

EINDRAPPORTAGE

WATERMANAGEMENT DE MAKERSFABRIEK

OPDRACHTGEVER:
De Makersfabriek &
Hogeschool Arnhem Nijmegen

PROJECTNUMMER:
CTH 6.1

DATUM:
23 juni 2025

VOORWOORD

Voor u ligt de eindrapportage van de module 6 studenten van de Hogeschool Arnhem Nijmegen. Om de minor Ruimtemakers te behalen, dienen wij als opdracht van de opleiding Civiele techniek aan de Hogeschool Arnhem Nijmegen, een onderzoek uit te voeren. Zodra deze opdracht met een voldoende wordt beoordeeld is de minor Ruimtemakers op de hogeschool Arnhem Nijmegen in module 6 voltooid.

Door verschillende expertises vanuit ons dagelijks werk bij verschillende werkgevers in de civiele techniek, vullen wij elkaar goed aan. Tijdens een bijeenkomst van de Makersfabriek op 11 februari 2025 kwam het vraagstuk watermanagement vaak naar voren. Door onze dagelijkse werkzaamheden bij diverse bedrijven in de civiele techniek, sloegen wij direct aan op dit onderwerp. Tijdens de minor willen we iets doen waar we van kunnen leren en dat tegelijkertijd relevant is voor ons dagelijks werk. Vandaar dat de keuze is gemaakt tijdens de bijeenkomst om voor het onderwerp watermanagement te gaan onderzoeken voor de Makersfabriek. Vandaar dat de keuze is gemaakt om ons onderzoek uit te voeren op het onderwerp watermanagement voor de Makersfabriek.

SAMENVATTING

De Makersfabriek, gevestigd op het voormalige Philipsterrein in Zwolle, is een terrein in transitie met de ambitie om uit te groeien tot een duurzaam en innovatief voorbeeldproject. Binnen deze context hebben studenten civiele Techniek van de Hogeschool Arnhem Nijmegen in het kader van de minor Ruimtemakers een onderzoek uitgevoerd naar toekomstbestendig watermanagement op het terrein. De aanleiding voor dit onderzoek komt door de noodzaak om het huidige verouderde en inefficiënte watermanagementsysteem te vervangen door een duurzaam systeem dat aansluit bij de klimaatdoelstellingen en de energietransitie. Het onderzoek richtte zich op de centrale vraag: Hoe kan de Makersfabriek een waardevolle bijdrage leveren aan het oplossen van regionale watermanagementvraagstukken? Om deze vraag te beantwoorden, zijn vier deelvragen geformuleerd die betrekking hebben op de regionale problematiek, beschikbare technologieën, innovatieve maar nog niet marktrijpe oplossingen, en de implementatie van geschikte systemen op het terrein.

De regio Zwolle kampt met zowel wateroverlast als droogte, wat de urgentie van robuuste waterbeheerstrategieën onderstreept. De bodemgesteldheid op het terrein van de Makersfabriek is complex, met slecht infiltreerbare kleilagen in de bovenste meters en verontreinigd grondwater als gevolg van historische industriële activiteiten. Tegelijkertijd biedt het terrein kansen, zoals het gebruiken van de aanwezige leegstaande kelders die mogelijk als wateropslag kunnen dienen.

Het onderzoek bracht een breed scala aan bestaande en innovatieve technologieën in kaart. Voorbeelden hiervan zijn infiltratiekratten, Rain Shell-systemen, Membraan BioReactors (MBR), en duurzame verhardingsmaterialen zoals waterdoorlatende bestrating en grasbetonplaten. Elk systeem werd beoordeeld op verschillende criteria zoals: effectiviteit, duurzaamheid, toepasbaarheid en onderhoud. Daarnaast werd gekeken naar regelgeving vanuit de provincie Overijssel en de gemeente Zwolle, die bepalend is voor de toepasbaarheid van bepaalde systemen in waterwingebieden en grondwaterbeschermingszones.

Naast bestaande technologieën zijn ook veelbelovende, maar nog niet volledig marktrijpe oplossingen onderzocht. Voorbeelden hiervan zijn het toepassen van helofytenfilters voor natuurlijke zuivering van verontreinigd grondwater en de distributie van gezuiverd regenwater naar omliggende bedrijven en woonwijken. Deze concepten vereisen verdere ontwikkeling, monitoring en samenwerking met stakeholders zoals Vitens, Bioclear en de gemeente Zwolle.

Voor de implementatie zijn twee pilotprojecten uitgewerkt. Het eerste betreft de aanleg van een Rain Shell-systeem onder parkeerplaatsen aan de oostzijde van het terrein, waarmee regenwater wordt opgevangen, gezuiverd en hergebruikt voor toiletspoeling. Het tweede pilotproject richt zich op infiltratiekratten aan de westzijde van het terrein, bedoeld voor de buffering en hergebruik van regenwater voor groenvoorziening. Beide pilots zijn voorzien van een gefaseerd implementatieplan, inclusief monitoring, evaluatie en mogelijke opschaling. De aanbeveling luidt om deze pilots op korte termijn te realiseren, de bestaande infrastructuur optimaal te benutten, duurzame verhardingsmaterialen toe te passen en structureel samen te werken met relevante partijen. Door deze stappen te zetten, kan de Makersfabriek zich ontwikkelen tot een toonaangevend voorbeeld van circulair en klimaatadaptief waterbeheer in Nederland.

INHOUDSOPGAVE

Voorwoord I

Samenvatting II

Inleiding V

1. Onderzoeksmethode 7
   - 1.1 Onderzoeksopzet 7
   - 1.2 Literatuurstudie 7
   - 1.3 Bureauonderzoek (MOD 4 Studenten) 7
   - 1.4 Best practices analyse 7
   - 1.5 Interviews met experts 8
   - 1.6 Data-analyses 8

2. Probleemanalyse 9
   - 2.1 Huidige situatie 9
   - 2.2 Gewenste situatie 10
   - 2.3 Het doel 10
   - 2.4 Probleemstelling 10
   - 2.5 Hoofd- en Deelvragen 11

3. Resultaten 12
   - 3.1 Welke vraagstukken spelen er in de regio op het gebied van watermanagement. 12
     - 3.1.1 Welke gebieden in de regio zijn het meest vatbaar voor wateroverlast en watertekorten. 12
     - 3.1.2 Wat zijn de bodemeigenschappen in de regio? 16
     - 3.1.3 Welke infrastructuur is aanwezig voor waterbeheer in de regio? 20
     - 3.1.4 Welke organisaties en instanties zijn betrokken bij watermanagement in de regio? 21
   - 3.2 Welke oplossingen en innovaties op het gebied van watermanagement zijn er beschikbaar? 23
     - 3.2.1 Welke categorieën afvalwater zijn er voor waterhergebruik? 23
     - 3.2.2 Welke technologieën worden momenteel al toegepast voor watermanagement? 24
     - 3.2.3 Wat zijn voor- en nadelen van verschillende watermanagement technologieën? 34
     - 3.2.4 Welke rol speelt overheidsbeleid en regelgeving op het gebied van watermanagement? 35
   - 3.3 Welke oplossingen zijn veelbelovend maar nog niet marktrijp, en hoe kunnen deze verder ontwikkeld worden? 35
     - 3.3.1 Wateropvang en distributie naar omliggende wijken en bedrijven. 36
     - 3.3.2 Opslaan van water in buffer en hergebruik op het terrein. 36
     - 3.3.3 Helofytenfilter als natuurlijke zuiveringsmethode. 36
   - 3.4 Hoe kunnen de geïdentificeerde oplossingen effectief geïmplementeerd worden op de Makersfabriek? 38
     - 3.4.1 Implementatieplan: Pilotproject Rain Shell op de Makersfabriek 38
     - 3.4.2 Implementatieplan: Pilotproject infiltratiekratten op de Makersfabriek 40

4. Conclusie 43
4.1 Conclusie 43
4.2 Discussie 43
4.3 Aanbeveling 44
5. Nawoord 45
6. Bibliografie 46

BIJLAGEN

I. Notulen interviews
II. Rioleringsplan huidige situatie
III. 10KV Kabels terrein-model
IV. Ligging gasleiding
V. Voor en nadelen toepassen materialen
VI. Trade off matrix gekozen implementatieplan
VII. Schetsontwerp

INLEIDING

De Makersfabriek bevindt zich in het voormalige Philips-terrein in Zwolle zoals is weergegeven in figuur 0. Het betreft een leegstaand fabrieksterrein dat stap-voor-stap wordt ingericht met als doel om duurzame initiatieven tot werkelijkheid te brengen. Het terrein moet in de toekomst gaan functioneren als een voorbeeldfunctie, voor een duurzame inrichting van dergelijke terreinen. Het terrein dient door vernieuwende innovaties zelfvoorzienend te gaan functioneren op gebied van watermanagement. Verder is de visie om het terrein klimaatbestendig en biodivers in te richten. Om dit te bereiken zal innovatie en ondernemerschap elkaar gaan ontmoeten om het verschil te maken.



Figuur 0, Locatie overzicht

De scope van de minor betreft het klimaat adaptief inrichten met betrekking tot het watermanagement op het terrein van de Makersfabriek. Hierin wordt onderzocht welke mogelijkheden er zijn om regenwater gecontroleerd te laten bergen en hergebruiken. Verder moet onderzocht worden hoe de Makersfabriek hiermee de behoefte van omliggende terreinen/gebieden te voorzien met betrekking tot dit onderwerp.

Dit document omvat de eindrapportage met als doel om de hoofd- en deelvragen te beantwoorden. Door een gestructureerde aanpak te hanteren en nauw samen te werken met alle betrokken partijen wordt er gestreefd om de gestelde doelen te bereiken en een verbeterde waterhuishouding te realiseren die voldoet aan de behoeften van de stakeholders.

AANLEIDING

De aanleiding voor dit onderzoek is de groeiende vraag om duurzame en innovatieve oplossingen te vinden voor watermanagementsystemen op het terrein van de Makersfabriek. Het huidige traditionele watermanagement systeem voldoet niet meer aan de eisen van de Makersfabriek met betrekking tot efficiëntie en duurzaamheid. Daarnaast speelt de energietransitie een cruciale rol om het terrein toekomstbestendig te maken. Door innovatieve watermanagement systemen te implementeren, kan de Makersfabriek niet alleen haar waterverbruik optimaliseren maar ook bijdragen aan duurzaamheidsdoelen en de energietransitie. Er wordt gestreefd om de behoefte van de omgeving, met betrekking tot de waterhuishouding, te kunnen voorzien middels deze innovatieve systemen.

CONTEXT

De Makersfabriek is gevestigd op de oude Philips locatie aan de Ceintuurbaan in Zwolle. Dit industrieel erfgoed is een plek waar het verleden en de toekomst elkaar ontmoeten. De locatie heeft een rijke geschiedenis, van de echo's van Philips tot de levendige vernieuwing die nu pulseert door de Makersfabriek. De missie van de Makersfabriek is om een broedplaats te zijn voor creativiteit en vooruitgang, waar elke vorm van creativiteit en elk streven naar vooruitgang gericht is op het realiseren van tastbare verandering. Door samen te werken en kennis te delen, streeft de Makersfabriek ernaar om duurzame en innovatieve oplossingen te ontwikkelen die bijdragen aan een betere toekomst.
De Makersfabriek staat voor de uitdaging om haar watermanagementsysteem te verbeteren om het terrein toekomstbestendig te maken met het oog op de energietransitie. Het huidige traditionele watermanagementsysteem is verouderd en inefficiënt. Bovendien heeft de Makersfabriek de behoefte om het terrein toekomstbestendig te maken in het licht van de klimaatverandering. Het vraagstuk richt zich op het managen van het water op het terrein in overschot en te kort.

1. ONDERZOEKSMETHODE

1.1 ONDERZOEKSOPZET

In dit onderzoek naar de welke innovatieve watermanagementsystemen de Makersfabriek kan helpen bij het hergebruiken van water en het toekomstbestendig maken van het terrein met betrekking tot de energietransitie wordt gebruik gemaakt van een kwalitatieve benadering om beschikbare technologieën en methoden voor het hergebruiken van water binnen de Makersfabriek te identificeren en evalueren. Het onderzoek bestaat uit een literatuurstudie, bureauonderzoek uitgevoerd door de module 4 studenten, een analyse van best practises en interviews met experts.

1.2 LITERATUURSTUDIE

De literatuurstudie richt zich op het verzamelen en analyseren van bestaande kennis en informatie over innovatieve watermanagement systemen. De volgende stappen worden ondernomen bij de literatuurstudie;

- Zoekstrategie: gebruik wetenschappelijke artikelen, boeken, papers, scripties en archiefmateriaal.
- Selectiecriteria: artikelen en rapporten worden geselecteerd op basis van relevantie, recentheid (binnen 10 jaar) en betrouwbaarheid.
- Analyse: de geselecteerde literatuur wordt geanalyseerd om de belangrijkste technologieën en methoden voor waterhergebruik te identificeren en te evalueren.

1.3 BUREAUONDERZOEK (MOD 4 STUDENTEN)

Het bureauonderzoek wordt uitgevoerd door de module 4 studenten en richt zich op het verkennen van technologieën en methoden voor het hergebruiken van water binnen de Makersfabriek. De volgende stappen worden ondernomen bij het bureauonderzoek:

- Data verzameling: het verzamelen van gegevens uit secundaire bronnen zoals rapporten, beleidsdocumenten en online bronnen.
- Selectiecriteria: artikelen en rapporten worden geselecteerd op basis van relevantie, recentheid (binnen 10 jaar) en betrouwbaarheid.
- Analyse: de verzamelde gegevens worden geanalyseerd om de meest geschikte technologieen en methoden voor het hergebruik van water binnen de Makersfabriek te identificeren en te evalueren.

De betreffende deelvraag wat de module 4 studenten gaan onderzoeken is deelvraag 2: “Welke technologieën en methoden zijn beschikbaar voor het hergebruik van water binnen de Makersfabriek.”

1.4 BEST PRACTICES ANALYSE

Naast de literatuurstudie en het bureauonderzoek wordt een analyse uitgevoerd van best practices op het gebied van watermanagement in vergelijkbare projecten. Hierbij worden de volgende stappen ondernomen:

- Identificeren van casestudies het identificeren van succesvolle projecten en initiatieven die innovatieve watermanagementsystemen hebben geïmplementeerd.
- Data verzameling: het verzamelen van gegevens over implementatie, werking en resultaten van deze watermanagementsystemen door middel van rapporten, interviews en online bronnen.

- Evaluatie: het evalueren van de effectiviteit en toepasbaarheid van de beschikbare technologieen en methoden voor de Makersfabriek.

1.5 INTERVIEWS MET EXPERTS

Om aanvullende inzichten te krijgen, worden interviews afgenomen met experts op het gebied van watermanagement systemen, met de huidige beheerders/eigenaren van het terrein van de Makersfabriek, Gemeente Zwolle en Vitens. Hierbij worden de volgende stappen ondernomen:

- Selectie van Experts: het identificeren van relevante experts met de juiste kennis en achtergrond.
- Interview protocol: het opstellen en voorbereiden van een gestructureerd interview met vragen gericht op de hoofd- en deelvragen van het onderzoek.
- Analyse: het analyseren van de interviewgegevens om aanvullende inzichten en aanbevelingen te verkrijgen.

1.6 DATA-ANALYSES

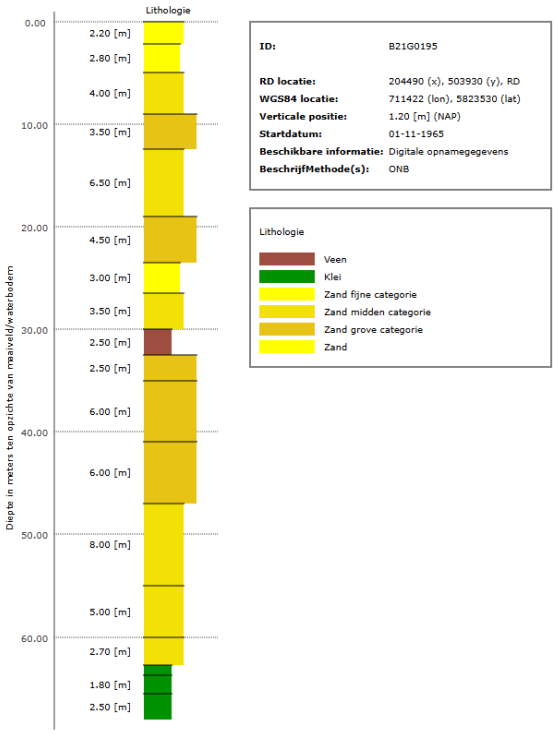
De verzamelde gegevens uit de literatuurstudie, het bureauonderzoek, best practises analyse en de interviews met experts worden grondig geanalyseerd en beoordeeld om de meest geschikte technologieën en methoden voor de Makersfabriek te bepalen. Hierbij worden de volgende analysetechnieken toegepast:

- Comparative analyse (vergelijkende analyse): het vergelijken van de verschillende technologieen en methoden op basis van criteria zoals kosten, efficiëntie, onderhoud en duurzaamheid.
- SWOT-analyse: het identificeren van sterktes, zwaktes, kansen en bedreigingen van een project of organisatie.
- Kostenanalyse: het identificeren van de aanschafkosten en realisatie kosten voor het aanbrengen van verschillende technologieën en methoden voor watermanagement systemen.

2. PROBLEEMANALYSE

2.1 HUIDIGE SITUATIE

Het fabrieksterrein van de Makersfabriek in Zwolle bevindt zich momenteel in een overgangsfase. Het terrein is erg breed ingericht met weinig oog voor groenvoorzieningen. De bestaande verharding bestaat uit industrieplaten in combinatie met verband stenen. Doordat het oppervlakte groenvoorzieningen gering is, heeft het terrein een slecht vermogen om hemelwater te infiltreren.



Figuur 1, boormonster profiel

Uit de notulen van bijlage I (Notulen gemeente Zwolle) is ter woorden gebracht dat het grondwater verontreinigd is, wat uitdagingen met zich meebrengt voor de toekomstige ontwikkelingen op gebied van watermanagement op het terrein van de Makersfabriek. Dit blijkt ook uit onderzoek van Bioclear bij het aanbrengen van een pilotproject waarbij twee fytoremediatie systemen worden gerealiseerd. “Op de locatie van het pilotproject is een VOCI-verontreiniging aanwezig, afkomstig van de industriële activiteiten die in het verleden plaatsvonden op dit terrein. De omvang van deze verontreiniging is substantieel aangezien deze voorkomt van ondiepe lagen (3 – 4 m-mv) tot diepe bodemlagen (min. 25 m-mv). Een groot gedeelte van de verontreiniging bevindt zich onder de bestaande bebouwing (Bioclear, 2022). Op het huidige moment wordt de verontreiniging middels een testopstelling beheert door Bioclear en de gemeente Zwolle.

In figuur 1 is een boormonster profiel weergegeven om een gedetailleerd beeld te geven van de bodemgesteldheid van het terrein. (Dinoloket, 2025) Uit dit profiel is af te leiden dat er een diepe laag zand is aangetroffen wat een positief effect heeft op het infiltratievermogen van de bodem. Echter betreft de eerste 5 meter een slecht infiltreerbare laag omdat er horizontale waterstromen plaatsvinden. Tijdens een pilotproject op de Makersfabriek waarbij twee fytoremediatie systemen gerealiseerd zullen worden zijn grondboringen uitgevoerd waarbij duidelijk is geworden wat de bodemopbouw is op de Makersfabriek. De bodemopbouw tot 3,0 m onder maaiveld ter plaatse van de pilots is weergegeven in tabel 1 (Bioclear, 2022).

Diepte (m-mv)	Samenstelling	Geohydrologische eenheid
0,0 - 1,4	Zand; matig fijn, zwak siltig, zwak humeus	Deklaag / eerste watervoerend pakket
1,4 - 2,4	Klei; sterk siltig; zwak humeus; enkele veenlagen	Scheidende laag in eerste watervoerend pakket
2,4 - 3,0	Zand; zeer fijn; matig siltig	Eerste watervoerend pakket

Tabel 1. Bodemopbouw PSP te Zwolle (Bioclear, 2022).

De hallen zijn middels perceelsaansluitleidingen afgekoppeld op het hoofdriool binnen het terrein. Middels PDOK is achterhaald dat het gaat om een gemengd PVC ø250 mm riool. Onder de bedrijfshallen bevinden zich grote leegstaande kelders. Het terrein bevinden momenteel nog meerdere leegstaande fabriekshallen. Deze hallen worden één voor één ingericht door verschillende initiatiefnemers, die elk hun eigen visie en plannen hebben voor het gebruik van de ruimte. Het toekomstige watermanagement plan kan worden afgestemd op de gebruikers van deze hallen.

2.2 GEWENSTE SITUATIE

Doordat de Makersfabriek overstroomt van ambities en creativiteit worden grote plannen besproken. Zo heeft men de ambitie om van het terrein het innovatiehart van Zwolle en haar regio te maken. Om dit te realiseren heeft met het idee om het terrein te transformeren naar een parkachtig terrein waar tevens buiten de reguliere werktijden (08:00 uur tot 18:00) ook activiteit moet plaats vinden. Dit hoopt men door middel van horeca- en sportgelegenheden te realiseren.

Naast de sociale impact wilt met ook vooruitstrevend zijn in het innoveren. Door groots te denken hopen ze innovaties naar het terrein te halen welke pilots kunnen draaien op het terrein van de Makersfabriek. In combinatie met een groot en variërend netwerk hoopt de Makersfabriek een verbindende factor te zijn voor het MKB in en rondom de stad Zwolle.

2.3 HET DOEL

Het doel van dit onderzoek is het vinden van een geschikt watermanagement systeem die kan bijdragen van het duurzaam hergebruiken van water voor binnen als buiten het terrein van de Makersfabriek, zodat de Makersfabriek energie positief wordt op gebied van gebruik van water. Door middel van dit onderzoek willen we inzicht krijgen in de meest geschikte technologieën en methoden die bijdragen aan een duurzaam en efficiënt waterbeheer binnen de Makersfabriek en regionale vraagstukken.

2.4 PROBLEEMSTELLING

De Makersfabriek staat voor de uitdaging om haar watermanagementsysteem te verbeteren om het terrein toekomstbestendig te maken met het oog op de energietransitie. Het huidige traditionele watermanagement systeem is verouderd en inefficiënt. Bovendien heeft de Makersfabriek de behoefte om het terrein toekomstbestendig te maken in het licht van de energietransitie en klimaatverandering.

2.5 HOOFD- EN DEELVRAGEN

Voor het onderzoek naar een watermanagementsysteem voor de Makersfabriek zijn de volgende hoofd- en deelvragen opgesteld.

De centrale onderzoeksvraag die beantwoord moet worden is: "**Hoe kan de Makersfabriek een waardevolle bijdragen leveren voor het oplossen van vraagstukken voor het regionale watermanagement?**"

Deelvragen:

1. Welke vraagstukken spelen er in de regio op het gebied van watermanagement?
    - Welke gebieden in de regio zijn het meest vatbaar voor wateroverlast en watertekorten?
    - Wat zijn de bodemeigenschappen in de regio?
    - Welke infrastructuur is aanwezig voor waterbeheer in de regio?
    - Welke organisaties en instanties zijn betrokken bij watermanagement in de regio?
2. Welke oplossingen en innovaties op het gebied van watermanagement zijn er beschikbaar?
    - Welke categorieën afvalwater zijn er voor waterhergebruik?
    - Welke technologieën worden momenteel al toegepast voor watermanagement?
        1. Welke technologieën zijn er voor wateropslag?
        2. Welke technologieën zijn er voor hergebruik van hemelwater?
        3. Welke bestratingsmaterialen zijn er op het gebied van watermanagement?
    - Wat zijn de voor- en nadelen van verschillende watermanagement technologieën?
    - Welke rol speelt overheidsbeleid en regelgeving op het gebied van watermanagement?
3. Welke oplossingen zijn veelbelovend maar nog niet marktrijp, en hoe kunnen deze verder ontwikkeld worden?
4. Hoe kunnen de geïdentificeerde oplossingen effectief geïmplementeerd worden op de Makersfabriek?

3. RESULTATEN

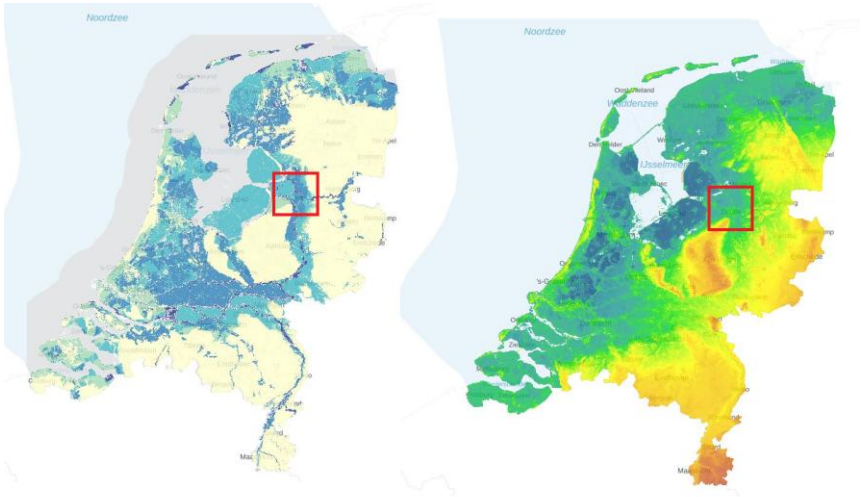
In dit hoofdstuk worden de deelvragen van het onderzoek geanalyseerd en beantwoord. Dit biedt overzicht en inzicht in de werking van het onderzoek naar het watermanagement op de Makersfabriek. Door de deelvragen systematisch te beantwoorden, worden de resultaten gepresenteerd van de mogelijkheden op het gebied van watermanagement op het terrein van de Makersfabriek.

3.1 WELKE VRAAGSTUKKEN SPELEN ER IN DE REGIO OP HET GEBIED VAN WATERMANAGEMENT.

Deze deelvraag richt zich op het beantwoorden van regionale vraagstukken op het gebied van watermanagement. In dit hoofdstuk worden sub deelvragen beantwoord waardoor uiteindelijk deelvraag 1 ook beantwoord kan worden.

3.1.1 Welke gebieden in de regio zijn het meest vatbaar voor wateroverlast en watertekorten.

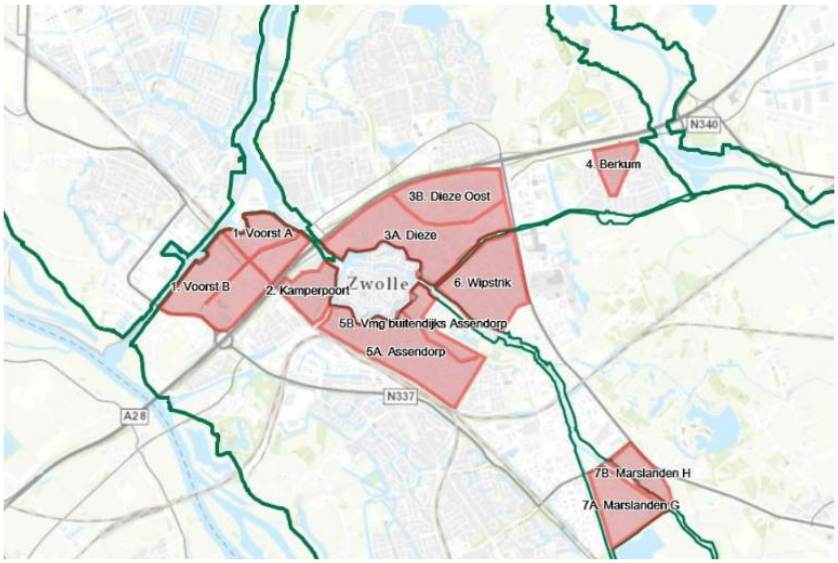
De regio Zwolle is een kwetsbare regio op het gebied van wateroverlast. In figuur 2 is de regio Zwolle te zien in het rood gemarkeerde vak. Op de linker kaart van Nederland is op te merken dat de regio een groot risico heeft voor overstromingen vanuit naast gelegen rivieren zoals de IJssel en de Vecht. Dit wordt weergegeven met de kleur blauw, hoe donkerder de kleur blauw, hoe groter de kans op overstromingen in het gebied. Aan de noordoost kant van de regio Zwolle is te zien aan de donkere kleur blauw op figuur 2 dat hier het risico op overstromingen erg groot is.



Figuur 2. Links: de kaart kans op een overstroming vanuit zee, meer of rivier.
Rechts: de kaart Hoogte bodem en gebouwen.

Wateroverlast is een groeiend probleem in de regio Zwolle en voor de stad zelf, vooral door klimaatverandering en hevige regenbuien. Kwetsbare gebieden zoals Voorst A en B, Kamperpoort, Dieze, Dieze Oost, Wipstrik, Assendorp, Berkum, en Marslanden H en G (figuur 3) ervaren vaak de meeste overlast. Deze wijken zijn extra gevoelig voor wateroverlast door hun ligging en infrastructuur. De gemeente Zwolle werkt samen met het waterschap Drents Overijsselse Delta en andere partners om

water robuuste oplossingen te vinden, zoals het versterken van dijken en het aanleggen van wadi's om overtollig water op te vangen en af te voeren.

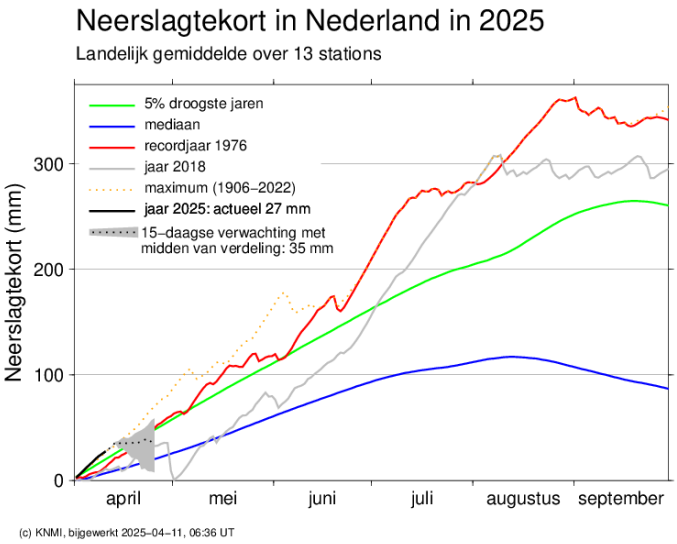


Figuur 3. Wateroverlast in de gemeente Zwolle. (Wateroverlast, 2025)

Een ander vraagstuk is waar in de regio watertekorten zijn. Ook in Nederland hebben we tegenwoordig te maken met water te korten door droogte. Als er minder water beschikbaar is dan dat we nodig hebben spreken we van een water te kort. (Droogte en watertekort Nederland, 2025) Voor Nederlands is watervoorziening afhankelijk van regenwater en van wateraanvoer vanuit de Rijn en de Maas. De rivieren voeren water (smeltwater en neerslag) aan vanuit andere landen.

Niet op alle plaatsen in Nederland valt evenveel neerslag. Het neerslagpatroon kan jaarlijks variëren. De aanpak van droogte verschilt daarom per regio en van jaar tot jaar.

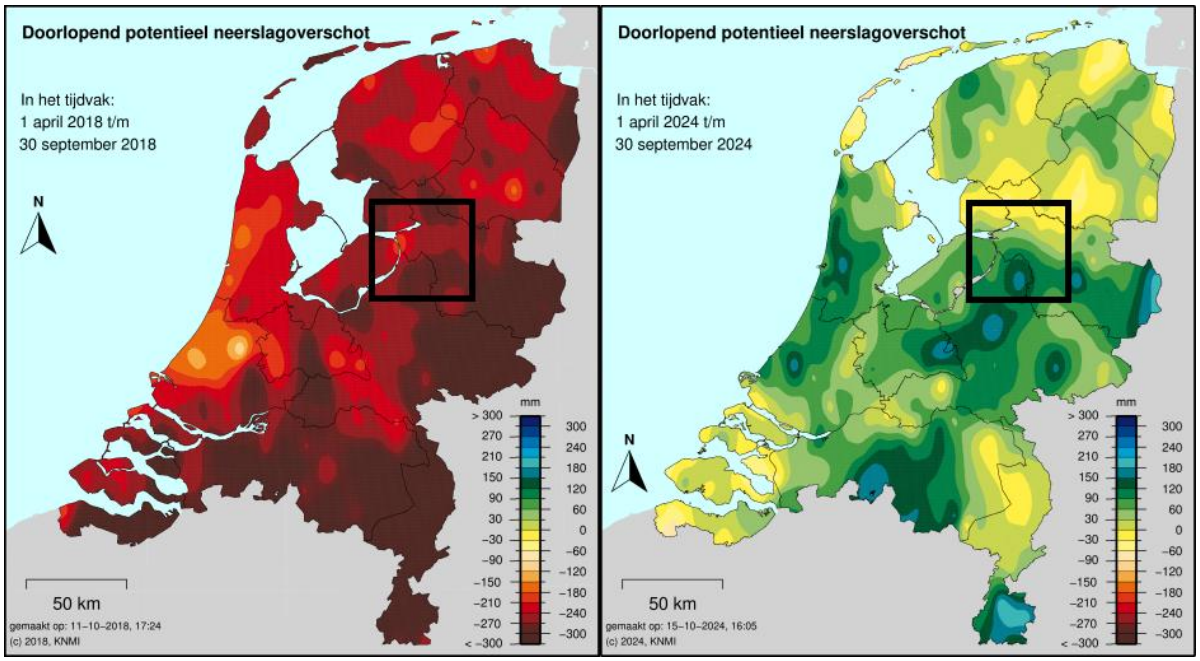
- De hoge zandgronden zijn volledig afhankelijk van regenwater. Het rivierwater kan deze gebieden niet bereiken. Dit zijn vooral de gebieden in het zuiden en oosten van Nederland en in Zeeland. Het beschikbare water moet dus worden vastgehouden of bespaard.
- In het gestuwde deel van de Maas en de Neder-Rijn kan het waterpeil beïnvloedden met stuwen, sluizen en pompgemalen.



Figuur 4. Neerslagtekort in Nederland in 2025 (Neerslagtekort in Nederland, 2025)

In figuur 4 is het neerslagtekort van Nederland te zien. Het neerslagtekort is het verschil tussen de hoeveelheid vocht die verdampt en de hoeveelheid neerslag die valt. Dit tekort wordt gemeten van 1 april tot en met 30 september, de periode waarin de verdamping meestal groter is dan de neerslag. De afgelopen decennia is de verdamping toegenomen. Dit komt door meer zonnestraling en hogere temperaturen. De hoeveelheid neerslag is echter ongeveer gelijk gebleven. Hierdoor wordt het verschil tussen verdamping en neerslag steeds groter, de bodem droogt in het groeiseizoen steeds meer uit. (Meteorologisch droogteseizoen begint na recorddroge maart, 2025)

Om een juist beeld te krijgen of de regio Zwolle te maken heeft met watertekorten is er een vergelijking gemaakt met 2018 en 2024. In 2018 was er in Nederland een extreem hoog neerslagtekort, vooral in de zomermaanden. (Dit waren de droogste jaren in Nederland, 2025) In tegenstelling van 2018 was 2024 een extreem nat jaar in Nederland. (2024: opnieuw een extreem warm en zeer nat jaar, 2025) In figuur 4 zijn de verschillen te zien van de watertekorten voor de regio Zwolle in 2018 en 2024.

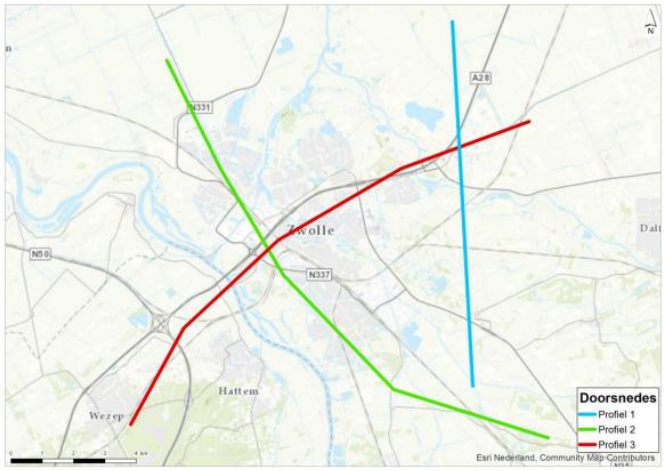


Figuur 5. Neerslagoverschot links 2018 en rechts 2024. (Archief doorlopend potentieel neerslagoverschot (gevalideerde data), 2025)

In figuur 5 is te zien dat er aanzienlijke verschillen in droogte zijn in de jaren 2018 en 2024 voor de regio Zwolle. In de regio Zwolle was 2018 een extreem droog jaar met een neerslag te kort van bijna 300 millimeter, wat leidde tot aanzienlijke uitdagingen voor landbouw, natuur en waterbeheer. In tegenstelling van 2018 was 2024 een extreem nat jaar met een hoog neerslag overschot van bijna 270 millimeter voor de regio Zwolle. Dit resulteerde in verzadigde bodems en hoge grondwaterstanden in de regio. Beide jaren zijn dus extreem verschillend, met een extreem droog jaar heeft de regio Zwolle last van extreme droogte met als gevolg uitdroging van de bodem en met een extreem nat jaar heeft de regio last van verzadigde bodems en hoge grondwaterstanden. Beide jaren benadrukken de noodzaak van klimaatadaptatie en waterbeheerstrategieën in de regio.

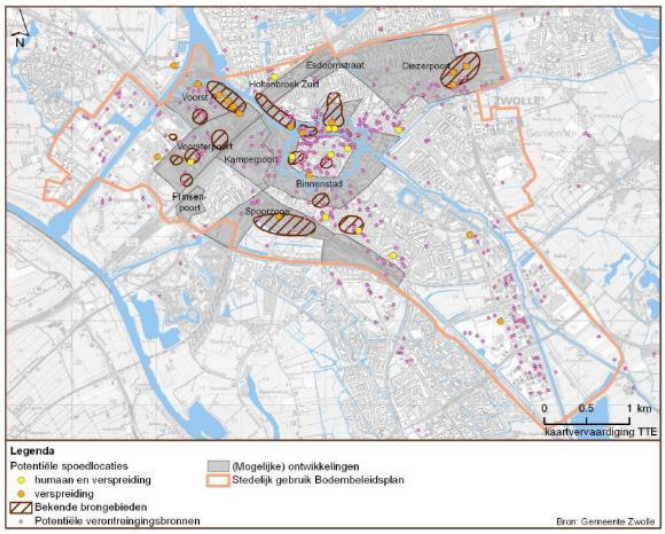
3.1.2 Wat zijn de bodemeigenschappen in de regio?

Om de bodemopbouw, grondwaterstroming en verontreiniging integraal en overzichtelijk weer te geven zijn drie doorsnedeprofielen gemaakt (zie figuur 6 t/m 9). De locaties en bodemopbouw van deze profielen zijn gebaseerd op de bodemprofielen uit het geohydrologisch onderzoek Zwolle van TNO. (Systeemupdate ondergrond Zwolle, 2019) Deze zijn aangevuld met landschappelijke elementen en grondwaterstromingen zoals deze zijn gevonden in isohypsenkaarten en het regionale grondwatermodel MIPWA. De verontreiniging in de profielen is gebaseerd op het gebiedsbeheerplan. (Systeemupdate ondergrond Zwolle, 2019) In het vervolg van deze paragraaf zullen de grondwaterstroming van de drie doorsnedeprofielen verder worden toegelicht.

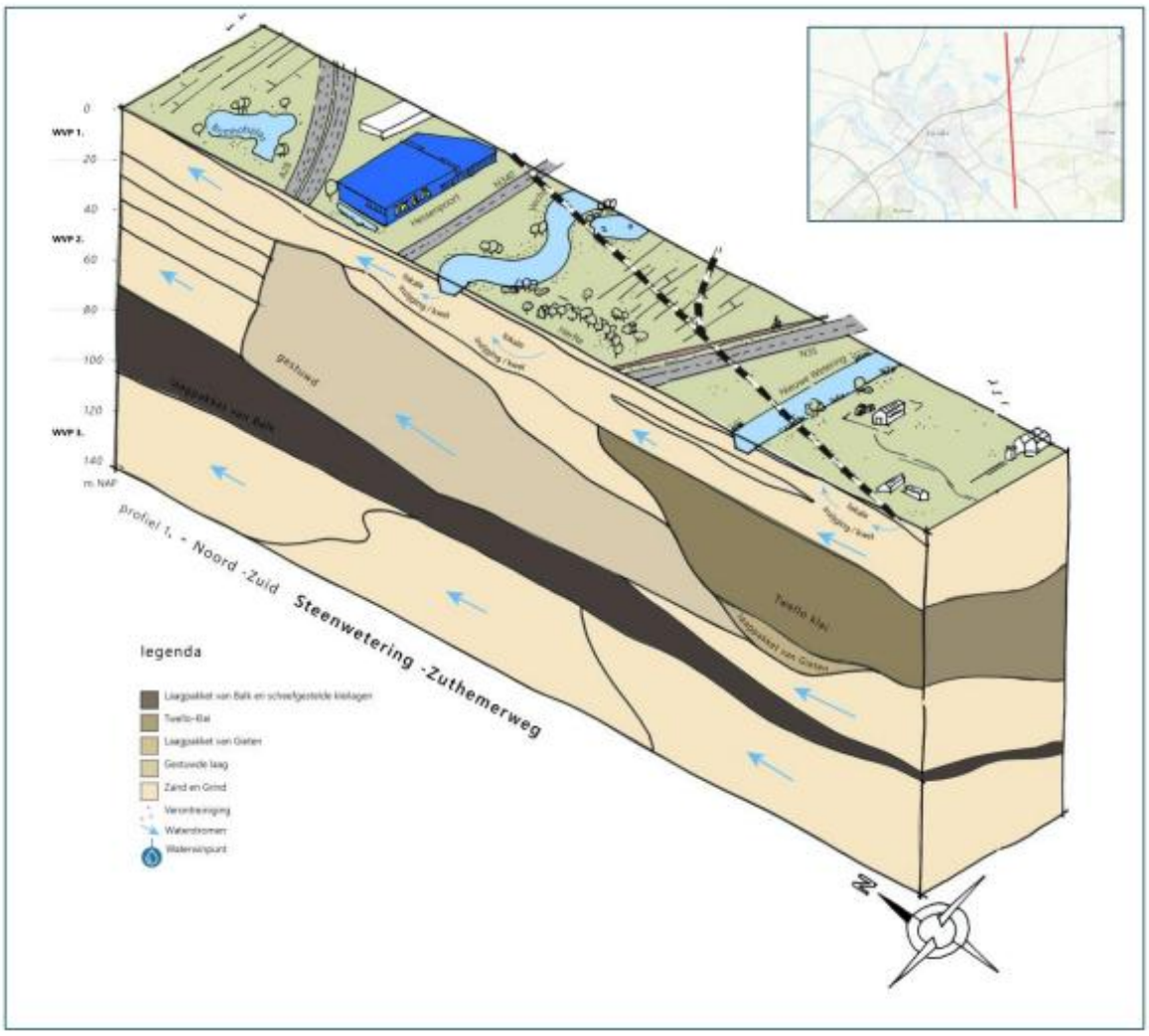


Figuur 6. Locaties doorsnedeprofielen. (Systeemupdate ondergrond Zwolle, 2019)

In de onderstaande afbeelding zijn de verontreinigingen in kaart gebracht binnen de stad Zwolle.

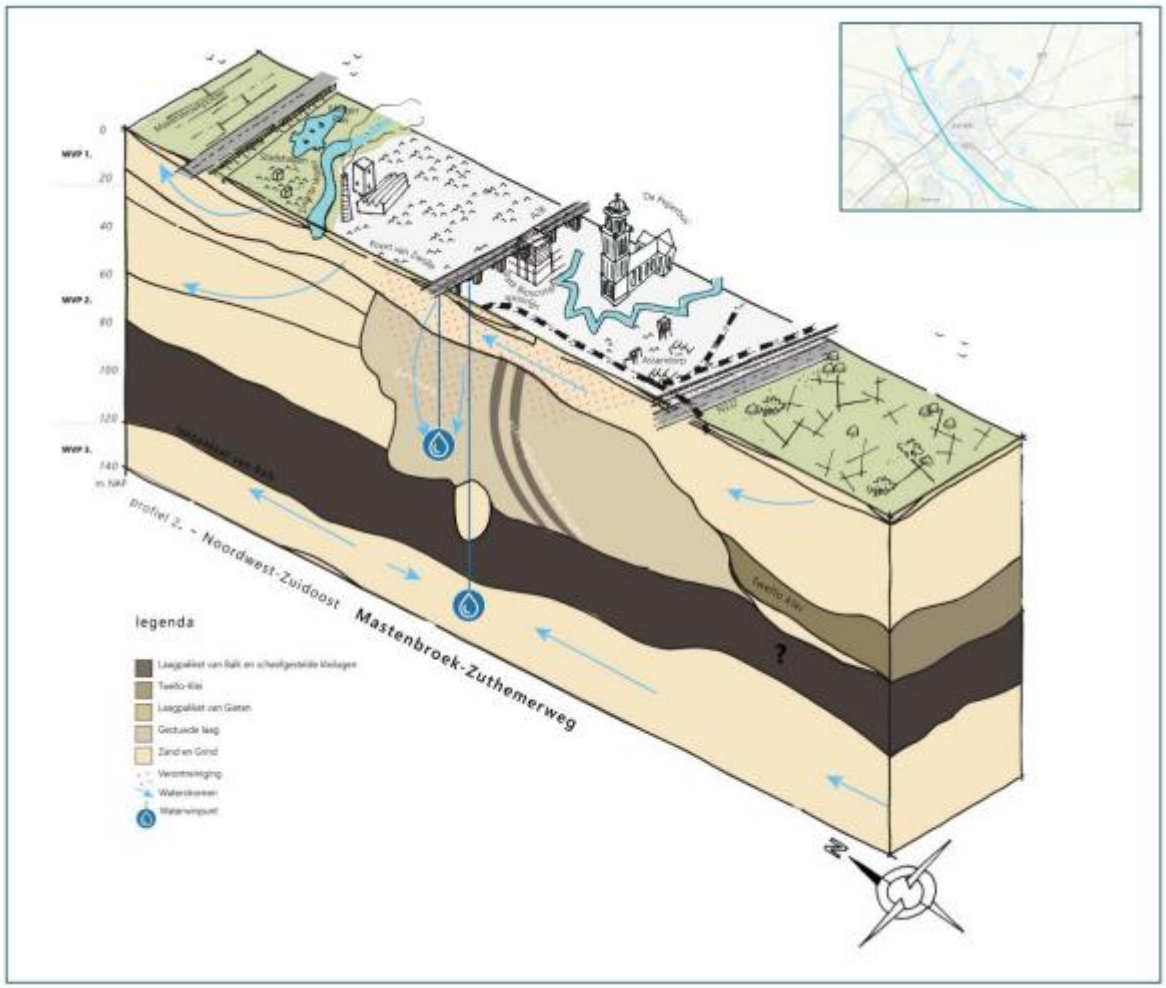


Figuur 7. Verontreinigingen Zwolle. (Systeemupdate ondergrond Zwolle, 2019)



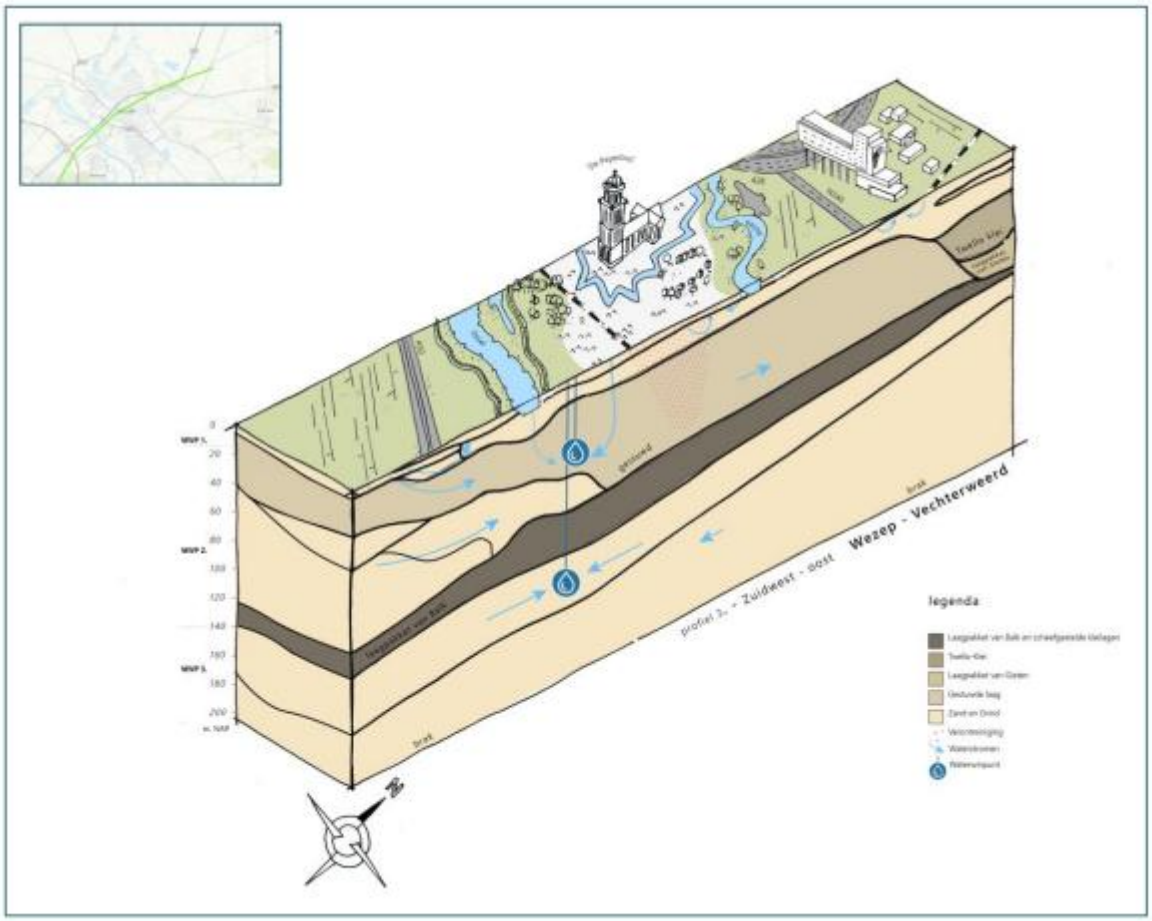
Figuur 8. Doorsnede profiel 1. (Systeemupdate ondergrond Zwolle, 2019)

Profiel 1 (figuur 8) toont in alle lagen de algemene noordwestelijke stromingsrichting van het grondwater. In het zuidelijk deel van het gebied komen lokale grondwatersystemen voor waarin kwel en wegzijging elkaar op korte afstand afwisselen. Dit duidt op de aanwezigheid van lokale grondwatersystemen die als het ware genest zijn in het regionale systeem. Het landgebruik in dit gebied is voornamelijk agrarisch en randbebouwing van buitenwijken. Dit profiel ligt buiten het centrumgebied waarbinnen de verontreinigingen met name aanwezig zijn.



Figuur 9. Doorsnede profiel 2. (Systeemupdate ondergrond Zwolle, 2019)

Profiel 2 (figuur 9) toont zowel de verplaatsing van de verontreinigingspluim in het centrumgebied als de verplaatsing van de pluim naar de winning Engelse Werk. Ten eerste is de stroming naar de winputten van het Engelse Werk weergegeven. Dit resulteert in een waterscheiding bij de zuidwestelijke rand van de binnenstad. In het gestuwde pakket wordt de stroming in noordwestelijke richting verstoord door de scheef gestelde kleilagen. Aan de oppervlakte is voornamelijk infiltratie aan de orde, alleen ter plaatse van enkele watergangen is er lokaal sprake van kwel zoals in de gracht om de binnenstad. In het uiterste noordwesten van het profiel vindt kwel plaats in kleine watergangen tussen de landbouwpercelen met infiltratie.

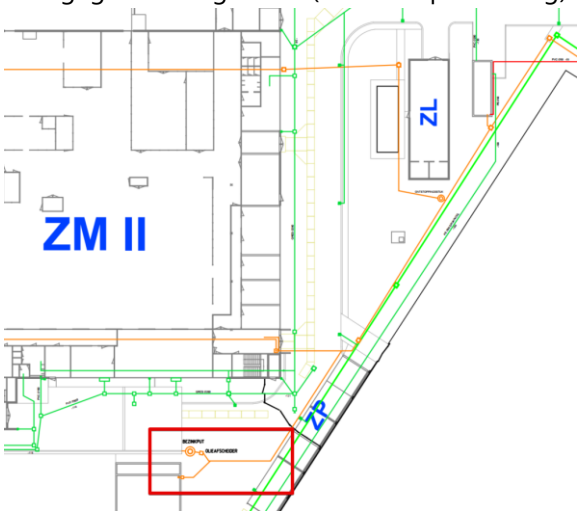


Figuur 10. Doorsnede profiel 3. (Systeemupdate ondergrond Zwolle, 2019)

Profiel 3 (figuur 10) geeft wederom zowel de winningen als de verontreinigingswolk weer. De algemene stroming binnen dit profiel is gering omdat het profiel grotendeels evenwijdig loopt aan de berekende en gemeten isohypsen. De winputten vormen hier uiteraard een uitzondering op. Aan de oppervlakte toont met name de IJssel sterkte infiltratie als gevolg van winning Engelse Werk maar ook de Vecht kent lokaal infiltratie. Rond de A50 aan de zuidwestkant van het profiel is infiltratie vanuit het hoger gelegen Wezep zichtbaar, dit water kwelt op in het lagergelegen landbouwgebied. Het landbouwgebied aan de oostkant ondervindt zowel infiltratie van de landbouwpercelen als kwel naar de tussenliggende waterlopen.

3.1.3 Welke infrastructuur is aanwezig voor waterbeheer in de regio?

Uit bijlage II (Rioolplan) is te herleiden dat het terrein van de Makersfabriek zes aansluitpunten heeft, waarvan drie aansluitpunten op het gemeenteriool aan de Floresstraat zijn gesitueerd. Het gemeentelijk riool betreft een ei-vormige buis met een diameter van Ø600-400 mm. Het gemeentestelsel aan de Floresstraat stroomt vervolgens af richting het pompgemaal dat is gelegen aan de Vos van Heusdenstraat 2. Verder is het terrein voorzien van een OBAS-systeem en word het "schone" water vervolgens getransporteerd middels een persriool (PE Ø90 mm) naar de Vonkelkade. Dit stelsel is weergegeven in figuur 11 (OBAS en persleiding).



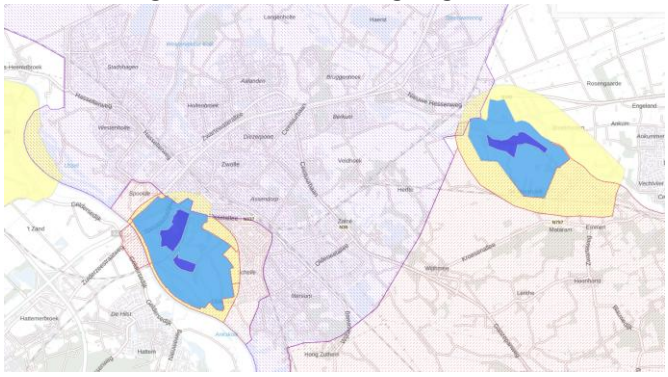
Figuur 11. OBAS en persleiding. (Riolering Site V1.0)

Overige terreineigenschappen uit de klic

Aan de achterzijde van gebouw ZL conform bijlage III (10KV kabels terrein-model) is een 10 kV kabel gesitueerd die zich in een PVC Ø100 mm pijp bevindt. De 10kV kabel ligt in hetzelfde tracé als de aansluitleiding op de OBAS. De gasaansluiting bevindt zich aan de Ceintuurbaan nabij gebouw ZE conform bijlage IV (Gasleiding). Dit betreft een gasleiding Ø200 mm.

Waterwingebieden

In de omgeving van de Makersfabriek liggen twee waterwingebieden. In waterwingebieden pompt het drinkwaterbedrijf water uit de grond. Na zuivering is dat water geschikt als drinkwater. Deze waterwingebieden zijn gelegen in De Marshoek (Vechterweerd) en aan het Spoolderbos (Engelse werk) en zijn in beheer van Vitens. De locatie van deze gebieden zijn weergegeven in figuur 12 (Locatie waterwingebieden). Uit de bron te herleiden dat Zwolle een "WKO verbod restrictie" omvat, dit leidt ertoe dat er geen warmtenet aangelegd dient te worden in dit gebied (Atlasleefomgeving, 2025)



Figuur 12. Locatie waterwingebieden Zwolle. (Atlasleefomgeving, 2025)

3.1.4 Welke organisaties en instanties zijn betrokken bij watermanagement in de regio?

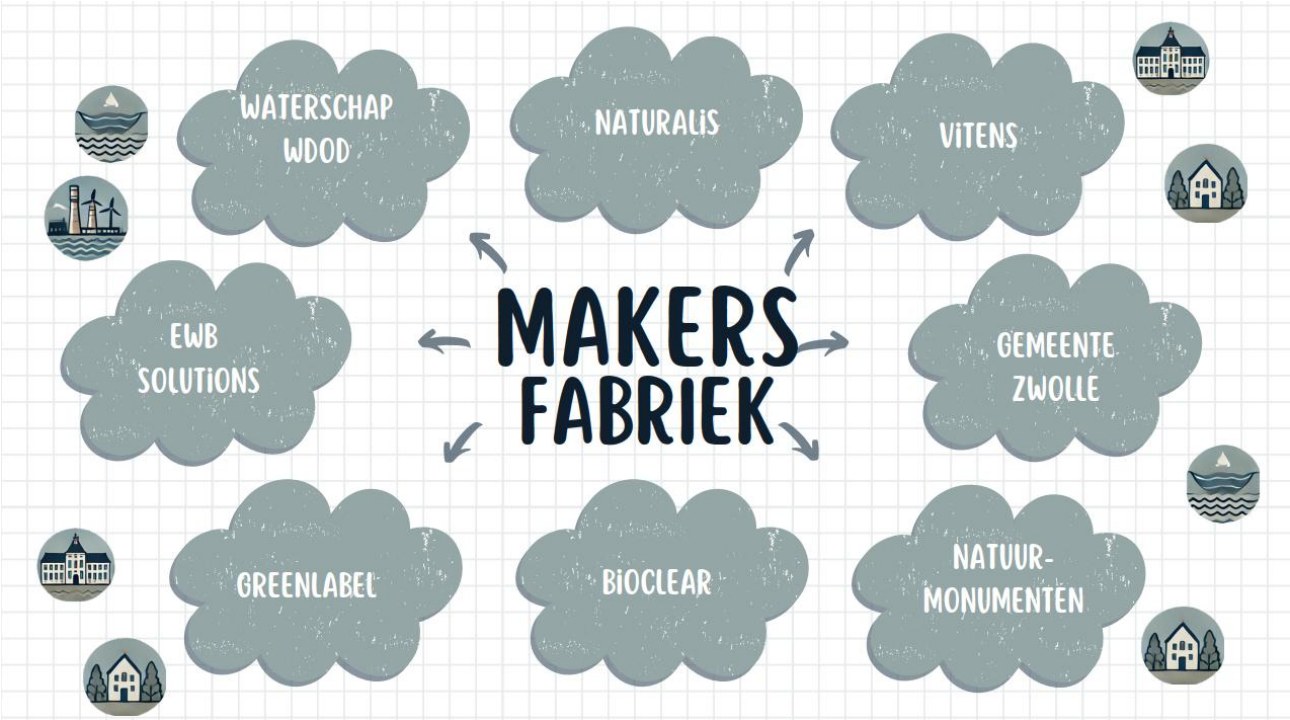
In de regio Zwolle zijn verschillende organisaties en instanties betrokken bij watermanagement. Deze partijen spelen een cruciale rol in het beheer en de bescherming van waterbronnen, het voorkomen van overstromingen, en het bevorderen van duurzame watergebruik.



Figuur 13. Regionale partijen.

Regionale Partijen (Figuur 13)

1. **Waterschap Drents Overijsselse Delta**: Verantwoordelijk voor het waterbeheer in de regio, inclusief dijken, sluizen, en waterkwaliteit.
2. **Gemeente Zwolle**: Beheert stedelijk water en riolering, en werkt aan klimaatadaptatie en duurzame stedelijke ontwikkeling.
3. **Provincie Overijssel**: Ondersteunt regionale waterprojecten en beleid, en werkt samen met andere partijen voor integrale waterbeheeroplossingen.
4. **Landbouworganisatie LTO Noord**: Vertegenwoordigt agrarische belangen en werkt aan waterbeheeroplossingen voor de landbouwsector.
5. **Vitens**: Leverancier van drinkwater, verantwoordelijk voor de kwaliteit en beschikbaarheid van water.
6. **Bewoners en Lokale Initiatieven**: Betrokken bij lokale waterbeheerprojecten en initiatieven om wateroverlast te verminderen en duurzaamheid te bevorderen.



Figuur 14. Partijen Makersfabriek.

Partijen Interessant voor de Makersfabriek (Figuur 14)

1. **Waterschap Drents Overijsselse Delta**: Zie hierboven.
2. **Naturalis**: Onderzoeksinstituut dat zich richt op biodiversiteit en natuurbeheer, inclusief watergerelateerde projecten.
3. **Vitens**: Zie hierboven.
4. **Gemeente Zwolle**: Zie hierboven.
5. **Natuurmonumenten**: Organisatie die zich inzet voor natuurbehoud en -beheer, inclusief watergerelateerde natuurprojecten.
6. **Bioclear**: Adviesbureau dat zich richt op duurzame oplossingen voor waterbeheer en milieuvraagstukken.
7. **Greenlabel**: Organisatie die duurzame certificeringen en advies biedt voor groene en waterrobuuste projecten.
8. **EWB Solutions**: Bedrijf dat innovatieve oplossingen biedt voor waterbeheer en klimaatadaptatie.

Deze partijen werken samen om effectieve en duurzame waterbeheerstrategieën te ontwikkelen en te implementeren in de regio Zwolle.

3.2 WELKE OPLOSSINGEN EN INNOVATIES OP HET GEBIED VAN WATERMANAGEMENT ZIJN ER BESCHIKBAAR?

Deze deelvraag richt zich op mogelijke innovaties en oplossingen op het gebied van watermanagement voor de Makersfabriek en de omgeving. In dit hoofdstuk worden sub deelvragen beantwoord waardoor uiteindelijk deelvraag 2 ook beantwoord kan worden.

3.2.1 Welke categorieën afvalwater zijn er voor waterhergebruik?

Er zijn drie hoofdcategorieën afvalwater die kunnen worden hergebruikt binnen duurzame watermanagement systemen: grijswater, zwartwater en hemelwater. Elk van deze categorieën heeft specifieke zuiveringsmethoden.

Grijs water
Grijswater is licht verontreinigd afvalwater afkomstig van huishoudelijke handelingen zoals douchen, baden, wassen van kleding, en het gebruik van wastafels. Grijswater kan worden gezuiverd door verschillende systemen zoals recirculatiedouches, Moving Bed BioReactors (MBBR), en Membraan BioReactors (MBR). Deze systemen variëren in complexiteit en zuiveringsmethoden, zoals UV-desinfectie en ultrafiltratie (Witteveen+Bos, 2023). Na zuivering kan grijswater worden hergebruikt voor laagwaardige toepassingen zoals toiletspoeling, wasmachinegebruik, tuinirrigatie, en autowassen.

Hemelwater
Hemelwater is water afkomstig van atmosferische neerslag, zoals regenwater dat van daken stroomt. Hemelwater kan worden opgevangen en gefilterd door systemen zoals regentonnen, zwaartekrachtsystemen, en pompsystemen. Extra zuiveringsstappen kunnen nodig zijn, zoals microfiltratie en actieve koolfilters. Hemelwater kan worden gebruikt voor laagwaardige toepassingen zoals toiletspoeling, wasmachinegebruik, tuinirrigatie, en autowassen (Witteveen+Bos, 2023).

Zwartwater
Zwartwater is sterk verontreinigd afvalwater afkomstig van toiletten en keukenafval. Het bevat fecale materie en andere organische verontreinigingen. Zwartwater vereist intensieve zuiveringsmethoden zoals anaerobe en aerobe biologische behandeling, gevolgd door desinfectie. Na uitgebreide zuivering kan zwartwater worden hergebruikt voor toepassingen zoals biogasproductie en compostering, maar het is minder geschikt voor directe hergebruiktoepassingen in huishoudens (Witteveen+Bos, 2023).

Tabel 2. Overzicht afvalwater.

Type afvalwater	Bron	Zuiveringsmethode	Toepassing
Grijs water	Licht verontreinigd afvalwater afkomstig van douchen, baden, wassen van kleding, en het gebruik van wastafels.	Recirculatiedouche: microfilter en UV-desinfectie MBBR: sedimentatie, flotatie, aerobe, bioreactor, en UV-desinfectie MBR: Aerobe bioreactor en ultrafiltratie.	Na zuivering kan grijswater worden hergebruikt voor toiletspoeling, wasmachinegebruik, tuinirrigatie, en autowassen.
Zwart water	Sterk verontreinigd afvalwater afkomstig van toiletten en keukenafval.	Anaerobe en aerobe biologische behandeling, gevolgd door desinfectie.	Na uitgebreide zuivering kan zwartwater worden hergebruikt voor biogasproductie en compostering.
Hemel water	Water afkomstig van atmosferische neerslag, zoals regenwater dat van daken stroomt.	Regentonnen, Zwaartekrachtsystemen, Pompsystemen	Na zuivering kan hemelwater worden gebruikt voor toiletspoeling, wasmachinegebruik, tuinirrigatie, en autowassen.

Als hemelwater en grijswater voldoende gezuiverd en gedesinfecteerd wordt, kan het vallen onder hygiënisch water. Toepassingen van hygiënisch water zijn douchen, whirlpools en zwembaden (ENVAQUA, 2022). Wanneer zowel huishoudwater als hygiënisch water kan worden ingezet, dan kan in principe meer dan 85% van het drinkwaterverbruik bespaard worden.

3.2.2 Welke technologieën worden momenteel al toegepast voor watermanagement?

Er zijn op de huidige markt al veel beschikbare technologieën en methoden voor het toepassen van duurzame watermanagement op het terrein van de Makersfabriek. Bij deze deelvraag worden de beschikbare technologieën onderzocht en behandeld die geschikt zijn voor het duurzame watermanagement doel van de Makersfabriek voor haar terrein.

PARKEERRUIMTE

Een belangrijk onderdeel voor het watermanagement systeem op het terrein van de Makersfabriek is het onderwerp parkeren. Hierbij is naar een oplossing gekeken om het parkeren op het terrein naar één centrale locatie te halen, een voorbeeld hiervan is het aanleggen van een parkeergarage. Hier ligt een grote kans om extra ruimte voor het watermanagement te creëren op het terrein. Het aanbrengen van een parkeergarage biedt extra ruimte op het terrein voor het aanleggen van (grotere) wadi's en groenvakken en watertanks voor het opslaan van water.

In figuur 15 is schetsmatig een parkeergarage uitwerkt aan de westkant van het terrein (nabij de Lombokstraat). Deze parkeervakken zijn conform de normen van het CROW uitgewerkt en biedt ruimte voor 134 parkeerplaatsen per verdieping. Het gehele terrein van de Makersfabriek biedt momenteel 246

parkeerplaatsen. Dit zou betekenen dat een parkeergarage met de afmetingen conform het schetsontwerp in figuur 15 (65,0m x 48,6m) 2 verdiepingen nodig zou hebben om alle parkeervakken op het terrein te vervangen.



Figuur 15. Schetsontwerp parkeergarage de Makersfabriek.

Bij de aanleg van een parkeergarage op het terrein biedt dit ook weer kansen voor het opwekken van energie door middel van het aanleggen van zonnepanelen op het dak van de parkeergarage, zie voor voorbeeld figuur 16. Omdat de Makersfabriek het voornemen heeft om het terrein een groenachtige uitstraling te geven ligt hiervoor een kans om de parkeergarage ook met groene elementen aan te brengen. In figuur 17 is een voorbeeld van een groene parkeergarage die al gebouwd zijn.



Figuur 16. Voorbeeld zonnepanelen op dak.



Figuur 17. Voorbeeld groene parkeerplaats.

WATER OPSLAG:

Bij een renovatie op het terrein waarbij duurzaam watermanagement een grote rol speelt liggen er kansen voor het aanleggen voor wateropslag en water buffering voor het hergebruiken van water. Het effectief beheren van hemelwater is essentieel om overstromingen te voorkomen, de waterkwaliteit te verbeteren en de watervoorziening te verduurzamen.

Infiltratiekratten

Een infiltratiekrat is een ondergrondse holte ontworpen voor het opvangen van water, dat vervolgens geleidelijk in de bodem kan worden opgenomen. Infiltratiekratten worden over het algemeen gemaakt

van volledig gerecycled kunststof. Om verontreinigingen te voorkomen, wordt er een geotextieldoek rondom de kratten geplaatst, waardoor het dichtslibben van de kratten wordt voorkomen. Infiltratiekratten zijn zo ontwerpen dat ze makkelijk gereinigd en in elkaar gezet kunnen worden wat beheer, onderhoud en de realisatie van deze kratten zeer gemakkelijk maakt. De kratten zelf zijn ligt genoeg om met de hand gemonteerd te worden dus bij het monteren hoeven geen machines gebruikt te worden. Infiltratiekratten is de waterbergingsoptie die het meest wordt toegepast in Nederland. Elke krat heeft een capaciteit van 250 tot 360 liter water. Infiltratiekratten moeten ongeveer 25 tot 50 cm dek hebben. De kratten zelf zijn meestal zo'n 40 cm hoog.

Diepte-infiltratie

Diepte-infiltratie is een natuurlijk proces waarbij water van het aardoppervlak langzaam door de bodemlagen sijpelt en uiteindelijk de grondwaterlagen bereikt. Dit proces begint wanneer regenwater of water van irrigatie de bodem binnendringt. Het water beweegt zich vervolgens door de verschillende lagen van de bodem, waarbij het door poriën en spleten stroomt. Dit proces van waterbeweging door de bodem wordt percolatie genoemd. Tijdens de percolatie wordt het water gefilterd door de bodem, waarbij onzuiverheden en verontreinigingen worden verwijderd. Dit is een belangrijk aspect van diepte-infiltratie, omdat het bijdraagt aan de zuivering van het water voordat het de grondwaterlagen bereikt. Uiteindelijk komt het water terecht in de grondwaterlagen, waar het wordt opgeslagen en kan bijdragen aan de aanvulling van grondwaterreserves. (EWB maakt van regenwater weer een lust in plaats van een last, 2025)

Paladex systemen

Het Paladex systeem is met name geschikt voor waterbuffering. Dit biedt kansen op het terrein van de Makersfabriek voor het opslaan en bufferen van water. De buizen voor dit systeem zijn standaard voorzien van mof en spie en zijn leverbaar in verschillende lengten en diameters van 300mm tot en met 1600mm inwendig. Hierdoor is het mogelijk snel veel volume aan te leggen voor het opslaan van water. De unieke productietechnologie van medium- en grote diameter buizen zorgt ervoor dat de buizen hoge mechanische kracht (SN16) hebben en laag zijn in gewicht. Dat maakt het transport en de installatie een stuk gemakkelijker. Een ander groot voordeel van het Paladex buffer systeem is dat het makkelijk te inspecteren is. (Paladex buffertanks, 2025)

Rockflow

Met ondergrondse Rockflow-waterbergings- en infiltratiesystemen kan tijdens hevige regenval snel hemelwater opvangen worden. De compacte vezelstructuur van steenwol fungeert als een filter voor het afstromende water, wat resulteert in een schonere kwaliteit van zowel grond- als oppervlaktewater. Het teruggeven van opgevangen water aan de bodem via infiltratie draagt bij aan het behoud van de natuurlijke watercyclus in stedelijke gebieden. Rockflow kan aangelegd worden onder wegen, parkeerplaatsen en kan al aangelegd worden met een minimale dekking van 40 cm. Rockflow-steenwol heeft een hoge draagkracht en kan met de correcte constructie hoge lasten dragen, tot wel 20 ton aslast. Daarmee is Rockflow uitermate geschikt voor toepassing als ondergrondse infiltratiebuffer.
Het systeem van Rockflow zorgt ervoor dat het opgevangen water binnen 24 uur in de grond is geïnfiltreerd en het pakket zal na die tijd weer gereed zijn voor de volgende bui. Rockflow bestaat tot 95% uit holle ruimte, hierdoor zal het een hele grote hoeveelheid water kunnen bergen. Het systeem van Rockflow kan makkelijk worden gereinigd en blijft gedurende een levensduur van 50 jaar goed functioneren (Waarom Rockflow?, 2025).

Aquaflow
Aquaflow is een mengel van natuurlijke steenslag met een sortering van 8/32. Aquaflow is grondig onderzocht op wetenschappelijke basis en op grote schaal toegepast en getest in praktijksituaties, zelfs onder belasting van zwaar verkeer. De TU Delft heeft Aquaflow onder de loep genomen en geconcludeerd dat een fundering met water in de holle ruimtes net zo goed kan presteren, met dezelfde stijfheid, als een traditioneel wegontwerp met een fundering van menggranulaat. Dit is echter onder voorwaarde dat de waterbergende fundering aan een aantal essentiële criteria voldoet. Er is gebleken uit tests van TU Delft dat goed aangelegde Aquaflow fundering, 1200 – 1400 MPa bedraagt, gelijkwaardig aan normale menggranulaat (Aquaflow BV, 2025). Echter heeft Aquaflow een holle ruimte van wel 40% en normale menggranulaat 16/32 slechts 13 – 20%.
In wegfunderingen met menggranulaat (0-40mm) worden de "holle ruimtes" opgevuld met fijne deeltjes, waardoor het risico op afschuiven minimaal is. Er is een sterke cohesie (samendrukking) tussen de menggranulaatdeeltjes onderling. Bij waterbergende wegen ontbreken deze fijne deeltjes en is er weinig tot geen cohesie. Aquaflow heeft dit probleem kleiner gemaakt door een grote hoek van inwendige wrijving te creëren. Bij Aquaflow is deze hoek > 55˚, bij zware belastingen oplopend naar 60˚.

Buffer blocks
Bufferblock biedt een oplossing voor de afvoer en buffering van regenwater in stedelijke gebieden. De functionaliteit van een Bufferblock lijkt op die van infiltratiekratten, maar dankzij een hogere sterkte vereist het een veel dunner bovenoppervlak. Een bufferblock heeft een afmeting van 45 x 60 x 16 cm (h x b x d). De Bufferblock heeft een openruimte van 60% wat ervoor zorgt dat het een wateropslagcapaciteit van 266 tot 532 liter per vierkante meter heeft. Bufferblock is wel een stuk zwaarder dan een infiltratiekrat met een gewicht per blok van 44,3 kg. Regenwater stroomt door waterdoorlatende bestrating of via straatkolken naar de holle ruimtes van de Bufferblocks, waar het vervolgens infiltreert in de bodem of wordt afgevoerd. Door de robuuste bouw van de Bufferblocks kan het extreem zware verkeersbelastingen aan. Ze zijn gemakkelijk te inspecteren en te reinigen met standaard rioolinspectie- en reinigingsapparatuur (Bufferblocks, 2025).

Rain shell
De Rain Shell© is opgebouwd uit twee basismaterialen:
- AA Ecoschelpenmix
- AA Minerals.

De materialen worden toegepast in ondergrondse voorzieningen, waarin afstromend regenwater zowel wordt gezuiverd als geborgen. Het systeem wordt gevoed via een aanvoer verdeeldrain die zorgt voor een snelle verspreiding van regenwater in het ondergrondse systeem. Deze aanvoerdrain ligt in de AA Ecoschelpenmix, met een bergend vermogen van 70% en een k-waarde van 1300m/d, waardoor piekbuien enorm snel kunnen worden opgevangen en indien gewenst vanuit de berging in de Rain Shell© weer hergebruikt kan worden.

Het systeem biedt niet alleen een effectieve infiltratiefunctie, maar heeft ook een belangrijke zuiverende werking. Wanneer regenwater door het systeem stroomt, passeert het de AA minerals. Deze mineralen verwijderen opgeloste verontreinigingen zoals zware metalen, minerale oliën en polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK's) volgens de richtlijnen van het infiltratiebesluit bodembescherming.

Fijne organische deeltjes en microbiologische verontreinigingen die door de wand van de aanvoer verdeeldrain dringen, worden in het systeem afgebroken. Dit komt doordat de Rain Shell fungeert als

een bioreactor waarin aerobe en anaerobe omstandigheden elkaar afwisselen, wat de afbraak van deze verontreinigingen bevordert.

Hele fijne anorganische deeltjes veroorzaken geen dichtslibbing, omdat de miljarden schelpjes in het systeem een enorm contactoppervlak bieden. Hierdoor blijft het systeem efficiënt werken zonder verstoppingen. Zand of slib dat een bezinkput of zandvang passeert, verzamelt zich in de aanvoer verdeeldrain. Deze drain kan eenvoudig worden geïnspecteerd en gereinigd met gangbare rioolreinigingstechnieken, wat het onderhoud vergemakkelijkt. De AA Ecoschelpenmix zorgt voor een gelijkmatige verdeling van het water door het hele systeem, waardoor kortsluitstromen worden voorkomen. Dit zorgt voor een efficiënte en duurzame werking van het infiltratiesysteem (EWB maakt van regenwater weer een lust in plaats van een last, 2025).

SYSTEMEN VOOR HERGEBRUIK VAN WATER

Om het opgeslagen water op het terrein van de Makersfabriek te hergebruiken dienen er systemen onderzocht te worden die kansen bieden om het opgeslagen water duurzaam her te gebruiken voor de Makersfabriek.

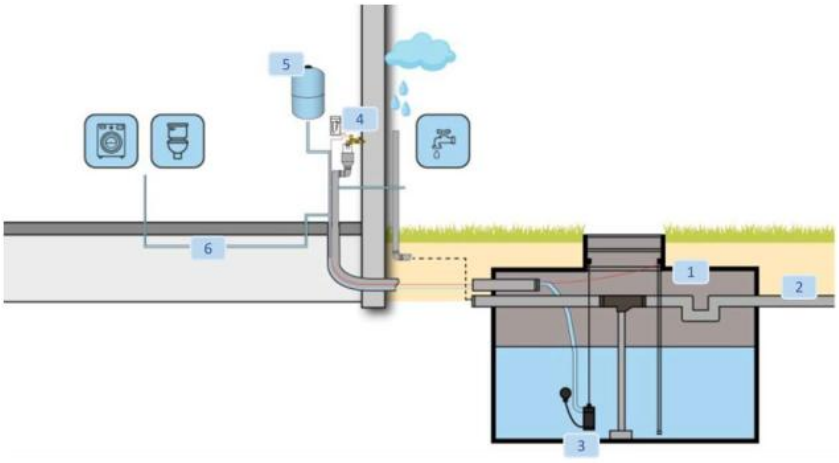
Hemelwatersysteem/pompsysteem

Bij een pompsysteem is de hemelwaterput ingegraven in de grond of opgesteld in een kelder of berging. Het water wordt voor gebruik onder druk gebracht met een pomp. Ondergrondse opslag heeft als voordeel dat het koel en donker is en er meer vrijheid is om de buffer te plaatsen.

Het principe van het hemelwatersysteem is weergegeven in figuur 18. Er zijn ook varianten beschikbaar met bijvoorbeeld een pompsysteem in het gebouw in plaats van de tank, met drinkwater-suppletie via ingebouwde breaktank of met een opslagzak voor hemelwater in de kruipruimte onder de woningen. Het hemelwater op het dak wordt opgevangen en wordt vervolgens gefilterd. Meestal worden horizontale (inline)filters gebruikt voor het afvangen van grofvuil zoals bladeren. Het filter heeft een afvoer van het gefilterde water en een afvoer van het vuil en restwater naar het riool, oppervlaktewater of infiltratievoorziening (ISSO-publicatie 70.1 Omgaan met hemelwater binnen de perceelgrens, 2011) .Het is belangrijk de filters regelmatig (maandelijks) te inspecteren op vervuiling en wanneer nodig onderhoud uit te voeren.

Het gefilterde hemelwater stroomt vervolgens naar een opslagtank. De hemelwaterput moet koel en donker zijn en hij mag bij een hoge grondwaterstand niet opdrijven. Een hemelwaterput moet jaarlijks gereinigd worden als er vervuiling in het opgepompte water zit (NEN-EN 16941-1, 2018). Ook is een overloop ingebouwd waardoor het teveel aan hemelwater uit de tank kan stromen. Als een gebruikstoestel water vraagt, wordt via een hydrofoorpomp en drukleiding het hemelwater opgepompt en via leidingen in het huis verdeeld. Ieder aftappunt dat gevoed wordt met hemelwater moet verplicht worden voorzien van een pictogram ‘Niet drinkbaar’ (NEN-EN 16941-1, 2018).

Om tijdens langdurige droogte toch water te kunnen leveren, heeft het hemelwatersysteem een suppletievoorziening van drinkwater. Om besmetting van drinkwater met hemelwater te voorkomen moet het hemelwatersysteem goed gescheiden zijn van het drinkwaternet. Een atmosferische onderbreking conform EN1717 is vereist. Ook wordt aangeraden verschillende soorten leidingen te gebruiken om het onderscheid met het drinkwatersysteem duidelijk te maken (Witteveen+Bos, 2023).

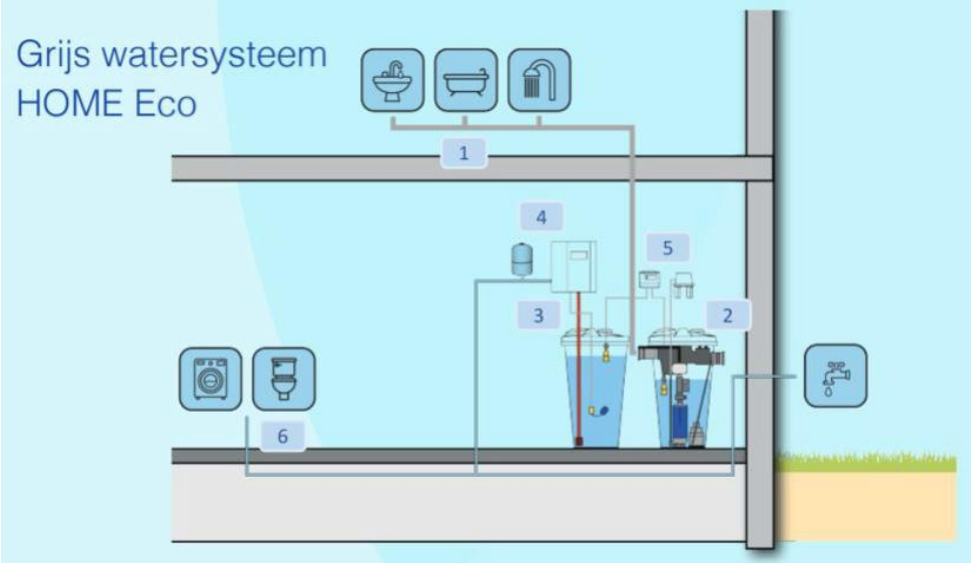


Figuur 18. Hemelwatersysteem in woning of bedrijfspand (Witteveen+Bos, 2023).

1. Hemelwatertank voorzien van ingebouwd filter, opzetstuk en deksel
2. Afvoer van overtollig hemelwater
3. Onderwaterpomp en drukleiding
4. Niveaumeting met suppletie-unit voor drinkwater
5. Expansievat

Membraam BioReactor (MBR)
Een Membraan Bioreactor (MBR) is een geavanceerd afvalwaterzuiveringssysteem dat biologische behandeling combineert met membraanfiltratie. Dit systeem is compact en levert hoogwaardig gezuiverd water, ideaal voor hergebruik. Voor bedrijventerreinen biedt een MBR-flexibiliteit in het behandelen van diverse soorten afvalwater, wat resulteert in efficiënte zuivering en ruimtebesparing. Hoewel de initiële kosten en onderhoud hoger kunnen zijn, wegen de voordelen van verbeterde waterkwaliteit en hergebruikopties vaak op tegen de nadelen. Een grondige evaluatie van de specifieke afvalwaterkenmerken en kosten is essentieel om te bepalen of een MBR de beste keuze is voor een bedrijventerrein. Het gezuiverde water dat vrijkomt uit een membraan bioreactor (MBR) kan voor verschillende doeleinden worden gebruikt, afhankelijk van de kwaliteit van het effluent en de specifieke behoeften van de toepassing (Witteveen+Bos, 2023).

Het principe van het Membraan Bioreactor is weergegeven in figuur 19.



Figuur 19. Membraam BioReactor (MBR) (Witteveen+Bos, 2023)

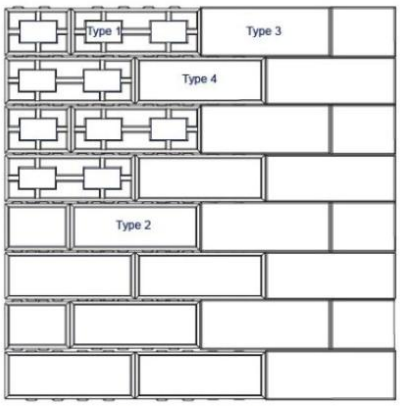
1. Een leidingsysteem voor de opvang van grijswater
2. Zuiveringssysteem, bijvoorbeeld bioreactorvat
3. Opslagtank
4. Pomp unit met drinkwatersuppletie en expansievat
5. Regelsysteem.

DUURZAME VERHARDINGS MATERIALEN

Wanneer het terrein van de Makersfabriek opnieuw ingericht gaat worden om het terrein toekomstbestendig te maken waarbij watermanagement een grote rol speelt. Liggen er ook kansen om het terrein in te richten met duurzame verhardingsmaterialen die ook direct weer invloed kunnen hebben op het watermanagement systeem van de Makersfabriek. Denk hierbij aan onderwerpen zoals hittestress verminderen, hemelwater bergen en infiltreren.

NCB Klinker

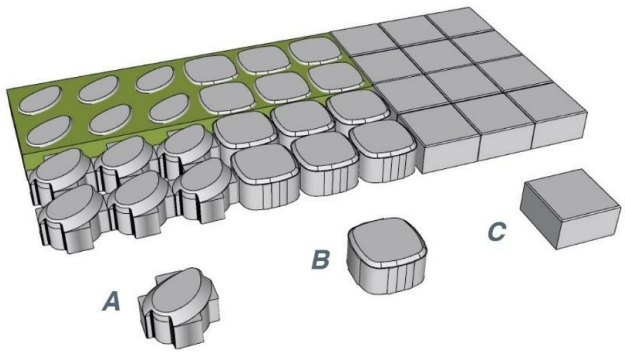
NCB-steen, ook wel bekend als NCB-klinker in de volksmond, zijn waterpasserende betonstenen met een open ruimte van maar liefst 42%. Dit bevordert grasgroei en infiltratie van (hemel)water. Perfect voor het bestraten van parkeerterreinen, opritten en groene looppaden. De NCB-steen is ook verkrijgbaar in een complementaire gesloten variant voor een mooi straatbeeld (MBI, 2025). Deze steen is geschikt voor rijbanen en parkeervakken die tegen genormaliseerde verkeersbelastingen kan.



Figuur 20. Voorbeeld NCB steen (MBI, 2025).

Gradiënt stenen

Gradiënt biedt oplossing voor het vergroening en infiltreren van hemelwater in stedelijk gebied. Randen verzachten van grijs naar groen, waardoor de natuur meer ruimte krijgt in de stad. Er zijn verschillende type stenen van Gradiënt stenen, zie hiervoor figuur 21 waarbij type A, B en C zijn weergegeven: 16,6x16,6x8 cm. Met Gradiënt stenen kun je een groene uitstraling creëren op het terrein van de Makersfabriek en met deze steen bevorder je het infiltreren van hemelwater wat direct in de grond kan worden opgenomen. Deze steen kan worden gebruikt voor rijbanen maar is niet geschikt voor zware belasting. De steen wordt voornamelijk gebruikt voor parkeervakken en onderhoudsroutes en is daarom interessant voor de Makersfabriek (Vd Bosch Beton, 2025).



Figuur 21. Voorbeeld Gradiënt stenen (Vd Bosch Beton, 2025).

Hydro Lineo blokken

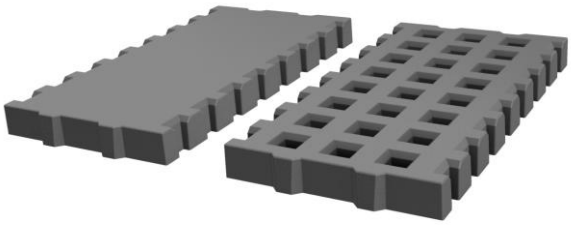
Parkeerplaatsen in het stedelijk gebied zijn ideaal voor vergroening en infiltratie. Groen maakt de openbare ruimte aantrekkelijk voor gebruikers, houdt minder warmte vast en verkoelt door verdamping van water. Bovendien kan bij extreme regenval het water infiltreren in de bodem. Verharding blijft noodzakelijk voor de bereikbaarheid en toegankelijkheid van de openbare ruimtes. Met het toepassen van de Hydro Lineo blok ontstaan groene parkeervakken met een mooie balans tussen groen, blauw en grijs. Net als de NCB-klinker en de Gradiënt steen zijn de Hydro Lineo blokken geschikt voor rijbanen en parkeervakken die tegen genormaliseerde verkeersbelastingen kan en geschikt is voor de Makersfabriek (Struyk verwo infra, 2025).



Figuur 22. Voorbeeld Hydro Lineo blokken (Struyk verwo infra, 2025).

Grasbetonplaat

Deze grasparkeerplaat is speciaal ontwikkeld voor parkeerplaatsen en wordt uitgevoerd met rechte sleuven. Met deze platen creëert u snel een parkeerplaats. De gewapende Grasparkeerplaat GVB-86 is een prefab betonnen verharding met unieke eigenschappen. Het technisch ontwerp van de GVB-86 zorgt ervoor dat zware belasting, een hoge waterinfltratie en maximaal groenbehoud samengaan in één product (Giverbo, 2025).



Figuur 23. Voorbeeld grasbetonplaat (Giverbo, 2025).

Waterdoorlatende bestrating

Waterdoorlatende bestrating is een innovatieve oplossing binnen de openbare ruimte en infrastructuur, waarbij bestrating zodanig is ontworpen dat regenwater direct in de ondergrond kan infiltreren. In tegenstelling tot traditionele bestrating, waarbij water wordt afgevoerd via het riool, zorgt deze techniek ervoor dat het water lokaal wordt opgenomen. Dit gebeurt door gebruik te maken van poreuze stenen, open voegen of een combinatie van beide, in combinatie met een waterdoorlatende onderlaag.



Figuur 24. Voorbeeld waterdoorlatende bestrating (Struyck Verwo Infra, 2025).

De belangrijkste functie van waterdoorlatende bestrating is het voorkomen van wateroverlast. Door regenwater op natuurlijke wijze af te voeren, wordt het rioolstelsel ontlast, wat vooral bij hevige buien van groot belang is. Daarnaast draagt het bij aan de aanvulling van het grondwaterpeil en helpt het mee in de strijd tegen verdroging. Ook kan het bijdragen aan het verminderen van hittestress in stedelijke gebieden, doordat het water in de bodem verdampt en zo verkoeling biedt.

Hoewel waterdoorlatende bestrating veel voordelen biedt op het gebied van duurzaamheid en klimaatadaptatie, heeft het doorgaans een iets kortere levensduur dan traditionele betonstraatstenen. Waar gewone betonstenen gemiddeld 30 tot 40 jaar meegaan, ligt de levensduur van waterdoorlatende varianten meestal tussen de 20 en 30 jaar. Dit komt onder andere door de poreuze structuur, die gevoeliger is voor slijtage en verstopping. Goed onderhoud is daarom essentieel om de werking en levensduur te waarborgen (Struyck Verwo Infra, 2025).

Type steen	Gemiddelde levensduur	Opmerkingen
Gewone betonstraatsteen	30–40 jaar	Zeer slijtvast, weinig onderhoud.
Waterdoorlatende steen	20–30 jaar	Iets kortere levensduur door poreuze structuur en kans op verstopping.

Tabel 3. Overzicht levensduur waterdoorlatende bestrating.

Duurzaam asfalt mengsel

GemGroReflection is een innovatief asfaltmengsel dat door de gemeente Groningen is ontwikkeld met het oog op duurzaamheid, klimaatadaptatie en leefbaarheid. In tegenstelling tot traditioneel zwart asfalt, dat op warme dagen temperaturen van 50 tot 60 graden Celsius kan bereiken, blijft GemGroReflection dankzij de toevoeging van witte stenen tot wel 15 graden koeler. Dit draagt bij aan het verminderen van hittestress in stedelijke gebieden.

Het asfalt wordt geproduceerd bij een lagere temperatuur (circa 130 °C in plaats van 160 °C), wat leidt tot een lagere CO_2-uitstoot en minder gasverbruik tijdens de productie. Bovendien is het mengsel volledig recyclebaar: bij vervanging wordt het oude asfalt gefreesd en opnieuw verwerkt tot nieuw materiaal. Dit maakt het asfalt niet alleen milieuvriendelijker, maar ook economisch aantrekkelijk op de lange termijn.

Een ander belangrijk voordeel is de verhoogde levensduur. Doordat het asfalt minder warm wordt, treedt er minder spoorvorming en slijtage op. Hierdoor gaat GemGroReflection naar verwachting langer mee dan het gebruikelijke gemiddelde van 15 jaar voor standaard asfalt. Ook draagt de lichtere kleur bij aan sociale veiligheid, doordat schaduwen beter zichtbaar zijn en straatverlichting efficiënter wordt weerkaatst. Hierdoor kan de verlichting tot 50% worden gedimd, wat extra energiebesparing oplevert.

De gemeente Groningen stelt het recept van GemGroReflection zonder winstoogmerk beschikbaar aan andere gemeenten. Inmiddels wordt het asfalt ook toegepast in onder andere Biddinghuizen, Scheemda en Midden-Groningen. Dit maakt het asfaltmengsel interessant voor de hoofdrijbaan routes waarbij vrachtverkeer aanwezig is (Gemeente Groningen, 2025).



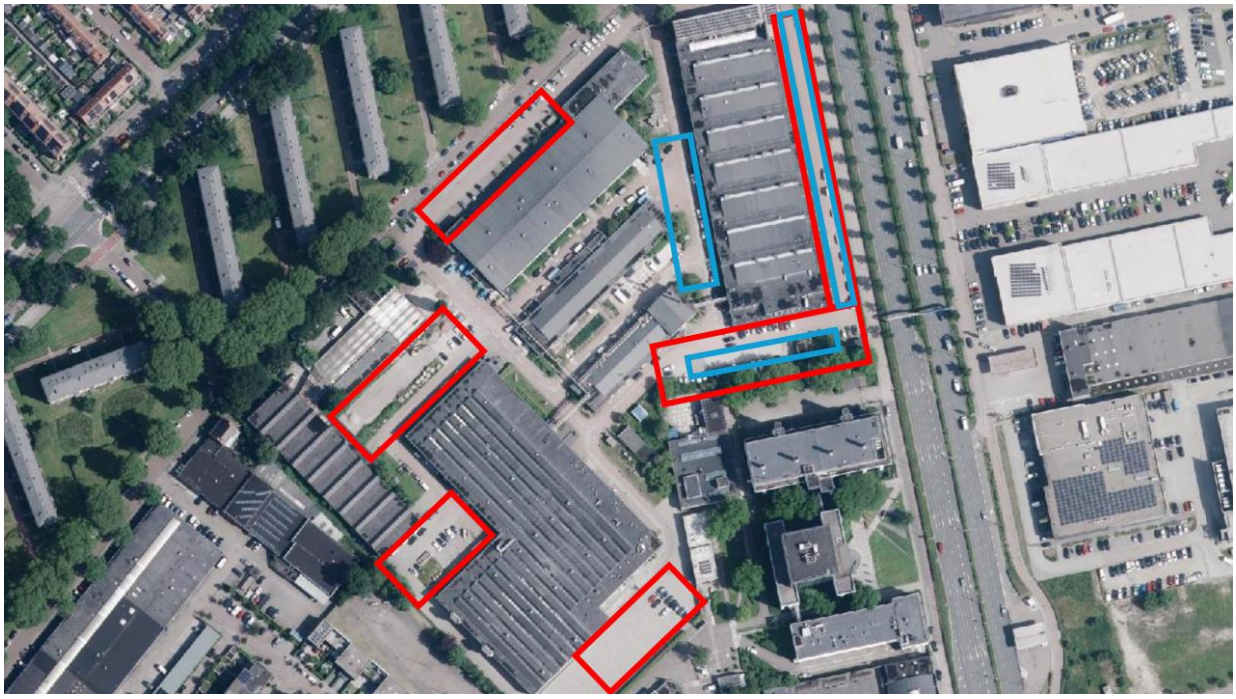
Figuur 25. Voorbeeld GemGroReflection met witte kleur asfalt.

LOCATIE ANALYSE WADI EN ONDERGRONDSE WATERBERGING

Voor het terrein van de Makersfabriek is een ruimtelijke analyse uitgevoerd om geschikte locaties te identificeren voor duurzame waterbeheermaatregelen, deze is te vinden in figuur 26. In deze analyse zijn twee typen voorzieningen onderzocht: ondergrondse waterbergingslocaties (aangeduid in rood) en wadi's (aangeduid in blauw).

De rode markeringen op de kaart geven potentiële locaties aan waar ondergrondse waterberging gerealiseerd kan worden. Deze systemen zijn bedoeld om tijdelijk regenwater op te slaan tijdens piekbuien, waarmee wateroverlast wordt voorkomen en het rioolstelsel wordt ontlast. Ze zijn met name geschikt voor stedelijke omgevingen waar bovengrondse ruimte beperkt is.

De blauwe markeringen duiden op mogelijke locaties voor wadi's: ondiepe, groene greppels die regenwater opvangen en langzaam laten infiltreren in de bodem. Wadi's dragen bij aan het herstel van de natuurlijke waterbalans, verbeteren de biodiversiteit en zorgen voor verkoeling in de omgeving.



Figuur 26. Overzicht mogelijke locaties ondergrondse opslag (rood) & wadi locaties (blauw).

3.2.3 Wat zijn voor- en nadelen van verschillende watermanagement technologieën?

Om een goed onderbouwde keuze te kunnen maken voor de inrichting van het watermanagementsysteem op het terrein van de Makersfabriek, is een voor- en nadelenanalyse uitgevoerd van de technologieën en materialen die momenteel beschikbaar en toepasbaar zijn. In deze analyse zijn onder andere infiltratiesystemen, duurzame verhardingsmaterialen en innovatieve opslag- en zuiveringsoplossingen beoordeeld op aspecten zoals effectiviteit, duurzaamheid, toepasbaarheid en onderhoud.

De resultaten van deze analyse zijn overzichtelijk weergegeven in bijlage V (Voor en nadelen toepassing materialen).

3.2.4 Welke rol speelt overheidsbeleid en regelgeving op het gebied van watermanagement?

Overheidsbeleid en regelgeving spelen een belangrijke rol op het gebied van watermanagement. Hieronder volgt een belangrijk overzicht van overheidsbeleid en regelgeving dit van toepassing is voor het aanbrengen en beheren van watermanagement systemen op het terrein van de Makersfabriek.

Besluit bouwwerken leefomgeving (BBL)
Dit besluit regelt de afvoer van hemelwater naar het riool, maar stelt geen landelijke regels over waterberging. Gemeenten en provincies kunnen echter via omgevingsverordeningen en omgevingsplannen aanvullende regels stellen.

Decentrale regelgeving.
Provincies en gemeenten hebben de mogelijkheid om regels op te nemen in hun omgevingsverordeningen en omgevingsplannen om wateroverlast te voorkomen en waterberging te bevorderen. Dit kan bijvoorbeeld door het verplicht stellen van waterbergingscapaciteit bij nieuwbouw.

Welke regelgeving van toepassing is voor de Makersfabriek is te vinden bij de provincie Overijssel. De gemeente Zwolle stelt geen eisen voor omgevingsverordeningen. De omgevingsverordening van de provincie Overijssel geeft antwoord op de regelgeving op het gebied van watermanagement. Hierin staat vermeld:

- In waterwingebieden zijn alle activiteiten verboden die niet direct verband houden met de waterwinning. Dit betekent dat milieubelastende activiteiten, zoals het gebruik van schadelijke stoffen, beperkt zijn om de kwaliteit van het grondwater te beschermen (Provincie Overijssel, 2024).
- In grondwaterbeschermingszones gelden regels om de kwaliteit van het grondwater te waarborgen. Dit omvat het verbod op bepaalde milieubelastende activiteiten en de noodzaak om maatregelen te nemen om schadekosten te voorkomen (Provincie Overijssel, 2024).
- Voor bedrijfslocaties in waterwingebieden en grondwaterbeschermingszones zijn er specifieke instructieregels die milieubelastende activiteiten reguleren. Dit omvat onder andere het verbod op het gebruik en opslag van schadelijke stoffen en de noodzaak om maatregelen te nemen om de waterkwaliteit te beschermen (Provincie Overijssel, 2024).

Deze regels zijn bedoeld om de waterkwaliteit en veiligheid van het watersysteem te waarborgen, wat relevant is voor het aanbrengen van waterberging systemen op de Makersfabriek.

3.3 WELKE OPLOSSINGEN ZIJN VEELBELOVEND MAAR NOG NIET MARKTRIJP, EN HOE KUNNEN DEZE VERDER ONTWIKKELD WORDEN?

Bij deze deelvraag worden mogelijke oplossingen behandeld die veelbelovend zijn in de toekomst voor de Makersfabriek maar nog niet marktrijp zijn. In dit hoofdstuk worden sub deelvragen beantwoord waardoor uiteindelijk deelvraag 3 ook beantwoord kan worden. Binnen het onderzoek naar watermanagement op het terrein van de Makersfabriek zijn diverse technologieën en systemen geïdentificeerd die al worden toegepast. Tegelijkertijd zijn er ook oplossingen die veel potentie bieden, maar momenteel nog niet op grote schaal of volledig op de markt toepasbaar zijn. Twee van deze veelbelovende richtingen zijn: Wateropvang en distributie naar omliggende wijken of bedrijven & Helofytenfilter als natuurlijke zuiveringsmethoden.

3.3.1 Wateropvang en distributie naar omliggende wijken en bedrijven.

Een toekomstgerichte toepassing van de gevonden waterbergingssystemen (zoals infiltratiekratten, Rockflow, Paladex en Rain Shell) is het lokaal opvangen van hemelwater en dit vervolgens hergebruiken buiten het terrein van de Makersfabriek. Denk hierbij aan het leveren van gezuiverd regenwater aan nabijgelegen bedrijven of woonwijken voor laagwaardige toepassingen zoals:

- Toiletspoeling
- Groenvoorziening
- Industriële processen

Om dit te realiseren zijn er nog de benodigde stappen en onderzoeken te zetten.

- **Opschaling van opslagcapaciteit**: uitbreiding van bestaande systemen om grotere volumes water te kunnen bergen.
- **Zuiveringstechnologie**: integratie van systemen zoals Membraan BioReactors (MBR) of Rain Shell voor waterkwaliteit die voldoet aan hergebruiknormen.
- **Distributienetwerk**: aanleg van een lokaal leidingnetwerk of bufferpunten voor transport naar afnemers.
- **Samenwerking met stakeholders**: afstemming met gemeente, waterschap en potentiële gebruikers over regelgeving, eigenaarschap en financiering.
- **Monitoring en beheer**: implementatie van slimme sensoren en beheersystemen om kwaliteit en beschikbaarheid van water te garanderen.

3.3.2 Opslaan van water in buffer en hergebruik op het terrein.

De Makersfabriek heeft de ambitie uitgesproken om zoveel mogelijk water wat op haar terrein valt te hergebruiken. Om deze reden is de mogelijkheid onderzocht wat er nog nodig is om dit te kunnen realiseren.
Onder een aantal gebouwen bevinden zich grote kelders, deze kunnen ideaal functioneren als grote opslagtanks. Om deze mogelijkheid te kunnen benutten dienen een aantal dingen onderzocht te worden om met deze gegevens een goed advies te kunnen geven:

- Wat is de waterbehoefte per gebouw;
- Hebben de kelders voldoende capaciteit om aan de waterbehoefte te voldoen;
- Kan het huidige systeem gebruikt worden;
- Welke aanpassingen zijn er inpandig nodig indien het systeem toepasbaar is.

Met de uitkomsten van onderstaande vragen kan beoordeeld worden of deze mogelijkheid

3.3.3 Helofytenfilter als natuurlijke zuiveringsmethode.

Op het terrein van de Makersfabriek is momenteel een testopstelling van een helofytenfilter in gebruik. Dit systeem maakt gebruik van planten (zoals riet) om verontreinigd grondwater op natuurlijke wijze te zuiveren. Hoewel de werking op kleine schaal veelbelovend is, is de impact op dit moment nog beperkt. Om het helofytenfilter verder te ontwikkelen tot een marktrijpe oplossing zijn de volgende stappen nodig:

- **Opschaling van het systeem**: uitbreiding van het filteroppervlak om grotere volumes grondwater te kunnen behandelen.
- **Monitoring van effectiviteit**: langdurige metingen van waterkwaliteit voor en na zuivering om de prestaties te valideren.

- **Onderzoek naar plantensoorten**: selectie van optimale vegetatie voor specifieke verontreinigingen (zoals VOCI's).
- **Integratie met andere systemen**: koppeling aan bestaande infiltratie- of opslagvoorzieningen voor een gesloten waterkringloop.
- **Beoordeling van regelgeving**: afstemming met milieuwetgeving en bodembeleid voor toepassing op grotere schaal.

Het helofytenfilter biedt een kans om op natuurlijke wijze bij te dragen aan de sanering van het verontreinigde grondwater op het terrein, en kan op termijn ook elders worden ingezet als duurzame zuiveringsoplossing.

3.4 HOE KUNNEN DE GEÏDENTIFICEERDE OPLOSSINGEN EFFECTIEF GEÏMPLEMENTEERD WORDEN OP DE MAKERSFABRIEK?

Deze deelvraag richt zicht op implementeren van oplossing voor watermanagement technologieën op de Makersfabriek. Voor het implementatieplan wordt een verdeling gemaakt tussen het opslaan en hergebruik van water voor intern gebruik zoals het door spelen van toiletten en de andere verdeling is het opslaan en hergebruik van water voor bewatering van groenvoorzieningen.

Voor de gekozen systeem is er een Trade-off matrix uitgevoerd die is weergegeven in bijlage VI (Trade off matrix gekozen implementatieplan).

3.4.1 Implementatieplan: Pilotproject Rain Shell op de Makersfabriek

Doel van de implementatie

Het doel van dit implementatieplan is het realiseren van een pilotproject op het terrein van de Makersfabriek waarbij innovatieve watermanagementtechnologie wordt toegepast. Door het aanbrengen van een Rain Shell-pakket onder de parkeerplaatsen wordt regenwater opgevangen, gezuiverd en hergebruikt. Deze pilot dient als eerste stap rich ting een circulair watersysteem op het terrein, met het oog op toekomstige uitbreiding naar omliggende bedrijven en voorzieningen.

Technische inrichting van de pilot

LOCATIEKEUZE

De pilot wordt uitgevoerd onder een geselecteerd deel aan de oostzijde van de Makersfabriek. Zie figuur 27. De locatie is gekozen vanwege:

- De beschikbare ruimte voor ondergrondse voorzieningen;
- De nabijheid van gebouwen waar hergebruik van water (zoals toiletspeling) direct toepasbaar is;
- De mogelijkheid tot monitoring en uitbreiding.



Figuur 27. Locatie toe te passen Rain Shell-pakket

RAIN SHELL-SYSTEEM

Het Rain Shell-systeem bestaat uit een ondergrondse voorziening opgebouwd uit:

- **Ecoschelpenmix:** voor een snelle verspreiding en buffering van regenwater (het heeft een bergend vermogen van circa 70%);
- **Minerals:** voor natuurlijke zuivering van verontreinigingen zoals zware metalen, PAK's en oliën;
- **Aanvoer verdeeldrain:** voor gelijkmatige verdeling van het water in het systeem.

Het systeem fungeert als een 'Bioreactor', waarin aerobe en anaerobe omstandigheden elkaar afwisselen. Hierdoor worden zowel organische als anorganische verontreinigingen effectief afgebroken.

WATERHERGEBRUIK

Het gezuiverde water wordt opgeslagen in een buffer en via een pompsysteem onder druk gebracht voor hergebruik. In de pilot wordt het water ingezet voor:

- Toiletspoeling in nabijgelegen gebouwen;
- *Optioneel: irrigatie van groenvoorzieningen op het terrein, kostentechnische dure toepassing.*

In een latere fase kan het systeem worden uitgebreid met een distributienetwerk naar omliggende bedrijven voorlaagwaardige toepassing zoals:

- Industriële processen;
- Schoonmaak;
- Wasstraat;
- Groenonderhoud.

Fasen van implementatie

Zie in tabel 4 de fase die kan worden gebruikt voor het implementeren van een Rain Shell-systeem. In de tabel is fase 5 een optionele fase die gelicht kan worden indien de ervaring dusdanig positief zijn.

Fase	Activiteit	Periode
1	Ontwerp & vergunningen	Q3 2025
2	Grondwerk & installatie Rain Shell	Q4 2025
3	Aansluiting op gebouwinstallaties	Q4 2025
4	Monitoring & evaluatie	Q1-Q3 2026
5	Opschaling & samenwerking met derden	Vanaf Q4 2026

Tabel 4. Fase van implementatie

Monitoring en evaluatie

Tijdens de pilot wordt het systeem gemonitord op de volgende aspecten:

- Waterkwaliteit vóór en na zuivering;
- Buffercapaciteit en infiltratiesnelheid (infiltratiesnelheid zal minimaal zijn in verband met storende kleilaag, diepte-infiltratie is een mogelijkheid);
- Gebruiksfrequentie van hergebruikt water;
- Onderhoudsbehoefte systeemstabiliteit.

Samenwerkingen

Voor het uitvoering van de pilot dient er een samenwerking opgezet te worden met de volgende partijen:

- **Bioclear** (technische begeleiding en monitoring;
- **Gemeente Zwolle** (vergunningen en beleidskaders);
- **Waterschap Drents Overijsselse Delta** (advies);
- **Vitens (**afstemming met drinkwaternet);
- **Lokale ondernemers** (potentiële afnemers van gezuiverd water).

Communicatie en participatie

Een succesvolle implementatie van innovatieve watermanagementoplossingen vereist niet alleen technische realisatie, maar ook betrokkenheid van gebruikers, stakeholders en de bredere gemeenschap. Communicatie en participatie spelen hierin een sleutelrol. Door transparant te communiceren over de doelstellingen, voortgang en resultaten van het pilotproject, wordt draagvlak gecreëerd en kunnen waardevolle inzichten vanuit de praktijk worden meegenomen. Bovendien biedt het project kansen voor educatie, kennisdeling en inspiratie, zowel binnen de Makersfabriek als daarbuiten.

3.4.2 Implementatieplan: Pilotproject infiltratiekratten op de Makersfabriek

Doel van de implementatie

Het doel van dit implementatieplan is het realiseren van een pilotproject waarbij infiltratiekratten worden toegepast onder een deel van het terrein van de Makersfabriek. Deze kratten vangen regenwater op, bufferen het tijdelijk en maken het beschikbaar voor hergebruik in de irrigatie van groenvoorzieningen. De pilot draagt bij aan klimaatadaptatie, vermindering van wateroverlast en het versterken van de biodiversiteit op het terrein.

Technische inrichting van de pilot

LOCATIEKEUZE

De pilot wordt uitgevoerd onder een geselecteerd deel aan de westzijde van de Makersfabriek. Zie figuur 28. De locatie is gekozen vanwege:

- Voldoende ruimte is voor ondergrondse plaatsing van infiltratiekratten;
- Nabijheid is van bestande en toekomstige groenvoorzieningen;
- Voldoende ruimte is voor een pompinstallatie.



Figuur 28. Locatie toe te passen Infiltratiekratten

INFILTRATIEKRATTEN

De infiltratiekratten worden ondergrondse geplaatst en zijn ontworpen om:

- Regenwater op te vangen vanaf verharde oppervlakken (zoals parkeerplaatsen, rijbanen en of daken);
- Het water tijdelijk of juist voor langere periodes te bufferen;
- Het water beschikbaar te stellen voor hergebruik via een pompinstallatie.
- *Infiltreren in de bodem niet van toepassing in verband met de storende klei laag in de ondergrond.*

De kratten zijn licht, modulair, eenvoudig te installeren en hebben een bergingscapaciteit van circa 250 tot 360 liter per krat (afhankelijk welk type krat). Ze worden omhuld met een geotextiel om dichtslibbing van grond te voorkomen.

WATERHERGEBRUIK

Het gebufferde water kan via een pompinstallatie hergebruikt worden voor:

- Irrigatie van groenvakken en wadi's;
- *Doordat het niet gereinigd is, is het irrigeren van groenvakken de enige optie voor waterhergebruik.*

Fasen van implementatie

Zie in tabel 5 de fase die kan worden gebruikt voor het implementeren van een infiltratiekratten. In de tabel is fase 5 een optionele fase die gelicht kan worden indien de ervaring dusdanig positief zijn.

Fase	Activiteit	Periode
1	Ontwerp & vergunningen	Q3 2025
2	Grondwerk & installatie infiltratiekratten	Q4 2025
3	Aansluiting op irrigatiesysteem	Q4 2025
4	Monitoring & evaluatie	Q1-Q3 2026
5	Opschaling & integratie in terreinontwerp	Vanaf Q4 2026

Tabel 5. Fase van implementatie

Monitoring en evaluatie
Tijdens de pilot wordt het systeem gemonitord op de volgende aspecten:

- Buffercapaciteit en infiltratiesnelheid (infiltratiesnelheid zal minimaal zijn in verband met storende klei laag, diepte infiltratie is een mogelijkheid);
- Effectiviteit van irrigatie;
- Onderhoudsbehoefte van het systeem;
- Impact op de gezondheid van de groenvoorzieningen.

De resultaten worden gebruikt om het systeem te optimaliseren en te bepalen of opschaling wenselijk is.

Samenwerking
Voor het uitvoering van de pilot dient er een samenwerking opgezet te worden met de volgende partijen:

- **Bioclear** (technische begeleiding en monitoring;
- **Gemeente Zwolle** (vergunningen en beleidskaders);
- **Waterschap Drents Overijsselse Delta** (advies);
- **Groenvoorzieningsbedrijven** (beheer en onderhoud).

Communicatie en participatie
Een succesvolle implementatie vereist betrokkenheid van gebruikers en stakeholders. Door transparant te communiceren over de doelstellingen, voortgang en resultaten van het pilotproject, wordt draagvlak gecreëerd en kunnen waardevolle inzichten vanuit de praktijk worden meegenomen. Bovendien biedt het project kansen voor educatie, kennisdeling en inspiratie, zowel binnen de Makersfabriek als daarbuiten.

Acties hiervoor zijn:

- Informatievoorziening via nieuwsbrieven, infoborden en bijeenkomsten;
- Educatieve rondleidingen voor studenten en bezoekers;
- Publicatie van resultaten via een online dashboard met betrekking tot de gesteldheid van het systeem en groenvoorzieningen.

4. CONCLUSIE

4.1 CONCLUSIE

Het onderzoek naar watermanagement op het terrein van de Makersfabriek toont aan dat het terrein zich in een unieke positie bevindt om als voorbeeld te dienen voor duurzaam en innovatief waterbeheer. De huidige situatie wordt gekenmerkt door een verouderde infrastructuur, beperkte groenvoorziening en een bodemstructuur die infiltratie bemoeilijkt. Tegelijkertijd biedt het terrein, mede door de aanwezigheid van leegstaande hallen en ondergrondse kelders, aanzienlijke kansen voor de implementatie van innovatieve oplossingen.

De analyse van regionale waterproblematiek toont aan dat de regio Zwolle zowel te maken heeft met wateroverlast als met droogte, wat de noodzaak onderstreept voor een robuust en flexibel watermanagementsysteem. Dit blijkt uit de metingen van NL greenlabel die wateroverlast en droogte heeft onderzocht voor het terrein van de Makersfabriek. De studie van beschikbare technologieën en best practices heeft geleid tot de identificatie van diverse toepasbare systemen, zoals infiltratiekratten, Rain Shell, Membraan BioReactors en duurzame verhardingsmaterialen. Daarnaast zijn er veelbelovende, maar nog niet volledig marktrijpe oplossingen zoals het hergebruik van water buiten het terrein en het gebruik van helofytenfilters.

De implementatieplannen voor pilotprojecten met Rain Shell en infiltratiekratten bieden een solide basis voor verdere opschaling. Deze pilots zijn technisch haalbaar, sluiten aan bij de ambities van de Makersfabriek en kunnen bijdragen aan een circulair watersysteem. De betrokkenheid van stakeholders zoals Bioclear, de gemeente Zwolle en het waterschap is essentieel voor succes.

Samenvattend concludeert het onderzoek dat de Makersfabriek met gerichte investeringen en samenwerking een voortrekkersrol kan vervullen in duurzaam waterbeheer, zowel op lokaal als regionaal niveau.

4.2 DISCUSSIE

Het onderzoek naar watermanagement op het terrein van de Makersfabriek heeft waardevolle inzichten opgeleverd in de mogelijkheden voor duurzaam waterbeheer binnen een stedelijke herontwikkelingscontext. Door een combinatie van literatuurstudie, bureauonderzoek, interviews en praktijkanalyses is een breed scala aan technologieën en strategieën in kaart gebracht. De resultaten tonen aan dat er zowel direct toepasbare als toekomstgerichte oplossingen beschikbaar zijn die kunnen bijdragen aan een klimaatadaptieve en circulaire inrichting van het terrein.

Een belangrijk inzicht is dat de bodemgesteldheid en infrastructuur van het terrein beperkingen opleggen aan traditionele infiltratiemethoden. De aanwezigheid van een slecht infiltreerbare kleilaag in de bovenste meters van de ondergrond maakt diepe infiltratie noodzakelijk, wat de toepasbaarheid van sommige systemen beperkt. Tegelijkertijd biedt de aanwezigheid van grote kelders onder de hallen kansen voor innovatieve vormen van wateropslag en hergebruik, mits deze technisch en financieel haalbaar blijken.

De keuze voor pilotprojecten met Rain Shell en infiltratiekratten is goed onderbouwd en biedt een solide basis voor verdere opschaling. De Rain Shell-technologie combineert buffering en zuivering, wat het geschikt maakt voor hergebruik van water binnen gebouwen. Infiltratiekratten zijn eenvoudiger te implementeren en kunnen bijdragen aan de vergroening van het terrein. Beide systemen sluiten goed aan bij de ambities van de Makersfabriek om een voorbeeldfunctie te vervullen op het gebied van duurzaamheid en innovatie.

Een aandachtspunt is de afhankelijkheid van externe partijen voor vergunningen, financiering en beheer. De samenwerking met gemeente, waterschap en bedrijven is essentieel voor succesvolle implementatie. Daarnaast is het belangrijk om de effectiviteit van de systemen langdurig te monitoren, zodat bijsturing mogelijk is en de opgedane kennis gedeeld kan worden met andere initiatieven.

Tot slot moet worden opgemerkt dat sommige oplossingen, zoals het helofytenfilter en distributie van gezuiverd water naar omliggende wijken, nog in de ontwikkelingsfase verkeren. Deze concepten zijn veelbelovend, maar vereisen verdere technische uitwerking, juridische toetsing en draagvlak onder stakeholders.

4.3 AANBEVELING

Om het terrein van de Makersfabriek toekomstbestendig en duurzaam in te richten, wordt aanbevolen om op korte termijn te starten met de implementatie van twee pilotprojecten: het Rain Shell-systeem en infiltratiekratten. Deze systemen bieden niet alleen een directe oplossing voor de opvang en hergebruik van regenwater, maar vormen ook een belangrijke eerste stap richting een circulair watersysteem op het terrein. Door deze pilots zorgvuldig te monitoren, kan waardevolle ervaring worden opgedaan die als basis dient voor verdere opschaling.

Daarnaast is het raadzaam om de bestaande infrastructuur optimaal te benutten. De aanwezigheid van grote, leegstaande kelders onder de hallen biedt een unieke kans om deze ruimtes in te zetten als wateropslag. Hiervoor is aanvullend onderzoek nodig naar de waterbehoefte per gebouw, de capaciteit van de kelders en de technische haalbaarheid van aanpassingen aan het huidige systeem.

Bij de herinrichting van het terrein is het belangrijk om duurzame verhardingsmaterialen toe te passen, zoals waterdoorlatende bestrating en groene parkeervakken. Deze dragen niet alleen bij aan een betere waterhuishouding, maar versterken ook de biodiversiteit en verminderen de hittestress. Er is een schetsontwerp opgesteld waarin de uitkomsten van het onderzoek zijn verwerkt. Dit ontwerp is tevens getoetst door Green Label op aspecten zoals hittestress en wateroverlast, waarmee het een waardevolle basis vormt voor de verdere planvorming en uitvoering. Het schetsontwerp is toegevoegd aan bijlage VII.

Een structurele samenwerking met relevante stakeholders waaronder Bioclear, de gemeente Zwolle, het waterschap Drents Overijsselse Delta en Vitens zijn essentieel voor het slagen van deze initiatieven. Gezamenlijke afstemming over vergunningen, technische eisen en beleidskaders versnelt de uitvoering en vergroot het draagvlak.

Op de langere termijn kan worden onderzocht of het mogelijk is om gezuiverd regenwater ook buiten het terrein te distribueren naar omliggende bedrijven of woonwijken, waarmee de Makersfabriek zich kan positioneren als regionaal knooppunt voor duurzaam waterbeheer.

5. NAWOORD

Nu de opdracht is afgerond, kijken wij met trots terug op een leerzaam en inspirerend traject waarin wij onze kennis hebben kunnen verdiepen en toepassen in een praktijkgerichte context. Het onderzoek heeft ons niet alleen waardevolle inzichten opgeleverd in innovatieve watermanagementsystemen, maar ook laten zien hoe samenwerking tussen onderwijs, overheid en bedrijfsleven kan bijdragen aan duurzame ontwikkeling.

Wij hopen dat de bevindingen van het onderzoek waardevol zullen zijn voor de Makersfabriek en dat ze bijdragen kunnen leveren aan het verbeteren van het watermanagement op het terrein van de Makersfabriek te Zwolle.

Bij deze willen wij alle betrokkenen bij ons onderzoek bedanken. Ook willen wij F. Kranen bedanken voor de begeleiding en bijdragen tijdens onze minor.

6. BIBLIOGRAFIE

2024: opnieuw een extreem warm en zeer nat jaar. (2025, 04 11). Opgehaald van KNMI: https://www.knmi.nl/over-het-knmi/nieuws/jaaroverzicht-weer-2024

(2025, 03 21). Opgehaald van Dinoloket: https://www.dinoloket.nl/ondergrondgegevens

(2025, 04 11). Opgehaald van Atlasleefomgeving: https://www.atlasleefomgeving.nl/kaarten

(2025, 5 9). Opgehaald van Aquaflow BV: https://aquaflow.nl/

Archief doorlopend potentieel neerslagoverschot (gevalideerde data). (2025, 04 11). Opgehaald van KNMI: https://www.knmi.nl/nederland-nu/klimatologie/geografische-overzichten/archief-neerslagoverschot

Bioclear. (2022). *PVA Aanleg fytoremediatie pilots "Zuiverend groen in de stad"*. Groningen: Bioclear.

Bufferblocks. (2025, 5 9). Opgehaald van Noppert beton: https://www.noppertbeton.nl/nb/producten/bestratingsproducten/nieuw-in-ons-assortiment/bufferblock

Dit waren de droogste jaren in Nederland. (2025, 04 11). Opgehaald van Weeronline: https://www.weeronline.nl/nieuws/dit-waren-de-droogste-jaren-in-nederland

Droogte en watertekort Nederland. (2025, 04 11). Opgehaald van Rijkswaterstaat: https://www.rijkswaterstaat.nl/water/waterbeheer/droogte-en-watertekort

ENVAQUA. (2022). *Advies circulair watergebruik in de gebouwde omgeving.* Expertgroep circulair water.

EWB maakt van regenwater weer een lust in plaats van een last. (2025, 5 9). Opgehaald van EWB: https://www.ewb.solutions/toepassing/

Gemeente Groningen. (2025, 5 16). *Gemeente Groningen ontwikkelt duurzamer asfalt*. Opgehaald van gemeente groningen: https://gemeente.groningen.nl/gemeente-groningen-ontwikkelt-duurzamer-asfalt

Giverbo. (2025, 5 16). *Grasbetontegels & Grasbetonplaten*. Opgehaald van Giverbo: https://www.giverbo.nl/producten/5326/grasbetonplaten-gewapend

(2011). *ISSO-publicatie 70.1 Omgaan met hemelwater binnen de perceelgrens.* ISSO.

MBI. (2025, 5 16). *NCB steen*. Opgehaald van MBI: https://www.mbi.nl/assortiment/ncb-steen

Meteorologisch droogteseizoen begint na recorddroge maart. (2025, 04 11). Opgehaald van KNMI: https://www.knmi.nl/over-het-knmi/nieuws/meteorologisch-droogteseizoen-start

Neerslagtekort in Nederland. (2025, 04 11). Opgehaald van waterberichtgeving rws: https://waterberichtgeving.rws.nl/owb/droogtemonitor/neerslag

NEN-EN 16941-1. (2018). *Locatiegebonden niet-drinkwatersystemen: deel 1: Systemen voor het gebruik van regenwater.*

Paladex buffertanks. (2025, 5 9). Opgehaald van Riopro: https://riopro.eu/product-details/paladex/

Provincie Overijssel. (2024). *Omgevingsverordening provincie Overijssel.* Provincie Overijssel.

(sd). *Riolering Site V1.0.* BC Components.

Struyck Verwo Infra. (2025, 5 16). *Waterdoorlatende bestrating met betonstraatstenen*. Opgehaald van struyckverwoinfra: https://struykverwoinfra.nl/waterdoorlatende-bestrating.html

Struyk verwo infra. (2025, 5 16). *Hydro Lineo*. Opgehaald van struyckverwoinfra: https://struykverwoinfra.nl/productselector/stenen/groenbestrating/hydro-lineo.html

(2019). *Systeemupdate ondergrond Zwolle.* Deventer: Witteveen+Bos.

Vd Bosch Beton. (2025, 5 16). *Gradiënt*. Opgehaald van vdboschbeton: https://vdboschbeton.nl/oplossingen/producten/gradient

Waarom Rockflow? (2025, 5 9). Opgehaald van Rockflow: https://rain.rockwool.com/nl/waarom-rockflow/

Wateroverlast. (2025, 04 11). Opgehaald van Zwolle: https://www.zwolle.nl/wateroverlast

Witteveen+Bos. (2023). *Hemelwater- en grijswatergebruik in het gebouw.* Deventer: Witteveen+Bos.