:

Deelvraag 1: *Welke innovaties gerelateerd aan fietspaden van externe partijen (andere bedrijven en instellingen) zijn bedacht en/of uitgevoerd en kunnen een basis vormen voor dit onderzoek?*

Deelvraag 2: *Welke veranderingen uit de maatschappij zijn het meest van invloed op fietspaden, en wat houden deze in?*

Deelvraag 3: *Hoe is Schagen Infra op dit moment al bezig met het innoveren van zijn fietspaden zodat deze aansluiten op de veranderingen uit de maatschappij?*

Deelvraag 4: *In welke mate voldoen de fietspaden van Schagen Infra, op basis van zijn innovaties, aan de functionaliteiten van het fietspad van de toekomst volgend uit de veranderende maatschappij; waar ligt ruimte voor verbetering?*

1.5. Leeswijzer

In hoofdstuk 2 worden de onderzoeksmethoden beschreven. Vervolgens wordt in hoofdstuk 3 het theoretisch kader beschreven, wat tevens de documentatie van deelvraag 1 is. Hoofdstuk 4 beschrijft de veranderende randvoorwaarden vanuit de maatschappij die invloed hebben op het fietspad van de toekomst. Dit is de documentatie op deelvraag 2. Vervolgens wordt in hoofdstuk 5 aangegeven hoe Schagen op dit moment al bezig is met het innoveren, wat de documentatie van deelvraag 3 is. Hoofdstuk 6 documenteert de beoordeling van Schagen, wat deelvraag 4 documenteert. Als klein onderdeel van dit onderzoek zijn in hoofdstuk 7 de gespreksverslagen met de wegbeheerders gedocumenteerd. Na deze hoofdstukken volgen de discussie en conclusie (hoofdstukken 8 en 9). De bijlagen zijn gedocumenteerd in het laatste hoofdstuk van dit onderzoeksverslag.

2. Onderzoeksmethoden

In dit hoofdstuk wordt de onderzoeksmethodiek beschreven. Voor elke deelvraag is uitgewerkt welke methode(s) gehanteerd zijn om de desbetreffende deelvraag te beantwoorden.

2.1. Methoden deelvraag 1

Deelvraag 1 is op twee wijzen gebruikt in het onderzoek. Allereerst biedt deze deelvraag een basis voor het documenteren van de veranderende randvoorwaarden. Daarnaast biedt deze deelvraag ideeën die toegepast kunnen worden bij de optimalisatie van de fietspaden van Schagen. De beantwoording van deze deelvraag is uitgevoerd door middel van drie methodes. Allereerst is een gesprek gevoerd met A. Van Andel, Hoofd Werkvoorbereiding bij Schagen. In dit gesprek verwezen naar de website van Verkeer in Beeld. Op deze website staan nieuwsberichten over innovaties over verkeer beschreven, waaronder fietspaden. Deze website is nauwkeurig bestudeerd, zodat innovaties gerelateerd aan het fietspad gedocumenteerd konden worden. Naast deze website zijn websites van civieltechnische bedrijven te geraadpleegd. Als derde methode is op het internet onderzoek uitgevoerd naar innovaties in het buitenland. Door middel van zoektermen, zoals ‘fietspadinnovaties buitenland’, zijn innovaties uit het buitenland gedocumenteerd.

2.2. Methoden deelvraag 2

Voor het bepalen van de veranderende randvoorwaarden zijn meerdere methoden gehanteerd. Het woord-web uit de paragraaf 1.3 toonde dat er veel aspecten te maken hebben met het fietspad van de toekomst. Doordat deze aspecten zijn bedacht zonder een geldige bron, zijn de aspecten niet wetenschappelijk gegrond. Om de veranderende randvoorwaarden te identificeren zijn de innovaties uit deelvraag 1 bestudeerd. Deze innovaties zijn bedacht en/of uitgevoerd met een reden. Deze redenen hebben te maken met een veranderende behoefte uit de maatschappij. Voor de innovaties uit deelvraag 1 is bepaald met welk doel deze innovatie bedacht is. De doelen en intenties van een aantal innovaties waren gericht op hetzelfde aspect van het fietspad. Op basis hiervan zijn vier categorieën bepaald. Vanuit deze vier categorieën is door middel van een literatuurstudie geïdentificeerd welke veranderende randvoorwaarden aanwezig zijn. Voor het bepalen van de veranderende randvoorwaarden is deelgenomen aan een vergadering van hoofduitvoerders bij Schagen. Daarnaast is op het internet onderzoek gedaan naar literatuur die beschrijft wat de veranderende randvoorwaarden voor het fietspad van de toekomst inhouden. Deze literatuur bestond voornamelijk uit nieuwsberichten en onderzoeksrapporten die online gepubliceerd zijn. Om te garanderen dat er geen veranderende randvoorwaarden gemist zijn, zijn een aantal gesprekken gevoerd met medewerkers van Schagen. Een voorbeeld hiervan is het gesprek met E. Van der Worp, Projectmanager Circulariteit bij Schagen. Hij kon ondersteunen bij het identificeren van veranderingen in de categorie levenscyclus. A. Van Andel, Hoofd Werkvoorbereiding bij Schagen, kon ondersteunen als het ging om de veranderende vraag vanuit opdrachtgevers. De gedetailleerde ondersteuning van verschillende medewerkers is gedocumenteerd in hoofdstuk 4.

2.3. Methoden deelvraag 3

Gebaseerd op de concepten die beschreven zijn in paragraaf 1.1 mag verwacht worden dat Schagen op dit moment zijn fietspaden aan het innoveren is. Om te bepalen welke innovaties op dit moment door Schagen worden bedacht en uitgevoerd, zijn drie methodes gebruikt. Allereerst is literatuuronderzoek gedaan. Schagen publiceert op zijn website korte artikelen over projecten die zijn uitgevoerd of nog in ontwikkeling zijn. De website is nauwkeurig bestudeerd om zoveel mogelijk bruikbare innovaties te documenteren. Indien een artikel op de website niet voldoende informatie bood, is informatie opgevraagd bij de contactpersoon van dit project of product. Bij deze gesprekken werd op basis van de vraag ‘Wat houdt project of product ‘x’ gedetailleerd in?’, duidelijk wat de innovatie in meer detail inhoudt.

Naast het literatuuronderzoek is deelgenomen aan een vergadering van hoofduitvoerders. Na afloop van deze vergadering konden de aanwezigen werknemers aangeven op welke manier Schagen volgens hen op dit moment bezig is met innovaties. Het doel van deze deelname aan de vergadering was het vergroten van het aantal innovaties, omdat op de website niet alle innovaties vermeld staan. Als laatste methode is een project in uitvoering bezocht. Deze bezichtiging werd georganiseerd door Schagen en de gemeente Barneveld. Tijdens dit projectbezoek werd een innovatie van Schagen getoond en toegelicht. Nadat alle innovaties gedocumenteerd waren, zijn ze verdeeld volgens de vier categorieën die zijn bepaald bij deelvraag 2.

2.4. Methodiek deelvraag 4

Deelvraag 2 en deelvraag 3 leverden de basis voor deelvraag 4. Deelvraag 4 heeft als resultaat een beoordeling die aangeeft in hoeverre de fietspaden van Schagen voldoen aan functionaliteiten van het fietspad van de toekomst volgend uit de gedocumenteerde veranderende randvoorwaarden. Om deze beoordeling te kunnen uitvoeren is gebruik gemaakt van de methode Systems Engineering (SE). SE is een methode die toe te passen is bij het ontwerpen van producten. De non-profit organisatie INCOSE die de toepassing van SE bevordert, hanteert de volgende definitie (vertaald vanuit het Engels).

‘Een interdisciplinaire benadering en middel om de realisatie van succesvolle systemen mogelijk te maken. Systems Engineering beschouwt zowel de business als de technische behoeften van alle klanten met het doel om een product te leveren dat aansluit bij de behoeften van de gebruiker.’ (INCOSE, sd)

Op project niveau kent SE vele voordelen ten aanzien van andere methoden: vermindering van kosten; besparing van tijd; mogelijkheid tot reguleren van veranderingen. Tijdens dit onderzoek is SE voornamelijk gunstig, omdat het resultaat met behulp van Systems Engineering beter aansluit op de veranderende randvoorwaarden (Smith & Brown, 2014).

SE bestaat uit een groot aantal stappen. Het boek van R. de Graaf beschrijft uit welke onderdelen de SE-methode bestaat (Graaf, 2014). Bij dit onderzoek zijn niet alle stappen uitgevoerd. De belangrijkste reden hiervoor is het feit dat de meeste stappen buiten de scope van het onderzoek vallen. Voor het onderzoek zijn de volgende stappen in volgorde uitgevoerd: eisen opstellen aan de hand van veranderende randvoorwaarden; functionaliteiten opstellen aan de hand van de eisen; beoordelen van de functionaliteiten aan de hand van innovaties. Bij de beoordeling werd een score tussen de 1 en 3 toegekend aan elke functionaliteit, waarbij 3 de hoogst haalbare score was. In hoofdstuk 6 staat beschreven wat de scores 1, 2 en 3 inhouden.

3. Theoretisch kader

In dit hoofdstuk is gedocumenteerd welke innovaties externe bedrijven en instellingen ontworpen en/of gerealiseerd hebben. In hoofdstuk 2 is beschreven, dat dit op basis van een aantal methodes bepaald is welke innovaties externe partijen ontworpen en/of gerealiseerd hebben. Allereerst is een gesprek gevoerd met A. Van Andel, Hoofd Werkvoorbereiding bij Schagen. In dit gesprek verwezen naar de website van Verkeer in Beeld. Op deze website staan nieuwsberichten over innovaties over verkeer beschreven, waaronder fietspaden. Deze website is nauwkeurig bestudeerd, zodat innovaties gerelateerd aan het fietspad gedocumenteerd konden worden. Indien het mogelijk was, is via deze website de originele literatuurbron geraadpleegd. Naast de genoemde website is ook literatuuronderzoek uitgevoerd op websites van civieltechnische bedrijven om innovaties te kunnen documenteren. Het is algemeen bekend dat Nederland een fietsland is. Echter zijn er in het buitenland ook innovaties op het gebied van fietspaden. Door middel van literatuuronderzoek op internet konden een aantal innovaties uit het buitenland gedocumenteerd worden.

Voor elke gedocumenteerde innovatie is bondig beschreven wat deze inhoudt en wat het bedrijf als doel heeft met deze innovatie. Om overzicht te bieden zijn de verschillende innovaties verdeeld per onderwerp.

3.1. Technologie

Schwung app – Via de website van Verkeer in Beeld is deze innovatie gedocumenteerd. Om fietsen comfortabeler te maken kunnen fietsers in de Flevoland sinds april 2019 (Slofstra, 2019a) en in Den Bosch sinds 2017 (Puylaert, 2017a) gebruik maken van de Schwung app. De aangesloten verkeerslichten signaleren een gebruiker van de app en dit resulteert in eerder groenlicht. Ook wordt de groentijd vergroot. Het doel van deze app is om het fietsen aantrekkelijker te maken, zodat een duurzame vorm van mobiliteit wordt gestimuleerd.

‘Flo’ Utrecht – Via de website van Verkeer in Beeld is deze innovatie gedocumenteerd. Langs de Amsterdamsestraatweg in Utrecht is een techniek toegepast zodat fietsers minder lang hoeven te wachten bij het rode verkeerslicht. Een detectiesysteem met de naam ‘Flo’ is naast het fietspad geplaatst en levert voorbijkomende fietsers een advies over hun snelheid; sneller fietsen, snelheid vasthouden of langzamer fietsen. Door dit advies is de kans groter dat de wachttijd korter wordt (Puylaert, 2017b), wat ertoe leidt dat men vaker de fiets pakt.

3.2. Klimaat

Verwarmd fietspad Ede en Enschede – Via de websites van Verkeer in Beeld en Easypath zijn deze innovaties gedocumenteerd. Om te voorkomen dat er in de winter gestrooid moet worden is in Ede in 2016 een verwarmd fietspad aangelegd. Onder het fietspad lopen de buizen van het warmtenet. De restwarmte die rond de buizen ontstaat wordt afgetapt en gebruikt om de betonplaten te verwarmen (Easypath, 2016). Eenzelfde principe is toepast bij het innovatie-pad in Enschede; door een buizensysteem kan het pad verwarmd worden (Puylaert, 2017c). Het toepassen van de techniek kan helpen bij het verminderen van de overlast door sneeuw of ijs.

Wateropslag – Het bedrijf Tauw doet onderzoek naar innovaties gerelateerd aan het fietspad. Op de website van het bedrijf besteedt het aandacht aan innovaties rondom het onderwerp fietspad van de toekomst. Een innovatie is wateropslag onder het fietspad. Rekening houdend met de klimaatveranderingen, kan de opslag van water onder het fietspad in natte en in droge periodes een uitkomst bieden. In natte periodes kan water overlast voorkomen en in droge periodes kan opgeslagen water gebruikt worden om droogte te beperken (Tauw, sd).

3.3. Snelfietsroutes

F35 Twente – Via de website van de provincie Overijssel is deze innovatie gedocumenteerd. Om fietsgebruik te stimuleren worden er door het hele land snelfietsroutes aangelegd. Deze fietssnelwegen maken het eenvoudiger om langere afstanden af te leggen zonder gehinderd te worden door niet-fietspadgebruikers. Een voorbeeld van een snelfietsroute is de F35 in Twente (ov). Deze fietssnelweg doorkruist Twente en is gelegen langs een aantal steden, zoals Enschede, Hengelo, Oldenzaal en Almelo (Provincie Overijssel, 2015).

Nederrijn-pad – Via de website van Verkeer in Beeld is deze innovatie gedocumenteerd. Een ander voorbeeld van een snelfietsroute is het ‘Nederrijn-pad’. Deze route maakt de verbinding tussen Arnhem en Wageningen. Een groot deel van de route is ingericht als fietsstraat, daarnaast gaat de route zoveel mogelijk over autovrije wegen (Puylaert, 2018d). Deze route maakt het eenvoudiger zijn om een grotere afstand te overbruggen.

Snelfietsroute Utrecht – Via de website van Verkeer in Beeld is deze innovatie gedocumenteerd. De provincie Utrecht doet onderzoek naar het fietsverkeer in de provincie. De aanleg van zeven nieuwe snelfietsroutes moet ervoor ertoe leiden dat het aandeel van de fiets in woon-werkverkeer verdubbelt (Slofstra, 2019b), zodat het autoverkeer afneemt.

3.4. Duurzaamheid

Plastic Road Zwolle – Via de website van KWS is deze innovatie gedocumenteerd. Een ontwikkeling op het gebied van duurzaamheid is de Plastic Road in Zwolle, ontworpen door het bedrijf KWS. De Plastic Road bestaat uit een prefab, modulaire en holle constructie. De weg is door zijn ontwerp eenvoudig en snel aan te leggen. De weg bestaat uit gerecycled kunststof wat een duurzame vervanger van beton of asfalt is. Volgens de producent is de CO₂-uitstoot lager doordat het pad een langere levensduur kent dan traditionele wegconstructies (KWS, 2018). Met de Plastic Road wordt gezocht naar duurzamere alternatieven voor beton en asfalt. Daarnaast kan het een uitkomst zijn om de grote hoeveelheid plastic afval in de maatschappij te verminderen.

Biocomposietpad Emmen – Via de website van SWECO is deze innovatie gedocumenteerd. Een ander project dat inspeelt op de zoektocht naar duurzame alternatieven is het biocomposietpad in Emmen. In 2017 is daar een proefvak van biocomposiet aangelegd. Het biocomposiet is recyclebaar. De verwachting is dat de levensduur van het fietspad minimaal even lang is als de levensduur van asfalt of beton. In de toekomst moet bepaald worden of het ook op andere plekken mogelijk is om dit materiaal te gebruiken (SWECO, 2017).

Geopolymeren – Via de website van Cementbouw is deze innovatie gedocumenteerd. Cement bepaalt dat de CO₂-uitstoot van beton hoog is. Om dit probleem op te lossen legt het bedrijf Cementbouw fietspaden aan waarbij het cement vervangen is door geopolymeren (Cementbouw, sd). Door het toepassen van deze techniek kan de CO₂-uitstoot van het product aanzienlijk verlaagd worden. De techniek is in 2016 als eerste in Zeewolde toegepast (GWW, 2016).

Modulair fietspad – Zoals beschreven bestaat de Plastic Road in Zwolle uit modulaire onderdelen (KWS, 2018). Dit principe is ook toepast bij het innovatiepad in Enschede uit 2017 (eerdergenoemd in paragraaf 3.2). Via de website van Verkeer in Beeld is deze innovatie gedocumenteerd. De elementen van het innovatiepad gaan minimaal 60 jaar mee en zijn eenvoudig te verplaatsen of te vervangen. Doordat ze eenvoudig te verplaatsen zijn, kan voorkomen worden dat het fietspad opengebrouwen dient te worden voor ondergrondse werkzaamheden. Hiermee wordt de hoeveelheid afval geminimaliseerd en maakt dat modulair (fiets)paden erge duurzaam zijn (Puylaert, 2017c).

Zonnepanelen – Via de website van Verkeer in Beeld is deze innovatie gedocumenteerd. Energie opwekken met behulp van een fietspad is al enige tijd mogelijk. In Ede beschikt sinds maart 2017 een fietspad bestaande uit zonnepanelen. De energie die wordt opgewekt wordt gebruikt om fietspad uitgerust met verwarming, van warmte te voorzien. De zonnepanelen hebben een ruw oppervlak waardoor ze veilig zijn om te gebruiken (Puylaert, 2017e). Door deze techniek wordt op een duurzame manier een oplossing gezocht tegen klimaatoverlast zoals sneeuwval.

3.5. Natuur

Slimme verlichting – Via de website van de gemeente Zwolle is deze innovatie gedocumenteerd. In Zwolle is op een gedeelte van de fietssnelweg Zwolle-Hattem slimme straatverlichting aangebracht. Op de website van gemeente Zwolle staat beschreven dat de verlichting bij aanwezigheid van fietsers de straatverlichting met een hogere lichtsterkte brandt om de fietser meer zicht te geven (Gemeente Zwolle, sd). Door deze slimme verlichting toe te passen, is er minder lichtvervuiling in de omgeving.

Glowstud Heijmans – Via de website van Verkeer in Beeld is deze innovatie gedocumenteerd. In het buitengebied is het gebruik van fietspadverlichting vaak niet rendabel, omdat 's avonds niet veel fietsers gebruik maken van de fietspaden. Daarbij is op sommige plekken traditionele straatverlichting niet gewenst vanwege de omliggende natuur. Daarom heeft Heijmans Glowstud ontwikkeld. Dit is lichtgevende markering, die ervoor zorgt dat verlichting niet meer noodzakelijk is. Door deze innovatie blijven de contouren van het fietspad zichtbaar. Met deze innovatie wordt rekening gehouden met de natuur en blijft de veiligheid van de fietser gewaarborgd (Puylaert, 2018f).

Bloemrijke bermen – Via de website van Tauw is deze innovatie gedocumenteerd. Het bedrijf Tauw onderzoekt op welke manier innovaties omtrent het fietspad de biodiversiteit in Nederland kunnen verhogen. In Nederland de kwaliteit van de bijenpopulatie zorgwekkend, waardoor er maatregelen noodzakelijk zijn. Tauw stelt via hun website dat bloemrijke bermen een stimulans voor de natuur zijn. De natuur zal meer centraal moeten komen te staan bij het ontwerp van fietspaden (Tauw, sd).

3.6. Veiligheid

Bikescout Heijmans – Via de website van Verkeer in Beeld is deze innovatie gedocumenteerd. Het is algemeen bekend dat fietsers kwetsbare weggebruikers zijn. Op oversteekplaatsen voor fietsers gebeuren met regelmaat ongevallen. Om fietsoversteekplaatsen veiliger te maken is Bikescout ontwikkeld. Dit product detecteert een fiets op redelijke afstand van de oversteek en signaleert een naderende automobilist door middel van ledverlichting op het wegdek zodat deze op tijd kan stoppen voor de fietser. De snelheid van de fietser maakt bij dit systeem niet uit, de automobilist wordt bij elke snelheid tijdig op de hoogte gesteld. Uit onderzoek bleek dat het systeem het aantal ongevallen verlaagde (Puylaert, 2018g).

Veilige oversteek Groningen – Via de website van Verkeer in Beeld is deze innovatie gedocumenteerd. In de provincie Groningen is ook onderzoek gedaan naar veilig oversteken. In deze situatie gaat het om een verkeerssituatie waarbij fietsers de N355 bij Balmahuizen oversteken. De fietsers moeten bij deze oversteek voorrang verlenen aan de automobilisten. De oversteek is voorzien van een reflecterende deklaag en lichtgevende markering. Daarnaast is een lichtgevende strook aangebracht achter de haaiantanden die rood oplicht als een auto de oversteek nadert. Op deze manier weet de fietser wanneer er een auto nadert en is de oversteek veiliger. Daarnaast wordt er ook bespaard op energiekosten doordat er minder verlichting noodzakelijk is (Puylaert, 2017h).

Oversteek Tilburg – Via de website van Verkeer in Beeld is deze innovatie gedocumenteerd. Tilburg pakt de oversteek van fietsers anders aan. Fietsers worden op een groot aantal kruispunten waar ze voorrang hebben, vaak laat opgemerkt door automobilisten. Om ongevallen te voorkomen heeft de straatverlichting bij deze oversteekplaatsen een andere kleur; neutraal wit in plaats van warm wit. Door middel van deze toepassing ontstaat 's avonds meer contrast waardoor fietsers beter gesignaleerd worden door automobilisten (Ketwich, 2017). De aangepaste verlichting moet leiden tot een afname van het aantal ongevallen.

Reflexpath – Via de website van Verkeer in Beeld is deze innovatie gedocumenteerd. De veiligheid op het fietspad wordt onder andere bepaald door de visuele dimensionering van het fietspad. Een groot aantal ongevallen op het fietspad ontstaat doordat het contrast tussen fietspad en berm niet zichtbaar is. Met het groeiend aantal oude mensen op het fietspad zal dit probleem groter worden. Het Reflexpath biedt hierin een oplossing. Door het aanbrengen van een reflecterende toplaag blijft het contrast tussen het fietspad en de berm behouden (Vliek, 2019).

As-markering Utrecht-Amersfoort – Via de website van Verkeer in Beeld is deze innovatie gedocumenteerd. Op de snelfietsroute Utrecht-Amersfoort is getest met nieuwe markering. De markering bestond uit dubbele as-markering, ribbelmarkering aan beide kanten en een blauwe middenstreep in bochten. De markering moet ertoe leiden dat de zichtbaarheid van het fietspad vergroot wordt, waardoor de veiligheid verhoogd wordt. De deelnemers van het project spraken de ambitie uit om een universele fietspadmarkering te gaan ontwikkelen zodat het in heel Nederland veiliger wordt op het fietspad (Puylaert, 2018i).

Fietsstraten – Via de website van de gemeente Zwolle is deze innovatie gedocumenteerd. Om de fietsveiligheid in de stad te verhogen worden specifieke wegen aangepast tot fietsstraat, waar de auto te gast is. Zwolle kent als eerste stad in Nederland een gemeentelijk fietsstratenplan. Dit plan beschrijft de kenmerken die een fietsstraat moet hebben. Daarnaast staat beschreven waar voor Zwolle mogelijkheden liggen voor het aanleggen van fietsstraten (Waagmeester, 2005). Het document is afkomstig uit 2005, daarom is een groot aantal potentiële fietspaden inmiddels al gereed. In het document staat beschreven dat een fietsstraat meerdere voordelen voor fietsers voordelen heeft: fietsstraten zijn herkenbaar; fietsstraten zijn veilig; fietsstraten zijn snel; fietsstraten zijn comfortabel (Waagmeester, 2005). In een fietsstraat geldt een maximumsnelheid van 30 km/h voor alle gebruikers, dit moet ertoe leiden dat de snelheidsverschillen tussen verschillende gebruikers afneemt.

Fietspaaltjes – Via een verwijzing op de website van Verkeer in Beeld is deze innovatie via de website Bton gedocumenteerd. Daarnaast is de website van RTV Oost geraadpleegd om een innovatie te documenteren. Voor fietsers zijn de paaltjes op fietspaden een hindernis. Voor de gebruiker zou een fietspad in de ideale situatie geen paaltjes bevatten. Echter is het zo dat de paaltjes soms noodzakelijk zijn, om autoverkeer te weren. Om mensen te attenderen op de fietspaaltjes heeft het bedrijf Struyk een betonnen markeringstegel gemaakt. Deze tegel ligt als strook in het verlengde van de weg voor het paaltje. Indien een fietser over de strook heen fietst, wordt deze geattendeerd door de ribbels (Heidinga, 2015). Daarnaast kent de provincie Overijssel in meerdere steden zoals Hardenberg pilots met flexibele paaltjes. Deze paaltjes moeten ertoe leiden dat er minder ongevallen ontstaan, omdat ze meebewegen met de fietser (RTV Oost, 2013).

3.7. Buitenland

Naast Nederland, worden in het buitenland innovaties gerelateerd aan het fietspad ontworpen en gerealiseerd. Door middel van literatuuronderzoek op het internet zijn een aantal innovaties gedocumenteerd.

Snelfietsroute Berlijn – In Duitsland wordt onderzoek gedaan naar toekomstige fietssnelwegen. Een voorbeeld hiervan is de ‘Radbahn’ in Berlijn. Op de website van Urban Independence, een urban bike magazine, staat beschreven wat deze snelfietsroute inhoudt. Een aantal specialisten wil een overdekt fietspad realiseren onder de verhoogde spoorbaan van de U1 trein. In de huidige situatie is de omgeving niet aantrekkelijk; een groot aantal auto’s staat dagelijks geparkeerd. Het idee bevat het herontwerp van het 9 kilometer lange gebied. Het nieuwe design bevat een overdekt fietspad, groene bermen en andere faciliteiten. De hoofdzakelijke reden voor deze innovatie is de huidige situatie in Berlijn. Een groot deel van het verkeer in Berlijn bestaat uit fietsers, maar op dit moment zijn de fietspaden niet aantrekkelijk om op te fietsen. Het gevolg is dat meer mensen andere vormen van transport zullen gebruiken (Bike Citizens, 2017).

Fietssnelweg Ruhrgebied – Via de website van National Geographic is deze innovatie gedocumenteerd. In Duitsland is in 2016 de eerste 5 kilometer van een fietssnelweg aangelegd. Het fietspad is 100 kilometer als deze in zijn geheel is gerealiseerd. De fietssnel wordt aangelegd in het Ruhrgebied en moet 10 steden verbinden. Met de fietssnelweg daalt het autogebruik in de regio (Doorn, sd).

Verhoogd fietspad China – Via de website van Bright is deze innovatie gedocumenteerd. Sinds 2017 ligt in de Chinese stad Xiamen een verhoogd fietspad van 12 kilometer lang. Sinds de begin jaren negentig zijn brommers vanwege smog verboden in de stad, waardoor het fietsgebruik toenam. Het verhoogde fietspad kent geen kruisingen waardoor het aantrekkelijker wordt om te gaan fietsen, alleen op tactische plekken zijn op- en afritten aangelegd (Lieshout, 2017).

Fysieke barrière langs fietspaden Australië – In Australië is onderzoek gedaan naar verkeersveiligheid. De uitkomst is begin 2019 gepubliceerd. Tijdens dit onderzoek werden zestig fietsers voorzien van camera’s en sensoren. Er werd geregistreerd hoe groot de afstand was tussen fietsers en inhalende auto’s was. De onderzoekers concludeerde dat een fysieke barrière, zoals een berm of paaltjes, tussen fietspad en weg de veiligste oplossing is (Slofstra, 2019c).

Fietsstad Kopenhagen – In 2014 publiceerde de fietsersbond een artikel over ‘fietsstad’ Kopenhagen. Eerder was Amsterdam de befaamde fietsstad van de wereld, maar dat is niet langer het geval. Kopenhagen en Amsterdam tonen gelijkenissen. Innovaties die door beide steden zijn uitgevoerd zijn onder andere: snelle fietsroutes vanuit buitenwijken naar de stad; groene golven op fietspaden; veilige fietsroutes naar scholen. Daarnaast ontwikkeld Kopenhagen verder. Op drukke plekken in de stad zijn fietstellers geïnstalleerd. De gemeente Kopenhagen wil hiermee duidelijk maken aan de fietsers dat ze het fijn vindt dat er veel gefietst wordt. Daarnaast is tijdens werkzaamheden aan een brug, een tijdelijke brug voor fietsers aangelegd. Hierdoor ondervonden de fietsers minimale hinder (Slütter, 2014).

4. De belangrijkste veranderende randvoorwaarden

In dit hoofdstuk worden de belangrijkste veranderende randvoorwaarden beschreven. Het woord-web uit de paragraaf 1.3 toonde dat er bij het fietspad gedacht kan worden aan veel aspecten. Dit woord-web is verder niet gebruikt, omdat er geen literaire bron aan de basis staat.

Om de veranderende randvoorwaarden in kaart te brengen is gebruikt gemaakt van de innovaties uit hoofdstuk 3. Deze innovaties zijn bedacht en/of uitgevoerd met een reden. Deze redenen hebben te maken met een veranderende behoefte uit de maatschappij. Voor elke innovatie uit hoofdstuk 3 is bepaald met welk doel deze innovatie bedacht en/of uitgevoerd is. Uit hoofdstuk 3 kan geconcludeerd worden dat er door de innovaties gefocust wordt op vier aspecten van het fietspad van de toekomst. De innovaties focussen op het de Gebruikers van het fietspad, de Levenscyclus van het fietspad, de Technologie van het fietspad en de Omgeving van het fietspad. Elke aspect wordt aangeduid als categorie.

Voor elke categorie is gedocumenteerd wat de veranderende randvoorwaarden zijn binnen de categorie. Het bepalen van de veranderende randvoorwaarden is hoofdzakelijk gedaan door middel van literatuuronderzoek. Dit waren voornamelijk nieuwsberichten en onderzoeksrapporten die online gepubliceerd zijn. Daarnaast zijn een aantal gesprekken gevoerd met medewerkers van Schagen. Een voorbeeld hiervan is het gesprek met E. Van der Worp, Projectmanager Circulariteit bij Schagen. Hij kon ondersteunen bij het identificeren van veranderingen in de categorie levenscyclus. De namen van de specifieke werknemers die zijn geraadpleegd voor het documenteren van de randvoorwaarden staan, indien van toepassing, vermeld in de tekst.

4.1. Veranderende randvoorwaarden – categorie gebruikers

Er is deelgenomen aan een vergadering van hoofduitvoerders. Nadat de reguliere vergadering beëindigd was, konden hoofduitvoerders aangeven of zij veranderingen in de maatschappij konden identificeren. Door een hoofduitvoerder werd gewezen op toenemende drukte en diversiteit op het fietspad en de eventuele gevolgen die dit heeft. Deze verwijzing was de aanleiding om literatuur te documenteren over de veranderende gebruiker en de drukte op het fietspad. Daarnaast is gezocht naar gevolgen die deze drukte heeft. Deze literatuur bestond uit nieuwsberichten en onderzoeksrapporten die online gepubliceerd zijn.

Nederland is een echt fietsland. Jaarlijks wordt er meer dan 15 miljard kilometer gefietst (NOS, 2019a). Ten opzichte van 2005 is het aantal kilometers met zo'n 12 procent gestegen (Harms & Kansen, 2018). Deze groei zal zich naar alle waarschijnlijkheid de komende jaren doorzetten. Doordat het aantal fietskilometers stijgt wordt er door gebruikers meer drukte ervaren. Uit een onderzoek van CROW-Fietsberaad (Munckhof, Zengerink, & Avest, 2017) over de druktebeleving op het fietspad bleek dat ruim 10% van de fietsers hevige drukte ervaart op het fietspad. Bij dit onderzoek was niet de fysieke drukte (drukke gemeten door tellingen), maar de belevingsdrukke het onderwerp van het onderzoek (Munckhof, Zengerink, & Avest, 2017).

4.1.1. Diversiteit op het fietspad

Na eerste literatuuronderzoek is vastgesteld dat de diversiteit op het fietspad toeneemt. Daarna is verder gedocumenteerd wat deze diversiteit inhoudt. De diversiteit op het fietspad wordt groter, mede door de opkomst van de elektrische fiets (NOS, 2019a). Het is zelfs zo dat de verkoop van de stadsfiets daalt en die van de elektrische fiets stijgt. Hierdoor is de verkoop van beide fietsen nagenoeg gelijk (NOS, 2019a). De speed pedelec doet eveneens zijn intrede, maar het gebruik hiervan is niet groot. De speed pedelec kan met een snelheid van maximaal 45 km/h grote afstanden afleggen. Naast deze groepen fietsers wordt wielrennen ook steeds populairder. Door wielersuccessen van bijvoorbeeld Tom Dumoulin stijgt het aantal wielrenners. Daarnaast is het verkoopaantal van wielrenfietsen de laatste tijd sterk gegroeid (Broek, 2018). Ook de snorfiets is een populair vervoersmiddel, het aantal snorfietsen groeit (NOS, 2017b).

4.1.2. Gevolgen van drukte

Uit literatuur kwam naar voren dat de diversiteit en drukte op het fietspad toenemen. Het is belangrijk om te identificeren wat de gevolgen hiervan zijn. Door middel van literatuuronderzoek zijn de gevolgen in kaart gebracht.

De verandering van de gebruiker van het fietspad brengt een aantal gevolgen met zich mee. Een van die gevolgen is de irritatie tussen gebruikers. Deze irritatie is een terugkomend fenomeen. De elektrische fiets wordt door gebruikers van stadsfietsen vaak als gevaarlijk opgemerkt. Het gevaar schuilt in de grote snelheidsverschillen (Gerling, 2015); stadfietsen rijden gemiddeld 17 km/h, terwijl e-bikes (max. 25-27 km/h) en speed pedelecs (max. 40-45 km/h) veel harder rijden. Naast de snelheid, ontstaat irritatie door de behendigheid van elektrische fietsgebruikers. De leeftijd van deze gebruiker neemt toe, terwijl de reactietijd en controle bij oudere gebruikers afneemt. Snorfietsen veroorzaken irritatie doordat deze voertuigen breder zijn dan de gewone fiets. Bovendien rijdt ongeveer 80% van alle snorfietsen te hard (Hendriks R. , 2018a). Naast de gemotoriseerde voertuigen, zijn wielrenners vaak de oorzaak van irritatie. Met grote groepen komen ze op hoge snelheid langs rijden. Veel mensen schrikken hiervan, voornamelijk door de luide communicatie binnen de groepen. Vaak wordt dit opgevat als asociaal gedrag (RTL nieuws, 2017a).

De drukte op het fietspad leidt naast de irritaties ook voor onveilige situaties. Als oorzaak van de onveiligheid worden de grote snelheidsverschillen geïdentificeerd (Kerssies, 2019); scooters rijden te hard, e-bikes die harder fietsen dan gewone fietsers en wielrenners die op hoge snelheid voorbijkomen. Bij een uitzending van 'Hollandse Zaken' (2017) kwam naar voren dat de mentaliteit van fietspadgebruikers een grote rol speelt bij de onveiligheid op het fietspad. De verschillende gebruikers begrijpen elkaar niet, of willen elkaar niet begrijpen. Dit leidt ertoe dat ze elkaar de ruimte niet gunnen. Dit misgunnen leidt tot gevaarlijke inhaalmanoeuvres en ongevallen (Niemantsverdriet, 2019). De NOS meldt dat de onveiligheid op het fietspaden eraan heeft bijgedragen dat vorig jaar het aantal doden op de fiets voor het eerst hoger was dan het aantal doden in de auto; 206 op de fiets tegen 201 in de auto (NOS, 2019a).

4.1.3. Onderzoek ANWB fietsongevallen

De ANWB heeft ook geïdentificeerd dat er op het fietspad onveilige situaties ontstaan. De helft van de ernstige verkeerslachtoffers in Nederland is fietser, waarvan zesduizend ouderen (ANWB, 2019a). Om inzicht te krijgen in de omvang van deze ongevallen heeft de ANWB (2019a) onderzoek gedaan. Via het ledenblad en nieuwsbrieven werd gevraagd of fietsers die een ongeval hebben gehad, hun ervaring wilde delen. Uit het onderzoek kwamen een aantal oorzaken van de fietsongevallen naar voren: infrastructuur; technische gebreken aan de fiets; de e-bike; gedrag. De oorzaak 'infrastructuur' past in het onderzoek naar het fietspad van de toekomst. Binnen de infrastructuur worden een viertal onderdelen besproken (2019a).

Paaltjes: Respondenten uit het onderzoek geven aan dat de paaltjes op fietspaden vaak niet worden aangekondigd. Daarnaast ontnemen voorgangers op het fietspad het zicht van volgende mensen. Daarnaast zijn de paaltjes vaak slecht zichtbaar. Kortom, het nadeel van de paaltjes groter is dan het voordeel (ANWB, 2019a).

Randen: Randen van fietspaden zijn een oorzaak van de ongevallen. Randen langs fietspaden zijn vaak niet goed zichtbaar door het ontbreken van contrast tussen fietspad en berm. Daarnaast verkleinen randen de breedte van het fietspad, waardoor er minder ruimte is om te corrigeren. Bij asfaltranden komt het vaak voor dat het hoogteverschil met de bermen dusdanig groot is dat er gevaarlijke situaties ontstaan als mensen van het fietspad raken (ANWB, 2019a).

Verharding: De verharding van fietspaden is een oorzaak van ongevallen. Het ontbreken van vlakheid op fietspaden leidt tot gevaarlijke situaties. Als voorbeelden worden boomwortels en verzakkingen genoemd. Daarnaast wordt gladheid ook genoemd als oorzaak. Door bijvoorbeeld bladeren, wildroosters en markeringen komt de stroefheid van een fietspad in het gedrang (ANWB, 2019a).

Tweerichtingspaden: Tweerichtingsfietspaden worden steeds vaker toepast. Als gevolg hiervan rijden veel fietsers op de verkeerde weghelft. Deze acties leiden tot gevaarlijke situaties, tevens is de breedte van de fietspaden hier niet op afgestemd (ANWB, 2019a).

4.1.4. Maatregelen en campagnes

Bij een uitzending van 'Hollandse Zaken' (2017) op NPO2 werd duidelijk dat de mentaliteit van fietspadgebruikers een grote rol speelt bij de onveiligheid op het fietspad. Op basis hiervan is via literatuuronderzoek gedocumenteerd op welke manier vanuit de maatschappij wordt geprobeerd om de mentaliteit van de fietspadgebruikers te veranderen.

Er worden allerlei maatregelen bedacht om het fietspad te laten aansluiten op de ontwikkeling van de gebruiker. Om het fietspad veiliger te maken moeten snorfietzers in Amsterdam sinds begin april op de meeste plekken naar de rijbaan (Niemantsverdriet, 2019). De aanleiding voor deze maatregel volgt uit het grote aantal verkeersgewonden onder snorfietzers (Dijksma, 2019). Naast deze maatregel zijn er meer campagnes te documenteren. Zo heeft de NTFU een gedragscode, 'ben en blijf altijd beleefd', opgesteld om te zorgen voor wederzijds begrip tussen verschillende gebruikers (Niemantsverdriet, 2019). In 2017 is de 'Alliantie Samen Fietsen' in het leven geroepen. Deze alliantie is een samenwerkingsverband tussen verschillende partijen die fietspadgebruikers vertegenwoordigen. Dit samenwerkingsverband is bedacht zodat onenigheden tussen gebruikers zoveel mogelijk worden voorkomen (Alliantie Samen Fietsen, 2017).

4.1.5. Samengevat

Het fietspad blijft achter bij de ontwikkeling van de gebruiker. Het wordt steeds drukker op het fietspad, dit zorgt voor nadelige gevolgen. Om met de drukte om te kunnen gaan, worden maatregelen en campagnes bedacht. Maatregelen en campagnes kunnen niet als enig hulpmiddel dienen; het fietspad moet aangepast worden. Ook uit onderzoek van de ANWB blijkt dat het fietspad een verbetering nodig heeft.

4.2. Veranderende randvoorwaarden – categorie levenscyclus

Doormiddel van literatuuronderzoek en een gesprek met E. Van der Worp, Projectmanager Circulariteit bij Schagen en een gesprek met A. Van Andel, Hoofd Werkvoorbereiding bij Schagen is bepaald wat de veranderende randvoorwaarden in de categorie levenscyclus zijn.

De levenscyclus van producten, dus ook fietspaden, wordt steeds belangrijker. E. Van der Worp geeft in het gesprek aan dat bedrijven in het algemeen voor het produceren van fietspaden hoofdzakelijk gebruik maken van eindige grondstoffen en dat dit niet langer de juiste weg is. Hij geeft aan dat de maatschappij opzoek moet naar duurzamere oplossingen. Om deze duurzame initiatieven te bevorderen worden allerlei initiatieven bedacht, maar ook verdragen zoals het klimaatverdrag van Parijs moeten leiden tot een duurzamere maatschappij. Daarnaast verandert de vraag vanuit opdrachtgevers, geeft A. van Andel aan. Opdrachtgevers willen bijvoorbeeld circulariteit integreren in aanbestedingen. Echter weet geen enkele opdrachtgever hoe dit geïntegreerd moet worden. Dit blijkt uit het aantal pilots dat door ontwikkelaars en gemeenten wordt uitgevoerd. Deze pilots zijn worden uitgevoerd om duurzame oplossingen te ontwikkelen als vervanging van huidige technieken.

E. Van der Worp geeft daarnaast aan dat energiegebruik ook een groot onderdeel is binnen de levenscyclus van fietspaden. De energiebronnen voor het aanleggen van fietspaden zijn nu vaak nog fossiele energiebronnen. Steeds meer wordt gezocht naar alternatieve energiebronnen die beter zijn voor het milieu. Deze gesprekken waren de basis voor het literatuuronderzoek. Vanuit deze onderwerpen is bepaald wat de veranderende randvoorwaarden inhouden.

4.2.1. Initiatieven en campagnes

Er zijn verschillende initiatieven en verdragen opgesteld, om de maatschappij duurzamer te maken. Allereerst de eerdergenoemde VN SDG's. Deze doelen dienen als mondiale agenda en moeten leiden tot het resultaat dat de wereld in 2030 een betere plek is voor iedereen (SDG Charter, 2019a). Vanaf 2016 is de Rijksoverheid in Nederland begonnen met het vertalen van de SDG's naar nationaal beleid. Uit onderzoek van het Planbureau voor de leefomgeving en het Centraal Bureau voor de Statistiek blijkt dat Nederland op een groot aantal onderdelen hoog scoort, zoals economie, rechtstaat, onderwijs en gezondheid. Echter, op gebied van energie- en klimaatdoelen blijft Nederland nog achter (SDG Charter, 2019b). Om deze achterstand om te buigen worden initiatieven ontwikkeld, zoals '17 doelen die je deelt', die moeten bereiken dat iedereen kennis heeft van de SDG's (SDG Charter, 2019b). Bedrijven worden ook aangespoord om hierin actief deel te nemen. Zoals beschreven in paragraaf 1.1 is Schagen actief om zijn belangrijkste VN SDG's te implementeren in de bedrijfsvoering.

Naast dit mondiale initiatief heeft Nederland haar klimaatbeleid. De doelen van dit beleid zijn ontstaan uit de Klimaatwet en het Klimaatakkoord van Parijs. In de nationale klimaatwet staat dat Nederland in 2030 49% minder CO₂ moet uitstoten ten opzichte van 1990. Voor de deelnemende sectoren (industrie, gebouwde omgeving, transportsector, elektriciteitssector en landbouw) staat beschreven hoe ze bij moeten dragen om te voldoen aan de klimaatwet (Rijksoverheid, sd). Om het versterkte broeikaseffect te beperken, is het belangrijk om samen te werken met andere landen. Daarom heeft Nederland zich in 2015 aangesloten bij het VN-klimaatakkoord van Parijs. In dit klimaatakkoord staat dat de opwarming van de aarde onder de 2 graden Celsius moet blijven met uitzicht op 1,5 graden Celsius (Rijksoverheid, sd).

In Nederland zijn meer initiatieven ontwikkeld om de maatschappij duurzamer te maken. Een groot aantal bedrijven heeft in 2017 het Nationaal Grondstoffenakkoord ondertekend. In het akkoord staan afspraken om in Nederland volledig gebruik te gaan maken van herbruikbare grondstoffen (Rijksoverheid, 2017a). Het is belangrijk om na te gaan hoe grondstoffen en producten hergebruikt kunnen worden, zodat het beroep op nieuwe materialen geminimaliseerd wordt. Naast het feit dat hergebruik beter is voor het milieu, zorgt het ook voor kostenbesparing (Rijksoverheid, 2017a). Binnen de GWW is ook een overeenkomst bedacht: Green Deal Duurzaam GWW. Het doel van deze overeenkomst is dat ondertekenaars verantwoordelijkheid nemen dat in 2020 duurzaamheid een integraal onderdeel van deze sector is (Duurzaam GWW, 2017). Er zijn hiervoor vier transitielijnen opgesteld die richting geven voor de verandering: 'Van kosten naar waarde'; 'Van reactief naar proactief'; 'Van uniek naar uniform'; 'Van alleen naar samen'. Op de website van duurzaam GWW staat uitleg over deze transitielijnen. De eerste transitielijn beschrijft dat het verduurzamen van processen en producten gezien moet worden als meerwaarde. De tweede transitielijn beschrijft dat duurzaamheid 'normaal' moet worden, het moet het uitgangspunt zijn. De derde transitielijn beschrijft dat Duurzaam GWW moet leiden tot een uniforme, systematische aanpak van processen. De vierde transitielijn beschrijft dat samenwerken cruciaal is om duurzaamheid te kunnen integreren in een de GWW (Duurzaam GWW, 2017).

4.2.2. Opdrachtgevers en circulariteit

A. Van Andel geeft in gesprek aan dat de vraag van opdrachtgevers verandert. Door de klimaatwet en het klimaatakkoord proberen opdrachtgevers bij het uitgeven van opdrachten duurzaamheid en circulariteit steeds zwaarder te wegen. Opdrachtgevers willen circulair worden en duurzamer te werk gaan. Echter weten ze vaak niet hoe dat moet. Dit blijkt hoofdzakelijk uit het aantal pilots dat wordt uitgevoerd door opdrachtgevers en -nemers. Er worden innovatieve oplossingen bedacht om duurzamer te zijn, maar deze oplossingen worden nog niet op grote schaal toegepast of als permanente vervanger gebruikt. Een andere moeilijkheid is de implementatie van het begrip circulariteit. In 2050 moet de maatschappij CO₂-neutraal en circulair zijn. Opdrachtgevers denken echter vaak dat, dat moment al is aangebroken en schrijven op dit moment al bestekken die aangeven dat de opdrachtnemer circulair moet bouwen (Hendriks B. , 2018b). Echter is er geen eensgezinde definitie van circulariteit. Er zijn verschillende opvattingen en implementaties, wat ertoe leidt dat het lastig is om objectief te bepalen hoe je circulariteit gaat beoordelen.

Ondanks dat er geen uniforme definitie en implementatie van circulariteit is, worden bedrijven toch gestimuleerd om na te denken over circulair ondernemen. Circulair ondernemen wordt gestimuleerd doordat er regelmatig awards te verdienen zijn. Deze awards dienen als waardering voor bedrijven die grote stappen maken op het gebied van circulariteit. Een voorbeeld hiervan is de award die Schagen begin 2019 heeft ontvangen. De award werd uitgereikt aan de meest circulaire onderneming van regio Zwolle. De award is hoofdzakelijk de danken aan het feit dat Schagen het asfalt en beton dat vrijkomt bij projecten volledig hergebruikt bij nieuwe projecten (Schagen Infra, 2019y).

4.2.3. Samengevat

Het wordt steeds belangrijker om processen en producten duurzamer te maken. Initiatieven en verdragen geven hierin richting. De duurzaamheidsdoelen bereiken de haarvaten van de maatschappij doordat opdrachtgevers deze implementeren in aanbestedingen. Ondanks dat er nog veel onduidelijkheid is over bijvoorbeeld circulariteit worden opdrachtnemers gestimuleerd om circulair te ondernemen om nu al bij te dragen aan de mondiale klimaatdoelen.

4.3. Veranderende randvoorwaarden – categorie technologie

Vanuit de innovaties uit hoofdstuk 3 werd duidelijk dat technologie in het fietspad een steeds groter aandeel heeft. Op basis hiervan is middels literatuuronderzoek gedocumenteerd wat de veranderingen in de categorie technologie zijn. Uit dit literatuuronderzoek bleek dat veel nieuwe technieken worden ontworpen en ontwikkeld. Deze technieken kunnen uitkomst zijn voor het fietspad van de toekomst, doordat er op een innovatieve manier wordt gekeken naar vernieuwingen. Een opkomend concept voor deze nieuwe technieken is het fenomeen ‘Smart City’. Bij dit concept worden van slimme technieken gebruikt voor het identificeren van oplossingen voor problemen in en rondom steden.

4.3.1. Smart City concept

Er is niet één definitie te geven voor het Smart City concept, de meningen verschillen over een juiste omschrijving. Veel voorkomende definities zijn als volgt.

‘Een Smart City is een aanduiding voor een stad die informatie en communicatietechnologie (ICT) bevat om de kwaliteit van stedelijke diensten zoals energie, transport en nutsvoorzieningen te versterken en om vervolgens brongebruik, -verspilling en totale kosten te verminderen’ (Techopedia, sd).

‘Veel analytici en beoefenaars, daarentegen, zijn meer ingetogen in hun definities, beperken ‘de smart city’ tot een paar benaderingen die gebruik maken van publiekelijk toegankelijke data om discrete problemen op te lossen, zoals afval management en verkeersregeling’ (Glasmeier & Christopherson, 2015).

Uit deze definities is geconcludeerd dat het doel van het concept voornamelijk is om problemen in en rondom steden op te lossen en de kwaliteit van leven voor bewoners te verbeteren. Tijdens dit onderzoek is gefocust op Smart City ontwikkelingen die problemen rondom fietspaden proberen op te lossen. Veel steden noemen zich een Smart City. Dit komt ten eerste door het bandwagon effect; anderen doen het, dan volgt de rest. Daarnaast heeft Smart City een positief gevoel; men wil ermee geassocieerd worden (Glasmeier & Christopherson, 2015).

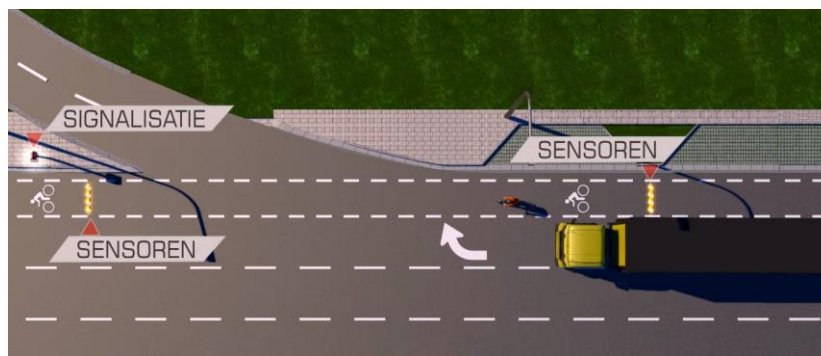
Het Smart City concept als een van de uitgangspunten voor het fietspad van de toekomst kan een stap in de goede richting zijn om problemen in en rondom steden aan te pakken. Op deze manier wordt er aandacht besteed aan de drukte en veiligheid op het fietspad, maar ook de omgeving kan geholpen worden (denk aan milieu en natuur).

4.3.2. Nieuwe technieken

Naast de innovaties in de categorie technologie die zijn gedocumenteerd in hoofdstuk 3, zijn andere innovaties ontworpen en/of uitgevoerd. Door middel van literatuuronderzoek is een viertal innovaties gedocumenteerd.

Smart App – Enschede: Enschede wil in 2020 fietsstad van Nederland zijn. Om het fietsen te promoten en de fietservaring te verbeteren is een app ontwikkeld. Deze app probeert je fietsgedrag te herkennen om vervolgens te kunnen inschatten of je in een bepaalde richting gaat fietsen. Indien dat zo is zal de app een ‘groen-aanvraag’ doen bij een aangesloten verkeerslicht. Met de app zou een kortere tot geen wachttijd bij het verkeerslicht bereikt moeten worden (Gemeente Enschede, 2018).

Dodenhoeksensor – België: In Nederland zijn er jaarlijks zo’n 10 doden door dodenhoekongevallen, in België is dit aantal vier keer zo groot. Daarom heeft het Belgische Skymotion Solution onderzoek gedaan naar een oplossing. Ze kwamen met het product iCycleSafe (De Ingenieur, 2016). *Figuur 2* toont een situatieschets zoals het idee bedacht is (De Ingenieur, 2016). Net voor de afslag ligt een drempel die de aanwezigheid van een fietser detecteert. De signalisatie geeft dit aan en waarschuwt op deze manier de bestuurder van de vrachtwagen. Nadat de fietser de afslag gepasseerd is, gaat de signalisatie uit en weet de chauffeur dat de fietser gepasseerd is. De financiering voor dit project was niet voldoende waardoor het project nog niet is uitgevoerd (De Ingenieur, 2016).



Figuur 2: Dodenhoeksituatie met iCycleSafe

Straatlantaarn App – Amsterdam: In Amsterdam is in 2016 een pilot gestart waarbij straatlantaarns licht geven met behulp van groene stroom (Zoelen, 2016). Deze groene stroom wordt opgewekt door zonnepanelen en, in noodzakelijk, een kleine windmolen. Naast dit duurzame aspect is de lantaarn uitgerust met een dimfunctie zodat gebruikers de lichtsterkte via een app kunnen reguleren. Afhankelijk van de tijd van het jaar of de weersomstandigheden kunnen gebruikers het licht zo aanpassen dat ze zich veilig voelen. Wanneer een gebruiker over het fietspad fietst, herkent het systeem de app en zal het licht zich op dat moment naar de gewenste voorkeur instellen (Zoelen, 2016).

Slimme verkeerslichten – Zwolle: Zwolle kent een aantal slimme verkeerslichten. Het grootste gedeelte van de verkeerslichten op fietspaden is uitgerust met een wachttijdvoorspeller. Hierop kan de fietser zien hoe lang het nog duurt voordat het verkeerslichtlicht op groen gaat. Daarnaast is een aantal verkeerslichten uitgerust met regensensoren. Als het regent, nemen de sensoren dit waar en regelen dat fietsers eerder groenlicht ontvangen. Door deze innovaties wordt het gebruiksgemak van het fietspad vergroot (Muskee, 2017).

4.3.3. Samengevat

De ontwikkeling van nieuwe technieken kan gunstig bedragen aan het fietspad van de toekomst. De beschikbaarheid van technieken kan helpen om de duurzaamheid en veiligheid van het fietspad te vergroten.

4.4. Veranderende randvoorwaarden – categorie omgeving

Op basis van de innovaties in hoofdstuk 3 kan geconcludeerd worden dat de omgeving van het fietspad verandert. Door middel van literatuuronderzoek is bepaald wat deze veranderende randvoorwaarden inhouden. Het klimaatakkoord van Parijs vormt de aanleiding om te onderzoeken welke invloed het klimaat heeft op de omgeving van het fietspad. Daarnaast is een reeds verschenen onderzoek van IPBES aanleiding om te onderzoeken wat er verandert als het gaat om natuur en biodiversiteit.

4.4.1. Klimaatverandering

Als gevolg van de temperatuurstijging op aarde verandert het klimaat. De stijging van de temperatuur wordt veroorzaakt door de toenemende hoeveelheid broeikasgassen in de atmosfeer. De mens is hoofdzakelijk verantwoordelijk voor deze stijging (Milieu centraal, sd). De verandering van het klimaat brengt verscheidene gevolgen met zich mee. De meeste fietspaden van Schagen worden aangelegd in landelijk gebied. Daarom wordt gekeken naar de gevolgen in de landelijke gebieden. In een deelstudie van Universiteit Wageningen en diverse andere instanties (2011) over adaptatierichtingen in landelijk gebied, worden verschillende klimaatgevolgen genoemd. De gevolgen die worden genoemd zijn als volgt.

Stijgende temperatuur: De temperatuur blijft de komende jaren stijgen, met als gevolg dat het aantal dagen zomerdagen toeneemt. Daarnaast wordt de kans op hittegolven grote (Sandt & Goosen, 2011) r. De stijgende temperatuur kan als gevolg hebben dat de materialen van fietspaden uitzetten. Als de spanning door het uitzetten te groot wordt, ontstaat spatting. Dit veroorzaakt gevaarlijke situaties (RTL Nieuws, 2018b).

Neerslag: De neerslagpatronen zullen veranderen. De zomergemiddelden nemen af, maar de intensiteit van korte buien in de zomer neemt toe. In de winter zullen de neerslaggemiddelden toenemen, net als de hoeveelheid regen in lange periodes van neerslag. (Sandt & Goosen, 2011)

Wateroverlast: Doordat de neerslagintensiteit groter toeneemt, zal de kans op wateroverlast toenemen. Het kan voorkomen dat de omgeving de hoeveelheid water niet voldoende of snel genoeg kan afvoeren. Dit veroorzaakt wateroverlast (Sandt & Goosen, 2011).

Droogte: Doordat de neerslagpatronen veranderen kan het zijn dat er in de groeiperiodes (zomer) minder water beschikbaar is. Deze tekorten kunnen leiden tot droogte, wat zorgt voor afnemende kwaliteit van natuur. De zomer van 2018 is een recent voorbeeld van deze ontwikkeling. Natuurgebieden en landbouwgronden raakten uitgeput door een aanhoudend tekort aan water (Sandt & Goosen, 2011).

4.4.2. Natuur

De natuur ondervindt gevolgen van de veranderende omgeving. De grootte van stedelijk gebied neemt toe. Deze ontwikkeling zorgt voor kunstmatig licht in de avonden en nachten. In 2012 zijn de universiteit Wageningen en het Nederlands Instituut voor Ecologie (2017) begonnen met een onderzoek naar de effecten van kunstlicht op de natuur. Deze zijn beschreven in de rest van deze sub-paragraaf.

Naar de gevolgen van kunstlicht op planten is niet veel onderzoek gedaan. Wel is duidelijk dat kunstlicht invloed kan hebben op de groeivorm, fysiologie en timing van bloei. Dit kan gevolgen hebben voor de interactie tussen de planten en hun vijanden (Vogelaar, Grunsven, Bochove, Spoelstra, & Mostert, 2017).

Sommige dieren passen hun gedrag aan op de het licht- en donkerritme. Door het kunstlicht kunnen ze gedesoriënteerd raken. Daarnaast gebruiken sommige dieren de lengte van dagen om in te bepalen welke tijd van het jaar het is. Dit kan verstoord worden doordat er constant licht aanwezig is (Vogelaar, Grunsven, Bochove, Spoelstra, & Mostert, 2017).

Er is relatief veel bekend over de effecten van kunstlicht op insecten. Veel insecten worden aangetrokken door kunstlicht. Bij deze aantrekking raken grote aantallen gewond door de hitte van de lampen. Daarnaast kan het zijn dat de insectenpopulatie verandert als gevolg van kunstlicht, dit heeft gevolgen voor de dieren die insecten als voedsel gebruiken, maar ook voor de vegetatie in gebieden (Vogelaar, Grunsven, Bochove, Spoelstra, & Mostert, 2017).

Ondanks dat de meeste vogels overdag actief zijn, kan kunstlicht negatieve invloed hebben. Tijdens de jaarlijkse vogeltrek vliegen vogels 's nachts, omdat dit veiliger is. Kunstlicht is hierbij niet gunstig voor de oriëntatie van de trekvogels. Daarnaast hebben sommige vogels een onrustigere nachtrust en ervaren de vogels stress (Vogelaar, Grunsven, Bochove, Spoelstra, & Mostert, 2017).

Een rapport van IPBES (organisatie verbonden aan de VN), gepubliceerd in mei 2019, stelt dat voor de mens niet het klimaat, maar de aantasting van de biodiversiteit veel bedreigender is. Door toedoen van de mens is de biodiversiteit ernstig achteruitgegaan. Het rapport stelt dat het aantal diersoorten dat in de komende jaren met uitsterven bedreigd wordt aanzienlijk toeneemt. Dit is een ernstige gebeurtenis, omdat veel dieren noodzakelijk zijn voor het menselijk voortbestaan. Een voorbeeld hiervan zijn insecten. Deze zijn voor de bestuiving van groente- en fruitplanten onmisbaar. Het is belangrijk om nauwkeurig te kijken naar de huidige staat van de biodiversiteit en te onderzoeken hoe deze staat verbeterd kan worden (NOS, 2019c).

4.4.3. Discussie over aanleg fietspaden

De aanleg van fietspaden heeft ook een keerzijde. Meermaals zijn 'potentiële' fietspaden ter discussie gekomen. De voornaamste reden voor de discussie is het feit dat de fietspaden de bestaande natuur aantasten. Door middel van literatuuronderzoek zijn 3 projecten beschreven.

Fietspad Heinenoord – Puttershoek: Eind 2018 veroorzaakte dit fietspad ophef. Het fietspad moest gerealiseerd worden langs de Oude-Maas. Het fietspad loopt door het natuurgebied dat langs het water gevestigd is. De natuurvereniging uit de buurt verwachtte dat het gebied werd aangetast als er elke dag fietsers aanwezig zouden zijn. Daarbij zegt ze ook dat de vogelstand zou afnemen als het fietspad gerealiseerd zou worden. Het voorstel van de natuurvereniging is om het fietspad om het natuurgebied heen te leggen (Krol, 2019).

Fietspad IJmuiden – Bloemendaal: In 2017 zorgt dit fietspad voor discussie, omdat het gerealiseerd zou worden op een locatie in duingebied dat op dit moment gesloten is voor mensen. Het fietspad tussen de twee plaatsen zou voor een snellere fietsverbinding moeten realiseren. Tegenstanders van het fietspad geven aan dat vooral recreatieve fietsers gebruik zullen maken van het fietspad en dat een kwartiertje extra fietsen voor hun geen probleem moet zijn (Kok, 2017).

Fietspad Waterleidingduinen: In 2017 zou dit fietspad gerealiseerd worden in de Amsterdamse Waterleidingduinen. De stichting Natuurbelang Amsterdamse Waterleidingduinen vond dat het fietspad een bedreiging zou zijn voor het natuurgebied. De rechtbank gaf de stichting gelijk, waardoor het fietspad er niet komt. Omdat de wens er nog steeds is, wordt gekeken naar een andere oplossing voor het fietspad (Stekelenburg, 2017).

4.4.4. **Samengevat**

De omgeving rondom fietspaden verandert. Mede door de klimaatveranderingen moet er nauwkeuriger gekeken worden naar de invulling van het fietspad. Daarnaast is het belangrijk dat duidelijk is welke gevolgen een fietspad met zich meebrengt en hoe het de biodiversiteit en omgeving verandert.

5. Innovaties ontwikkeld door Schagen

Gebaseerd op de concepten die beschreven zijn in paragraaf 1.1 kan geconcludeerd worden dat Schagen op dit moment zijn fietspaden innoveert. In dit hoofdstuk zijn de innovaties die door Schagen ontworpen en/of gerealiseerd zijn gedocumenteerd. Vanwege het tijdsbestek van het onderzoek zijn niet alle projecten van Schagen geïdentificeerd. Op basis hiervan is een representatieve hoeveelheid innovaties gedocumenteerd.

In hoofdstuk 4 zijn vier categorieën opgesteld. Binnen deze categorieën zijn door middel van literatuuronderzoek en gesprekken met werknemers veranderende randvoorwaarden gedocumenteerd. In hoofdstuk 5 zijn deze categorieën wederom toepast. Om de innovaties van Schagen te documenteren zijn verschillende methodes toegepast. Allereerst is literatuuronderzoek gedaan. Schagen publiceert op zijn website korte artikelen over projecten die zijn uitgevoerd of nog in ontwikkeling zijn. De website is nauwkeurig bestudeerd om relevante innovaties te kunnen documenteren. Indien een artikel op de website niet voldoende informatie bood, is met de contactpersoon van dit project of product gesproken. Bij deze gesprekken werd duidelijk wat de innovatie inhoudt. Naast het literatuuronderzoek is een vergadering van hoofduitvoerders bijgewoond. Na afloop van deze vergadering konden de aanwezige werknemers aangeven hoe Schagen volgens hen op dit moment bezig is met innovaties. Als laatste methode is een project in uitvoering bezocht. Tijdens dit projectbezoek werd een innovatie van Schagen getoond en toegelicht.

De namen van specifieke werknemers waarmee gesproken is, zijn vermeld bij de betreffende innovatie. Nadat de innovaties gedocumenteerd waren, is bepaald bij welke categorie de innovatie past. Om dit te kunnen bepalen is bij elke innovatie de vraag gesteld of de innovatie inspeelt op de gebruikers, de levenscyclus, de technologie of de omgeving van het fietspad. Op basis van deze vraagstelling zijn de innovaties gecategoriseerd in de paragrafen van dit hoofdstuk.

5.1. Innovaties – categorie gebruikers

Schagen heeft een aantal innovaties gerealiseerd die passen binnen de categorie gebruikers. In de volgende sub-paragrafen zijn deze innovaties beschreven.

5.1.1. Vergevingsgezinde fietspad

Door middel van literatuurstudie op de website van Schagen werd het Vergevingsgezinde Fietspad gedocumenteerd. Om voldoende informatie te kunnen documenteren is contact gezocht met M. Helmich, Rayonleider Overijssel bij Schagen. Hij verwees door naar de projectwebsite. Het Vergevingsgezinde Fietspad uit 2014 is ontstaan uit een samenwerkingsverband tussen verschillende partijen, waaronder de provincies Overijssel, Friesland en Utrecht. Daarnaast waren Rijksuniversiteit Groningen en adviesbureau Royal Haskoning DHV onderdeel van de pilot (Morsink & Waard, 2014a). De aanleiding voor de pilot was het aantal eenzijdige fietsongevallen. Een groot deel van deze ongevallen is te wijten aan infrastructurele factoren. De website meldt dat het percentage ouderen in deze ongevallen hoog is. Het doel van de pilot bestond uit drie delen: voorkomen van eenzijdige ongevallen; stimuleren van fietsgebruik; bijdragen aan veilige infrastructuur (Morsink & Waard, 2014a). De bijdrage aan de pilot bestond voor Schagen uit verschillende maatregelen op twee locaties:

Proefvakken berm: Aan de Kamperzeedijk in Kampen zijn drie proefvakken van elk 150 meter aangelegd. Elk proefvak bestond uit een andere berm: grijs kunstgras; bermbeton; groen kunstgras. *Figuur 3* toont de verschillende soorten bermen. Op het bermbeton is een print aangebracht, zodat de gebruiker geattendeerd wordt. Het kunstgras heeft meer weerstand dan asfalt, waardoor de gebruiker de bermstrook waarneemt indien er overheen gefietst wordt. Uit de waarnemingen bleek dat de fietsers de breedte van het fietspad beter benutten; er wordt meer naar de rand en as van de weg gefietst. Bij de kunstgras berm fietsen gebruikers dichterbij de rand dan bij het bermbeton. Uit een enquête volgde dat de gebruikers beide oplossingen als veiliger ervaren, maar dat de grijze kunstgrasstrook het beste uit de enquête kwam (Morsink & Waard, 2014b).



Figuur 3: Achtereenvolgens grijs kunstgras berm, bermbeton, groen kunstgras berm

Wegbelijning: Op het fietspad langs de Lemmer is geëxperimenteerd met speciale belijning. Op een traject van dit fietspad zijn verschillende varianten kantmarkering aangebracht: zonder belijning; onderbroken witte en groene (glow-in-the-dark) belijning; ononderbroken groene belijning; kantstrook met lichtgekleurde steenslag. *Figuur 4* toont de drie soorten belijning. De kantstrook van steenslag (niet getoond in *Figuur 4*) is ribbelig waardoor de gebruiker deze waarneemt. Het onderzoek concludeerde dat de kantstrook en witte/groene glow-in-the-dark markering beide een positief effect hebben op het gedrag van de fietser. De maatregelen worden door de fietsers beiden als positief beoordeeld, waarbij de witte en groene glow-in-the-dark belijningen de voorkeur krijgen bij daglicht (Morsink & Waard, 2014c).



Figuur 4: Achtereenvolgens randbelijning, geen belijning, glow-in-the-dark belijning

5.1.2. Kwaliteitsimpuls fietspad Hogeveen

Door middel van literatuurstudie op de website van Schagen werd het Kwaliteitsimpuls fietspad Hogeveen gedocumenteerd. Vanaf september 2017 tot eind 2017 is Schagen bezig geweest met het aanleggen van vier fietspaden in Hogeveen. Deze fietspaden werden aangelegd in het kader van Kwaliteitsimpuls fietsnetwerk, met het doel om de fietsinfrastructuur in Drenthe te verbeteren (Schagen Infra, 2017n). De oude fietspaden bestonden uit tegels en dit bood niet het gewenste comfort. Om het comfort van de fietsers te verbeteren zijn de tegels vervangen door beton en asfalt. Daarnaast zijn de fietspaden verbreed om de fietser meer ruimte te bieden. Door deze extra ruimte neemt de veiligheid op de fietspaden toe (Schagen Infra, 2017n). *Figuur 5* toont het oude tegelfietspad en het nieuwe asfaltfietspad aan de Toldijk in Hogeveen. Deze afbeeldingen zijn gedocumenteerd middels Google Streetview. (Google Streetview Hogeveen, 2018).



Figuur 5: Links het oude tegelfietspad, rechts het nieuwe asfaltfietspad

5.1.3. Fietspad met randsignalering Bunschoten

Door middel van literatuurstudie op de website van Schagen werd het Fietspad met Randsignalering in Bunschoten gedocumenteerd (Schagen Infra, 2015o). Op de website van Schagen werd doorverwezen naar een Artikel van kennisportaal Betoninfra. In dit artikel wordt uitleg gegeven over de werkwijze. In Nederland zijn veel fietspaden gelegen tussen twee sloten, vaak met een steil talud aan beide zijden. Het is een uitdaging om deze paden veilig te maken, omdat deze vaak ook bereden worden door strooiwagens (Kennisportaal Betoninfra, 2015). In het kader van de uitbreiding van Bunschoten-Spakenburg is hiervoor een oplossing gevonden. De hoofdaannemer van het project wilde in eerste instantie het betonnen fietspad aan beide zijden voorzien van bermkeien. Vanwege een steil talud aan beide zijden kwam Schagen (in dit project onderaannemer) met een ander idee. Schagen adviseerde om het fietspad breder te maken en de bermkeien weg te laten. Aan beide zijden van het fietspad is een ribbel profiel aangebracht. Fietser worden geattendeerd op het steile talud als ze over de randsignalering fietsen. (Kennisportaal Betoninfra, 2015).

5.1.4. Fietsroute Plus Groningen

Door middel van literatuurstudie op de website van Schagen werd de Fietsroute Plus Groningen gedocumenteerd. De informatie op de website van Schagen was minimaal, daarom zijn de websites van de ANWB en Groningen Bereikbaar geraadpleegd. Deze websites gaven beter uitleg over het project. In 2018 realiseerde Schagen een fietspad tussen Groningen en Ten Boer (Schagen Infra, 2018p). Het oorspronkelijk fietspad was smal en bovendien een van de gevaarlijkste fietspaden in de provincie Groningen (ANWB, 2019b). Daarnaast was de verlichting op het fietspad van slechte kwaliteit. Om de veiligheid van de gebruiker te vergroten heeft Schagen het fietspad verbreed naar 3 meter, waardoor de gebruiker meer ruimte heeft. Na de aanpak van dit fietspad heeft de provincie Groningen het benoemd tot doorfietsroute (Groningen Bereikbaar, 2018). Echter bleek uit onderzoek van de ANWB dat het fietspad verbeterpunten heeft. Buiten de stad Groningen is nauwelijks verlichting aanwezig en er ontbreekt kantmarkering op deze stukken, wat zorgt voor een onveilig gevoel (ANWB, 2019b).

5.1.5. Fietssnelweg Assen-Groningen

Tijdens de bijgewoonde vergadering van de hoofduitvoerders gaf J. Kiers, Regioleider bij Schagen, de uitleg over de innovatie Fietssnelweg Assen-Groningen. Voor de eerste fase van de fietssnelweg tussen Assen en Groningen zit Schagen in een bouwteam met de provincie Drenthe. Bij dit project is het comfort van de gebruiker erg belangrijk, waardoor er veel aandacht aan wordt besteed. Door middel van een fietscomfortmeter (uitgevoerd door Kiwa KOAC) worden de dwars- en langsvlakheid gecontroleerd. De hoogteverschillen mogen bij deze fietssnelweg niet meer dan 2 mm zijn. Vooral bij krimp- en uitzetvoegen is dit een aandachtspunt. Het uitvoeren van deze testen leidt ertoe dat het comfort van de fietser gegarandeerd is.

5.2. Innovaties – categorie levenscyclus

Schagen heeft een aantal innovaties gerealiseerd die passen binnen de categorie levenscyclus. In de volgende sub-paragrafen zijn deze innovaties beschreven.

5.2.1. White Topping beton

Door middel van literatuurstudie op de website van Schagen werd het product White Topping gedocumenteerd. Daarnaast werd de werking van dit product gedemonstreerd tijdens een projectbezoek georganiseerd door Schagen en gemeente Barneveld.

Schagen ontwikkelt zijn producten. Een van de resultaten is het product White Topping. White Topping is een betonmengsel waar kunststofvezels aan toegevoegd zijn. Deze vezels garanderen extra sterkte in het beton, waardoor de dikte van het beton gereduceerd kan worden. Door de dunnere laag beton hoeven er minder grondstoffen gebruikt te worden en wordt de CO₂-uitstoot gereduceerd (Schagen Infra, 2018r).

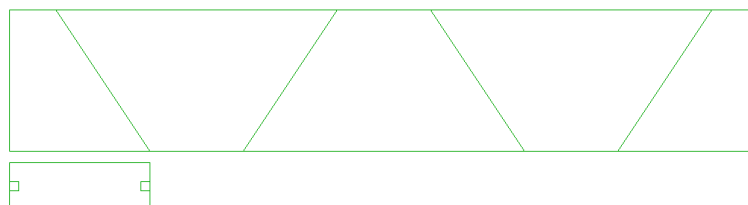
Om het beton aan te brengen zijn geen ingrijpende maatregelen aan de bestaande asfaltverharding noodzakelijk; het beton kan worden aangebracht op de bestaande in profiel gefreesde asfaltfundering. Het product is erg duurzaam doordat het na de levensduur volledig hergebruikt kan worden (Schagen Infra, 2018r).

5.2.2. Asfalt versterkt met vezels

Door middel van literatuurstudie op de website van Schagen werd het product Asfalt met vezels gedocumenteerd. Schagen ontwikkeld zijn producten. Een van de resultaten is asfalt gewapend met vezels. In huidige asfaltconstructies wordt de wapening tussen twee lagen aangebracht. Bij dit mengsel is de wapening aan het mengsel toegevoegd, waardoor er wordt bespaard op grondstoffen (Schagen Infra, 2018s). Naast dit voordeel heeft het product het voordeel dat het spoorvorming tegengaat, doordat de sterkte-eigenschappen van dit product verbeterd zijn. Op het gebied van circulariteit is het asfaltmengsel gunstig, omdat het volledig hergebruikt kan worden (Schagen Infra, 2018s).

5.2.3. Modulair bouwen (Aziëhavenweg, Amsterdam)

E. Van de Worp, Projectmanager Circulariteit bij Schagen, houdt zich bezig met de implementatie van circulatie binnen de organisatie. In gesprek met E. Van der Worp, gaf hij aan dat Schagen voor het eerst een modulair fietspad aan het ontwerpen was. Voor uitgebreidere informatie is een gesprek gevoerd met A. van Anel, Hoofd Werkvoorbereiding bij Schagen. In gesprek met A. van Anel werd uitleg gegeven over het project dat een modulair fietspad bevat. Voor het fietspad langs de Aziëhavenweg in Amsterdam gebruikt Schagen voor het eerst een modulair fietspad. De keuze voor een modulair fietspad komt ten eerste doordat circulariteit zwaar weegt in de beoordeling van de aanbesteding. Daarnaast liggen er leidingen onder het fietspad. Door het fietspad modulair te maken hoeft niet het gehele fietspad opgebroken te worden bij onderhoud aan deze leidingen. Bij het aanleggen van het fietspad worden aan beide zijden een hardhouten balk mee gestort. *Figuur 6* toont het modulaire fietspad vanuit meerdere aanzichten. Het fietspad op dezelfde manier als traditionele fietspaden aangelegd, maar de werkvoegen worden bij dit pad onder een hoek gezet in plaats van haaks (bovenaanzicht *Figuur 6*). Bij onderhoud aan leidingen worden de platen volledig doorgezaagd en uit elkaar geschoven. De houtenbalk die mee gestort is, is getoond op het vooraanzicht in *Figuur 6*. Als het fietspad in elkaar gezet moet worden, kan dit door het bevestigen van een plaat over de gehele zijkant van het fietspad. Deze plaat wordt bevestigd aan de houten balk in het beton. De constructie van dit fietspad zorgt ervoor dat het fietspad modulair is. Het voordeel van deze constructie is dat delen van het fietspad los van elkaar verplaatst kunnen worden en dus eventueel ook op een andere locatie gebruikt kunnen worden.



Figuur 6: Modulair fietspad; bovenaanzicht, vooraanzicht

5.2.4. 100% hergebruik beton en asfalt

E. Van de Worp, Projectmanager Circulariteit bij Schagen, houdt zich bezig met de implementatie van circulatie binnen de organisatie. In gesprek met E. Van de Worp wordt aangegeven dat Schagen het afval dat tijdens werkzaamheden ontstaat volledig hergebruikt. Bij het aanleggen van fietspaden bestaat de mogelijkheid dat het oude fietspad (deels) verwijderd moet worden. Het 'afval' dat ontstaat door het verwijderen van lagen wordt door Schagen afgevoerd en vervolgens 100% hergebruikt. De afvalproducten worden verwerkt tot ze weer gebruikt kunnen worden bij het maken van beton of asfalt.

5.2.5. Duurzaam fietspad Apeldoorn

Door middel van literatuurstudie op de website van Schagen werd het project Duurzaam fietspad Apeldoorn gedocumenteerd. Hergebruik van restproducten bij volgende projecten is ook toegepast bij de aanleg van een duurzaam fietspad in Apeldoorn. In samenwerking met gemeente Apeldoorn en Bruil is dit fietspad middels een bouwteam gerealiseerd (Schagen Infra, 2019t). In het project werd het betonmengsel door Bruil geleverd en was Schagen verantwoordelijk voor de verwerking. Vrijgekomen materialen uit andere projecten in de gemeente Apeldoorn waren de grondstoffen voor het betonmengsel van dit duurzame fietspad. Door hergebruik van materialen is de CO₂-reductie van het betonmengsel 60%. Daarnaast maakt Schagen gebruik van zijn eigen machines met geringe werkbreedte, waardoor het aantal bomen dat verwijderd moest worden, geminimaliseerd is (Schagen Infra, 2019t).

5.3. Innovaties – categorie technologie

Schagen heeft een innovatie uitgevoerd die aansluit op de categorie technologie. In de volgende sub-paragraaf is dit project beschreven.

5.3.1. Oplaadpalen voor de elektrische fiets langs snelfietsroute

Door middel van literatuurstudie op de website van Schagen werd het product laadpaal gedocumenteerd. Schagen heeft in opdracht van de gemeente Staphorst in 2018 een deel van de snelfietsroute Zwolle, Staphorst en Meppel gerealiseerd (Schagen Infra, 2018q). Naast het aanleggen van het fietspad was het plaatsen van twee laadpalen voor elektrische fietsen onderdeel van het project. De elektriciteit voor het opladen wordt opgewekt door zonnepanelen. Door middel van deze palen kunnen gebruikers van elektrische fietsen de fietsen opladen (Schagen Infra, 2018q).

5.4. Innovaties – categorie omgeving

Schagen heeft een aantal innovaties uitgevoerd die aansluiten op de categorie omgeving. In de volgende sub-paragrafen zijn deze projecten beschreven.

5.4.1. Uitzetvoeg in betonverhardingen

Door middel van literatuurstudie op de website van Schagen werd het product Schagen UitzetVoeg gedocumenteerd (Schagen Infra, 2017u). De website bood niet voldoende informatie, daarom is een gesprek gevoerd met H. Weitkamp, Calculator bij Schagen. Een veel voorkomend probleem bij betonverhardingen is spatting. Bij temperatuurverschillen gaat beton uitzetten en kan het voorkomen dat de weg omhoogkomt. In de zomer van 2018, waar het een lange tijd erg warm was, ontstonden op verschillende plekken in het land spattingen in fietspaden. *Figuur 7* (Schagen Infra, 2017u) toont een voorbeeld van spatting in een betonweg. Om spatting te voorkomen worden altijd preventief uitzetvoegen aangebracht. In huidige constructies wordt deze uitzetvoeg opgevuld met koudasfalt of hout om uitzetting te compenseren. Schagen deed in 2014 onderzoek naar de staat van uitzetvoegen bij de gemeente Staphorst (Schagen Infra, 2017u). Schagen kwam tot de conclusie dat de meeste voegen na verloop van tijd niet meer goed functioneerden doordat de elasticiteit van de uitzetvoegen verminderd was. Hierdoor hebben de voegen geen flexibiliteit meer en zijn ze niet in staat uitzettingen te compenseren.

Om dit probleem aan te pakken heeft Schagen een voeg ontwikkeld die zijn flexibiliteit behoudt. Deze voeg is gemaakt van een rubberen materiaal. In de gemeente Westerveld is de eerste weg aangelegd met deze uitzetvoeg (Schagen Infra, 2017u). Na onderzoek naar het functioneren van de voeg werd duidelijk dat de voeg zijn werk te ‘goed’ deed. Binnen een jaar na aanleg was bijna alle speling van de voeg gebruikt. Voor Schagen was dit niet gewenst, omdat er hierdoor bijna geen spanning meer in het beton zit. Als gevolg hiervan wordt op dit moment weer de oorspronkelijke vulling gebruikt.



Figuur 7: Spatting bij een betonweg

5.4.2. Jagtclusterallee Nieuwleusen

Door middel van literatuurstudie op de website van Schagen werd het project Jagtclusterallee Nieuwleusen gedocumenteerd. Daarnaast is extra informatie gedocumenteerd middels de website van Vechtdal Leeft. Schagen heeft van de gemeente Dalfsen opdracht gekregen om de Jagtclusterallee in Nieuwleusen opnieuw in te richten. De hoofdtaken van het project zijn het vervangen van de weg en het aanleggen van een fietspad (Schagen Infra, 2019v). Naast deze hoofdtaken is bij de totstandkoming ook gekeken naar biodiversiteit. Om het renoveren van de weg mogelijk te maken moesten een groot aantal bomen dat te dicht op de weg stond verwijderd worden. Ter compensatie werd een groot aantal nieuwe bomen geplant. Deze zijn op afstand van de weg geplaatst zodat deze geen gevaar vormen voor de veiligheid (Vechtdal Leeft, 2019). Om de biodiversiteit nog meer te stimuleren worden struiken als onderbeplanting geplaatst. Daarnaast moeten bloemrijke zaadmengsels ertoe leiden dat (wilde) bijen en hommels een kans krijgen. Ook worden nestkastjes en insectenhoeven geplaatst (Vechtdal Leeft, 2019). Door het toepassen van deze maatregelen krijgt de omgeving en biodiversiteit extra aandacht en verbetert de kwaliteit van de natuur.

5.4.3. Fietsroute Haskerdijken-Heerenveen

Door middel van literatuurstudie op de website van Schagen werd het project Fietsroute Haskerdijken-Heerenveen gedocumenteerd. Het fietspad tussen Haskerdijken en Heerenveen is in opdracht van gemeente Heerenveen verbeterd. In oude situatie lag aan beide zijden van de weg een smal fietspad. In de nieuwe situatie is een tweerichtingsfietspad aangelegd dat zorgt voor meer veiligheid en comfort voor de fietser (Schagen Infra, 2018w). Een belangrijk onderdeel van dit project is het feit dat er 150 nieuwe bomen zijn geplant op de plek die vrijkwam door het verplaatsen van het fietspad naar één kant van de weg (Schagen Infra, 2018w). Deze nieuwe bomen leiden tot een betere uitstraling van de weg, maar verhogen ook het aandeel natuur in de omgeving.

5.4.4. Reconstructie N331 tussen Zwartsluis en Vollenhove

Door middel van literatuurstudie op de website van Schagen werd het project Reconstructie N331 gedocumenteerd. Om extra informatie te kunnen documenteren is gesproken met M. Helmich, Rayonleider Overijssel bij Schagen. Tijdens de werkzaamheden aan de N331 tussen Vollenhove en Zwartsluis is naast het aanleggen van infrastructuur (o.a. een parallelweg en rotonde) aandacht uitgegaan naar natuur (Schagen Infra, 2017x). De N331 bevindt zich naast een Natura2000 gebied. Gebieden met dit kenmerk worden beschermd vanuit de vogel- en habitatrichtlijn, hierdoor blijft de biodiversiteit gewaarborgd blijft (Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, 2019). De weilanden in de uiterwaarden tussen de N331 en het Zwarte meer zijn buitendijkse percelen van de Zuiderzee, hierdoor staat het grondwater van nature hoog en is de omgeving drassig en moerasachtig. Om deze conditie te behouden heeft Schagen een aantal watergangen in de weilanden gedempt en is de zomerdijk deels verlegd (Schagen Infra, 2017x).

5.4.5. Zaadmengsels in bermen

Door een gesprek met M. Helmich, Rayonleider Overijssel bij Schagen, kon gedocumenteerd worden dat Schagen regelmatig zaadmengsels aanbrengt bij projecten. In het kader van biodiversiteit heeft Schagen vanuit de vraag van opdrachtgevers (met name gemeenten) meerdere malen bloemrijke zaadmengsels aangebracht in bermen. Deze bloemrijke zaadmengsels worden aangebracht om de biodiversiteit te verhogen. Het aanbrengen van zaadmengsels is een belangrijk onderdeel van fietspaden, omdat het insecten een kans geeft en tevens leidt tot een kleurrijke uitstraling. M. Helmich gaf echter aan dat deze maatregel vaak na een jaar alweer verwaarloosd wordt doordat er achterstallig tot geen onderhoud wordt gepleegd. Wanneer dit daadwerkelijk het geval is, heeft het aanleggen van deze bloemrijke stroken geen meerwaarde voor de omgeving.

6. Beoordeling van Schagen aan de hand van functionaliteiten

In dit hoofdstuk wordt bepaald in hoeverre Schagen, op basis van zijn innovaties, aansluit op de functionaliteiten van het fietspad van de toekomst. Voor de beoordeling is de Systems Engineering methode (SE) gedeeltelijk toegepast. In hoofdstuk 2 staat een uitgebreide beschrijving van de SE-methode. Zoals aangegeven in hoofdstuk 2 zijn niet alle stappen van het SE-proces toegepast. Bij dit onderzoek zijn niet alle stappen uitgevoerd. De belangrijkste reden hiervoor is het feit dat de meeste stappen buiten de scope van het onderzoek vallen. Voor het onderzoek zijn de volgende stappen in volgorde uitgevoerd: eisen opstellen aan de hand van veranderende randvoorwaarden; functionaliteiten opstellen aan de hand van de eisen; beoordelen van de functionaliteiten aan de hand van innovaties. Deze onderdelen zijn in de volgende paragrafen uitgewerkt.

6.1. Van veranderende randvoorwaarden naar eisen

Om functionaliteiten van een systeem te bepalen zijn eisen noodzakelijk. Bij de SE-methode wordt doorgaans onderscheid gemaakt tussen soorten eisen. Tijdens dit onderzoek is geen onderscheid gemaakt tussen de eisen, omdat er geen verschil in prioriteit is tussen de eisen die volgen uit de veranderende randvoorwaarden uit hoofdstuk 4. In hoofdstuk 4 zijn deze eisen nog beschreven als randvoorwaarden, omdat deze de veranderende maatschappelijke context beschrijven. Doordat deze randvoorwaarden in 'tekst'-vorm staan beschreven, is het niet eenvoudig om functionaliteiten op te stellen. Op basis van deze 'tekst'-vorm kunnen functionaliteiten worden gemist. Om dit te voorkomen, worden de randvoorwaarden vanuit hoofdstuk 4 omgezet naar een zin die elke eis apart beschrijft. Deze eisen worden vervolgens toegevoegd aan het programma van eisen. Deze is geplaatst in bijlage 11.1 (Tabel 4). Als voorbeeld is een deel van het programma van eisen weergegeven in Tabel 1. Elke eis heeft een nummer gekregen, daarnaast is aangegeven uit welke sub-paragraaf van hoofdstuk 4 de eis komt. In de tabel is getoond dat er verschillende niveaus bestaan, hieruit blijkt dat de eisen bestaan uit sub-eisen. Door deze niveaus ontstaat een overzichtelijk beeld van de eisen.

Tabel 1: Voorbeeldtabel programma van eisen

Nr.	Omschrijving	Sub-paragraaf
<i>Categorie - Omgeving</i>		
4.	Het systeem moet een bijdrage leveren aan het beperken van de overlast veroorzaakt door de gevolgen de klimaatverandering.	4.4.1
4.1.	Overlast door hevige neerslag moet worden beperkt.	4.4.1
4.1.1.	Wateroverlast moet worden beperkt	4.4.1
4.1.2.	Sneeuwoverlast moet worden beperkt	4.4.1
4.2.	Periodes van droogte door tekorten aan neerslag moet worden beperkt.	4.4.1
4.3.	Het systeem moet om kunnen gaan met temperatuurverschillen	4.4.1

De hoofdeis van het systeem is: Het systeem moet het fietspad van de toekomst zijn. Deze eis is niet opgenomen het programma van eisen, omdat hierdoor de nummering in de tabel onoverzichtelijk wordt. Belangrijk om te vermelden is dat eisen die nu al van toepassing zijn op fietspad niet worden meegenomen. Een voorbeeld hiervan is de eis dat het fietspad een sterke constructie moet hebben, omdat het krachten moet opvangen. Een fietspad heeft hier altijd al aan moeten voldoen en zal dat nog steeds moeten blijven doen. Daarentegen bevat het programma van eisen een onderdeel dat veiligheid heet. Ondanks dat een fietspad altijd veilig moet zijn, is dit onderdeel toegevoegd. De keuze hiervoor is gebaseerd op het feit dat de drukte en de diversiteit op het fietspad toeneemt. Deze verandering vraagt om een ontwikkeling van de veiligheid op het fietspad. Door vast te stellen of eisen voortkomen uit veranderende randvoorwaarden (hoofdstuk 4) is het programma van eisen opgesteld.

6.2. Van eisen naar functionaliteiten

Nadat de eisen bepaald waren, zijn de functionaliteiten bepaald. Functionaliteiten zijn opgebouwd uit twee onderdelen, een werkwoord en een zelfstandig naamwoord. De combinatie van deze twee worden moet oplossingsvrij zijn (Graaf, 2014). Een niet oplossingsvrije combinatie is bijvoorbeeld ‘bevatten lantaarnpaal’. In deze combinatie zit een oplossing verwerkt, namelijk lantaarnpaal. Een correcte manier van noteren is ‘creëren licht’. Doorgaans wordt er bij Systems Engineering gebruikt gemaakt van basis- en ondersteunende functies. In dit onderzoek is geen gebruik gemaakt van deze verdeling, omdat er geen universeel fietspad van de toekomst bestaat; voor elke situatie bij de aanleg van een fietspad zal apart bepaald moeten worden welke prioriteit de eisen en functionaliteiten omvatten.

Aan alle eisen dient een functionaliteit gekoppeld zijn. Om dit te realiseren is voor elke eis in het programma van eisen een functionaliteit opgesteld. De combinaties van eisen en functionaliteiten zijn weergegeven in een ‘Requirements Allocations Sheet’-tabel. Deze RAS-tabel is weergegeven in bijlage 11.2 (Tabel 5). De verschillende niveaus uit het programma van eisen zijn toegepast in de RAS-tabel (bijlage 11.2, Tabel 5); functies bestaan uit deelfuncties. Het resultaat van de onderlinge niveaus is getoond in de functieboom in bijlage 11.3 (Figuur 9). Tijdens het opstellen van een functieboom dienen twee vragen beantwoord te worden: van hoog naar laag niveau de vraag ‘hoe?’; in de andere richting ‘waarom?’. *Figuur 8* toont een deel van de functieboom met het ‘hoe-waarom’-principe. Van links naar rechts kan telkens de vraag gesteld worden ‘hoe?’ en van recht naar links de vraag ‘waarom?’.



Figuur 8: Voorbeeld hoe-waarom-constructie

6.3. Beoordeling van functionaliteiten

In de vorige paragraaf is beschreven hoe de functionaliteiten zijn bepaald. De functieboom uit bijlage 11.3 toont dat er verschillende niveaus zijn. De functionaliteiten van het laagste niveau zijn beoordeeld. Bij het voorbeeld uit paragraaf 6.2 (*Figuur 8*) is dat de functionaliteit uiterst rechts, ‘Verbeteren (Zoog)dier habitat’. Op deze manier zijn 30 functionaliteiten beoordeeld, deze zijn rood omrand in de functieboom en staan in *Tabel 2*.

Volgens de richtlijnen van SE wordt nadat de functionaliteiten bekend zijn, bepaald welke objecten aansluiten bij de functionaliteiten. Tijdens dit onderzoek is dit niet uitgevoerd, omdat er geen uniform Fietspad van de Toekomst bestaat. Op basis van de innovaties uit hoofdstuk 5 is beoordeeld hoe Schagen voldoet aan de functionaliteiten en welke score het op elke functionaliteit ontvangt. Vanwege het tijdsbestek van het onderzoek zijn niet alle projecten van Schagen geïdentificeerd. Vanwege dit feit is een representatieve hoeveelheid innovaties gedocumenteerd. Belangrijk is daarom te melden dat de mindere scores het werk van Schagen niet benadelen, maar juist aantonen dat sommige onderdelen meer aandacht behoeven. De beoordeling is daarom constructieve feedback. Bij de beoordeling werd een score tussen de 1 en 3 toegekend aan elke functionaliteit, waarbij 3 de hoogst haalbare score was. Voor de drie scoreoptie is toegelicht wat deze inhouden.

Score 3: Goed, veel activiteiten en ontwikkelingen zijn bezig, waarbij er ook al permanente toepassing plaatsvindt. Presteert prima voor het fietspad van de toekomst.

Score 2: Voldoende, een aantal activiteiten en ontwikkelingen zijn gedaan, maar een permanente toepassing is nog niet aanwezig. Presteert redelijk voor het fietspad van de toekomst.

Score 1: Onvoldoende, weinig tot geen activiteit of ontwikkeling. Presteert ondermaats voor het fietspad van de toekomst.

Voor elke functionaliteit is de score weergegeven in *Tabel 2*. De onderbouwing is geplaatst in bijlage 11.4 (*Tabel 6*). De kleuren in de tabel tonen uit welke categorie de functionaliteiten komen: rood-gebruikers; groen-levenscyclus, blauw-technologie; grijs-omgeving. Op basis hiervan is voor elke categorie een gemiddelde score bepaald: gebruiker 1,7; levenscyclus 2,6; technologie 1,5; omgeving 1,6.

Tabel 2: Score op functionaliteiten

Nr.	Functie	Score	Nr.	Functie	Score
1.	Bieden Ruimte	3	16.	Behouden Materiaalwaarde	3
2.	Faciliteren Uitwijkmogelijkheden	3	17.	Faciliteren Modulariteit	1
3.	Inlichten Medeweggebruikers	1	18.	Prioriteren Gebruiker	1
4.	Verkleinen Snelheidsverschillen	1	19.	Garanderen Zichtbaarheid	1
5.	Minimaliseren Obstakelgebruik	1	20.	Overbruggen Afstand	3
6.	Creëren Verlichting	1	21.	Toepassen Smart technieken	1
7.	Faciliteren Dimensionering	2	22.	Afvoeren water	1
8.	Faciliteren Corrigeermogelijkheden	2	23.	Afvoeren sneeuwresten	1
9.	Voorkomen Oneffenheden	2	24.	Vasthouden water	1
10.	Voorkomen Kruisvlakken	1	25.	Aankunnen temperatuurverschillen	2
11.	Bevatten Hoogwaardig materiaal	3	26.	Minimaliseren Kunstlicht	1
12.	Minimaliseren Onderhoud	3	27.	Verbeteren (Zoog)dier habitat	2
13.	Toepassen Duurzame bronnen	2	28.	Verbeteren Insecten habitat	2
14.	Hergebruiken Materiaal	3	29.	Verbeteren Vogel habitat	2
15.	Minimaliseren Constructiedikte	3	30.	Verbeteren Planten habitat	2

7. Gespreksverslagen wegbeheerders

Na een tussentijds gesprek met beide begeleiders ontstond het idee om te gaan praten met wegbeheerders van gemeenten uit de buurt. De gesprekken werden gevoerd met de intentie dat er een perspectief buiten Schagen gedocumenteerd zou worden. De gesprekken waren geen interviews en waren daarnaast ongestructureerd. Het doel van het gesprek was om erachter te komen hoe gemeenten kijken naar het fietspad van de toekomst, welke aspecten belangrijk zijn en welke innovaties zijn uitgevoerd. Op deze manier werd ook duidelijk hoe een gemeente omgaat met dit onderwerp. In de volgende twee paragrafen zijn de beide gesprekken uitgewerkt. De gesprekken vonden plaats in week acht en negen van de onderzoeksperiode. Daarom zijn de uitkomsten van de gesprekken niet verwerkt bij de deelvragen. De uitkomsten zijn wel gebruikt om een beter antwoord te geven op de hoofdvraag.

7.1. A. de Boer – wegbeheerder gemeente Zwartewaterland

Volgens A. de Boer heeft de gemeente Zwartewaterland de motivatie om in te spelen op de veranderende maatschappelijke context. Een aantal innovatieve ideeën die in de toekomst misschien wel werkelijkheid worden werden uitgelegd: warmteopslag in fietspaden, wateropslag in fietspaden, drijvende fietspaden, sloten onder fietspaden. Echter kampt de gemeente met een probleem, de gemeente is relatief klein. Doordat de gemeente relatief klein is, heeft ze beperkt de mogelijkheid om onderzoek te doen naar innovatieve oplossingen. Binnen de gemeente is geen personeel beschikbaar om specifiek onderzoek te doen naar innovaties. Indien de gemeente gaat innoveren, zal het huidige personeel dat naast de reguliere taken moeten uitvoeren. De gemeente vindt het frustrerend dat ze wel vooruit wil, maar dat het bijna nooit haalbaar is. Hieruit werd duidelijk dat kleine gemeentes pas deelnemen aan innovatieve projecten als commerciële partijen een product of innovatie willen testen op gemeentelijke grond. Ondanks deze beperking probeert de gemeente wel om te innoveren door bijvoorbeeld tijdens een aanbesteding meer aandacht te leggen op circulariteit. Een beperking die dan komt opzetten is de implementatie van circulariteit. Naast het feit dat ze niet altijd instaat zijn om te innoveren is het vaak ook moeilijk om duidelijk te krijgen wat innoveren inhoudt. A. de Boer geeft aan dat het noodzaak is om samen te werken, om onderdeel te kunnen zijn van innovatieve projecten.

7.2. W. van Ee – wegbeheerder gemeente Zwolle

W. van Ee gaf aan dat de gemeente Zwolle in de afgelopen jaren bezig is geweest met het verbeteren van haar fietspaden. Er werden enkele voorbeelden door opgesomd. De gemeente is in de jaren 90 begonnen met het vervangen van tegelfietspaden door asfalt fietspaden. Deze tegels verzakten vaak en boden niet het gewenste comfort. Daarnaast legt de gemeente fietsstraten aan om het comfort van fietsers te vergroten. De eerste fietsstraat is aangelegd in 2004, de Vondelkade. Vervolgens is het aantal fietsstraten uitgebreid. Echter stelt W. van Ee dat een aantal fietsstraten officieel geen fietsstraat zijn, omdat er buslijnen langs gaan of de breedte meer dan 4,5 meter bedraagt. Om het aantal eenzijdige ongevallen te verminderen heeft de gemeente fietspaaltjes verwijderd waar dat mogelijk was. Op sommige plekken blijkt het echter niet mogelijk, omdat na verwijdering autoverkeer zijn weg vindt. Er zijn ook testen gedaan met flexibele paaltjes, echter ziet autoverkeer vaak de mogelijkheid om er overheen te rijden, waardoor de paaltjes zijn vervangen door traditionele paaltjes. Gemeente Zwolle staat open voor innovatie. Dat blijkt ook uit het feit dat de Plastic Road pilot in Zwolle wordt uitgevoerd. W. van Ee geeft aan dat er voor het realiseren van projecten tijd en personeel is, maar dat voor het monitoren achteraf geen personeel beschikbaar is. Het monitoren van de Plastic Road wordt daarom uitgevoerd door de uitvoerder van de opdracht. Ondanks dat de gemeente open staat voor innovatie werkt ze niet mee aan elke vorm van innovatie, omdat er geen subsidies voor zijn. In sommige gevallen houdt de gemeente hier hoge kosten aan over. Bij het onderwerp innovaties speelt circulariteit een belangrijke rol. W. van Ee geeft aan dat bij innovatie vaak tussenstappen worden overgeslagen en dat de innovatie in een keer van 0 % naar 100 % wordt uitgevoerd, zonder er met z'n allen over na te denken. Volgens hem moet zoiets als circulariteit niet radicaal, maar in goed overleg stap voor stap worden ingevoerd.

8. Discussie

In dit hoofdstuk worden de procedures en resultaten van het onderzoek kritisch geanalyseerd. Hieronder zijn de discussiepunten op een rij gezet en is uitleg gegeven waarom het een discussiepunt is.

Veranderende randvoorwaarden – Voor het identificeren van de veranderende randvoorwaarden zijn de innovaties uit hoofdstuk 3 gebruikt. Op basis van deze innovaties zijn vier categorieën opgesteld. Het aantal categorieën had uitgebreid kunnen worden, indien hoofdstuk 3 meer literatuur bevatte.

Literatuur – Tijdens het onderzoek is hoofdzakelijk internetliteratuur gedocumenteerd. Enerzijds is het documenteren van internetbronnen bruikbaar, omdat er via internetliteratuur veel innovaties van externe bedrijven gedocumenteerd konden worden. Anderzijds zou een aandeel van andere soorten bronnen de kwaliteit van het onderzoek vergroten. Er zijn onderzoeken van de fietsersbond en ANWB geraadpleegd, maar geen interviews of gesprekken met deze partijen. Door middel van deze gesprekken hadden de behoeften van de gebruiker beter geïdentificeerd kunnen worden.

Gesprekken gemeenten – De gesprekken met de wegbeheerders van de gemeentes zijn in een laat stadium van het onderzoek uitgevoerd. De opzet van de gesprekken was ongestructureerd. Vooraf waren geen concrete vragen opgesteld. Op basis van de informatie die werd gedocumenteerd, werden vervolgvragen bedacht. Voor de kwaliteit van de gespreksresultaten is deze opzet niet correct geweest. Naast de opzet van de gesprekken, is de interpretatie van de gesprekken een punt van aandacht. Bij het verwerken van de gesprekken is interpretatie zoveel mogelijk verwijderd.

Innovaties Schagen – Hoofdstuk 5 beschrijft de innovaties die bij Schagen zijn uitgevoerd. Vanwege het tijdsbestek van het onderzoek is een selectie innovaties beschreven. Voor een kwalitatief betere beoordeling zouden de selectie uitgebreid kunnen worden.

Externe innovaties – In het theoretisch kader is een selectie externe innovaties beschreven. Deze selectie beperkt de uitkomst van het onderzoek. Indien het aantal innovaties uitgebreider was, zou beter bepaald kunnen worden waarop gefocust dient te worden bij een fietspad in de toekomst.

Systems Engineering – De toegepaste methodiek, Systems Engineering, is voor een gedeelte toegepast tijdens het onderzoek. De methode bestaat uit meer onderdelen dan zijn toepast. De beoordeling van Schagen had. Vanuit de veranderende randvoorwaarden zijn eisen opgesteld. Doordat het aantal veranderende randvoorwaarden beperkt was, was het aantal eisen ook beperkt. Vervolgens werden vanuit de eisen functionaliteiten opgesteld. Deze functionaliteiten zijn tot een bepaald niveau concreet beschreven, zoals ‘Verbeteren insecten habitat’. Bij het aanleggen van een fietspad voor een specifieke situatie kan het niveau van functionaliteiten gedetailleerder beschreven worden. Zoals beschreven is er bij het gebruik van de SE-methode geen objectenboom gemaakt. Een objectenboom leidt tot concretere oplossingen dan resultaat op project niveau.

Gesprekken werknemers Schagen – Tijdens het onderzoek is gesproken met werknemers van Schagen. Deze gesprekken hadden het doel om meer informatie te kunnen documenteren over hoofdzakelijke innovaties bij Schagen. Omdat het van tevoren bekend was dat deze gesprekken kort zouden duren, zijn niet veel vragen met betrekking tot de desbetreffende innovatie op papier gezet. Voor het verzamelen van informatie met hogere kwaliteit dienen van de voren vragen opgesteld te worden.

9. Conclusie en aanbevelingen

In dit hoofdstuk zijn de conclusie en aanbevelingen beschreven. De conclusie noemt het doel van en de hoofdvraag van het onderzoek. Vervolgens is een bondig antwoord op de vier deelvragen beschreven. De informatie uit de antwoorden op de deelvragen is toegepast bij het beantwoorden van de hoofdvraag. Daarnaast zijn aanbevelingen voor verder onderzoek gegeven.

9.1. Conclusies

Het doel van het onderzoek was het in kaart brengen van de veranderende randvoorwaarden omtrent fietspaden, zodat de functionaliteiten van het fietspad van de toekomst bepaald konden worden. Met deze kennis is daarna bepaald hoe Schagen zijn fietspad kan aanpassen om aan te sluiten op de toekomst.

Uit doel volgde de volgende hoofdvraag:

Hoofdvraag: *Wat zou Schagen Infra moeten verbeteren aan zijn huidige fietspad, een fietspad zonder innovaties, zodat deze aansluit op de veranderende randvoorwaarden?*

Om antwoord te kunnen geven op de hoofdvraag zijn vier deelvragen uitwerkt. De antwoorden op de deelvragen zijn in de volgende paragrafen beschreven.

9.1.1. Antwoord deelvraag 1

Deelvraag 1: *Welke innovaties gerelateerd aan fietspaden van externe partijen (andere bedrijven en instellingen) zijn bedacht en/of uitgevoerd en kunnen een basis vormen voor dit onderzoek?*

Op basis van de resultaten uit hoofdstuk 3 is een antwoord geformuleerd voor deelvraag 1. Uit hoofdstuk 3 is te concluderen dat externe bedrijven veel innovaties ontwikkelen. Deze zijn in het onderzoek verdeeld per onderwerp. De innovaties zijn allemaal bruikbaar geweest tijdens het onderzoek. Daarom is voor elk onderwerp is een innovatie beschreven. De overige innovaties zijn gedocumenteerd in hoofdstuk 3. Deze innovaties zijn gedocumenteerd middels een literatuuronderzoek.

Technologie: ‘Flo’ Utrecht – Via de website van Verkeer in Beeld is deze innovatie gedocumenteerd. Langs de Amsterdamsestraatweg in Utrecht is een techniek toegepast zodat fietsers minder lang hoeven te wachten bij het rode verkeerslicht. Een detectiesysteem met de naam ‘Flo’ is naast het fietspad geplaatst en levert voorbijkomende fietsers een advies over hun snelheid; sneller fietsen, snelheid vasthouden of langzamer fietsen. Door dit advies is de kans groter dat de wachttijd korter wordt (Puylaert, 2017b), wat ertoe leidt dat men vaker de fiets pakt.

Klimaat: Wateropslag – Het bedrijf Tauw doet onderzoek naar innovaties gerelateerd aan het fietspad. Op de website van het bedrijf besteedt het aandacht aan innovaties rondom het onderwerp fietspad van de toekomst. Een innovatie is wateropslag onder het fietspad. Rekening houdend met de klimaatveranderingen, kan de opslag van water onder het fietspad in natte en in droge periodes een uitkomst bieden. In natte periodes kan water overlast voorkomen en in droge periodes kan opgeslagen water gebruikt worden om droogte te beperken (Tauw, sd).

Snelfietsroutes: F35 Twente – Via de website van de provincie Overijssel is deze innovatie gedocumenteerd. Om het fietsgebruik te stimuleren worden er door het hele land snelfietsroutes aangelegd. Deze fietssnelwegen maken het eenvoudiger om langere afstanden af te leggen zonder gehinderd te worden door niet-fietspadgebruikers. Een voorbeeld van een snelfietsroute is de F35 in Twente (ov). Deze fietssnelweg doorkruist Twente en is gelegen langs een aantal steden, zoals Enschede, Hengelo, Oldenzaal en Almelo (Provincie Overijssel, 2015).

Duurzaamheid: Geopolymeren – Via de website van Cementbouw is deze innovatie gedocumenteerd. Cement bepaalt dat de CO₂-uitstoot van beton hoog is. Om dit probleem op te lossen legt het bedrijf Cementbouw fietspaden aan waarbij het cement vervangen is door geopolymeren (Cementbouw, sd). Door het toepassen van deze techniek kan de CO₂-uitstoot van het product aanzienlijk verlaagd worden. De techniek is in 2016 als eerste in Zeewolde toegepast (GWW, 2016).

Veiligheid: Oversteek Tilburg – Via de website van Verkeer in Beeld is deze innovatie gedocumenteerd. Tilburg pakt de oversteek van fietsers anders aan. Fietsers worden op een groot aantal kruispunten waar ze voorrang hebben, vaak laat opgemerkt door automobilisten. Om ongevallen te voorkomen heeft de straatverlichting bij deze oversteekplaatsen een andere kleur; neutraal wit in plaats van warm wit. Door middel van deze toepassing ontstaat 's avonds meer contrast waardoor fietsers beter gesignaleerd worden door automobilisten (Ketwich, 2017). De aangepaste verlichting moet leiden tot een afname van het aantal ongevallen.

Buitenland: Fietssnelweg Ruhrgebied – Via de website van National Geographic is deze innovatie gedocumenteerd. In Duitsland is in 2016 de eerste 5 kilometer van een fietssnelweg aangelegd. Het fietspad is 100 kilometer als deze in zijn geheel is gerealiseerd. De fietssnel wordt aangelegd in het Ruhrgebied en moet 10 steden verbinden. Met de fietssnelweg daalt het autogebruik in de regio (Doorn, sd).

9.1.2. Antwoord deelvraag 2

Deelvraag 2: *Welke veranderingen uit de maatschappij zijn het meest van invloed op fietspaden, en wat houden deze in?*

Om de veranderende randvoorwaarden in kaart te brengen is gebruikt gemaakt van de innovaties uit hoofdstuk 3. Deze innovaties zijn bedacht en/of uitgevoerd met een reden. Deze redenen hebben te maken met een veranderende behoefte uit de maatschappij. Uit hoofdstuk 3 kan geconcludeerd worden dat er door de innovaties gefocust wordt op vier aspecten van het fietspad van de toekomst. De innovaties focussen op het de Gebruikers van het fietspad, de Levenscyclus van het fietspad, de Technologie van het fietspad en de Omgeving van het fietspad. Elke aspect wordt aangeduid als categorie.

Binnen de categorie gebruikers zijn een aantal veranderende randvoorwaarden te documenteren, de belangrijkste is gedocumenteerd. Het bijwonen van een vergadering van hoofduitvoerders gaf als uitkomst dat de drukte op het fietspad toeneemt. Daarnaast volgde uit literatuuronderzoek dat de diversiteit toeneemt, met name het aantal e-bikes neemt toe (NOS, 2019a). Uit literatuuronderzoek resulteerde dat deze verandering in drukte en diversiteit gevolgen heeft; de irritatie groeit en de veiligheid op het fietspad afneemt (Gerling, 2015). Uit onderzoek van de ANWB (2019a) volgde dat de gevaarlijke situaties vaak ontstaan door grote snelheidsverschillen of door slechte kwaliteit van het fietspad.

Binnen de categorie levenscyclus zijn een aantal veranderende randvoorwaarden te documenteren, de belangrijkste zijn gedocumenteerd. In gesprek met E. Van de Worp, Projectmanager Circulariteit bij Schagen, bleek dat de maatschappij zich steeds beter bewust is van het feit dat er duurzame alternatieven gezocht moeten worden voor huidige technieken. Deze verandering vertaalt zich naar campagnes en initiatieven die gestart worden. Het beleid van Schagen is onder andere gebaseerd op circulair ondernemen (Schagen Infra, 2019f). Dit concept wordt gevoed door de VN SDG's. Deze doelen zijn opgesteld om de wereld in 2030 een betere plek te maken voor iedereen (SDG Charter, 2019a). Naast deze doelen is het Klimaatakkoord van Parijs een belangrijk verdrag om duurzaamheid te stimuleren. Daarnaast hebben verschillende branches voor de betreffende branche duurzaamheidsverdragen opgesteld, zoals Green Deal Duurzaam GWW (Duurzaam GWW, 2017).

Binnen de categorie levenscyclus zijn een aantal veranderende randvoorwaarden te documenteren, de belangrijkste zijn gedocumenteerd. De technologie op het fietspad ontwikkelt in hoog tempo. Concepten zoals ‘Smart City’ dat deze ontwikkeling verder groeit. Het vergroten van de fietskwaliteit bestaat voornamelijk uit het verhogen van de veiligheid tegenover niet-fietspadgebruikers, dit is te concluderen uit de innovaties beschreven in hoofdstuk 3.

Binnen de categorie levenscyclus zijn een aantal veranderende randvoorwaarden te documenteren, de belangrijkste zijn gedocumenteerd. Door middel van literatuuronderzoek zijn de gevolgen van de klimaatverandering geïdentificeerd. Onderzoek van de universiteit Wageningen (2011) concludeerde, dat de neerslagintensiteit toeneemt en dat droge periodes in de zomer langer duren. Uit onderzoek van IPBES werd geconcludeerd dat het kwaliteit van de biodiversiteit niet goed is, terwijl de biodiversiteit is belangrijk voor het voortbestaan van de mens (NOS, 2019c).

9.1.3. Antwoord deelvraag 3

Deelvraag 3: *Hoe is Schagen Infra op dit moment al bezig met het innoveren van zijn fietspaden zodat deze aansluiten op de veranderingen uit de maatschappij*

Gebaseerd op de concepten die beschreven zijn in paragraaf 1.1 kan geconcludeerd worden dat Schagen op dit moment zijn fietspaden innoveert. In hoofdstuk 4 zijn vier categorieën opgesteld. Binnen deze categorieën zijn door middel van literatuuronderzoek en gesprekken met werknemers veranderende randvoorwaarden gedocumenteerd. Voor elk onderwerp is een innovatie beschreven. De overige innovaties zijn gedocumenteerd in hoofdstuk 5.

Categorie gebruikers: Randsignalering Bunschoten – Door middel van literatuurstudie op de website van Schagen werd het Fietspad met Randsignalering in Bunschoten gedocumenteerd (Schagen Infra, 2015o). Dit fietspad is gelegen tussen twee sloten met steil talud. In eerste instantie wilde de aannemer bermkeien plaatsen. Op advies van Schagen is het betonnen fietspad verbreed en is aan beide zijden een ribbelmarkering aangebracht. Door middel van deze ribbelmarkering wordt de fietser geattendeerd op de randen van het fietspad (Kennisportaal Betoninfra, 2015).

Categorie levenscyclus: White Topping beton – Door middel van literatuurstudie op de website van Schagen werd het product White Topping gedocumenteerd. White Topping is een betonmengsel waar kunststofvezels aan toegevoegd zijn. Deze vezels garanderen extra sterkte in het beton, waardoor de dikte van het beton gereduceerd kan worden. Door de dunnere laag beton hoeven er minder grondstoffen gebruikt te worden en wordt de CO₂-uitstoot gereduceerd (Schagen Infra, 2018r).

Categorie technologie: Oplaadpalen – Door middel van literatuurstudie op de website van Schagen werd het product laadpaal gedocumenteerd. Schagen heeft in opdracht van de gemeente Staphorst in 2018 een deel van de snelfietsroute Zwolle, Staphorst en Meppel gerealiseerd (Schagen Infra, 2018q). Naast het aanleggen van het fietspad was het plaatsen van twee laadpalen voor elektrische fietsen onderdeel van het project. Door middel van deze palen kunnen gebruikers van elektrische fietsen de fietsen opladen (Schagen Infra, 2018q).

Categorie omgeving: Fietsroute Haskerdijken-Heerenveen – Door middel van literatuurstudie op de website van Schagen werd het project Fietsroute Haskerdijken-Heerenveen gedocumenteerd. Het fietspad tussen Haskerdijken en Heerenveen is in opdracht van gemeente Heerenveen opgeknapt. Het bijzonder aan het project is dat er 150 nieuwe bomen zijn geplant op de plek die vrijkwam door het verplaatsen van het fietspad naar één kant van de weg (Schagen Infra, 2018w).

9.1.4. Antwoord deelvraag 4

Deelvraag 4: *In welke mate voldoen de fietspaden van Schagen Infra, op basis van zijn innovaties, aan de functionaliteiten van het fietspad van de toekomst volgens uit de veranderende maatschappij; waar ligt ruimte voor verbetering?*

Aan de hand van methode SE zijn vanuit de veranderende randvoorwaarden eisen opgesteld. Deze eisen zijn daarna omgezet naar functionaliteiten. Op basis van de door Schagen uitgevoerde innovaties is beoordeeld hoe goed Schagen scoort op de functionaliteiten. Schagen heeft voor elke functionaliteit een score ontvangen, gebaseerd op de innovaties beschreven in hoofdstuk 5. De mate waarin voldaan wordt aan een functionaliteit heeft bepaald welke score Schagen ontvangen heeft. Schagen heeft in de categorie levenscyclus veel innovaties ontwikkeld die aansluiten op de functionaliteiten uit deze categorie, hierdoor behaalt Schagen in deze categorie de hoogste gemiddelde score. De categorieën gebruikers, omgeving en technologie hebben een lagere score behaald. Deze categorieën scoren lager vanwege het feit dat in deze categorieën minder innovaties zijn ontwikkeld die aansluiten op de functionaliteiten. Op basis hiervan kan geconcludeerd worden dat de in categorieën gebruikers, technologie en omgeving de meeste ruimte voor verbetering aanwezig is.

9.1.5. Antwoord hoofdvraag

Op basis van de antwoorden op de deelvragen is het antwoord op de hoofdvraag bepaald. Hieronder is deze beschreven.

De hoofdvraag van het onderzoek was:

Hoofdvraag: *Wat zou Schagen Infra moeten verbeteren aan zijn huidige fietspad, een fietspad zonder innovaties, zodat deze aansluit op de veranderende randvoorwaarden?*

Op basis van de innovaties van externe bedrijven zijn vier categorieën opgesteld. Met behulp van vier categorieën is tijdens dit onderzoek bepaald welke veranderende randvoorwaarden vanuit de maatschappij voor het fietspad het belangrijkste zijn. Deze veranderende randvoorwaarden zijn vervolgens omgezet naar concrete eisen. Op basis van deze eisen zijn functionaliteiten van het fietspad van de toekomst opgesteld. Aan de hand van de innovaties die Schagen op dit moment al uitvoert, is beoordeeld hoe Schagen scoort op de diverse functionaliteiten. Uit de beoordeling volgde dat de score per categorie verschilt. Voor elke categorie is beschreven welke verbeteringen toegepast kunnen worden zodat de scores op de functionaliteiten hoger worden. Indien de scores op de functionaliteiten groter.

Gebruikers – In de categorie gebruikers zijn een aantal innovaties uitgevoerd. De pilot met verschillende bermen en wegbelijning is hiervan een voorbeeld. Daarnaast zijn op een aantal plekken de fietspaden verbreed. Om een hogere score te behalen op de functionaliteiten en dus beter aan te sluiten op de veranderende randvoorwaarden, zullen de scores op een aantal functionaliteiten in deze categorie verbeterd moeten worden. De tabel met scores op functionaliteiten is wederom weergegeven aan het einde van deze sub-paragraaf (Tabel 3). Aan de functionaliteiten met een score 1 of 2 dient meer aandacht besteed te worden om te kunnen inspelen op veranderende randvoorwaarden.

Levenscyclus – In de categorie levenscyclus zijn veel innovaties ontwikkeld. Dit feit is af te leiden uit het feit dat de gemiddelde score op de functionaliteiten in deze categorie het hoogst was. Het hergebruiken van materiaal is een groot onderdeel binnen de werkzaamheden van Schagen. Daarnaast wordt reduceert Schagen de constructiediktes van asfalt en beton door zijn producten te ontwikkelen. Op dat gebied maakt Schagen stappen om aan te sluiten op de veranderende randvoorwaarden uit de maatschappij, daarentegen zijn er binnen deze categorie verbeterpunten. Voor het verduurzamen van de fietspaden van Schagen kan modulariteit een nuttige innovatie zijn. Doordat onderdelen in hun geheel verplaatst of hergebruikt kunnen worden, wordt bespaard op materiaalgebruik. Daarnaast kan het gebruik van andere materialen (dan beton en asfalt) ondersteunen om niet alleen duurzaam op het gebied van levensduur, maar ook op het gebied van de productie van materialen. Volgens W. van Ee, wegbeheerder bij gemeente Zwolle, is het bij duurzaamheid belangrijk om samen te werken. Samen in

gesprek gaan en stap voor stap veranderingen doorvoeren, hiermee wordt bereikt dat elke deelnemer van een project eens is met de oplossing. Vooral bij circulariteit is dit belangrijk, omdat er op dit moment nog geen eensgezinde omschrijving van het woord is. Door in gesprek te gaan kunnen de functionaliteiten vanuit de categorie levenscyclus beter benut worden. De tabel met scores op functionaliteiten is wederom weergegeven aan het einde van deze sub-paragraaf (Tabel 3). Aan de functionaliteiten met een score 1 of 2 dient meer aandacht besteed te worden om te kunnen inspelen op veranderende randvoorwaarden.

Technologie – Op het gebied van technologie zijn, behalve het plaatsen van laadpalen, nog weinig innovaties uitgevoerd. Vanuit de veranderende randvoorwaarden bleek dat de fietskwaliteit vergroot kan worden door toepassing van technologie. Om dit te bereiken moet er meer gebruik gemaakt worden van beschikbare technologieën. Het is denkbaar dat dit vanuit het perspectief van het bedrijf niet mogelijk is. Om gebruik te kunnen maken van beschikbare technologieën zal samen gewerkt moeten worden met bedrijven die gespecialiseerd zijn in de ontwikkeling van deze technologieën. De tabel met scores op functionaliteiten is wederom weergegeven aan het einde van deze sub-paragraaf (Tabel 3). Aan de functionaliteiten met een score 1 of 2 dient meer aandacht besteed te worden om te kunnen inspelen op veranderende randvoorwaarden.

Omgeving – Binnen de categorie omgeving zijn een aantal innovaties uitgevoerd. De omgeving speelt bij sommige projecten een onderdeel doordat het bomen, struiken of zaadmengsels worden aangebracht. Ondanks dit feit, speelt de omgeving nog geen grote rol bij projecten. Om in te spelen op de veranderende randvoorwaarden omtrent omgeving moet klimaat en biodiversiteit een grotere rol gaan spelen. Er zal bepaald moeten worden hoe overlast als gevolg van klimaatverandering beperkt kan worden. Daarnaast moet de leefomgeving van dieren en planten verbeterd worden zodat de biodiversiteit toeneemt. De tabel met scores op functionaliteiten is wederom weergegeven aan het einde van deze sub-paragraaf (Tabel 3). Aan de functionaliteiten met een score 1 of 2 dient meer aandacht besteed te worden om te kunnen inspelen op veranderende randvoorwaarden.

Tabel 3: Score op functionaliteiten (herhaald)

Nr.	Functie	Score	Nr.	Functie	Score
16.	Bieden Ruimte	3	31.	Behouden Materiaalwaarde	3
17.	Faciliteren Uitwijkmogelijkheden	3	32.	Faciliteren Modulariteit	1
18.	Inlichten Medeweggebruikers	1	33.	Prioriteren Gebruiker	1
19.	Verkleinen Snelheidsverschillen	1	34.	Garanderen Zichtbaarheid	1
20.	Minimaliseren Obstakelgebruik	1	35.	Overbruggen Afstand	3
21.	Creëren Verlichting	1	36.	Toepassen Smart technieken	1
22.	Faciliteren Dimensionering	2	37.	Afvoeren water	1
23.	Faciliteren Corrigeermogelijkheden	2	38.	Afvoeren sneeuwresten	1
24.	Voorkomen Oneffenheden	2	39.	Vasthouden water	1
25.	Voorkomen Kruisvlakken	1	40.	Aankunnen temperatuurverschillen	2
26.	Bevatten Hoogwaardig materiaal	3	41.	Minimaliseren Kunstlicht	1
27.	Minimaliseren Onderhoud	3	42.	Verbeteren (Zoog)dier habitat	2
28.	Toepassen Duurzame bronnen	2	43.	Verbeteren Insecten habitat	2
29.	Hergebruiken Materiaal	3	44.	Verbeteren Vogel habitat	2
30.	Minimaliseren Constructiedikte	3	45.	Verbeteren Planten habitat	2

Samengevat, Schagen Infra heeft in elke categorie innovaties uitgevoerd. In de categorie levenscyclus toont Schagen Infra veel innovaties. Hiermee ontwikkelt het in goede richting om zijn fietspad te laten aansluiten op de toekomst door duurzaamheid en circulariteit te integreren in zijn fietspad. Er is daarnaast ook ruimte voor verbetering. Schagen Infra zal bij zijn fietspad meer aandacht moeten besteden aan de veranderende gebruiker en de behoeften die deze heeft. De diversiteit op het fietspad wordt steeds groter, wat vraagt om aanpassingen. Naast de veiligheidsmaatregelen zijn er technologische ontwikkelingen die een rol kunnen spelen bij het verbeteren van de fietskwaliteit. De gebruiker wordt steeds belangrijker, maar ook de omgeving dient een belangrijk onderdeel te zijn. Deze categorie moet een belangrijker onderdeel van het fietspad worden. Gevolgen van klimaatverandering en de verslechterde biodiversiteit dienen extra aandacht te krijgen. Door meer te focussen op de gebruiker en de omgeving, in combinatie met de aandacht die op dit moment uit gaat naar duurzaamheid, zal het fietspad van Schagen beter aansluiten op de veranderende randvoorwaarden. Hierdoor zal Schagen zijn koppositie, op het gebied van fietspaden, behouden en hoogstwaarschijnlijk vergroten.

9.2. Aanbevelingen voor vervolgonderzoek

Er zijn een aantal aanbevelingen zijn beschreven.

Interviewen – Tijdens het onderzoek is met twee wegbeheerders gesproken. Voor verder onderzoek is te adviseren om met meer wegbeheerders in gesprek te gaan om te bepalen hoe er bij andere gemeenten wordt omgegaan met het onderwerp Het fietspad van de toekomst.

Gebruikers – Er is tijdens het onderzoek niet gesproken met gebruikers van het fietspad, enkel met behulp van literatuurbronnen is bepaald wat de veranderingen op het fietspad inhouden. Voor vervolgonderzoek is aan te raden om met gebruikers van het fietspad in gesprek te gaan. Daar kunnen de fietzersbond of ANWB ondersteunen bij het documenteren van gebruikersbehoeften. Deze bonden vertegenwoordigen gebruikers en weten goed wat de behoeften zijn.

Functionaliteiten – Het is aan te raden om bij de aanleg van een fietspad specifiek voor die situatie het aantal functionaliteiten uit te breiden in meer detail uit te werken. Hierdoor zal het product beter aansluiten op de eisen.

Objecten – Tijdens dit onderzoek is op basis van innovaties van Schagen en externe innovaties een concept ‘fietspad van de toekomst’ bepaald. Tijdens dit onderzoek is voornamelijk op projectbasis gekeken naar het fietspad van de toekomst. Voor vervolgonderzoek is het advies om objecten te koppelen aan de functionaliteiten van het fietspad.

Buitenland – Niet alleen Nederland is bezig met het innoveren van het fietspad, ook het buitenland is bezig. Het is aan te raden om meer innovaties uit het buitenland te onderzoeken. Door het buitenland te raadplagen, zal de diversiteit van oplossingen groeien.

10. Bibliografie

- Alliantie Samen Fietsen. (2017). *Welkom bij de alliantie samen fietsen*. Opgeroepen op April 2019, van Alliantie samen fietsen.
- ANWB. (2019a). *Fietsen kan veel veiliger*. Opgeroepen op Mei 8, 2019, van ANWB: <https://www.anwb.nl/belangenbehartiging/verkeer/verkeersveiligheid/fietsen-kan-veel-veiliger>
- ANWB. (2019b, April). *ANWB-Test fietssnelwegen 2019*. Opgeroepen op April 2019, van ANWB: <https://www.anwb.nl/fietsen/test/fietssnelwegen>
- Bike Citizens. (2017, April 13). *Radbahn could become Berlin's first covered cycle path*. Opgeroepen op April 2019, van Urban independence: <https://www.bikecitizens.net/radbahn-berlin-cycle-path/>
- Broek, M. v. (2018, Augustus 5). *Doumoulin-effect zorgt voor meer drukte en ergenis op fietspaden*. Opgeroepen op April 18, 2019b, van NOS: <https://nos.nl/artikel/2244613-dumoulin-effect-zorgt-voor-meer-drukke-en-ergernis-op-fietspaden.html>
- Cementbouw. (sd). *RAMAC Wegverharding*. Opgeroepen op Juni 2019, van Cementbouw A CHR COMPANY: <https://www.cementbouw.nl/divisie/betonmortel/ramac-wegverharding/>
- De Ingenieur. (2016, Maart 4). *Sensoren in fietspad tegen dodehoekongevallen*. Opgeroepen op April 24, 2019, van De Ingenieur: <https://www.deingenieur.nl/artikel/sensoren-in-fietspad-tegen-dodehoekongevallen>
- Dijkma, S. (2019, Maart 30). *Groeierende drukte op fietspaden onveilig*. Opgeroepen op April 18, 2019, van De Telegraaf: <https://www.telegraaf.nl/watuzegt/3369596/groeierende-drukke-op-fietspaden-onveilig>
- Doorn, W. v. (sd). *Duitsland opent nieuwe fietssnelweg*. Opgeroepen op Juni 2019, van National Geographic: <https://www.nationalgeographic.nl/duitsland/2017/07/duitsland-opent-nieuwe-fietssnelweg>
- Duurzaam GWW. (2017). *Duurzaam GWW*. Opgeroepen op April 29, 2019, van <https://www.duurzaamgww.nl/>
- Easypath. (2016, September 9). *Thermopath fietspad Gemeente Ede: zo werkt het*. Opgeroepen op Mei 2019, van <https://www.easypath.nl/informatie-ijs-en-sneeuwvrij-fietspad/item/thermopath-fietspad-gemeente-edo-zo-werkt-het>
- Gemeente Enschede. (2018). *SMART Groen: app geeft fietsers sneller groen*. Opgeroepen op April 24, 2019, van Enschede Fietsstad 2020: <https://enschedefietsstad.nl/smart-groen/>
- Gemeente Zwolle. (sd). *Fietssnelweg Zwolle-Hattum*. Opgeroepen op Mei 2019, van <https://www.zwolle.nl/fietssnelweg>
- Gerling, M. (2015, Mei 26). *Snelheidsverschillen zorgen voor irritaties in Groene Hart*. Opgeroepen op April 18, 2019, van AD: <https://www.ad.nl/groene-hart/snelheidsverschillen-zorgen-voor-irritaties-in-groene-hart~a9863b0a/>
- Glasmeier, A., & Christopherson, S. (2015). Thinking about smart cities. *Cambridge Journal of Regions, Economy and Society*, 3-12.
- Google Streetview Hoogeveen. (2018). *Google Streetview Hoogeveen*. Opgeroepen op Mei 2019, van Google: <https://www.google.nl/maps/@52.7373568,6.4746056,3a,75y,161.19h,86.24t/data=!3m7!1e1!3m5!1sAIs-y94GsgjtoGAtMT7WQ!2e0!5s20180501T000000!7i13312!8i6656>

- Graaf, R. d. (2014). *Basisboek systems Engineering in de bouw*. Brave New Books.
- Groningen Bereikbaar. (2018). *Doorfietsroute Groningen - Ten Boer*. Opgeroepen op Mei 2, 2019, van Groningen Bereikbaar: <https://www.groningenbereikbaar.nl/projecten/doorfietsroute-groningen---ten-boer>
- GWG. (2016, Oktober 19). *Cementbouw en gemeente Zeewolde realiseren fietspad met extreem lage CO2-emissie*. Opgeroepen op April 25, 2019, van GWG platform over civiele techniek en infrastructuur: <https://www.gwg-bouw.nl/artikel/cementbouw-en-gemeente-zeewolde-realiseren-fietspad-met-extreem-lage-co2-emissie/>
- Harms, L., & Kansen, M. (2018). *Cycling Facts Netherlands Institute for Transport Policy Analysis | KiM*. Den Haag: Ministry of Infrastructure and Water Management.
- Heidinga, N. (2015, November 9). *Waarschuwing nadering fietspaal*. Opgeroepen op Mei 2019, van bton: http://www.bton.nl/nieuws/091115/waarschuwing-nadering-fietspaal?qs=fietspaal&_ga=2.116628352.749599777.1558949409-1418485385.1555059284
- Hendriks, B. (2018b, November 12). *Circulaire economie: nog veel geroeptoeter*. Opgeroepen op April 29, 2019, van Cobouw: <https://www.cobouw.nl/bouwbreed/blog/2018/11/circulaire-economie-nog-veel-geroeptoeter-101266596>
- Hendriks, R. (2018a, November 19). *Nieuwste kennis over: Drukte op fietspaden*. Opgeroepen op Mei 2019, van CROW fietsberaad: <https://www.fietsberaad.nl/Kennisbank/Drukte-op-fietspaden>
- INCOSE. (sd). *Wat is Systems Engineering?* Opgeroepen op Mei 13, 2019, van INCOSE The Netherlands: <https://www.incose.nl/kenniscentrum/intro-systems-engineering>
- Kennisportaal Betoninfra. (2015, Maart). *Veilig fietspad met randsignalering*. *BetonInfra Nieuwsbrief*.
- Kerssies, J. W. (2019, Januari 4). *De veiligheid op fietspaden komt onder druk te staan*. Opgeroepen op April 18, 2019, van Verkeer in beeld: <https://www.verkeerinbeeld.nl/artikel/040119/de-veiligheid-op-fietspaden-komt-onder-druk-te-staan>
- Ketwich, M. v. (2017, April 4). *Veiliger fietsoversteken in Tilburg met nieuwe verlichting*. Opgeroepen op Mei 2019, van Verkeer in beeld: <https://www.verkeerinbeeld.nl/project/040417/veiliger-fietsoversteken-in-tilburg-met-nieuwe-verlichting>
- Kok, M. d. (2017, Juli 12). *Twijfel over fietspad IJmuiden-Bloemendaal door levend verstuiwend duin*. Opgeroepen op April 23, 2019, van IJmuiden Courant: https://www.ijmuidercourant.nl/cnt/dmf20180926_83826403/twijfel-over-fietspad-ijmuiden-bloemendaal-door-levend-verstuiwend-duin?utm_source=google&utm_medium=organic
- Krol, F. v. (2019, December 29). *Nieuw fietspad dreigt natuur aan te tasten*. Opgeroepen op April 23, 2019, van AD: <https://www.ad.nl/hoeksche-waard/nieuw-fietspad-dreigt-natuur-aan-te-tasten~a6b2bce3/>
- KWS. (2018, September). *Plastic Road*. Opgeroepen op Mei 2019, van KWS: <https://www.kws.nl/producten/innovaties/plasticroad>
- Lieshout, I. v. (2017, Maart 17). *Architectuurpanel: 's werelds langste verhoogde fietspad*. Opgeroepen op Juni 2019, van Bright.nl: <https://www.bright.nl/nieuws/artikel/3935316/architectuurpanel-s-werelds-langste-verhoogde-fietspad>

- Milieu centraal. (sd). *Klimaatverandering*. Opgeroepen op April 23, 2019, van Milieu centraal: <https://www.milieucentraal.nl/klimaat-en-aarde/klimaatverandering/>
- Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit. (2019). *Natura 2000-gebieden*. Opgeroepen op Mei 6, 2019, van Natura 2000: <https://www.synbiosys.alterra.nl/natura2000/gebiedendatabase.aspx?subj=n2k>
- Morsink, P., & Waard, D. d. (2014a). *Projectinformatie Vergevingsgezind Fietspad*. Opgeroepen op Mei 2019, van Vergevingsgezind Fietspad: <http://www.vergevingsgezindfietspad.nl/projectinformatie/>
- Morsink, P., & Waard, D. d. (2014b). *Vergevingsgezinde fietspad Provincie Overijssel N760 Resultaten Kamperzeedijk*. Opgeroepen op Mei 2, 2019, van Vergevingsgezinde fietspad: <http://www.vergevingsgezindfietspad.nl/onderzoek-en-resultaten/onderzoek-pilot-locaties/provincie-overijssel-n760-resultaten-kamperzeedijk/>
- Morsink, P., & Waard, D. d. (2014c). *Vergevingsgezinde fietspad N354 Fryslân (Sneek)*. Opgeroepen op Mei 2, 2019, van Vergevingsgezinde fietspad: <http://www.vergevingsgezindfietspad.nl/onderzoek-en-resultaten/onderzoek-pilot-locaties/n354-fryslan-sneek/>
- Munckhof, L. v., Zengerink, L., & Avest, R. t. (2017). *Over drukte valt te twisten*. CROW-Fietsberaad.
- Muskee, M. (2017, September 22). *Fietsstad Zwolle Slimme verkeerslichten*. Opgeroepen op Mei 7, 2019, van VNG: <https://vng.nl/fietsstad-zwolle>
- MVO Nederland. (2017, Juni 1). *Wat is MVO?* Opgeroepen op Maart 2019, van MVO Nederland Ondernemen met impact: <https://mvonederland.nl/wat-mvo/wat-is-mvo>
- Niemantsverdriet, T. (2019, April 5). *Oorlog op het fietspad*. Opgeroepen op April 18, 2019, van NRC: <https://www.nrc.nl/nieuws/2019/04/05/strijd-om-het-fietspad-a3955967>
- NOS. (2017b, Juli 17). *De snorfiets is populairder dan ooit, maar bestaat-ie straks nog wel?* Opgeroepen op April 18, 2019, van NOS: <https://nos.nl/artikel/2183703-de-snorfiets-is-populairder-dan-ooit-maar-bestaat-ie-straks-nog-wel.html>
- NOS. (2019a, April 13). *Hoe Nederland 15 miljard kilometer per jaar fietst (Video)*. Hilversum, Nederland. Opgeroepen op April 18, 2019
- NOS. (2019c, Mei 6). *Krimpende biodiversiteit bedreigt menselijk leven, waarschuwt onderzoek*. Opgeroepen op Mei 6, 2019, van NOS: <https://nos.nl/artikel/2283456-krimpende-biodiversiteit-bedreigt-menselijk-leven-waarschuwt-onderzoek.html>
- Omroep MAX. (2017, Juli). *Oorlog op het fietspad*. Nederland.
- Provincie Overijssel. (2015). *Fietssnelweg F35 in Twente*. Opgeroepen op Mei 2019, van <http://www.fietssnelwegf35.nl/>
- Puylaert, G. (2017a, November 9). *Nu ook langer groen in 's-Hertogenbosch*. Opgeroepen op Mei 2019, van Verkeer in beeld: <https://www.verkeerinbeeld.nl/project/091117/nu-ook-langer-groen-in-s-hertogenbosch>
- Puylaert, G. (2017b, Mei 2). *Hiermee krijgt de fietser persoonlijk snelheidsadvies (video)*. Opgeroepen op Mei 2019, van Verkeer in beeld: <https://www.verkeerinbeeld.nl/nieuws/020517/hoe-fietsers-niet-meer-voor-rood-licht-hoeven-te-wachten-video>

- Puylaert, G. (2017c, September 25). *Modulaire betonelementen dragen het Innovatiepad*. Opgeroepen op Mei 2019, van Verkeer in beeld: <https://www.verkeerinbeeld.nl/artikel/250917/modulaire-betonelementen-dragen-het-innovatiepad>
- Puylaert, G. (2017e, Maart 31). *Uniek in Ede: fietsen over zonnepanelen*. Opgeroepen op Mei 2019, van Verkeer in Beeld: <https://www.verkeerinbeeld.nl/nieuws/310317/duurzaam-zonnefietspad-in-edo>
- Puylaert, G. (2017h, Mei 31). *Provincie Groningen is drie innovatief verlichte fietsoversteekplaatsen rijker*. Opgeroepen op Mei 2019, van Verkeer in beeld: <https://www.verkeerinbeeld.nl/project/310517/groningen-is-drie-innovatief-verlichte-fietsoversteekplaatsen-rijker>
- Puylaert, G. (2018d, April 23). *Deze Gelderse snelfietsroute heet het 'Nederrijn-pad'*. Opgeroepen op Mei 2019, van Verkeer in Beeld: <https://www.verkeerinbeeld.nl/nieuws/230418/nieuwe-gelderse-snel-fietsroute-heet-nederrijn-pad>
- Puylaert, G. (2018f, Juni 19). *Glowstud: duurzame geleiding voor fietsers*. Opgeroepen op Mei 2019, van Verkeer in beeld: <https://www.verkeerinbeeld.nl/bedrijfsnieuws/190618/glowstud-duurzame-geleiding-voor-fietsers?qs=glowstud>
- Puylaert, G. (2018g, Juni 19). *Bikescout helpt fietsers veiliger oversteken*. Opgeroepen op Mei 2019, van Verkeer in beeld: <https://www.verkeerinbeeld.nl/bedrijfsnieuws/190618/bikescout-helpt-fietsers-veiliger-oversteken>
- Puylaert, G. (2018i, Mei 22). *Dit is de nieuwe markering voor doorstroomroutes*. Opgeroepen op Mei 2019, van Verkeer in beeld: <https://www.verkeerinbeeld.nl/artikel/220518/ guerrilla-aanpak-markering-snel-fietsroute-utrecht-amersfoort>
- Rijksoverheid. (2017a, Januari 14). *180 ondertekenaars Nationaal Grondstoffenakkoord*. Opgeroepen op April 29, 2019, van <https://www.rijksoverheid.nl/actueel/nieuws/2017/01/24/180-ondertekenaars-nationaal-grondstoffenakkoord>
- Rijksoverheid. (sd). *Klimaatbeleid Nederland*. Opgeroepen op April 29, 2019, van <https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/klimaatverandering/klimaatbeleid>
- RTL nieuws. (2017a, Mei 15). *Wielrenners voelen steeds meer haat op de weg: 'Het leek wel poging tot doodslag'*. Opgeroepen op April 18, 2019, van RTL nieuws: <https://www.rtlnieuws.nl/node/77411>
- RTL Nieuws. (2018b, Juli 25). *Overal komen fietspaden omhoog door de hitte: 'Dit heb ik nog nooit meegemaakt'*. Opgeroepen op April 23, 2019, van RTL Nieuws: <https://www.rtlnieuws.nl/nieuws/nederland/artikel/4305706/overal-komen-fietspaden-omhoog-door-de-hitte-dit-heb-ik-nog-nooit>
- RTV Oost. (2013). Proef met flexibele fietspaaltjes N377 bij Dedemsvaart. Overijssel.
- Sandt, K. v., & Goosen, H. (2011). *Klimaatadaptatie in het landelijk gebied*. Wageningen. Opgeroepen op April 2019
- Schagen Infra. (2015o). *Veilig fietspad met randsignalering*. Opgeroepen op Mei 2019, van Nieuws Schagen Infra.
- Schagen Infra. (2017n). *Kwaliteitsimpuls Fietspaden Hoogeveen*. Opgeroepen op Mei 2, 2019, van Schagen Infra Projecten: <https://schageninfra.nl/projecten/kwaliteitsimpuls-fietspaden-hoogeveen/>

- Schagen Infra. (2017u). *Gemeente Westerveld heeft primeur met SUV in betonpaden*. Opgeroepen op Mei 3, 2019, van Schagen Infra: <https://schageninfra.nl/gemeente-westerveld-heeft-primeur-met-suv-in-betonpaden/>
- Schagen Infra. (2017x). *Reconstructie N331 tussen Zwartsluis en Vollenhove*. Opgeroepen op Mei 6, 2019, van Schagen Infra Projecten: <https://schageninfra.nl/projecten/reconstructie-n331-tussen-zwartsluis-en-vollenhove/>
- Schagen Infra. (2018p). *Aanleg Fietsroute Plus*. Opgeroepen op Mei 2019, van Schagen Infra Projecten: <https://schageninfra.nl/projectpagina/stadsweg/>
- Schagen Infra. (2018q). *Aanleg snelfietsroute Zwolle-Staphorst-Meppel*. Opgeroepen op Juni 2019, van Schagen Infra: <https://schageninfra.nl/projecten/aanleg-snelfietsroute-zwolle-staphorst-meppel/>
- Schagen Infra. (2018r). *Schagen Groep presenteert nieuwe producten op Infra Relatiedagen Hardenberg*. Opgeroepen op Mei 3, 2019, van Schagen Infra: <https://schageninfra.nl/innovatie-bij-schagen-infra/>
- Schagen Infra. (2018s). *Pilotproject asfalt, gewapend met vezels*. Opgeroepen op Mei 8, 2019, van Schagen Infra: <https://schageninfra.nl/pilotproject-asfalt-gewapend-met-vezels/>
- Schagen Infra. (2018w). *Verbeteren fietsroute Haskerdijken - Heerenveen*. Opgeroepen op Mei 3, 2019, van Schagen Infra: <https://schageninfra.nl/projecten/verbeteren-fietsroute-haskerdijken-heerenveen/>
- Schagen Infra. (2019a). *Bedrijfsinformatie Schagen Infra*. Opgeroepen op april 2019, van Schagen Infra: <https://schageninfra.nl/schageninfra/schagen-infra/>
- Schagen Infra. (2019b). *Schagen Infra aspect Markt*. Opgeroepen op Maart 2019, van Schagen Infra MVO: <https://schageninfra.nl/schageninfra/mvo/markt/>
- Schagen Infra. (2019c). *Schagen Infra Medewerkers*. Opgeroepen op Maart 2019, van Schagen Infra MVO: <https://schageninfra.nl/schageninfra/mvo/medewerkers/>
- Schagen Infra. (2019d). *Schagen Infra Milieu*. Opgeroepen op Maart 2019, van Schagen Infra MVO: <https://schageninfra.nl/schageninfra/mvo/milieu/>
- Schagen Infra. (2019e). *Schagen Infra Maatschappij*. Opgeroepen op Maart 2019, van Schagen Infra MVO: <https://schageninfra.nl/schageninfra/mvo/maatschappij/>
- Schagen Infra. (2019f). *Schagen Infra Circulair ondernemen*. Opgeroepen op Maart 2019, van Schagen Infra: <https://schageninfra.nl/schageninfra/circulair-ondernemen/>
- Schagen Infra. (2019g, April). *Schagen Infra Hernieuwbare energie*. Opgeroepen op April 2019, van Schagen Infra Circulair ondernemen: <https://schageninfra.nl/schageninfra/circulair-ondernemen/betaalbare-en-duurzame-energie/>
- Schagen Infra. (2019h, April). *Schagen Infra; Economische groei*. Opgeroepen op April 2019, van Schagen Infra Circulair ondernemen: <https://schageninfra.nl/schageninfra/circulair-ondernemen/eerlijk-werk-en-economische-groei/>
- Schagen Infra. (2019i, April). *Schagen Infra; Industrie, innovatie en infrastructuur*. Opgeroepen op April 2019, van Schagen Infra Circulair ondernemen: <https://schageninfra.nl/schageninfra/circulair-ondernemen/industrie-innovatie-en-infrastructuur/>

- Schagen Infra. (2019j, April). *Schagen Infra Duurzame leefomgeving*. Opgeroepen op April 2019, van Schagen Infra Circulair ondernemen: <https://schageninfra.nl/schageninfra/circulair-ondernemen/duurzame-omgeving/>
- Schagen Infra. (2019k, April). *Schagen Infra Verantwoorde consumptie en productie*. Opgeroepen op April 2019, van Schagen Infra Circulair ondernemen: <https://schageninfra.nl/schageninfra/circulair-ondernemen/verantwoorde-consumptie-en-productie/>
- Schagen Infra. (2019l, April). *Schagen Infra Klimaatactie*. Opgeroepen op April 2019, van Schagen Infra Circulair ondernemen: <https://schageninfra.nl/schageninfra/circulair-ondernemen/klimaatactie/>
- Schagen Infra. (2019m, April). *Schagen Infra Partnerschap*. Opgeroepen op April 2019, van Schagen Infra Circulair ondernemen: <https://schageninfra.nl/schageninfra/circulair-ondernemen/partnerschap/>
- Schagen Infra. (2019t, Mei). *Duurzaam fietspad Apeldoorn*. Opgeroepen op Mei 2019, van Schagen Infra: <https://schageninfra.nl/projecten/duurzaam-fietspad-apeldoorn/>
- Schagen Infra. (2019v). *Herinrichting Jagtlusterallee Nieuwleusen*. Opgeroepen op Mei 3, 2019, van Schagen Infra: <https://schageninfra.nl/projecten/herinrichting-jagtlusterallee-nieuwleusen/>
- Schagen Infra. (2019y). *Schagen Infra meest circulaire onderneming van de regio Zwolle*. Opgeroepen op April 29, 2019, van <https://schageninfra.nl/schagen-infra-meest-circulaire-onderneming-van-de-regio-zwolle/>
- SDG Charter. (2019a). *Alles wat je moet weten over de SDG's*. Opgeroepen op April 29, 2019, van sdgNederland: <https://www.sdg nederland.nl/sdgs/>
- SDG Charter. (2019b). *Wat gebeurt er al in Nederland*. Opgeroepen op April 29, 2019, van sdgNederland: <https://www.sdg nederland.nl/sdgs/>
- Slofstra, M. (2019a, April 15). *Slimme fietsverkeerslichten in heel Flevoland*. Opgeroepen op Mei 2019, van Verkeer in beeld: <https://www.verkeerinbeeld.nl/nieuws/150419/slimme-fietsverkeerslichten-in-heel-flevoland>
- Slofstra, M. (2019b, Mei 20). *Provincie Utrecht investeert in fietsinfra*. Opgeroepen op Mei 2019, van Verkeer in beeld: <https://www.verkeerinbeeld.nl/artikel/200519/provincie-utrecht-investeert-in-fietsinfra?qs=utrecht>
- Slofstra, M. (2019c, Mei 6). *Australisch onderzoek: fysieke barriere fietspaden veiliger*. Opgeroepen op Juni 2019, van Verkeer in beeld: <https://www.verkeerinbeeld.nl/nieuws/060519/australisch-onderzoek-fysieke-barriere-fietspaden-veiliger>
- Slütter, M. (2014, Januari 20). *Kopenhagen 'de beste stad voor fietsers'*. Opgeroepen op Juni 2019, van Fietsersbond: <https://www.fietsersbond.nl/nieuws/kopenhagen-de-beste-stad-voor-fietsers/>
- Smith, S., & Brown, D. (2014, Januari). *Why do Systems Engineering?* Opgeroepen op Mei 2019, van INCOSE: https://www.incose.org/docs/default-source/default-document-library/twg-se101-v11-2014-01-20.pdf?sfvrsn=e6c882c6_4
- Stekelenburg, R. (2017, April 20). *Fietspad door Waterleidingduinen komt er niet*. Opgeroepen op April 23, 2019, van Haarlems Dagblad: https://www.haarlemsdagblad.nl/cnt/dmf20180925_95383431/fietspad-door-waterleidingduinen-komt-er-niet?utm_source=google&utm_medium=organic

- SWECO. (2017, Juli 7). *Persbericht: Eerste biocomposieten fietspad van Nederland*. Opgeroepen op April 25, 2019, van SWECO: <https://www.sweco.nl/nieuws/nieuwsartikelen/persbericht-eerste-biocomposieten-fietspad-van-nederland/>
- Tauw. (sd). *Fietspad van de toekomst houdt steden gezond, bereikbaar en leefbaar*. Opgeroepen op Mei 2019, van Tauw: <https://www.tauw.nl/actueel/nieuws/fietspad-van-de-toekomst-houdt-steden-gezond,-bereikbaar-en-leefbaar.html>
- Techopedia. (sd). *Techopedia Smart City*. Opgeroepen op April 2018, van Techopedia: <https://www.techopedia.com/definition/31494/smart-city>
- Vechtdal Leeft. (2019, April). Jagtcluster alle in beton gegoten. Dalfsen, Overijssel, Nederland.
- Vliek, L. (2019, Mei 3). *Geheel reflecterend fietspad bevordert veiligheid*. Opgeroepen op Mei 2019, van Straat in beeld: https://www.straatbeeld.nl/artikel/030519/geheel-reflecterend-fietspad-bevordert-veiligheid?q=naam%20fietspad&_ga=2.109941891.749599777.1558949409-1418485385.1555059284
- Vogelaar, E., Grunsvan, R. v., Bochove, R. v., Spoelstra, K., & Mostert, K. (2017). *Richtlijn Licht op Natuur*. Onderzoek, Den Haag. Opgeroepen op April 2019
- Waagmeester, J. (2005). *Fietsstratenplan Zwolle*. Zwolle: Gemeente Zwolle.
- Zoelen, B. v. (2016, Februari 17). *Fietsers bedienen groene straatlantaarns in Westelijk Havengebied*. Opgeroepen op April 24, 2019, van Het Parool: <https://www.parool.nl/amsterdam/fietsers-bedienen-groene-straatlantaarns-in-westelijk-havengebied~a4246578/>

11. Bijlagen

11.1. Programma van eisen

Tabel 4: Programma van eisen

Nr.	Omschrijving	Sub-paragraaf
<i>Categorie – Gebruikers</i>		
1.	Het systeem dient veilig te zijn.	4.1.2 / 4.1.3
1.1.	Tweezijdige ongevallen moet zoveel mogelijk worden voorkomen.	4.1.2 / 4.1.4
1.1.1.	Het systeem biedt ruimte voor alle soorten gebruikers.	4.1.1 / 4.1.2
1.1.2.	Bij confrontatie zijn uitwijkmogelijkheden aanwezig.	4.1.2
1.1.3.	Verschillende gebruikers moeten van elkaar op de hoogte gesteld worden.	4.1.2 / 4.1.4
1.1.4.	Snelheidsverschillen moeten minimaal zijn.	4.1.2 / 4.1.4
1.2.	Het systeem dient gebruiksvriendelijk te zijn.	4.1.3
1.2.1.	Eenzijdige ongevallen moeten zoveel mogelijk worden voorkomen.	4.1.3
1.2.1.1.	De aanwezigheid van obstakels dient zoveel mogelijk beperkt te worden	4.1.3
1.2.1.2.	Er is voldoende verlichting aanwezig.	4.1.3
1.2.1.3.	De dimensionering van het systeem is duidelijk zichtbaar.	4.1.3
1.2.1.4.	In geval van onbalans is het mogelijk om te corrigeren	4.1.3
1.2.2.	Het fietspad dient comfortabel te zijn voor de gebruiker.	4.1.3
1.2.2.1.	Het ontstaan van hobbels en andere oneffenheden moeten voorkomen worden.	4.1.3
1.2.2.2.	Het aantal kruisingsvlakken moet tot een minimum beperkt zijn.	4.1.3
Nr.	Omschrijving	Sub-paragraaf
<i>Categorie – Levenscyclus</i>		
2.	Het systeem dient duurzaam te zijn.	4.2.1 / 4.2.2
2.1.	De levensduur van het systeem moet maximaal zijn.	4.2.2
2.1.1.	Materiaal moet van hoogwaardige kwaliteit zijn.	4.2.2
2.1.2.	Onderhoud moet zoveel mogelijk beperkt worden.	4.2.2
2.2.	Het systeem dient circulair te zijn.	4.2.2
2.2.1.	Materiaal moet van duurzame bronnen komen.	4.2.1
2.2.2.	Het gebruik van nieuwe grondstoffen moet beperkt zijn.	4.2.2 / 4.2.1
2.2.2.1.	Afval moet zoveel mogelijk worden hergebruikt.	4.2.2 / 4.2.1
2.2.2.2.	De constructie is zo dun mogelijk	4.2.2
2.2.2.3.	Materiaal heeft ook aan het einde van zijn technische levensduur nog waarde.	4.2.2
2.2.3.	Onderdelen zijn in zijn geheel te verplaatsen.	4.2.2
Nr.	Omschrijving	Sub-paragraaf
<i>Categorie – Technologie</i>		
3.	Het systeem dient de fietskwaliteit te vergroten.	4.3.1
3.1.	Gebruikers moeten prioriteit krijgen ten opzichte van niet-fietspadgebruikers.	4.3.1
3.2.	De gebruiker is goed zichtbaar voor niet-fietspad gebruikers.	4.3.2
3.3.	(Grote) afstanden moeten eenvoudig afgelegd kunnen worden.	4.3.2
3.4.	Er moet gebruik gemaakt worden van de beschikbare slimme technologie.	4.3.1
Nr.	Omschrijving	Sub-paragraaf
<i>Categorie – Omgeving</i>		
4.	Het systeem dient een bijdrage te leveren aan het beperken van de overlast veroorzaakt door de gevolgen de klimaatverandering.	4.4.1
4.1.	Overlast door hevige neerslag moet worden beperkt.	4.4.1
4.1.1.	Wateroverlast moet worden beperkt	4.4.1

4.1.2.	Sneeuwoverlast moet worden beperkt	4.4.1
4.2.	Periodes van droogte door tekorten aan neerslag moet worden beperkt.	4.4.1
4.3.	Het systeem moet om kunnen gaan met temperatuurverschillen.	4.4.1
5.	Het systeem moet de kwaliteit van de omliggende natuur in acht nemen.	4.4.2 / 4.4.3
5.1.	Het gebruik van kunstlicht moet tot een minimum beperkt worden.	4.4.2
5.2.	De biodiversiteit in de omgeving moet vergroot worden.	4.4.2 / 4.4.3
5.2.1.	De habitat van (zoog)dieren moet in kwaliteit vooruitgaan.	4.4.2
5.2.2.	De habitat van insecten moet in kwaliteit vooruitgaan.	4.4.2
5.2.3.	De habitat van vogels moet in kwaliteit vooruitgaan.	4.4.2
5.2.4.	De habitat van planten moet in kwaliteit vooruitgaan.	4.4.2

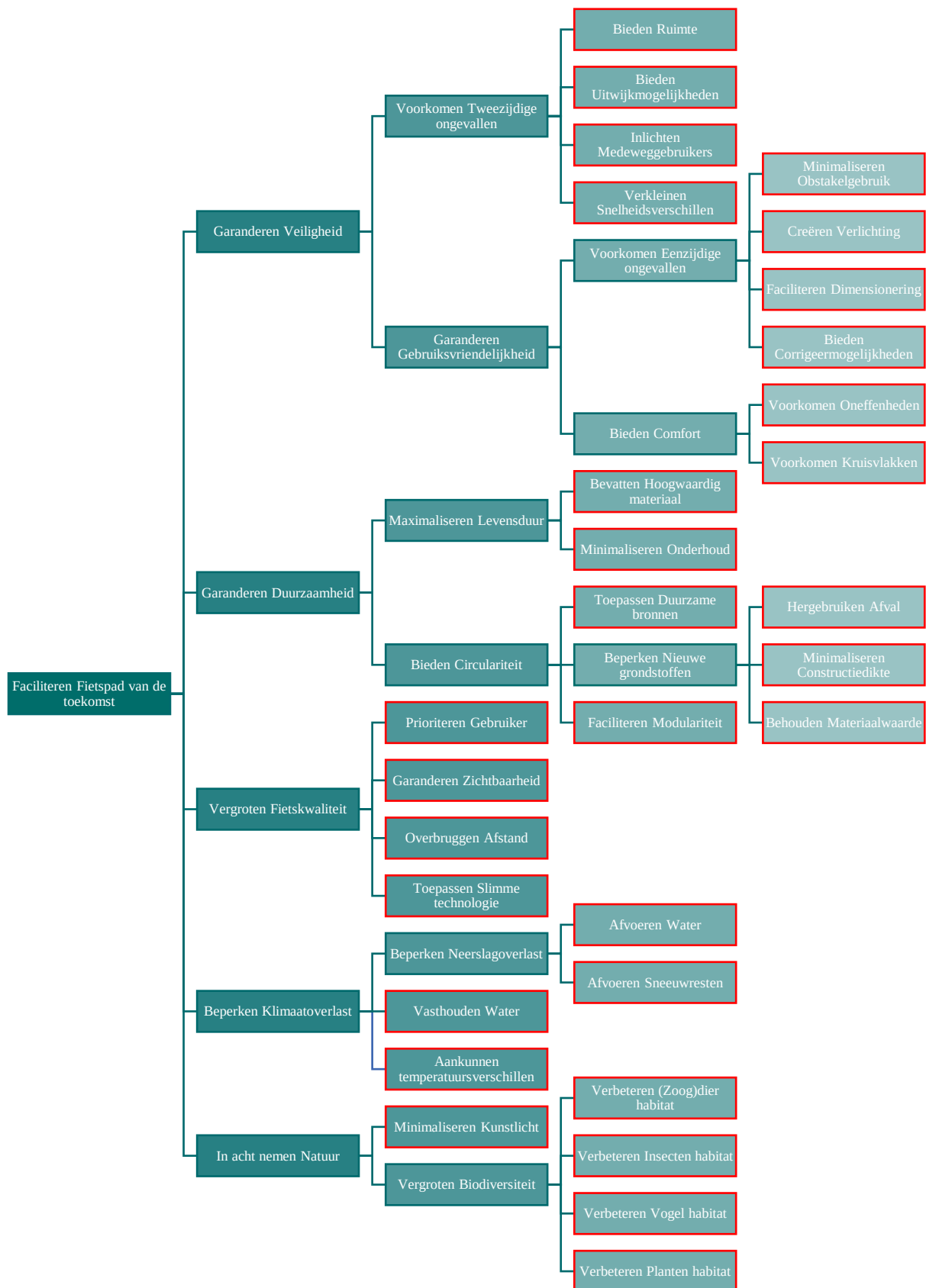
11.2. Koppeling eisen en functionaliteiten

Tabel 5: RAS-tabel

Nr.	Eis	Functie	Gekoppeld
1.	Het systeem dient veilig te zijn.	Garanderen Veiligheid	Ja
1.1.	Tweezijdige ongevallen moet zoveel mogelijk worden voorkomen.	Voorkomen Tweezijdige ongevallen	Ja
1.1.1.	Het systeem biedt ruimte voor alle soorten gebruikers.	Bieden Ruimte	Ja
1.1.2.	Bij confrontatie zijn uitwijkmogelijkheden aanwezig.	Bieden Uitwijkmogelijkheden	Ja
1.1.3.	Verschillende gebruikers moeten van elkaar op de hoogte gesteld worden.	Inlichten Medeweggebruikers	Ja
1.1.4.	Snelheidsverschillen moeten minimaal zijn.	Verkleinen Snelheidsverschillen	Ja
1.2.	Het systeem dient gebruiksvriendelijk te zijn.	Garanderen Gebruiksvriendelijkheid	Ja
1.2.1.	Eenzijdige ongevallen moeten zoveel mogelijk worden voorkomen.	Voorkomen Eenzijdige ongevallen	Ja
1.2.1.1.	De aanwezigheid van obstakels dient zoveel mogelijk beperkt te worden	Minimaliseren Obstakelgebruik	Ja
1.2.1.2.	Er is voldoende verlichting aanwezig.	Creëren Verlichting	Ja
1.2.1.3.	De dimensionering van het systeem is duidelijk zichtbaar.	Faciliteren Dimensionering	Ja
1.2.1.4.	In geval van onbalans is het mogelijk om te corrigeren	Bieden Corrigeermogelijkheden	Ja
1.2.2.	Het fietspad dient comfortabel te zijn voor de gebruiker.	Bieden Comfort	Ja
1.2.2.1.	Het ontstaan van hobbels en andere oneffenheden moeten voorkomen worden.	Voorkomen Oneffenheden	Ja
1.2.2.2.	Het aantal kruisingsvlakken moet tot een minimum beperkt zijn.	Voorkomen Kruisvlakken	Ja
2.	Het systeem dient duurzaam te zijn.	Garanderen Duurzaamheid	Ja
2.1.	De levensduur van het systeem moet maximaal zijn.	Maximaliseren Levensduur	Ja
2.1.1.	Materiaal moet van hoogwaardige kwaliteit zijn.	Bevatten Hoogwaardig materiaal	Ja
2.1.2.	Onderhoud moet zoveel mogelijk beperkt worden.	Minimaliseren Onderhoud	Ja
2.2.	Het systeem dient circulair te zijn.	Bieden Circulariteit	Ja
2.2.1.	Materiaal moet van duurzame bronnen komen.	Toepassen Duurzame bronnen	Ja
2.2.2.	Het gebruik van nieuwe grondstoffen moet beperkt zijn.	Beperken Nieuwe grondstoffen	Ja
2.2.2.1.	Afval moet zoveel mogelijk worden hergebruikt.	Hergebruiken Afval	Ja
2.2.2.2.	De constructie is zo dun mogelijk	Minimaliseren Constructiedikte	Ja
2.2.2.3.	Materiaal heeft ook aan het einde van zijn technische levensduur nog waarde.	Behouden Materiaalwaarde	Ja
2.2.3.	Onderdelen zijn in zijn geheel te verplaatsen.	Faciliteren Modulariteit	Ja
3.	Het systeem dient de fietskwaliteit te vergroten.	Vergroten Fietskwaliteit	Ja

3.1.	Gebruikers moeten prioriteit krijgen ten opzichte van niet-fietspadgebruikers.	Prioriteren Gebruikers	Ja
3.2.	De gebruiker is goed zichtbaar voor niet-fietspad gebruikers.	Garanderen Zichtbaarheid	Ja
3.3.	(Grote) afstanden moeten eenvoudig afgelegd kunnen worden.	Overbruggen afstand	Ja
3.4.	Er moet gebruik gemaakt worden van de beschikbare slimme technologie.	Toepassen Slimme technologie	Ja
4.	Het systeem dient een bijdrage te leveren aan het beperken van de overlast veroorzaakt door de gevolgen de klimaatverandering.	Beperken Klimaatoverlast	Ja
4.1.	Overlast door hevige neerslag moet worden beperkt.	Beperken Neerslagoverlast	Ja
4.1.1.	Wateroverlast moet worden beperkt	Afvoeren water	Ja
4.1.2.	Sneeuwoverlast moet worden beperkt	Afvoeren sneeuwresten	Ja
4.2.	Periodes van droogte door tekorten aan neerslag moet worden beperkt.	Vasthouden water	Ja
4.3.	Het systeem moet om kunnen gaan met temperatuurverschillen.	Aankunnen temperatuurverschillen	Ja
5.	Het systeem moet de kwaliteit van de omliggende natuur in acht nemen.	In acht nemen Natuur	Ja
5.1.	Het gebruik van kunstlicht moet tot een minimum beperkt worden.	Minimaliseren Kunstlicht	Ja
5.2.	De biodiversiteit in de omgeving moet vergroot worden.	Vergroten Biodiversiteit	Ja
5.2.1.	De habitat van (zoog)dieren moet in kwaliteit vooruitgaan.	Verbeteren (Zoog)dier habitat	Ja
5.2.2.	De habitat van insecten moet in kwaliteit vooruitgaan.	Verbeteren Insecten habitat	Ja
5.2.3.	De habitat van vogels moet in kwaliteit vooruitgaan.	Verbeteren Vogel habitat	Ja
5.2.4.	De habitat van planten moet in kwaliteit vooruitgaan.	Verbeteren Planten habitat	Ja

11.3. Functieboom



Figuur 9: Functieboom Fietspad van de toekomst

11.4. Motivatie van scores op functionaliteiten

Op basis van de innovaties uit hoofdstuk 5 is een score gegeven voor alle functionaliteiten. In *Tabel 6* zijn de scores met motivatie weergegeven. De uitleg bij de score 1 t/m 3 is nogmaals weergegeven.

Score 3: Goed, veel activiteiten en ontwikkelingen zijn bezig, waarbij er ook al permanente toepassingen plaatsvinden. Presteert prima voor het fietspad van de toekomst.

Score 2: Voldoende, een aantal activiteiten en ontwikkelingen zijn uitgevoerd, maar permanente toepassingen zijn nog niet aanwezig. Presteert redelijk voor het fietspad van de toekomst.

Score 1: Onvoldoende, weinig tot geen activiteit of ontwikkeling. Presteert ondermaats voor het fietspad van de toekomst.

Tabel 6: Score per functionaliteit met motivatie

Nr.	Functie	Score	Motivatie
1.	Bieden Ruimte	3	Met grote regelmaat worden bestaande fietspaden verbreed of worden nieuwe fietspaden breed aangelegd. Voorbeelden hiervan zijn de fietsroutes Haskerdijken-Heerenveen (5.4.3) en fietsroute plus Groningen (5.1.4). De verbreding van deze fietspaden biedt de gebruiker meer ruimte, wat zorgt voor verbeterde veiligheid.
2.	Faciliteren Uitwijkmogelijkheden	3	Doordat steeds meer fietspaden breder worden gemaakt zijn er mogelijkheden tot uitwijken. Daarnaast worden randen van de fietspaden verstevigd door bijvoorbeeld bermbeton (5.1.1 en 5.1.3). Door een stevige berm, is de kans op ongevallen een stuk minder groot.
3.	Inlichten Medeweggebruikers	1	Op dit moment zijn geen innovaties uitgevoerd om medegebruikers van het fietspad op elkaar te wijzen. De groeiende diversiteit zorgt ervoor dat gebruikers op de hoogte moeten zijn van elkaar, om zo wederzijds respect te creëren. Bij het fietspad van de toekomst zal dit wel degelijk noodzakelijk zijn.
4.	Verkleinen Snelheidsverschillen	1	Net als de autoweg heeft het fietspad een diversiteit aan gebruikers. Voor de veiligheid is het noodzaak dat snelheden niet te veel verschillen. Op dit moment zijn geen innovaties uitgevoerd om snelheidsverschillen te beperken. Voor de veiligheid zal dit een belangrijk onderdeel zijn.
5.	Minimaliseren Obstakelgebruik	1	Op dit moment zijn geen innovaties uitgevoerd om obstakelgebruik te verminderen. Door dit in de toekomst wel te doen kan de veiligheid van het fietspad aanzienlijk verhoogd worden.
6.	Creëren Verlichting	1	Naast de reguliere verlichting die bij een fietspad aanwezig is, zijn er geen extra ontwikkelingen op dit gebied.
7.	Faciliteren Dimensionering	2	Om ongevallen te voorkomen is het belangrijk dat de gebruiker kan waarnemen wat de dimensionering van het fietspad is. Bij de proef 'het vergevingsgezinde fietspad' (5.1.1) is getest met verschillende soorten wegbelijning. Het testen van dit soort onderdelen kan de veiligheid verhogen. De randsignalering die aangelegd is in Bunschoten (5.1.3) helpt bij het vergroten van de veiligheid. Doordat dit nog proeven waren is er niet de maximale score toegekend.

8.	Faciliteren Corrigeermogelijkheden	2	Met de bermen bij 'het vergevingsgezinde fietspad' (5.1.1) bereikt Schagen dat gebruikers niet direct in de berm terechtkomen en vallen. Door een stevige berm met meer weerstand toe te passen wordt de veiligheid verhoogd. Doordat dit een pilot was is niet de maximale score toegekend.
9.	Voorkomen oneffenheden	2	Bij aanleg van de fietssnelweg Assen-Groningen wordt de dwars- en langsvlakheid gemeten en mag deze niet meer dan 2mm bedragen (5.1.5). Dit streven is gunstig voor het comfort en gebruiksvriendelijkheid van het fietspad. Vanwege het feit dat dit soort metingen niet altijd worden uitgevoerd is de score niet maximaal.
10.	Voorkomen Kruisvlakken	1	Op dit moment zijn geen innovaties uitgevoerd om kruisvlakken zoveel mogelijk te minderen.
11.	Bevatten Hoogwaardig materiaal	3	Het feit dat materiaal 100% wordt hergebruikt (5.2.4) geeft aan dat er wordt gewerkt met hoogwaardig kwaliteit. Deze toepassing zorgt ervoor dat de levensduur van producten vergroot wordt.
12.	Minimaliseren Onderhoud	3	Door het toepassen van de kunststofvezels in beton (5.2.1 en 5.2.5) en asfalt (5.2.2), is het beton nog sterker dan voorheen. Hierdoor is het minder gevoelig voor schade. Hiermee wordt de hoeveelheid onderhoud beperkt.
13.	Toepassen Duurzame bronnen	2	De fietspaden worden nu aangelegd met enkel beton en asfalt. Op het gebied van levensduur zijn deze materialen duurzaam, maar als het gaat om CO ₂ -uitstoot kan het verbeterd worden. Gebruik van ander materiaal kan uitkomst bieden om nog duurzamer te zijn. Daarom is niet de maximale score toegekend.
14.	Hergebruiken Materiaal	3	Het afval dat vrijkomt bij het reconstrueren van fietspaden wordt 100% hergebruikt (5.2.4). Dit wordt altijd toegepast en is een goede ontwikkeling om circulariteit te bevorderen. Een praktijkvoorbeeld is het fietspad in Apeldoorn waarbij gebruik is gemaakt van afvalbeton (5.2.5).
15.	Minimaliseren Constructiedikte	3	Door het toepassen van White Topping (5.2.1) en vezels in asfalt (5.2.2) kan de constructiedikte bij beide constructies verlaagd worden. Deze principes worden regelmatig toegepast en leiden tot een goede bijdrage aan circulair bouwen.
16.	Behouden Materiaalwaarde	3	Het feit dat materiaal 100% wordt hergebruikt (5.2.4) geeft aan dat materiaal na levensduur van een product zijn waarde behoudt. Met deze toepassing wordt bereikt dat de levensduur van producten vergroot wordt.
17.	Faciliteren Modulariteit	1	Bij de aanbesteding van de Aziëhavenweg in Amsterdam (5.2.3) een modulair fietspad toegepast. Dit is een goede ontwikkeling, omdat het bedraagt aan modulair bouwen. Echter is het pas de eerste keer dat het is toegepast, daarom is de score laag.
18.	Prioriteren Gebruiker	1	Er is nog niet anders dan de standaard werkwijzen onderzoek gedaan naar de mogelijkheden om fietsers te prioriteren. Het toepassen van innovaties in deze richting vergroten de fietskwaliteit en -veiligheid.

19.	Garanderen Zichtbaarheid	1	Zoals de standaard voorschrijft, zijn de kruisingen wel overzichtelijk en veilig, maar wordt er nog niks op het gebied van technologie gedaan om de zichtbaarheid van fietsers ten opzichte van niet-fietspadgebruikers te vergroten.
20.	Overbruggen Afstand	3	Het afleggen van grotere afstanden is door meerdere projecten mogelijk gemaakt. Dit is gedaan door het aanleggen van snellere fietsroutes. Voorbeelden zijn: de snelfietsroute Zwolle, Staphorst, Meppel (5.3.1); fietsrouteplus Groningen (5.1.4); Fietssnelweg Assen-Groningen (5.1.5). Deze toepassingen leiden ertoe dat ook grotere afstanden eenvoudiger af te leggen zijn. Er is veel ontwikkeling als het gaat om afstanden afleggen.
21.	Toepassen Smart technieken	1	Er zijn oplaadpalen geplaatst langs de snelfietsroute Zwolle, Staphorst, Meppel (5.3.1). Ondanks dat dit een toepassing van smart techniek is, vindt het niet vaak plaats. Er wordt nog weinig gebruik gemaakt van beschikbare technologieën die de fietskwaliteit kunnen verbeteren.
22.	Beperken Wateroverlast	1	Op dit moment zijn geen innovaties uitgevoerd om wateroverlast in en rondom steden aan te pakken. Er zijn geen innovaties uitgevoerd in het fietspad die bijdragen aan een oplossing.
23.	Beperken Sneeuwoverlast	1	Op dit moment zijn geen innovaties uitgevoerd om sneeuwoverlast op fietspaden aan te pakken. Er zijn geen innovaties uitgevoerd in het fietspad die bijdragen aan een oplossing.
24.	Beperken Droogte	1	Op dit moment zijn geen innovaties uitgevoerd om droogte in de omgeving te beperken. Er zijn geen maatregelen uitgevoerd in het fietspad die bijdragen aan een oplossing.
25.	Aankunnen temperatuurverschillen	2	Met de SUV (Schagen Uitzetvoeg, 5.4.1) is geprobeerd om een vervangen te zoeken voor de traditionele voeg. De voeg deed zijn werk te goed, waardoor weer overgeschakeld is op de traditionele voeg. Er is dus wel onderzoek gedaan naar een innovatie, maar een permanente toepassing van deze voeg niet meer in gebruik.
26.	Minimaliseren Kunstlicht	1	Op dit moment zijn geen innovaties uitgevoerd om het gebruik van kunstlicht te minimaliseren, ondanks dat kunstlicht nadelig kan zijn voor flora en fauna. Er zijn geen innovaties die bijdragen aan een oplossing.
27.	Verbeteren (Zoog)dier habitat	2	Er zijn aan de Jagtlusterallee (5.4.2) struiken en bomen geplaatst om de natuur te bevorderen. Daarnaast zijn in Heerenveen bomen geplaatst (5.4.3). Echter krijgen dit soort onderdelen vaak niet veel aandacht in projecten, waardoor de score niet maximaal is.
28.	Verbeteren Insecten habitat	2	Er zijn aan de Jachtlusterallee (5.4.2) bloemrijke zaadmengsels en insectenhoeven aangebracht om insecten te stimuleren. Daarnaast zijn er bij een aantal andere projecten ook zaadmengsels aangebracht (5.4.5). Echter krijgen dit soort onderdelen vaak niet veel aandacht in projecten en is onderhoud achterstallig. De score is daarom niet maximaal.

29.	Verbeteren Vogel habitat	2	Er zijn aan de Jachtlusterallee (5.4.2) nestkastjes geplaatst om vogels plek te bieden. Daarnaast is langs de N331 (5.4.4) een Natura2000 gebied verbeterd om het leefgebied van vogels te bevorderen. Echter krijgen dit soort onderdelen vaak niet veel aandacht in projecten, waardoor de score lager uitvalt.
30.	Verbeteren Planten habitat	2	In Heerenveen (5.4.3) zijn bomen geplaatst op de vrijgekomen ruimte, dit komt ten goede aan de omgeving van de planten en bomen. Daarnaast zijn aan de Jachtlusterallee (5.4.2) bomen en struiken geplaatst en is langs de N331 een Natura2000 gebied verbeterd. Dit soort onderdelen zijn echter vaak nog geen groot onderdeel van projecten, waardoor de score lager uitvalt.

