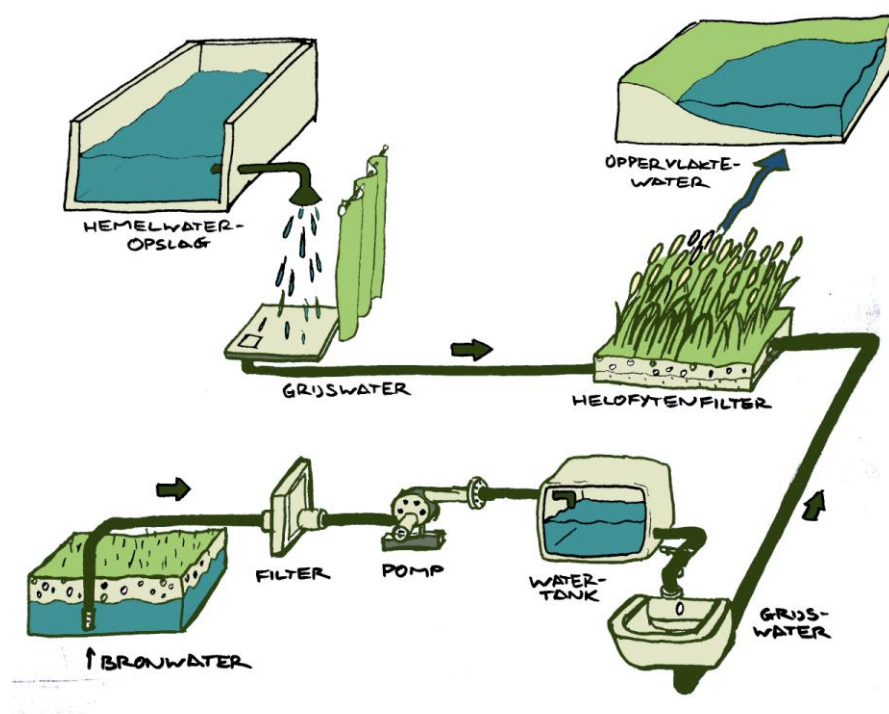


Waterstructuurplan Ecodorp Bergen

Afstudeeronderzoek naar de mogelijkheden voor de aanleg van een ecologisch watersysteem voor Ecodorp Bergen



Bachelor scriptie Land- en watermanagement

Nina Veldt

Januari, 2015

Colofon

Status uitgave: Definitief

Datum uitgave: 05-01-2015

Titel: Waterstructuurplan Ecodorp Bergen

Subtitel: *Afstudeeronderzoek naar de mogelijkheden voor de aanleg van een ecologisch watersysteem voor Ecodorp Bergen.*

Opdrachtgever: Ecodorp Bergen

Adres: Groeneweg 14
1816 PH Bergen (NH)

Onderwijsinstelling: Hogeschool Van Hall Larenstein

Adres: Larensteinselaan 26a
Postbus 9001
6880 GB Velp

Opleidingsrichting: Inrichting en Waterbeheer

Student: Nina Veldt

Aantal pagina's: 51

Akkoord voor uitgave:

Paraaf:

Voorwoord

Dit rapport is geschreven in opdracht van Ecodorp Bergen en in het kader van het afstuderen aan de opleiding Land- en Watermanagement van Hogeschool Van Hall Larenstein.

Het afgelopen half jaar heb ik met veel plezier gewerkt aan mijn afstudeeronderzoek waarbij termen als sociocratie, permacultuur, biodansa en vitaalwater ineens een stuk meer tot mijn verbeelding zijn gaan spreken. Dit rapport heeft niet alleen bijgedragen aan de voortgang van mijn studie geleverd maar ook aan mijn algemene ontwikkeling en mijn idee over het najagen van dromen. Als geboren pessimist is het zeer inspirerend om te zien met hoeveel toewijding het Ecodorp in Bergen wordt opgezet.

Graag wil ik mijn begeleiders, Hans van den Dool en Sjaak van der Woude bedanken voor hun geduld, tijd, inspiratie en goede raad.

Ook wil ik bedanken, Peter Groenhuijzen, Jack Schoenmakers, Louise Klingen, Rianne van Dorp, Chris Schipper, Dennis Lindenbergh, Janneke van den Tilaart, Jeroen Duel, Mike Rigter, Vanessa Michel, Wouter Delforterie, Jan Elzinga, Leonard Vischer, mijn vader, moeder en lieve zussen en vooral Saskia Houben. Zonder jullie had ik dit nooit kunnen doen.

Nina Veldt
Velp, januari 2015

Samenvatting

Ecodorp Bergen wil een gesloten watersysteem realiseren op het MOB terrein in Bergen N.H. Er is al nagedacht over de inrichting van het terrein, maar op het gebied van water ontbreekt de kennis. De doelstelling is dat 80 personen kunnen worden voorzien van water, en dat een aantal keer per jaar evenementen kunnen worden georganiseerd voor maximaal 150 personen. Eerst is de geologie, geomorfologie en hydrologie van het gebied geanalyseerd. In hoofdlijnen kunnen we twee verschillende bodemtypen in het gebied onderscheiden, zand- en kleigronden. De grondsoort die op het Ecodorpsterrein te vinden is wordt gekenmerkt met bodemcode kpZg21F wat staat voor Beekeerdgrond met grondwatertrap 2. Tijdens de aanleg van Vliegveld Bergen is er 80.000 m³ klei afgegraven om een goede drainage te garanderen. De afgevoerde grond is vervangen door 80.000 m³ duinzand. De ontwateringscapaciteit van het terrein van Ecodorp Bergen is hierdoor ontzettend goed. Het Ecodorpsterrein vormt samen met de aangrenzende duinen een regionaal hydrologisch systeem. Twee belangrijke onderdelen van dit hydrologisch systeem zijn de duinen en de poldergebieden. Globaal gezien vormen de duinen het infiltratiegebied en de poldergebieden het kwelgebied. Er zijn 3 verschillende kaders die van belang zijn voor het ontwerp, namelijk: de wensen vanuit de leefgemeenschap, de wet en regelgeving omtrent watergebruik en het publieke programma van eisen voor het terrein opgesteld door de gemeente. Met een SWOT-analyse is gekeken naar de kansen en bedreigingen voor de inrichting van het terrein. Vervolgens is gekeken hoe deze kansen benut kunnen worden en de bedreigingen zo veel mogelijk beperkt kunnen worden. Aan de hand daarvan is het waterstructuurplan geschreven. Het is geen gesloten watersysteem geworden, maar met ecotoiletten en een regenwaterbenuttingssysteem voor huishoudelijk gebruik, is er alleen leidingwater nodig voor consumptie en (in het beste geval) 10% van het huishoudelijk gebruik ter aanvulling op het regenwaterbenuttingssysteem. Drinkwater genereren volgens de wettelijke voorschriften is niet of nauwelijks haalbaar. Het maken van drinkbaar water is daar en tegen wel haalbaar. Met een vergunning van de provincie kan er 10 m³ per uur opgepompt worden. Dit komt neer op 240 000 liter per dag. Dit is voldoende water voor de waterbehoefte voor 80 Ecodorp bewoners. Tijdens de evenementen die op het Ecodorpsterrein gehouden kan er geen gebruik worden gemaakt van het hemelwaterbenuttingssysteem aangezien het dakoppervlak volledig wordt benut voor het hemelwaterbenuttingssysteem voor Ecodorp bewoners. Echter is er voor het waterstructuurplan het herstellen van de oorspronkelijke waterlopen een kritischpunt aangezien er hierdoor het terrein vervuild wordt met bestrijdingsmiddelen. Het ecologisch zuiveren van water gebeurt doormiddel van een helofytenfilter. Daarnaast is het op peil houden van de waterkwaliteit in de zwembijver/natuurlijk zwembad te controleren met flowforms. Ecodorp Bergen kan met dit waterstructuurplan niet zelfvoorzienend zijn, echter is het plan ruimte in het plan om hier grotere stappen in maken. Een financieel plan is hierbij een belangrijke randvoorwaarde. Hierbij kan gedacht worden aan rainwaterharvestingen of het installeren van een drinkwater zuiveringsinstallatie.

INHOUD

1. INLEIDING	11
2. GEBIEDSBESCHRIJVING	15
2.1 Geologie en geomorfologie	15
2.2 Bodem	15
2.3 Hydrologie	17
2.4 Cultivering	18
2.5 Bodemvervuiling	19
3. WATERKWALITEIT	23
3.1 Kaderrichtlijn water	23
3.2 Bestrijdingsmiddelen	23
3.3 Watertypen	24
4. ONTWERPCRITERIA	27
4.1 Uitgangspunten Ecodorp Bergen	27
4.2 Publiek programma van eisen	27
4.3 Wet en regelgeving	28
5. SWOT-ANALYSE	31
6. WATERSTRUCTUURPLAN	33
CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN	47
DISCUSSIE	49
REFLECTIE	45
BRONVERMELDING	51
BEGRIPPEN	55
BIJLAGE	57

1. Inleiding

1.1 Aanleiding

Het voormalig mobilisatiecomplex (MOB complex) aan de Groeneweg in Bergen (NH) is sinds mei 2013 in eigendom van Stichting Ecodorp Bergen (afbeelding 1). De stichting wil op het terrein van 15 ha groot een zelfvoorzienende ecologische leefgemeenschap creëren voor 80 personen. In de zomermaanden zullen daarnaast evenementen op het terrein worden georganiseerd voor maximaal 150 personen. Bij de totale inrichting van het Ecodorp Bergen wordt het principe van permacultuur als leidraad gebruikt (Ecodorpbergen.nl, 2014). Permacultuur is een ontwerpmethodes waarbij inspiratie wordt gehaald uit de natuur om leefomgevingen te ontwerpen die de diversiteit, stabiliteit en de veerkracht vertonen van natuurlijke ecosystemen (Leerschool Permacultuur, 2014). Hierbij past ook een ecologisch verantwoord *'gesloten' watersysteem*. De gemeenschap wil graag zelfvoorzienend zijn en dus ook los van het riool- en drinkwaternet gebruik maken van was- en drinkwater. Ook is er behoefte aan een watervoorziening om tuinen te bewateren en een natuurlijk zwembad aan te leggen. Om daadwerkelijk tot een gesloten systeem te komen zal het *afvalwater* op het terrein gerecycled moeten worden.

1.2 Doel en probleemstelling

Het doel van deze rapportage is om te komen tot een waterstructuurplan van Ecodorp Bergen dat invulling geeft aan de wensen van de Stichting Ecodorp Bergen. Om hiertoe te komen is meer inzicht nodig in het huidige watersysteem. Ook ontbreekt kennis over de waterkwantiteit en -kwaliteit op het voormalige MOB complex en over de hoeveelheid water die nodig is voor de woningen en voor de organisatie van evenementen op het Ecodorp.



Afbeelding 1, Situering Ecodorp Bergen (maps.google, 2014)

1.3 Hoofd- en deelvragen

Tijdens het onderzoek staat de volgende vraag centraal:

‘Wat is de meest geschikte inrichting en beheer waarmee invulling kan worden gegeven aan een duurzaam en ecologisch watersysteem in Ecodorp Bergen?’

Om tot beantwoording van deze hoofdvraag te komen zijn de volgende deelvragen geformuleerd:

1. *Hoe ziet het huidige watersysteem eruit?*
2. *Hoeveel water is er nodig voor huishoudens van 20 gezinnen of 80 personen?*
 - 2.1 *Is er voldoende water om tijdens evenementen ook gebruik te maken van dit systeem?*
3. *Is er voldoende water beschikbaar te maken?*
 - 3.1 *Hemelwater*
 - 3.2 *Oppervlaktewater*
 - 3.3 *Grondwater*
4. *Zijn er toepasbare voorbeelden te vinden van een gesloten ecologisch watersysteem?*
5. *Welke ecologische mogelijkheden zijn er om een (drink)watergebruikssysteem te realiseren?*
 - 5.1 *Is het mogelijk om een waterpomp te installeren om drinkwater te genereren?*
 - 5.2 *Hoe wordt de waterkwaliteit gegarandeerd?*
 - 5.3 *Hoe kan het water ecologisch gezuiverd worden?*
 - 5.4 *Hoeveel hemelwater kan er afgevangen worden?*
 - 5.5 *Hoe kan het hemelwater opgeslagen worden?*
 - 5.6 *Waar kan het hemelwater voor gebruikt worden?*
6. *Kan het peilbesluit de kwantiteit van hoogwaardig zwemwater en gebruikswater vergroten?*
7. *Hoe kan het afvalwater gerecycled worden?*
8. *Is een gesloten watersysteem haalbaar op het terrein van Ecodorp Bergen?*
9. *Op welke manier kan het watersysteem afgevoerd worden?*

1.4 Methode

Het waterkwaliteitsonderzoek vindt plaats in het laboratorium van Hogeschool Van Hall Larenstein, hiervoor worden de NEN-normeringen aangehouden. De Van Wirdum driehoek wordt gebruikt om de herkomst van het oppervlaktewater te bepalen. In eerste instantie zou ook het grondwater worden gemeten, in het hoofdstuk ‘Keuzes onderzoek’ wordt uitleg gegeven waarom hiervan is afgestapt.

Daarnaast zijn de overheidsinstanties; gemeente Bergen, Provincie Noord-Holland en Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier geraadpleegd voor de gebiedsanalyse en het beleid omtrent het afkoppelen van regenwater. Om de mogelijkheden van het aanleggen van een ecologisch watersysteem te onderzoeken is er ook literatuurstudie gedaan. Hierbij is rekening gehouden met de richtlijnen van permacultuur en de wensen van de gemeenschap *Ecodorp Bergen*. Het waterstructuurplan is met behulp van Illustrator gevisualiseerd. Voor de watersysteemanalyse is het faseringsplan van natuurkennis.nl gebruikt dat verder staat beschreven in hoofdstuk 2. Voor de berekeningen van het waterstructuurplan is het Publiek Programma van Eisen (PPvE) wat door de gemeente Bergen is opgesteld aangehouden.

Voor het maken van de berekeningen is ook een proef gedaan naar de infiltratiecapaciteit van de bodem. Gegevens van dit onderzoek en het overige veldwerk is te vinden in het veldwerkverslag in bijlage I.

1.6 Lezerspubliek

Het rapport is geschreven voor Stichting Ecodorp Bergen en daarnaast voor iedereen die geïnteresseerd is in het ontwerpen van een ecologisch verantwoord waterplan. Er wordt dan ook rekening gehouden met lezers die niet geheel thuis zijn in de wereld van het watermanagement. Begrippen worden toegelicht in een begrippenlijst.

1.7 Leeswijzer

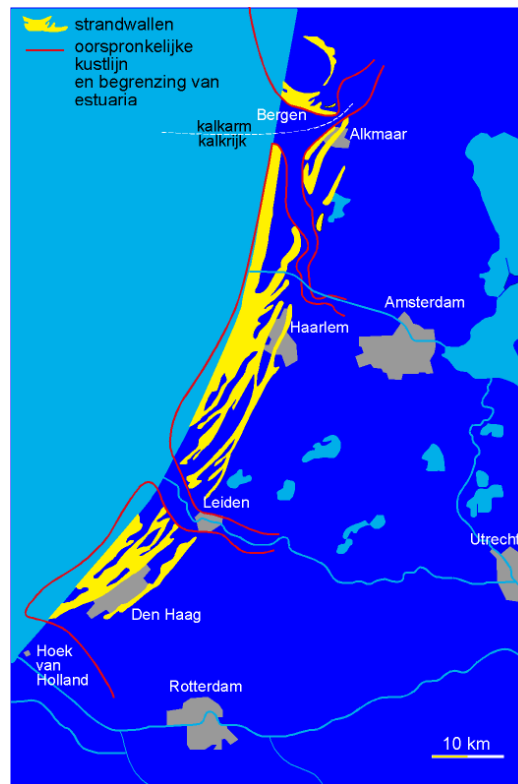
In hoofdstuk 2 wordt er een gebiedsbeschrijving beschreven. In hoofdstuk 3 wordt de waterkwaliteit toegelicht. In hoofdstuk 4 worden de ontwerpcriteria voor het waterstructuurplan beschreven vanuit Ecodorp Bergen, gemeente Bergen, het hoogheemraadschap en Provincie Noord Holland. In hoofdstuk 5 wordt een SWOT-analyse weergegeven met de sterke zwakke punten en kansen en bedreigingen van het gebied voor het ontwerp. In hoofdstuk wordt tot slot het waterstructuurplan beschreven. In hoofdstuk 7 is als zijspoor op het onderzoek een discussiepunt gegeven over het gebruik van hemelwater in stedelijk gebied. In hoofdstuk 8 worden de keuzes voor het onderzoek onderbouwd.

2. Gebiedsbeschrijving

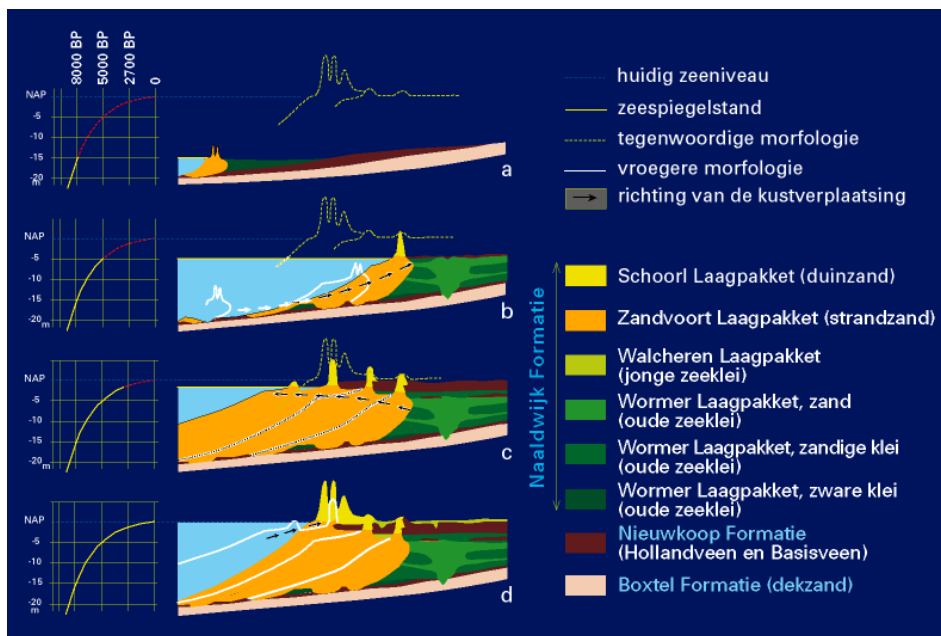
Geologische processen vertellen over de geschiedenis en het ontstaan van een landschap (Berendsen, 2004). Het begrijpen van de bodem draagt bij aan kennis van de natuurlijke processen en de werking van ecosystemen. Zo is de bodemopbouw een belangrijk aspect voor de waterhuishoudkundige situatie van het Ecodorpertrein. In de volgende paragrafen worden aansluitend de geologie en de geomorfologie en de bodemopbouw van het Ecodorpertrein beschreven. In de paragraaf 'hydrologie' wordt ingegaan op het grond- en oppervlaktewater.

2.1 Geologie en geomorfologie

De huidige verschijningsvorm van het landschap rond Bergen is voor een groot deel afhankelijk van de geologische en geomorfologische ontstaansgeschiedenis. Voor de uiterlijke kenmerken van het gebied begint de geschiedenis aan het einde van het Pleistoceen, het tijdvak waarin ijstijden werden afgewisseld met warmere perioden. In deze periode was de Noordzee voor een groot deel drooggevalen en werd de kust van Nederland overstoven met zand. Evenwijdig aan de kust ontstonden meerdere strandwallen naast elkaar (afbeelding 2) (Berendsen, 2004). Aan het begin van het Holoceen, circa 10.000 jaar geleden, zette een klimatologisch verandering in. Tegelijk met een tektonische daling van het westelijk deel van Nederland werd het warmer, waardoor het ijs smolt en de zeespiegel steeg. Het water stagneerde tussen de strandwallen en er ontstonden moerassige gebieden waar veengroei kon plaatsvinden. In de eerste periode van veengroei ontstond het Basisveen. Na overspoeling van de zee werd klei afgezet en werd het Hollandveen gevormd. Door de stijging van de zeespiegel brak de zee enkele keren door de strandwallen en werden klei en zand afgezet. Deze doorbraken hebben zich onder andere voorgedaan bij Egmond en Bergen. In deze periode ontstonden ook nieuwe strandwallen en zandbanken. De oude duinen, genaamd het Zandvoort Laagpakket, zoals wij deze nu onderscheiden zijn hieruit ontstaan (afbeelding 3). Vanaf de middeleeuwen tot diep in de zeventiende eeuw vormden zich jonge duinen het Schoorl Laagpakket. Al deze ontwikkelingen hebben geleid tot een lineaire opbouw van het landschap (de Roo, 1953).



Afbeelding 2, Ontstaan strandwallen (Berendsen, 2004)



Afbeelding 3, Geomorfologie (Berendsen, 2004)

2.2 Bodem

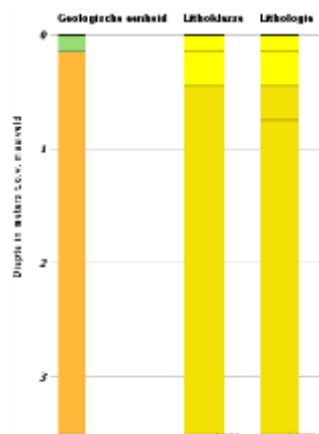
De geologische ontstaansgeschiedenis in Bergen verklaart de gevarieerde opbouw van de bodem. In hoofdlijnen kunnen we twee verschillende bodemtypen in het gebied onderscheiden, zand- en kleigronden. De grondsoort die op het Ecodorpterrein te vinden is wordt gekenmerkt met bodemcode kpZg21F wat staat voor Beekeerdgrond met grondwatertrap 2 (bijlage II). Deze grond bestaat uit leemarm, zwak lemig fijn zand en kalkloze zandgrond met een kleidek van 15 tot 40 cm (afbeelding4). Het grondwater bevindt zich op 1,4- 1,7 m -NAP.

Zand

Zandgronden kenmerken zich door een snelle *ontwateringscapaciteit*. Tijdens de aanleg van Vliegveld Bergen is er 80.000 m³ klei afgegraven om een goede drainage te garanderen. De afgevoerde grond is vervangen door 80.000 m³ duinzand. De ontwateringscapaciteit van het terrein van Ecodorp Bergen is hierdoor ontzettend goed (Schuurman, 2001).

Klei

De strandvlaktes bestaan voor het grootste deel uit klei. Kleigronden hebben een goed vochthoudend vermogen. Kleiigzand is in de bovenste 15 centimeter van de bodem te vinden. Door de jaren heen is er organisch materiaal de bodem ingespoeld. In het veldwerkverslag zijn de boorprofielen afgebeeld (bijlage I).



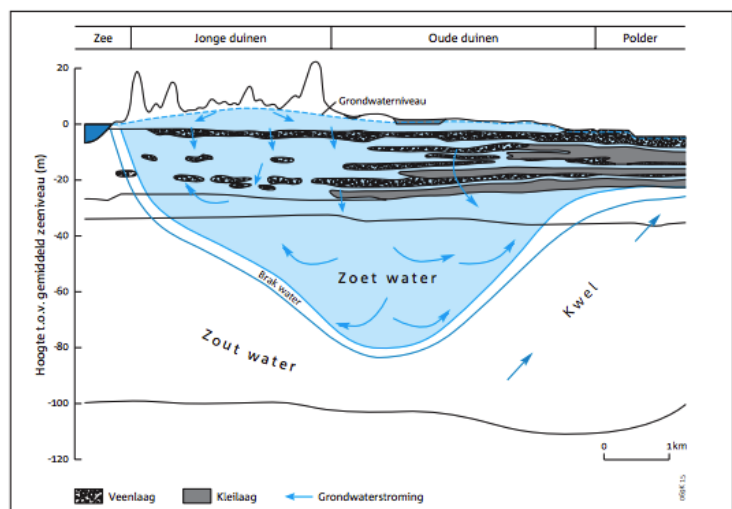
Afbeelding 4, boorprofiel (Dinoloet, 2014)

2.3 Hydrologie

Ook de hydrologische omstandigheden in het gebied hebben bijgedragen aan de huidige opbouw van de bodem. Het Ecodorpsterrein vormt samen met de aangrenzende duinen een regionaal hydrologisch systeem. Twee belangrijke onderdelen van dit hydrologisch systeem zijn de duinen en de poldergebieden. Globaal genomen vormen de duinen het infiltratiegebied en de poldergebieden het kwelgebied. Zowel de infiltratiegebieden als de kwelgebieden hebben een grotere hydrologische diversiteit dan dit globale onderscheid doet vermoeden. Met name ondoorlatende lagen spelen hierin een belangrijke rol. De pakketten kunnen kwellend grondwater verhinderen aan de oppervlakte te komen. Omgekeerd kan regenwater over deze afzettingen afstromen zonder weg te zijgen naar diepere watervoerende pakketten. Onder het grootste gedeelte van het gebied liggen slecht doorlatende lagen (Grontmij, 2011).

2.3.1. Grondwater

Voor het Ecodorpsterrein is alleen de samenstelling van het grondwater in de eerste twee watervoerende pakketten van belang. Het diepere grondwater stroomt op grote diepte in oostelijke richting en komt ten noorden van het terrein aan de oppervlakte. In-zijgend regenwater is van naturen zeer arm aan mineralen en is vrijwel nooit in chemisch evenwicht met de bodem waarin het infiltreert. De samenstelling van het regenwater zal dus veranderen als het in



Afbeelding 5, Grondwaterstromen (Alterra, 2000)

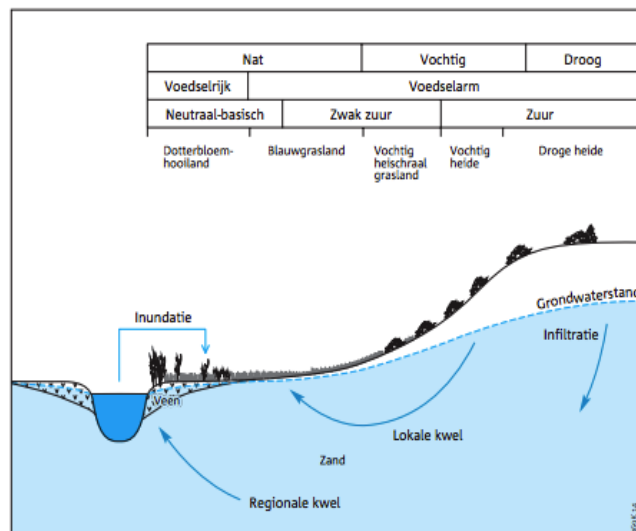
contact kommt mit verschiedenen Bodensorten (afbeelding 5). Hierdurch entsteht eine große Diversität an chemischen Zusammensetzungen des Grundwassers. Diese Diversität trägt zur Bildung von einer großen Anzahl von Gradienten innerhalb des Gebietes bei, was sich in verschiedenen Vegetationstypen äußert. Diese Gradienten unterscheiden sich durch Unterschiede im Kalk-, Eisen- und Salzgehalt. Die Versorgung des Oberflächenwassers durch Grundwasserströmungen trägt zur Verstärkung dieser natürlichen Gradienten bei (Grontmij, 2011).

2.3.2. Kwel

Das Vorkommen von Grundwasser ist von Bedeutung für die Naturentwicklung. Durch unterirdische Wasserströmungen durch Bodenschichten aus verschiedenen chemischen Zusammensetzungen entsteht im Gebiet ein komplexes System von Grundwasserströmungen. Es werden zwei Arten von Grundwasserströmungen unterschieden, nämlich lokale Grundwasserströmungen und regionale Grundwasserströmungen (afbeelding 6) (Grontmij, 2011).

2.3.3. Lokale kwel

Het water wat direct in de buurt van de duinen opkwelt wordt lokale kwel genoemd. Lokale kwel komt tot ongeveer 500 meter van de duinrand aan de oppervlakte via duinrellen en duinplassen en is zoet. Kenmerkende plantensoorten van zoete kwel zijn langstengelig fonteinkruid, dichtbladig fonteinkruid, puntig fonteinkruid en haarfonteinkruid. Door het aanwezige microreliëf nabij de duinen kunnen laaggelegen vochtige terreindelen aanwezig zijn die onder invloed staan van lokale kwel, dit in tegenstelling tot de hoger gelegen gebieden. Op een dergelijke overgang is sprake van gradiëntvorming van relatief zuur (regenwater) naar basisch (kwelwater). Dit stroomt via het oppervlaktewater verder het gebied in (Alterra, 2000).



Afbeelding 6, Lokale en regionale kwel stromen (Alterra, 2000)

2.3.4. Regionale kwel

Tussen de vier en de vijf kilometer van de duinvoet komt regionaal kwel aan de oppervlakte. Het van oorsprong in de duinen geïnfiltreerde regenwater wordt verzilt door zout dat is opgeslagen in de watervoerende pakketten. Deze zoute watervoerende pakketten zijn hier ontstaan bij doorbraken van de zee door strandwallen en liggen als opgedroogde zeearmen in de bodem. Hierdoor is regionale kwel brak (Alterra, 2000).

2.3.5. Wateronttrekkingen

In de 19^e eeuw begon de onttrekking van drinkwater uit de duinen ten behoeve van de grote steden, met als gevolg een sterke daling van de grondwaterstand. Hierdoor werd het mogelijk voor grondwaterstromingen om onder de duinen door richting de polderlanden te stromen wat leidde tot verzilting. Het infiltreren van rivierwater in de duinen maakt de duinen weer wat vochtiger maar toch staat het Noord-Hollands duingebied op de TOPlijst van verdroogde gebieden. Gebieden op deze lijst worden gezien als de meest waardevolle gebieden uit de provinciale ecologische hoofdstructuur. Het zijn gebieden die niet alleen nationaal maar ook internationaal van grote betekenis zijn en grotendeels samenvallen met de Vogel- en Habitatrichtlijngebieden (VHR). In deze gebieden worden maatregelen getroffen om verdere verdroging tegen te gaan (HHNK, 2003).

2.4 Cultivering

2.4.1. Bollenteelt

De gemeente Bergen valt onder de duin- en bollenstreek (Stichting bedrijfsleven Greenport, 2014). Het kustklimaat is zeer geschikt voor de bollenteelt. Er valt veel regen, het najaar en de winter zijn relatief gezien zacht, terwijl het relatief koele maar zonnige voorjaar en meestal ook de zomer droog verlopen.

2.4.2. Ontstaan van de Bergermeerpolder

De Bergermeer werd voor het eerst ingepolderd in 1564-1565. In 1566 waren de werkzaamheden zo ver gevorderd dat er uitgifte van gronden plaatsvond. De Berger- en Egmondermeer liepen vier jaar later weer vol toen de Allerheiligenvloed de dijken overspoelde. In 1573 werden de molens die in werking waren gesteld om de Bergermeer opnieuw in te polderen afgebroken om te voorkomen dat de Spanjaarden deze zouden bezetten tijdens de Spaanse oorlog. In 1578 werd de Bergermeer opnieuw ingepolderd (Regionaal archief Alkmaar, 2014).

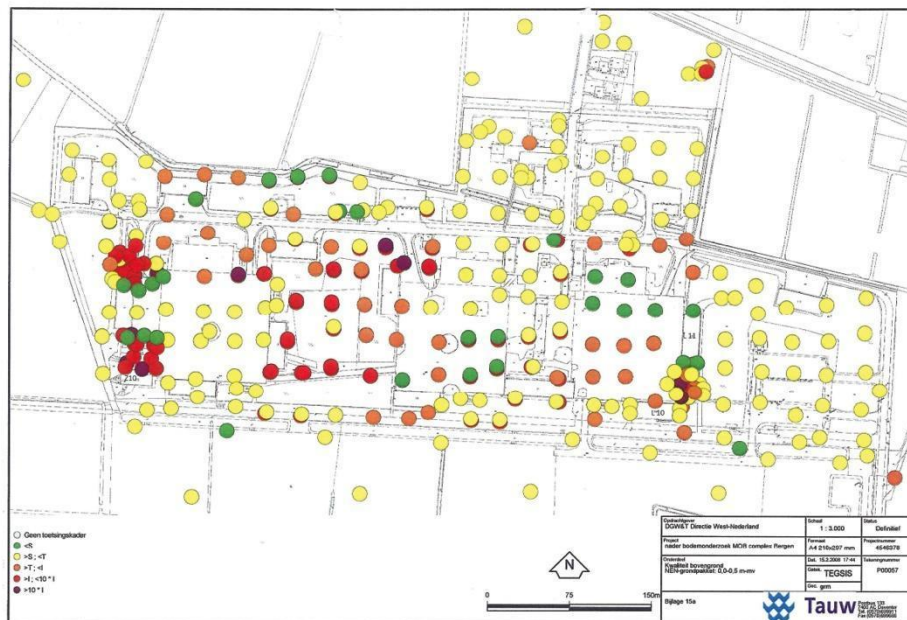
2.4.3. Aanleg van Vliegveld Bergen

Het terrein werd in 1937 ingericht als vliegveld. Om het drassige gebied gereed te maken is zijn er sloten gedempt en is er duinzand aangebracht. De vestiging kon zo honderden werklozen werk bieden tijdens de recessie. Vervolgens is het vliegveld in 1944 tijdens de tweede wereldoorlog gebombardeerd (ohn, 2011)

2.5 Bodemvervuiling

Het terrein van Ecodorp Bergen is vervuild met Polycyclische Aromatische Koolwaterstoffen (PAK's) en zware metalen. Ingenieursbureau TAUW heeft een uitgebreid bodemonderzoek uitgevoerd (TAUW, 2008). In het verleden zijn er ondergrondse en een bovengrondse olietanks op het terrein geweest. Het grootste deel van de verontreiniging is dan ook veroorzaakt door brandstof, afkomstig van opslagplaatsen op het terrein. Voor het onderzoek maakte Tauw gebruik van luchtfoto's uit de periode 1938-2001. De inrichting van het terrein en alle verkregen informatie is weergegeven in het Geografisch Informatie Systeem (GIS). Op basis van dit materiaal heeft Tauw een boorplan gemaakt om te bepalen waar geboord moet worden en waar peilbuizen worden geplaatst om de grond en het grondwater te onderzoeken. De overzichtkaart met de vervuilde boorpunten is te vinden in (afbeelding 7). Uit het bodemonderzoek blijkt dat de verdachte vervuilde locaties over het algemeen slechts licht verontreinigd zijn.

Ter plaatse van de loodsen L10 en L11, de schootopslag en de grondwal rondom gebouw Z10 zijn in de grond sterke verontreinigingen aangetroffen. Er is 728 m³ van het terrein met zink verontreinigd, 138 m³ met PAK en 4 m³ met minerale olie. De noordelijke helft van de grondwal, rond gebouw Z10, is boven de interventiewaarde, hergebruiksnorm en restconcentratienorm verontreinigd met asbest. Bij de schrootopslag is in het grondwater een sterk verhoogd gehalte zink aangetroffen. Het bodemvolume met een sterk verhoogd gehalte zink in het grondwater wordt geschat op minder dan 100 m³. Bij de overige verdachte deellocaties zijn in het grondwater geen of hooguit streefwaarde overschrijdingen aangetroffen. Dit betekent dat de streefwaarde overschreden is maar dat er geen direct gevaar dreigt.



Afbeelding 7, Bodemvervuiling (Tauw, 2008)

2.5.1. Aanbevelingen voor de vervuilde grond

Afhankelijk van het toekomstige gebruik en herinrichting van de verdachte gebieden kan het noodzakelijk zijn om sanerende maatregelen te treffen. In het TAUW rapport staat ook dat er wordt aanbevolen om op het maaiveld aanwezige asbest te laten verwijderen om asbest verspreiding en blootstelling ervan te voorkomen. In de grondwal kunnen asbestnesten aangetroffen worden. Op het grootste deel van het onverdachte terrein zijn in de grond lichte verontreinigingen aangetoond met zware metalen, EOX en/of minerale olie. Plaatselijk wordt in de grond de interventiewaarde van zink en/of PAK overschreden.

De sterke verontreinigingen zijn voornamelijk aangetoond in de bovenste 0,5 meter van de bodem in een viertal plaatsen op het verdachte terrein. De vier verontreinigingskernen hebben een gezamenlijk oppervlak van 1,5 hectare en bevinden zich met name op het westelijke deel van het MOB-complex. In elk van de verontreinigingskernen is naar verwachting meer dan 25m³ grond boven de interventiewaarde verontreinigd. Elk van de kernen betreft hierdoor een ernstig geval van bodemverontreiniging.

In het TAUW rapport wordt verder aangenomen dat de ernst van de ernstige verontreinigingen in de grond bij het huidige gebruik geen humane, ecologische of verspreidingsrisico's opleveren. Een sanering van de vier gevallen is hierdoor naar verwachting niet spoedeisend.

In het grondwater zijn plaatselijk streefwaarde-overschrijdingen aangetoond met zware metalen en/of naftaleen in het grondwater zijn concentraties zware metalen boven de tussenwaarde gemeten.

In het rapport ontwikkelingsvoorstel, 2013 dat door Ecodorp Bergen is geschreven worden de volgende duurzame saneringsmethoden beschreven:

- aerobe biologische reiniging van grond verontreinigd met o.a. minerale olie

- inzet van fyto-remediatie voor verwijderen zware metalen
- inzet van innovatieve reinigingsmethoden voor PAK-grond, met onder meer schimmels
- evt. biologische zuiveringsinstallaties voor grondwaterreinigingen
- verbeteren kwaliteit van grond voor moestuinen door verhogen van pH en organisch stof gehalte

Daarnaast zijn de saneringsplannen als volgt geformuleerd:

- Door uitzeven (onder begeleiding van NGE-experts) zal een groot deel van de verontreiniging eenvoudig kunnen worden gescheiden van de bovengrond.
- Met het grondwerk in de bovenste halve meter (NGE) ontstaat inzicht in de bodemkwaliteit en situering van eventuele verontreinigingen. Vrijkomende grond welke in depot wordt geplaatst wordt (indicatief) uitgekeurd.
- Deelgebieden en bouwvakken kunnen direct worden ingericht en geschikt gemaakt voor de beoogde nieuwe functie. Aan de hand van een doordacht grondstromenplan wordt ernaar gestreefd voor de licht tot matig verontreinigde grond een geschikte bestemming te vinden die past binnen de saneringvisie. Te denken valt aan toepassing in wallen, toepassing onder verhardingen en vloeren, maar ook bijvoorbeeld onder leeflagen.
- Indien bronlocaties worden aangetroffen, zullen deze worden gesaneerd onder milieukundige begeleiding. De verontreinigingen zullen worden ontgraven en in depot geplaatst ter verdere behandeling. De reiniging vindt plaats op het terrein zelf en zal een langere tijd in beslag gaan nemen. Dit is niet storend omdat de reinigingsdepots op termijn zullen worden aangeplant. De bedoeling is dat uiteindelijk de gereinigde grond weer deel uit gaat maken van de bodem (ecodorp.nl, 2013).

3. Waterkwaliteit

3.1 Kaderrichtlijn water

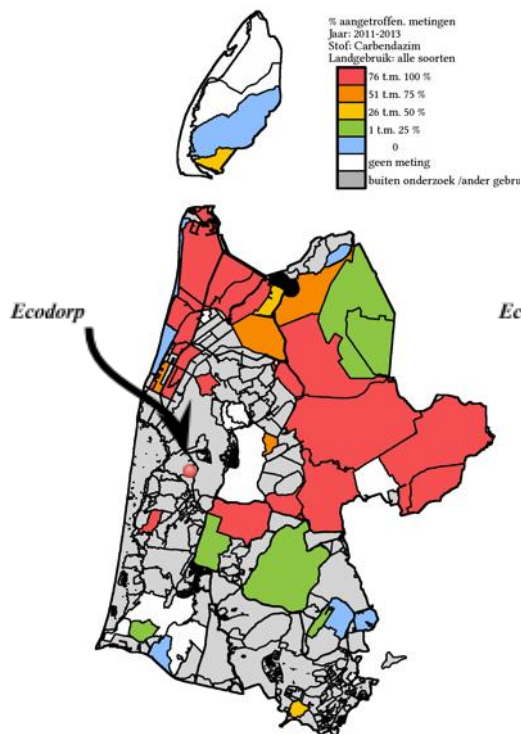
Omdat water zich weinig aantrekt van landsgrenzen, zijn internationale afspraken gemaakt om de kwaliteit van het oppervlaktewater en grondwater te waarborgen. De kaderrichtlijn water (KRW) is sinds eind 2000 van kracht. Deze moet ertoe leiden dat de kwaliteit van het oppervlakte- en grondwater in Europa in 2015 op orde is (Richtlijn 2000/60/EG van het Europees Parlement en de raad, 2000). De doelen en maatregelen in het beheerplan van het stroomgebied zijn gezamenlijk opgesteld door Rijkswaterstaat en de betrokken provincies, waterschappen en gemeenten. De maatregelen binnen de provincie Noord-Holland zijn in het Waterplan 2010 - 2015 verder uitgewerkt. Belangrijke onderwerpen zijn het terugdringen van de stikstof- en fosfaatconcentraties in oppervlakte- en grondwater, het beschermen van drinkwaterwinningen, een goede waterkwaliteit in beschermde gebieden als natuurgebieden en zwembuizen, het bestrijden van verdroging, de aanleg van natuurvriendelijke oevers ten behoeve van het verbeteren van het aantal en de soortenrijkdom van waterplanten en de visstand (Provincie Noord-Holland, 2014).

3.2 Bestrijdingsmiddelen

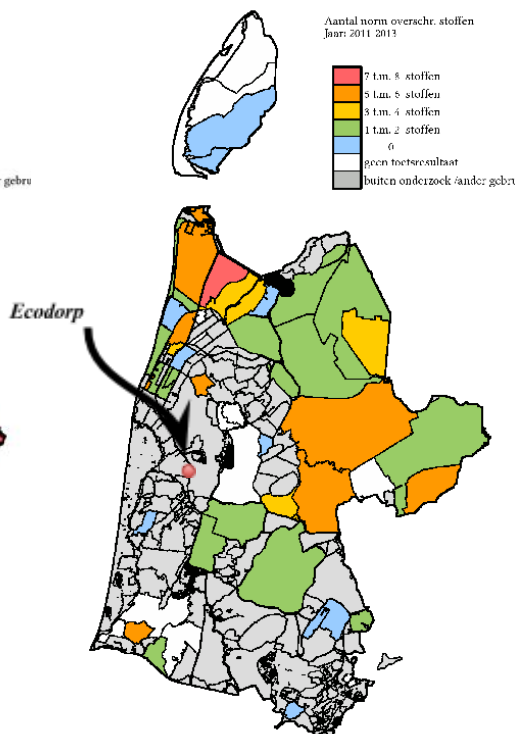
Bestrijdingsmiddelen worden op grote schaal in het oppervlaktewater aangetroffen, met name in de bollengebieden. Naast het Ecodorp is stroomopwaarts een bollenboer gevestigd. Het is daarom aannemelijk dat het Ecodorp niet vrij is van bestrijdingsmiddelen. Het Ecodorp watert af op de Binnenduinderand en de Schermerboezem. In de rapportage Verkenning Toestand Waterlichamen KRW is het volgende geconcludeerd over bestrijdingsmiddelen in het oppervlaktewater van deze waterlichamen (Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier, 2013):

- In de duinzoom is nergens chemie gemeten;
- Vanuit afwaterende bollenteeltgebieden komen bestrijdingsmiddelen in de Schermerboezem Noord. Het is niet bekend in hoeverre dit (bijvoorbeeld bij lozingspunten) problemen geeft. In deze waterlichamen worden geen bestrijdingsmiddelen gemeten. Deze worden wél gemeten in de polders, maar deze gebieden zijn niet opgenomen in een waterlichaam. Het betreft onder andere carbendazim, imidacloprid en methyl-pirimifos. Hier is echter wel sprake van een KRW waterkwaliteitsprobleem;
- Plaatselijk bollenconcentratiegebied is bron van bestrijdingsmiddelen. Omdat plaatselijk geen onderzoek naar deze stoffen wordt verricht, is de exacte omvang van het probleem nog niet bekend;

Uit de rapportage Gewasbeschermingsonderzoek van HHNK is gebleken dat in de laatste dertien jaar geen significante verbeteringen zijn opgetreden voor de '5 probleemstoffen' in de gebieden waar wel wordt gecontroleerd op bestrijdingsmiddelen: carbendazim, pirimifos-methyl, pyraclostrobin, imidacloprid en dinoterb (Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier, 2014A). Voor imidacloprid heeft het Rijksinstituut voor volksgezondheid en milieu (RIVM) zeer recentelijk geadviseerd om de norm te verlagen. De norm voor de lange termijn blootstelling zou met een factor 8 verlaagd moeten worden. Uit nieuwe onderzoeken blijkt dat de schadelijke effecten van imidacloprid op waterorganismen zich al bij lagere concentraties voordoen dan verwacht.



Afbeelding 8, Aangetroffen Carbazim (HHNK, 2013)



Afbeelding 9, Overige bestrijdingsmiddelen (HHNK, 2013)

3.3 Watertypen

Voor het bepalen van het watertype is de Van Wirdum driehoek gebruikt. Omdat er een beperkt aantal metingen zijn uitgevoerd is de kans dat er uitschieters zijn meegenomen in het onderzoek aanwezig. Het interpreteren van de onderzoeksgegevens is naast het kwaliteitsonderzoek ook gebaseerd op reeds bestaande literatuur. De resultaten van het onderzoek en een verdere uitleg over het gebruik van de Van Wirdum driehoek zijn te vinden in het veldwerkverslag in bijlage (I) .



Afbeelding 10, Waterlopenkaart (HHNK, 2014)

Langs de kalkrijke duinen ten zuiden van Bergen, bij Egmond, zijn nog veel goed ontwikkelde duinrellen en

sloten aanwezig. Landinwaarts ligt het type binnenduinrandwateren, dit watertype is kalkrijk. Deze waterlopen worden gevoed door grondwater dat een langere weg door de bodem heeft afgelegd en bevat zodoende vrij veel kalk en ijzer. Het water in de binnenduinrand is zoet: het chloridegehalte is lager dan 100 mg/l. In de sloten bij het Ecodorp is gemiddeld 16 mg/l chloride gemeten. Tijdens de passage door het kalkrijke duinzand zijn calcium en hydrocarbonaat in relatief grote hoeveelheden opgelost. Zout, kalkgehalte en de voedselrijkdom zijn, naast de aanwezigheid van kwel, dan ook de belangrijkste factoren die de soortensamenstelling bepalen. Het water bij het Ecodorp is licht brak met een gemiddelde EGV-waarde van 3 μ /cm. In het oosten van het terrein is er meer regenwater en in het noorden meer kwelwater. Het water verlaat het terrein in het oosten (afbeelding 10). Waterplanten die een voorkeur hebben voor dit watertype zoals paarbladig fonteinkruid, haarfonteinkruid, holpijp en de zeldzame witte waterkers zijn gebonden aan kwel. Naast de samenstelling van het water en de aanwezigheid van kwel, is ook de afstand tot de duinen van invloed op de soortensamenstelling. In de poldersloten, waar het water tot stilstand komt, kunnen planten groeien die wel van het zoete water houden, maar niet tegen al te veel stroming kunnen, zoals drijvend fonteinkruid. Ook pijlkruid en echte dotterbloem zijn in de poldersloten te vinden (Leerlooijer & van Breukelen, 2010).

3.3.1. Peilgebied

De gehele Bergermeerpolder waar het Ecodorp is gesitueerd heeft een oppervlakte van 851 hectare en werd tot 2013 alleen bemalen door het gemaal Bergermeer. Vooruitlopend op de herinrichting van het gebied, er wordt een waterberging aangelegd, is het Defensiegemaal gerenoveerd en in bedrijf genomen. Hierdoor wordt de polder Bergermeer bemalen door twee gemalen. Het Ecodorp valt onder peilvak 04090 met een dynamisch zomer- en winterpeil (-1,6 / -1,75 m NAP). Een dynamisch peil wordt actief gestuurd in de zomer en de winter om wateroverlast in het gebied en de omgeving te voorkomen. Het huidige zomer- en winterpeil blijft gehandhaafd. In het noordelijke deel ligt een onderbemaling met een vast peil van -1,90 NAP (Hoogheemraadschap Hollands Noorder Kwartier, 2014B). In 2015 wordt er een nieuw peilbesluit vastgesteld door HHNK in samenspraak met Ecodorp Bergen (Nijdam, 2014).

4. Ontwerpcriteria

In dit hoofdstuk is de wet en regelgeving die relevant is voor het waterstructuurplan toegelicht. Tevens worden de ontwerpcriteria van het Ecodorp uitgelegd.

4.1 Uitgangspunten Ecodorp Bergen

4.1.1. Visie

De gemeenschap van Ecodorp Bergen streeft voor de inrichting van hun terrein idealen na. Zo wordt in de visie van de gemeenschap in het bestemmingsplan toegelicht als: “Wij zien een gemeenschap voor ons waar mensen op een harmonieuze en respectvolle manier samenleven in liefdevolle verbinding met elkaar, de omgeving en de aarde (Kosmos) en met ruimte voor de ontplooiing van ieders kwaliteiten” (RooBeek Advies, 2014 p6). Op het terrein moeten 80 mensen kunnen wonen. De gemeenschap wil dit bereiken door duurzame huizen te bouwen. Ook wordt er ruimte bestemd voor recreatie, permacultuurtuinen, dieren, waterzuivering en het opwekken van duurzame energie. De gemeenschap wil zoveel mogelijk zelfvoorzienend zijn op het gebied van voedselvoorziening, energie, water, waterzuivering en afvalverwerking. Bouwmaterialen worden zoveel mogelijk lokaal betrokken en hergebruikt (RooBeek Advies, 2014).

4.1.2. Permacultuurprincipe als ideaal

Permacultuur is een ontwerpmethodede die zijn inspiratie haalt uit de natuur om leefomgevingen te ontwerpen die de diversiteit, stabiliteit en de veerkracht vertonen van natuurlijke ecosystemen (Leerschool Permacultuur, 2014). Hierbij past een gesloten watersysteem.

4.1.3. Toelichtingskaart bestemmingsplan ontwerp

Onderstaande kaart is een toelichting op het ontwerp vanuit het *Ecodorp Bergen*. Het is opgesteld aan de hand van het *permacultuurprincipe*. In het ontwerp is tevens rekening gehouden met het publieke programma van eisen van gemeente Bergen. Het beeldkwaliteitsplan is inmiddels door de gemeente vastgesteld in het ontwerpbestemmingsplan Ecodorp Bergen (Beek, 2014). Voor de inrichting zullen de loodsen op het terrein worden gesloopt. Aan de zuidkant worden natuurvriendelijke oevers aangelegd. De woningen komen aan de oostkant van het terrein. Het totale bouwvolume sluit aan op de structuurvisie van de gemeente Bergen waarin extensieve bebouwing wordt voorgesteld voor het voormalig MOB-complex (gemeente Bergen, 2010). Aan de noordzijde zal hogere begroeiing komen met kastanje- noten- en fruitbomen. Het grootste deel van het terrein zal gebruikt worden voor tuinen volgens het *permacultuurprincipe* (Ecodorpbergen, 2014).

4.2 Publiek programma van Eisen

Met de volgende punten uit het Publiek Programma van Eisen (PPvE) zijn relevant bij het opstellen van het waterstructuurplan:

- 1 Het maximaal toegestane bouwvolume op het MOB is 2000 m².
- 2 De inrichting is gebaseerd op principes van duurzaam water- en energiebeheer. Onderhoud en beheer van het natuurgebied worden voor de toekomst geborgd.

- 3 Minimaal 8 ha in het westelijk deel van het MOB wordt natuurlijk of agrarisch ingericht, aansluitend op het open weidelandschap in de directe omgeving.
- 4 Daarnaast voorziet het PPvE erin dat een aanzienlijk deel (ca. 3-4 ha) in te richten als 'weidepark'. Onder de noemer natuurlijke inrichting, in combinatie met recreatieve, culturele of educatieve functies voorzien. Het PPvE laat open, waar op het MOB dit 'weidepark' wordt gepland (Publieke programma van eisen, 2013).

4.3 Wet en regelgeving vanuit gemeente Bergen N.H. en Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier

Er gelden enkele wetten en beleidsmatige regels vanuit zowel de gemeente bergen als Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier (HHNK) met betrekking tot de waterhuishouding. Voor het bestemmingsplan Ecodorp Bergen dat is geschreven door RooBeek Advies is tevens een watertoets uitgevoerd. Het doel van de watertoets is het waarborgen van de waterhuishoudkundige doelstellingen in de ruimtelijke planvorming. In de volgende paragraaf wordt ingegaan op het afkoppelen van regenwater, lozing van huishoudens en grondwateronttrekking.

4.3.1. Afkoppelen van hemelwater

De wetgeving voor het lozen van hemelwater is opgenomen in het 'Besluit lozen buiten inrichtingen', dat is ingegaan op 1 juli 2011. Het uitgangspunt voor dit besluit is dat in de meeste situaties het afvloeiend hemelwater schoon is. Hierdoor mag er in principe zonder verdere restricties geloosd worden op het oppervlaktewater, de bodem of hemelwaterstelsel (Hoogheemraadschap Hollands Noorder Kwartier, 2010).

De gemeente kan in de verordening voorwaarden stellen aan de toepassing van bouwmaterialen indien dat vanwege lokale waterkwaliteit noodzakelijk is. In gebieden waar bebouwing voorzien is maar nog niet gerealiseerd is, zal dit geen probleem zijn aangezien er diverse alternatieven beschikbaar zijn om emissies uit bouwmaterialen te beperken (BRON).

4.3.2. Lozingen van huishoudens

Per 1 januari 2008 zijn alle lozingen vanuit particuliere huishoudens geregeld met het 'Besluit lozing afvalwater huishoudens'. Het besluit is gebaseerd op de Wet Milieubeheer, de Wet Bodembescherming en de Waterwet, die op 22 december 2009 de Wet Verontreiniging oppervlaktewateren heeft vervangen. Tegelijkertijd is de bij dit Besluit behorende 'Regeling lozing afvalwater huishoudens' van kracht geworden. Het Besluit regelt alle lozingssituaties die bij een particulier huishouden aan de orde kunnen zijn, zowel in het stedelijk gebied als in het buitengebied. In de Regeling lozing afvalwater huishoudens is de normstelling voor septic tanks conform NEN-EN 12566-1 opgenomen.

Op het gemeentelijk niveau wordt het hemelwater- en grondwaterbeleid vastgelegd in het Gemeentelijk Rioleringsplan (GRP), dat in samenspraak met het betrokken waterschap en afgestemd met de provincie wordt opgesteld. De gemeentelijke verordening Bevoegdheid voor de omgang met afvloeiend hemelwater en grondwater biedt een extra instrument om het beleid volgens het GRP tot uitvoering te brengen.

4.3.3. Grondwateronttrekking

Voor het onttrekken van grondwater is er mogelijk een watervergunning nodig op grond van de Waterwet. De provincie verleent vergunningen voor de volgende grondwateronttrekkingen en infiltraties:

- voor bodemenergiesystemen (met een pompcapaciteit van meer dan 10 m³ per uur) Dit komt neer op 240 000 liter per dag.
- voor industriële onttrekkingen groter dan 150.000 m³ per jaar
- voor de openbare drinkwatervoorziening
- voor overige onttrekkingen van grondwater of infiltraties verleent het Hoogheemraadschap Hollands Noorder Kwartier de watervergunning. Ook kan het zo zijn dat bepaalde onttrekkingen en infiltraties onder algemene regels van het waterschap vallen. In dat geval is geen watervergunning nodig en kan worden volstaan met een melding (Provincie Noord-Holland 2014A).

Met een grondwateronttrekkingvergunning van het hoogheemraadschap mag er namelijk 150 000 000 liter per jaar worden onttrokken. Dit komt neer op 410,96 liter per dag.

4.3.4. Watertoets

De watertoets zorgt voor een vroegtijdige en systematische aandacht voor het meewegen van wateraspecten in ruimtelijke plannen en besluiten. Via de Digitale Watertoets is de watertoets uitgevoerd voor het Bestemmingsplan Ecodorp Bergen, 2014. Hieruit is naar voren gekomen dat voor het project de 'korte procedure' van toepassing is. Dit houdt in dat de beperkte invloed van het plan op de waterhuishouding kan worden ondervangen met standaard maatregelen. Deze maatregelen zijn opgenomen in het adviesdocument van de watertoets. Deze standaard adviezen houden het volgende in:

1. Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier (HHNK) geeft als advies om wateroverlast te voorkomen en het water in de sloten schoon te houden.
2. HHNK beschikt over een verordening: de Keur 2009. Hierin staan de geboden en verboden die betrekking hebben op watergangen en waterkeringen. Voor het uitvoeren van werkzaamheden kan een vergunning nodig zijn. De werkzaamheden in of nabij de watergangen en waterkeringen worden getoetst aan de beleidsregels.
3. De gevolgen van het ontwikkelen van het terrein voor de waterhuishoudkundige situatie is dermate klein, omdat er geen sprake is van een toename van de verharding. Er hoeven hierdoor geen compenserende maatregelen uitgevoerd te worden.
4. Alle werkzaamheden binnen een zone van 5 meter van de insteek van waterlopen zijn vergunningplichtig, omdat deze invloed kunnen hebben op de water aan- en afvoer, waterberging of het onderhoud. De waterlopen dienen goed bereikbaar te blijven voor zowel regulier als periodiek onderhoud (maaaien en baggeren). Wanneer er geen varend onderhoud wordt uitgevoerd, dient er een obstakelvrije zone van tenminste 5 meter aangehouden te worden.
5. Binnen het plan wordt er een gescheiden riolering aangelegd, waarbij het hemelwater wordt afgekoppeld van de riolering. Dit komt overeen met de ambitie van het hoogheemraadschap om 100% van het hemelwater van nieuwe oppervlakken te scheiden van het afvalwater. Voorwaarde is wel dat het hemelwater als schoon kan worden beschouwd. Bij voorkeur

wordt afstromend hemelwater van verharde oppervlakken eerst voorgezuiverd door een berm, wadi of bodempassage.

6. Binnen het plan is geen sprake van activiteiten die als gevolg kunnen hebben dat vervuild hemelwater naar het oppervlaktewater afstroomt. Het hemelwater kan dus als schoon worden beschouwd. Het is daarom niet doelmatig om het af te voeren naar de rioolwaterzuiveringsinrichting (rwzi). Dit betekent dat voor de nieuwe ontwikkeling geadviseerd wordt om een gescheiden stelsel aan te leggen.
7. Het waterschap adviseert om met het oog op de waterkwaliteit het gebruik van uitloogbare materialen zoals koper, lood en zink zoveel mogelijk te voorkomen.
8. De watertoets dient niet als keuzemogelijkheid om aan te geven dat het vuile water via een ecologisch buffersysteem gezuiverd wordt. Ecodorp Bergen is van plan om een eigen systeem aan te leggen dat geheel is afgekoppeld van het reguliere rioolsysteem. Het hoogheemraadschap adviseert alsnog om een gescheiden stelsel aan te leggen. Door de gekozen wijze van rioleren van Ecodorp Bergen wordt het rioolstelsel in zijn geheel ontlast. De kosten die gepaard gaan met de uitvoering van de plannen zullen door de 'Ecodorp Steunstichting' worden gedragen en is daarmee economisch uitvoerbaar (RooBeek Advies, 2014).

5. SWOT-analyse

De sterke en zwakke punten van het gebied en van de ontwerpcriteria worden in de SWOT-analyse samengebracht om de haalbaarheid van een gesloten watersysteem te kunnen beoordelen. In de eerste SWOT-analyse worden de sterke en zwakke punten en de kansen en bedreigingen van het terrein gegeven. In de tweede SWOT-analyse worden deze punten van de ontwerpcriteria gegeven.

Sterkepunten 1. Bodem Huidige bodemverontreiniging wordt gesaneerd voor inrichting van het watersysteem. Hoge ontwateringscapaciteit beperkt het risico op wateroverlast. 2. Waterkwaliteit De uiteenlopende herkomst en kwaliteit van het grondwater zorgt voor ecologische diversiteit. Geen sloten over het terrein met verontreinigd water van omliggende landbouwterreinen. 3. Waterkwantiteit De gevolgen van het ontwikkelen van het terrein voor de waterhuishoudkundige situatie is klein, omdat er geen sprake is van een toename van de verharding. Daarom hoeven geen compenserende maatregelen uitgevoerd te worden.	Zwakkepunten 1. Bodem Het terrein is vervuild met polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK's) en zware metalen. 2. Waterkwaliteit Kwaliteitsgarantie van drinkwater/ drinkbaar water, volgens de wettelijke voorschriften (Waterwet?) kan onder drinkwaterbedrijf technisch niet of nauwelijks worden gagestreefd. 3. Waterkwantiteit Onzeker hoe veel water er jaar rond beschikbaar is voor 80 personen. 4. Financiering Ontbrekend inzicht in financieringsmogelijkheden voor realisatie Ecodorp Bergen.
Kansen 1. Waterkwantiteit Mogelijkheid om kwalitatief te gebruiken voor de zwemwatervoorziening. In 2015 wordt er een nieuw peilbesluit vastgesteld door HNK in samenspraak met grondeigenaren. 2. Watergenereren Met een vergunning van de provincie kan er 1,0 m³ per uur opgepompt worden. Dit komt neer op 240.000 liter per dag. Dit is voldoende water voor Ecodorp Bergen.	Bedreigingen 1. Waterkwantiteit Droogte waardoor er onvoldoende water beschikbaar is op het Ecodorp terrein. Niet voldoende vast kunnen houden van water. Beperkte watervoorziening. Het is nog maar de vraag of het Ecodorp daadwerkelijk zelfvoorzienend kan worden. Regen valt ongelijkmatig door het jaar heen, watervoorziening en matcht vaak niet met pieken in gebruik bij bijvoorbeeld evenementen. 2. Waterkwaliteit Mogelijk bestrijdingsmiddelen in oppervlakte- water op terrein door herstel van oorspronkelijke waterlopen. Algen in het zwemwater en/of wateropslag door invloed van licht, warmte en fosfaten.

6. Waterstructuurplan

Het waterstructuurplan is het plan voor het inrichten van het watersysteem op het MOB-terrein te Bergen. Voor het waterstructuurplan zijn de abiotische kwaliteiten van het Ecodorp-terrein, de ontwerpcriteria van de ecodorpgemeenschap en de wet en regelgeving omtrent het watergebruik geanalyseerd om te zien waar de mogelijkheden liggen. Het plan heeft als uitgangspunt een gesloten watersysteem. De SWOT-analyse in hoofdstuk 5 heeft laten zien waar de kansen en bedreigingen liggen. Aan de hand van de kansen en bedreigingen zijn er keuzes gemaakt voor een duurzame en ecologische inrichting omtrent watervoorziening en gebruik. Het resultaat wordt in dit hoofdstuk besproken (afbeelding 11).

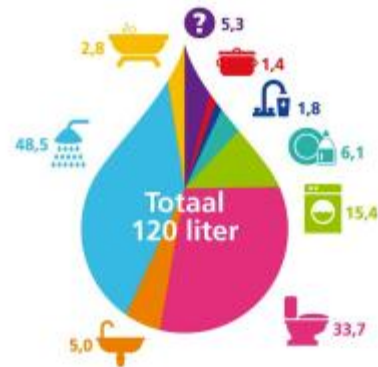


Afbeelding 11, waterstructuurplan.

6.1 Uitleg punten

1. Hemelwaterbenuttingssysteem

Voor het creëren van een gesloten watersysteem moet er naar alternatieven worden gezocht voor leidingwater. Voor de hand liggende bronnen zijn grondwater, regenwater of oppervlaktewater. Dit water kan niet direct gedronken worden en moet eerst worden gezuiverd. Het zuiveren van water voor een goede drinkwaterkwaliteit kost veel energie. Leidingwater daarentegen is in Nederland zeer goedkoop. Met het oog op de Nederlandse wet en regelgeving rond de vereiste waterkwaliteit voor drinkwater is het gebruiken van grondwater, regenwater of oppervlaktewater financieel



gezien niet de meest voor de hand liggende optie. Voor het wassen kan echter wel regenwater worden gebruikt, met eventueel een simpele zuiveringstap. Voor het waterstructuurplan is de hierboven beschreven afweging gemaakt om geen drinkwater te zuiveren voor drinkwater, alleen voor wassen. Wel worden de waterzuiveringsmogelijkheden voor drinkwater kort besproken.

Afbeelding 12, gemiddelde waterverbruik. (Vitens, 2014)

6.1.1 Waterverbruik

In deze paragraaf wordt een schatting gemaakt van het toekomstige waterverbruik van Ecodorp Bergen. Het gemiddelde waterverbruik per persoon per dag ligt op 120 liter in Nederland (afbeelding 12). Het meeste water wordt verbruikt onder de douche. Gemiddeld verbruiken we 48,5 liter water per dag tijdens het douchen. Ook aan het toiletbezoek verbruiken we per dag veel water, namelijk gemiddeld 33,7 liter. Als we het toilet doortrekken spoelen we per keer zo'n 6 liter water weg. Verder verbruiken we aan het gebruik van onze huishoudelijke apparaten gemiddeld 15,4 liter water per dag (Vitens, 2014).

Het gemiddelde waterverbruik per Nederlander ligt waarschijnlijk hoger dan het gemiddelde waterverbruik van de Ecodorp bewoners. Zo zullen er geen toiletten worden doorgespoeld, omdat op het Ecodorp gebruik wordt gemaakt van composttoiletten. Hiermee wordt er per dag per persoon 33,7 liter water bespaard. Zonder het doorspoelen van het toilet blijft er 86,3 liter water per dag per persoon over van het gemiddelde waterverbruik.

Het gebruikswater dat niet op het terrein kan worden gewonnen zoals drinkwater, water voor voedselbereiding, de wastafel en de keukenkraan bedraagt 19,6 liter per dag. Hiermee komt het gemiddelde waterverbruik dat eventueel op het terrein van het Ecodorp gewonnen kan worden voor het bad, de douche en de wasmachine op 66,7 liter per dag per persoon. 19,6 liter per persoon per dag moet dan uit leidingwater komen.

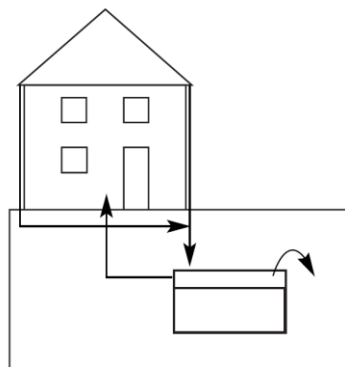
Onderstaande tabel 1, geeft een overzicht van het watergebruik landelijk en op het Ecodorp, in liter per persoon per dag.

Tabel 1 , Gemiddelde waterverbruik landelijk en Ecodorp. (Vitens,2014)

	Landelijk gebruik	Ecodorp		
		gebruik	leidingwater	eigen bron
	<i>l/pp/dag</i>	<i>l/pp/dag</i>	<i>l/pp/dag</i>	<i>l/pp/dag</i>
bad	2,8	2,8	-	2,8
douche	48,5	48,5	-	48,5
wastafel	5	5	5	
toiletspoeling	33,7	-	-	
wasmachine/vaatwasser	15,4	15,4	-	15,4
afwassen met de hand	6,1	6,1	6,1	
voedselbereiding	1,4	1,4	1,4	
drinken	1,8	1,8	1,8	
overig keukenkraan	5,3	5,3	5,3	
	120	86,3	19,6	66,7

6.1.2. Het systeem

Voor het watergebruik wordt zoveel mogelijk gebruik gemaakt van regenwater. Ieder huis kan zelf regenwater afvangen, wat via de dakgoot naar een berging stroomt. De grootte van de berging hangt af van het gebruik en het dakoppervlak. Een groot deel van het waterverbruik kan hierdoor opgevangen worden met regenwater. Hoe groot de berging moet zijn en de bijbehorende dekking wordt in deze paragraaf uitgerekend.



Afbeelding 13, Schematische weergave regenwateropvang en gebruik (Leidraad riolering, 2006)

Uitgangspunten systeem

Het ontwerp is gebaseerd op het gemiddelde verbruik van 66,7 liter per persoon per dag. Dit water is voor douche, bad en wasmachine. Hierbij wordt het wastafelwater en het water voor toiletten niet meegerekend. De toiletten worden namelijk afgekoppeld en er wordt op het Ecodorp gebruik gemaakt van zogenaamde Eco-toiletten. Het water dat wordt getapt vanuit de wastafels is niet meegerekend omdat de kwaliteit van regenwater niet gegarandeerd kan worden voor deze functies. Samen met de ontwerpcriteria uit hoofdstuk vier geeft dit de volgende uitgangspunten:

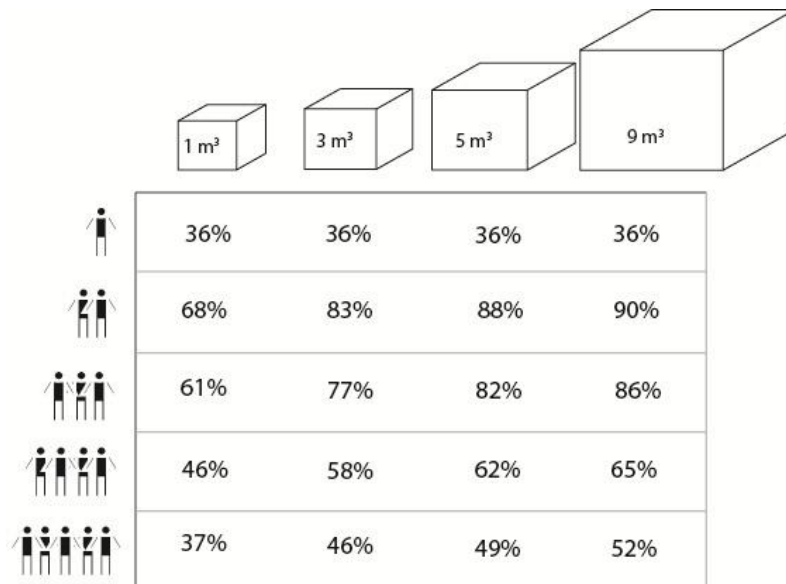
- Aantal inwoners: 80
- Gemiddeld gebruik: 66.7 liter/pp/dag
- Maximale oppervlakte bebouwing: 2000 m²
- Aantal huizen: 20
- Dakoppervlakte per huis: 2000/20 = 100 m²

Dimensioneren systeem

Voor het ontwerpen van de grootte van de berging van een watergebruikssysteem zijn de volgende gegevens nodig (Leidraad riolering, 2006):

- aangesloten afvoerend dakoppervlak (m²)
- gemiddeld waterverbruik in liters per dag (afgesteld op het *Ecodorp*)

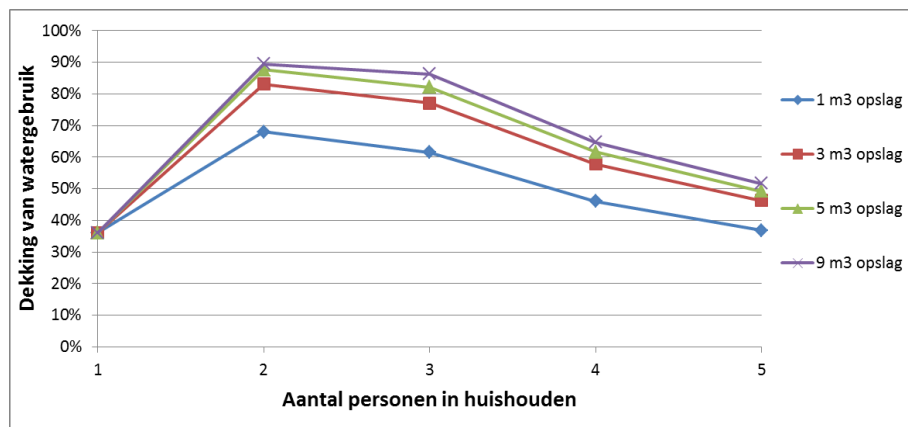
Aan hoeveel procent van de waterbehoefte (66,7 l/pp/d) wordt voldaan wordt berekend voor 1-, 2-, 3-, 4- en 5-persoonshuishoudens met een wateropslag van 1, 3, 5 en 10 m³. De berekening worden uitgevoerd aan de hand van module 'Hydraulische functioneren van regenwatervoorzieningen' van de leidraad riolering. Hierbij wordt gebruik gemaakt van tabellen om bij een hoeveelheid berging en ledigingstijd de bijbehorende waarden op te zoeken. In bijlage IV is de berekening volledig weergegeven. De resultaten hiervan zijn in onderstaande tabel te zien. De inhoud van de opslag en aantal personen in een huishouden is te zien aan hoeveel het percentage van de water behoefte van 66,7 l/pp/dag waaraan wordt voldaan.



Afbeelding 14, Dekking huishouden en opslag grootte.

Wanneer de resultaten in een grafiek worden gezet is te zien dat het optimale gebruik zit bij een 2-persoonshuishouden. Het is opvallend dat de grootte van de opslag hier relatief weinig invloed heeft zodra hij groter is dan 3 m³ (grafiek, 1).

Grafiek 1, Overzicht percentage dekking waterbehoefte.



6.1.3. Alternatieven

Regenwater opvangen via het dak dekt de waterbehoefte nooit voor 100 procent, daarom zijn er ook alternatieven nodig.

Aanvulling met leidingwater

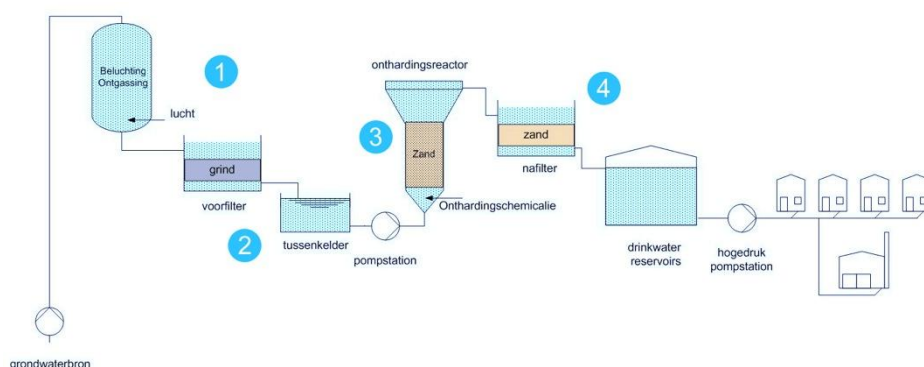
Er kan worden aangevuld met leidingwater. Het is aan te raden om het gebruikssysteem te koppelen aan het waterleidingnet. Hiermee kan worden voorkomen dat de leefgemeenschap zonder water komt te zitten wanneer het reservoir leeg komt te staan door een lange droogteperiode. De tarieven per m³ leidingwater inclusief 6% btw voor het jaar 2014 bedragen €1,28 (PWN, 2014).

Extra regenwater opvangen (regenwater harvesting)

In bovenstaande dimensionering wordt uitgegaan van 100 m² dakoppervlak. Een alternatief is het creëren van extra oppervlakte om regenwater op te vangen. Dit levert een hogere dekking voor het watergebruik. Om een voorbeeld te geven, bij een oppervlakte van 150 m² kan voor een 2-persoonshuishouden met een opslag van 3 m³ 118% van de behoefte worden gehaald. Dit is 35% procent hoger dan bij een dak van 100 m².

Grondwater pompen

Om het watertekort aan te vullen kan ook grondwater worden onttrokken. Dit is een stuk duurder dan bovenstaande alternatieven. Een pompinstallatie voor het oppompen van het grondwater kost ongeveer €3000,- exclusief pomp. De installatie wordt 30-35 meter diep geplaatst (Tjadenadvies, 2014). Volgens vergunning van het Hoogheemraadschap mag er 150 miljoen liter per jaar worden onttrokken (Hoogheemraadschap Hollands Noorder Kwartier, 2014C). Dit komt neer op 410,96 liter per dag.



Afbeelding 15, Grondwater zuiveren (Evidens, 2014)

Om grondwater drinkbaar te maken wordt er door de drinkwaterbedrijven een aantal stappen doorlopen om het water te ontdoen van ijzer, mangaan, kalk en humuszuren (afbeelding 15) (vitens, 2014). Deze stappen zijn (evidens,2014);

1. Water beluchten om methaangas te verwijderen. De beluchting zorgt er ook voor dat opgelost ijzer en mangaandeeltjes uitvlokken.
2. Zandfilters filteren de vlokjes eruit.
3. Het tamelijk harde water wordt onthard in pelletsontharders; drie grote tanks waarbij kalkmelk en zilverzand in het water worden gedoseerd. Hierdoor hecht de kalk die zich in het water bevindt aan het zand. Deze korrels worden 'pellets' genoemd. De pellets groeien totdat ze zo zwaar zijn dat ze bezinken en kunnen worden afgevoerd. Aan het ontharde water worden kleine hoeveelheden ijzerchloride toegevoegd die de laatste vuildeeltjes bindt tot ijzervlokjes.
4. In de nafilters, gevuld met zand, worden de laatste vlokjes gefilterd. Hiermee is het grondwater drinkwater geworden. Het water wordt tot slot gemengd met gezuiverd oppervlaktewater.

Zuiveren tot drinkwater kwaliteit

Het zuiveren van water voor een goede drinkwaterkwaliteit is duur. Er zijn systemen die wel water zuiveren maar nog niet aan de kwaliteitseisen van de wet en regelgeving voldoen. Een voorbeeld is het PLUVALOR hemelwatersysteem. Dit systeem is voorzien van een keramisch filter. Volgens de leverancier zijn actieve koolfilters en ultravioletlampen om pesticidenresidu's, koolwaterstoffen en put

geur te verwijderen, onnodig net als het verwijderen van nitraat, kalk ijzer en zware metalen. Het PULVALOR systeem is een 'drinkbaar' watersysteem dat aan andere criteria voldoet dan het wettelijke drinkwater. Herhaaldelijk gebruik brengt in principe geen schade toe aan de gezondheid.

6.1.4. Regenwaterbenutten voor evenementen

In de zomermaanden wil Ecodorp Bergen evenementen kunnen faciliteren op het terrein. Het terrein dient dan als evenemententerrein waarbij rekening gehouden moet worden dat er voldoende faciliteiten zijn voor ongeveer 150 personen. Afhankelijk zijn van een beperkte watervoorraad is hierbij geen optie.

Door het gebruik van ecotoiletten is geen water nodig voor het doorspoelen van het toilet. Het gebruik van douche, wastafel, vaatwasser, voedselbereiding en drinkwater is totaal 72,1 liter per persoon per dag. Bij 2 evenement per jaar, van ieder 2 dagen lang is er voor 4 dagen water nodig. $150 \text{ personen} \times 72,1 \text{ liter} \times 4 \text{ dagen} = 43260 \text{ liter per jaar}$.

De verschillende opties om de piek voor het waterverbruik tijdens evenementen op te vangen zijn;

- Regenwater harvesting, door een oppervlak te creëren waar (tijdelijk) meer regenwater kan worden afgevangen.
- Watertank bestellen, bij deze optie wordt er geen water op het Ecodorpterrein gegenereerd. Op deze manier is er wel water beschikbaar voor de bezoekers van evenementen en voor de ecodorbewoners.
- Leidingwater kan ten alle tijden benut worden

Een combinatie van bovengenoemde opties is logisch. Het water om te wassen kan via regenwater harvesting (afbeelding 16) en het drinkwater via leidingwater.



Afbeelding 16, Rainwater harvesting.

2. Terugbrengen van het oorspronkelijke slotenpatroon

In het publieke programma van eisen voor de herontwikkeling van het voormalig Mobilisatiecomplex Bergen wordt gemeld dat het terugbrengen van het oorspronkelijke slotenpatroon nodig is voor de aansluiting van het terrein met de directe omgeving. Ten noorden van het MOB-terrein is een bollenboer werkzaam. De bollenteelt staat er om bekend dat er veel bestrijdingsmiddelen worden gebruikt. Ondanks dat er geen metingen naar de aanwezigheid van bestrijdingsmiddelen is uitgevoerd is het water dat vanuit het noorden richting het MOB-terrein stroomt, hoogstwaarschijnlijk vervuild. Vanuit de leefgemeenschap is aangegeven dat ze geen vervuild water op hun terrein willen binnenhalen. Wanneer de sloten worden doorgetrokken zal dit wel gebeuren. In dit waterstructuurplan wordt daarom geadviseerd om de sloten niet door te trekken.

3. Helofytenfilter

Om daadwerkelijk een gesloten systeem te vormen zal het afvalwater ook op het Ecodorpterrein gezuiverd moeten worden. Een goede manier om dit te doen is het water zuiveren in een helofytenfilter. In de volgende paragraaf wordt uitgelegd hoe een helofytenfilter werkt.

Zwartwater

Het zuiveren van zwartwater wordt niet meegenomen in het onderzoek. Op Ecodorp Bergen wordt er namelijk gebruik gemaakt van composttoiletten. Of er daadwerkelijk uitsluitend gebruik wordt gemaakt van composttoiletten is niet bekend tijdens het schrijven van het waterstructuurplan. Voor dit onderzoek wordt er volledig uitgegaan van gebruik van composttoiletten.

Een composttoilet (afbeelding 17) verbruikt geen water en hoeft daardoor ook niet op het riool aangesloten te worden. De inhoud van de composteerbare zak kan bij het GFT-afval of op een eigen composthoop. Doordat de inhoud van het toilet wordt afgedekt met papier is het toilet vrijwel geurloos. Het toilet kan 40 tot 60 keer benut worden zonder chemicaliën of het verwisselen van de zak. Gemiddeld genomen kost het toilet 20 tot 30 euro per jaar voor een gezin van vier personen. Daar komt een waterbesparing van bijna 40% van het jaarlijks gebruik bij.

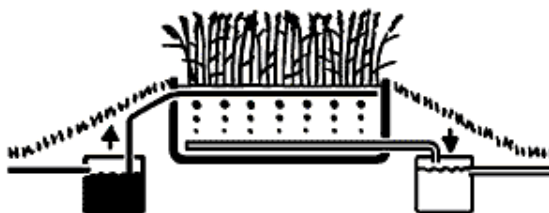


Afbeelding 17, Composttoilet (12ambachten, 2014).

Grijswater

Helofytenfilters (afbeelding 18) worden gebruikt om afvalwater op een natuurlijke manier te zuiveren doormiddel van bacteriën. Deze bacteriën leven in symbiose met de helofyten (water- of moerasplanten). Het helofytenfilter bestaat uit een pakket van ongeveer een meter zand met daarboven en eronder een laag grind. Doordat het water schoksgewijs op het filter terecht komt, zakt het langs de plantenwortels naar beneden en neemt lucht met zich mee. Hierdoor ontstaan de optimale omstandigheden voor de juiste bacteriën om het water te zuiveren. Onderin het helofytenfilter komt steeds minder zuurstof voor. Opgeloste zuurstof is dan niet meer aanwezig maar nitraat en nitriet moleculen zijn ook opgebouwd uit stikstof en zuurstof. Nitraatreducerende bacteriën kunnen deze zuurstoatomen vrijmaken. Dit is een langdurig proces, het is daarom van belang dat dit proces zo lang mogelijk de tijd krijgt. Wanneer het water uit de helofytenfilter komt is het voor 95 tot 99% ontdaan van verontreinigingen (De twaalf ambachten, 2014).

Helofytenfilters hebben een aantal voordelen op de andere individuele behandeling afvalwatersystemen (IBA). Ze hebben zo gezegd minder technische problemen, aangezien er weinig technische aspecten aan te pas komen. Het zuiveringsrendement ligt in veel gevallen hoger en daar naast verbruiken ze weinig tot geen energie. Omdat er vrijwel geen slijtende delen zijn (in verticaal doorstroomde helofytenfilters wordt er echter wel gebruik gemaakt van een pomp) komen technische storingen nauwelijks voor. Vanwege het relatief kleine oppervlak en omdat de prestaties van deze filters erg stabiel zijn, worden er in Nederland voornamelijk verticale helofytenfilters gebruikt. Deze filters zijn bij uitstek geschikt voor het zuiveren van huishoudelijk afvalwater. Helofytenfilters zijn zeer geschikt voor locaties met een wisselende hoeveelheid afvalwater zoals campings. Voor het Ecodorp zou een helofytenfilter zeer geschikt zijn.



Afbeelding 18, helofytenfilter (12amachten.nl, 2014).

4. Zwemvijver

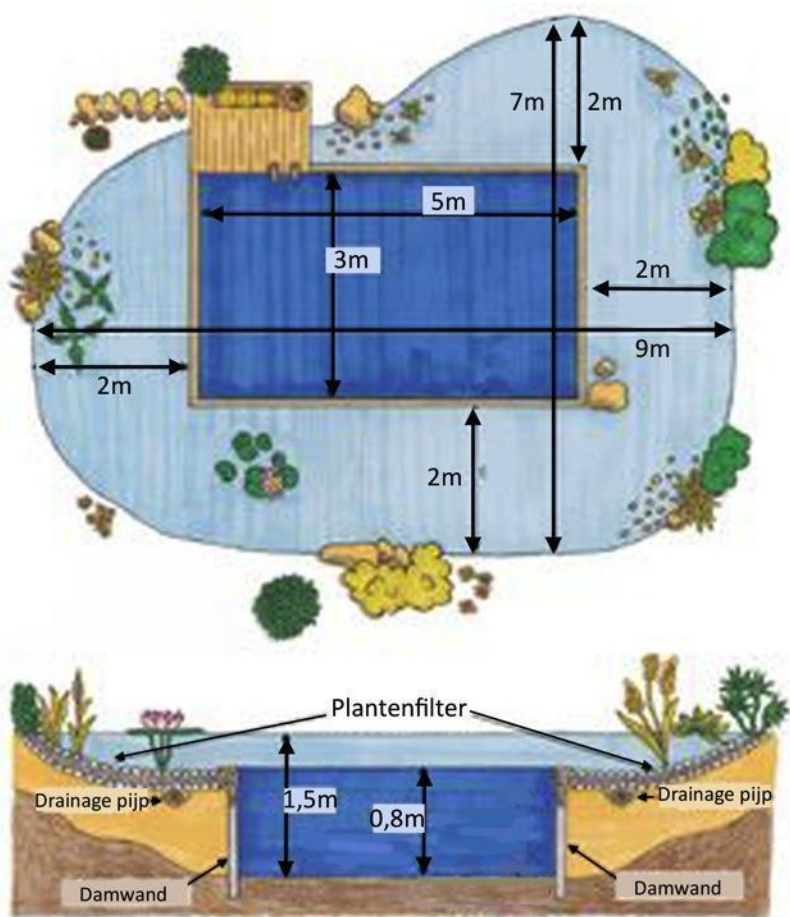
De Ecodorp gemeenschap heeft de wens om een natuurlijk zwembad of een zwemvijver aan te leggen op het terrein. Hoe de kwaliteit van dit zwemwater gewaarborgd kan worden en wat de verschillende opties zijn om een zwemwater aan te leggen, wordt in deze paragraaf toegelicht.

Om een teveel aan bacteriën en blauwalg uit het zwemwater te houden zijn verschillende methodes toepasbaar. Het water moet in beweging blijven. Er kan eventueel een dieper punt in het zwemwater gemaakt worden zodat het water koel blijft en waardoor algengroei minder kans krijgt. De vijver in de zon aanleggen lijkt hierdoor tegenstrijdig maar heeft als voordeel dat de vijver sneller opwarmt.

Een zwemvijver wordt doorgaans aangelegd met een diepte van 140-160 cm.

De grondwaterstand in het gebied zit op Het grondwater bevindt zich op 1,4- 1,7 m -NAP daardoor moet er tot 80 cm beneden maaiveld worden afgegraven om tot het grondwater te komen. De randen van de vijver zijn op 60- 80 cm voorzien van een plantenbak met zuurstofplanten die fungeren als natuurlijk filter. Een voorbeeld van een zwemvijver is afgebeeld in afbeelding 19. Het biologisch evenwicht in de vijver kan makkelijk verstoord worden door een teveel of tekort aan voedingsstoffen. Het is daarom aan te raden om de waterkwaliteit met enige regelmaat te controleren daarnaast is het plegen van onderhoud zeker geen te verwaarlozen klus. Het regelmatig snoeien van de waterplanten beperkt de algengroei en van het reinigen het zwembad zorgt ervoor dat er niet teveel voedingsstoffen in het water komen. Daarnaast is het sterk af te raden om met zonnebrand crème op de vijver in te duiken. Het duurt ongeveer 4 tot 6 weken voordat de zwemvijver een biologisch evenwicht bereikt (schonevijver, 2014).

Om blauwalg en colibacteriën tegen te gaan is het belangrijk dat het zwemwater niet warmer dan 25 graden wordt. HHNK controleert van 1 mei tot 1 oktober op bacteriën en blauwalg in open zwemwateren (zwemwater, 2014)



Afbeelding 19, zwemvijver (tieswithnature.ca, 2014)

6.4.1. Vitaal water

Om het zwemwater op een natuurlijk manier te zuiveren en om het water in beweging te houden kunnen er flowforms bij de zwemvijvers geplaatst worden. Flowforms zijn keramieken of betonnen vormen waarin water dat door de vormen heen stroomt, ritmisch gaat bewegen. Door deze ritmische beweging wordt het water gevitalseerd.



Afbeelding 20, kiemen van graan met en zonder vitaal water (vakblad h2o, 2011)

Hierdoor bevordert het water de wortelontwikkeling, het is gezond en het reinigt water. Aangezien de zwemvijver een dubbele gebruiksfunctie krijgt als benuttingssysteem voor het bevoeien van de tuinen zijn de flowforms zeer geschikt voor deze dubbel functie. Veel wetenschappers staan sceptisch tegenover de werking van flowforms en de term 'vitaal water', toch zijn er in de afgelopen jaren diverse onderzoeken gedaan naar vitaal water waaruit blijkt dat vitaal water andere eigenschappen bevat dan 'plat water'. De chemische stof H₂O is hetzelfde maar de plantengroei onder invloed van vitaalwater is bijvoorbeeld anders. Het verschil in wortelontwikkeling is tussen 1981 en 1985 onderzocht op landgoed Thedingsweert in Tiel onderzocht na flowformbehandeling, zie onderstaande afbeelding 20. Uit dit onderzoek blijkt er een sterkere wortelontwikkelingen is na flowformbehandeling (Van Sluis & Van der Roest, 2011).

Een andere toepassing voor de flowforms is Rioolwaterzuivering Soerendonk. Dit project laat zien dat flowform ook op grote schaal toepasbaar zijn. Per keten kan er maximaal 140 liter water per minuut doorgevoerd worden. Over het geheel van 45 ketens wordt er ongeveer 6300 L/min doorgevoerd. Het hoogteverschil dat is gebruikt voor RWZI Soerendonk bedraagt niet meer dan 30 cm.



Afbeelding 21, Streefbeeld flowform cascade CHalice Well Gardens (tripadvisor, 2014)

Conclusies en aanbevelingen

Voor het beantwoorden van de onderzoeksvraag: 'Wat is de meest geschikte inrichting en beheer waarmee invulling kan worden gegeven aan een duurzaam en ecologisch watersysteem in Ecodorp Bergen?' zijn de huidige kenmerken van het Ecodorpsterrein geanalyseerd. Daarnaast vormt de wet en regelgeving een belangrijk kader voor de inrichten en tot slot zijn de wensen en idealen van de gemeenschap van Ecodorp Bergen uitgangspunten voor de ontwerpcriteria geweest.

De bodem van het Ecodorpsterrein is vervuild maar omdat de vervuiling geen bedreiging vormt voor de plannen van de inrichting van het terrein omdat de vervuilingen gesaneerd worden is dit aspect niet van belang voor het waterstructuurplan.

Voor het aanleggen van de zwemvijver is er de mogelijkheid om kwelwater te gebruiken, maar ook om een natuurlijke zwembad aan te leggen. Er is tussen deze twee opties niet een beter of meer geschikt te noemen.

De waterkwaliteit van het oppervlakte water heeft een uiteenlopende kwaliteit namelijk zoete kwel vanuit de duinrel, regenwater en zoute kwel.

Volgens het PPvE moeten de oorspronkelijke waterlopen doorgetrokken worden. Echter heeft dit nadelige gevolgen voor het duurzame en ecologische karakter van het Ecodorpsterrein aangezien de kans dat er hierdoor bestrijdingsmiddelen van de naastgelegen bollenboer. Aangezien het water van noord naar zuid het terrein opstroomt en het via de oostzijde wordt afgevoerd.

Het doortrekken van de oorspronkelijke waterlopen wordt dan ook afgeraden. Een andere mogelijkheid is om sluizen te plaatsen zodat het mogelijk vervuilde water niet het terrein op kan stromen.

Het hemelwaterbenuttingssysteem kan voor maximaal 90% voldoen aan de behoefte van gebruikswater. Hierbij is water voor douche, bad en wasmachine meegerekend en het water voor wastafelgebruik en het water voor toiletten niet meegerekend. Hierbij is rekening gehouden met een huishouden van twee personen en een benuttingssysteem van 9m³.

Kwaliteitsgarantie van drinkwater kunnen niet gegarandeerd worden echter kan drinkbaar water, waarbij de wettelijke voorschriften niet worden nagestreefd wel gehaald worden. Het maken van drinkbaar water is daar en tegen wel haalbaar.

Met een vergunning van de provincie kan er 10 m³ per uur opgepompt worden. Dit komt neer op 240 000 liter per dag. Dit is voldoende water voor de waterbehoefte voor 80 Ecodorp bewoners.

Tijdens de evenementen die op het Ecodorpsterrein gehouden kan er geen gebruik worden gemaakt van het hemelwaterbenuttingssysteem aangezien het dakoppervlak volledig wordt benut voor het hemelwaterbenuttingssysteem voor Ecodorp bewoners.

Het ecologisch zuiveren van water gebeurt doormiddel van een helofytenfilter. Daarnaast is het op peil houden van de waterkwaliteit in de zwemvijver/natuurlijk zwembad te controleren met flowforms.

Ecodorp Bergen kan met dit waterstructuurplan niet zelfvoorzienend zijn, echter is het plan ruimte in het plan om hier grotere stappen in maken. Een financieel plan is hierbij een belangrijke randvoorwaarde. Voor het winnen van water kan gedacht worden aan rainwaterharvestingen of het installeren van een drinkwater zuiveringsinstallatie.

7. Discussie

Tijdens het schrijven van het waterstructuurplan voor Ecodorp Bergen prikkelde met enige regelmaat de vraag in hoeverre het gesloten watersysteem nu echt duurzaam is en of het ook op grote schaal in te zetten is. Het afwassen en het schoonmaken van auto's met kwalitatief uitstekend drinkwater is wat mij betreft het toppunt van de westerse rijkdom. Het draaiende houden van de drinkwaterinstallaties kost een hoop geld en dat terwijl in Nederland veel regenwater valt dat ook prima gebruikt kan worden voor het doorspoelen van toiletten.

In gebieden waar niet altijd schoon leidingwater beschikbaar is of waar geen aansluiting is op het leidingwaternet is het opvangen van regenwater veel vaker gebruikelijk dan dat we in Nederland gewend zijn maar omdat hier overal genoeg leidingwater beschikbaar is wordt het opvangen van hemelwater gezien als een kans voor een duurzamere watervoorziening. Hemelwater kan bijvoorbeeld worden gebruikt voor toiletspoeling en tuinbesproeiing. Het gebruik van hemelwater is duurzaam omdat er geen uitgebreide infrastructuur aan te pas komt die veel energie vraagt en daarbij wordt verdroging tegengegaan. Daarnaast bespaart de consument direct op zijn waterrekening. Naast deze voordelen van het gebruik van hemelwater kleven er een aantal nadelen aan het gebruik:

- Regenwater is in eerste instantie schoon maar tijdens het afstromen en opslag in reservoirs kan het water vervuild worden met micro-organismen die ziekte bij de mens kunnen veroorzaken.
- Dieren kunnen het water besmetten wanneer ze toegang tot het reservoir hebben. Bij de locaties die het RIVM in 2005 onderzocht was dit overigens niet het geval (RIVM, 2005).

Toch vormt het stilstaand water in een reservoir een leefomgeving waarin bacteriën zich graag nestelen. Bacteriën als legionella, salmonella en E. coli of virussen en parasieten kunnen zo een gevaar voor de gezondheid opleveren. Onderzoek naar deze systemen heeft uitgewezen dat de verontreinigen vaak boven de norm van het drinkwaterbesluit lagen en daardoor risico's met zich meebrengen voor de volksgezondheid. Het ministerie van VROM heeft daarom uitgebreide meetprogramma's voorgeschreven aan de eigenaren, waaruit is gebleken dat er bij 36% sprake was van gezondheidsrisico's.

Echter zijn de kansen voor kleinschalige regenwateropvang groot en wordt dit vaak op kleine schaal toegepast. Het systeem brengt enkele risico's met zich mee en verdienen de gezondheidsrisico's aandacht. Het negatieve oordeel van het ministerie van VROM neemt niet mee dat de kansen voor het grootschalig inzetten van kleinschalige regenwateropvang wellicht meer kansen biedt. Het systeem is duurzamer door een 100% dekking te hebben echter vormt het stilstaan van het water een risico waardoor een systeem dat vaak belast wordt wellicht beter en schoner werkt. Hierdoor is een aansluiting op het leidingnet vereist. De terugverdien tijd wordt hierdoor langer. Als positieve bijkomstigheid kan deze aansluiting direct als noodoplossing dienen wanneer het hemelwatersysteem kapot is.

8. Reflectie

In dit hoofdstuk ligt ik toe wat er goed ging en wat er waarschijnlijk beter had kunnen gaan in het onderzoek. Achteraf gezien was het beantwoorden van sommige deelvragen niet relevant voor het beantwoorden van de hoofdvraag en zijn deze daarom niet meegenomen in het onderzoek. En sommige deelvragen zijn te uitgebreid gebleken om te kunnen beantwoorden en verdienen daardoor meer aandacht dan in dit rapport is beschreven.

Zo is het afvoeren van het watersysteem niet specifiek behandeld. Het water dat wordt afgevangen voor het benuttingssysteem wordt gezuiverd in een helofytenfilter en kan daardoor op het watersysteem worden afgewaterd. Tevens is uit de watertoets naar voren gekomen dat de bebouwing op het Ecodorp een dusdanig klein verschil in het watersysteem veroorzaakt dat er geen maatregelen nodig zijn.

Daarbij is het beschikbaar maken van oppervlaktewater niet meegenomen als mogelijkheid om dit te zuiveren voor consumptie aangezien

Ook is het peilbesluit verder niet meegenomen aangezien HHNK het peilbesluit in overleg in 2015 wil aanpassen. Het peilbesluit valt ook samen met het wel of niet doortrekken van de oorspronkelijke waterlopen. Wanneer de waterlopen worden doorgetrokken is het van belang om zo min mogelijk water van de aanvoersloten op het terrein te krijgen in verband met de kans op verontreinigingen door bestrijdingsmiddelen. Terwijl wanneer de oorspronkelijk waterlopen iets worden doorgetrokken er voor gekozen kan worden om de grondwaterstand hoog te houden zodat de zwemvijver voorzien wordt van voldoende kwelwater.

Ook het berekenen van de afvoergoten beek irrelevant omdat voor het afvoeren van hemelwater van de toegangsweg een berm ook voldoet. En het hemelwater dat wordt afgevangen op de huizen in een helofytenfilter terechtkomt en op deze manier infiltreert.

Betrouwbaarheid van veldwerk onderzoek

Het veldwerk is met beperkte middelen, tijd en metingen volbracht. Het Ecodop terrein was ten tijden van het onderzoek afgesloten hierdoor zijn is zijn de bodemonsters die zijn gebruikt voor het meten van de infiltratiecapaciteit en de watermonsters die gebruikt zijn voor het bepalen van de herkomst van het water naast het terrein genomen. Daarbij is er een beperkt aantal metingen gedaan. Hierdoor kan het zijn dat er uitschieters zijn gemeten. Om een duidelijker beeld te krijgen van de huidige situatie van het terrein is het aan te raden om nader onderzoek te verrichten.

Resultaat

Het onderzoek zou een stuk vollediger zijn wanneer de financiële kaders duidelijk zouden zijn geweest. In het onderzoek is het beschikbaar maken van drinkwater achterwegen gelaten doordat het vrijwel onhaalbaar is om het drinkwater te generen op het Ecodorpsterrein voor de prijs van leidingwater met dezelfde kwaliteit.

Bronvermelding

- Beek, M., 2014, Ontwerpbestemmingsplan Ecodorp Bergen, RooBeekadvies i.o.v. gemeente Bergen.
- Berendsen, H.J.A. De vorming van het land. Inleiding in de geologie en de geomorfologie, 2004.
- Cuperus, J., Twigt, F.J. en Woude, S van der. (2014) [Gesprek 23-07-2014]
- De twaalf ambachten, 2014. <http://www.de12ambachten.nl/helofytenfilter.html> [Geraadpleegd op 02-01-2014]
- EcodorpbergenA, website: <http://www.ecodorpbergen.nl/het-idee/> [Geraadpleegd op 01-08-2014]
- EcodorpbergenB, website: http://www.ecodorp.nl/welkom/index.php?hoofd_id=30 [Geraadpleegd op 01-08-2014]
- EcodorpbergenC, website: http://www.ecodorpbergen.nl/wp-content/fotos/2011/10/20140512121117_00003-plattegrond-met-benamingen-groen-COMPRI.jpg [Geraadpleegd op 01-08-2014]
- EcodorpbergenD, website: <http://www.ecodorpbergen.nl/wp-content/fotos/2013/05/Ontwikkelingsvoorstel-Ecodorp-Bergen.pdf> [Geraadpleegd op 01-08-2014]
- Evidens.nl, website: <http://www.evides.nl/drinkwater/paginas/hoe-wordt-uw-drinkwater-gemaakt.aspx> [Geraadpleegd op 08-12-2014]
- RICHTLIJN 2000/60/EG VAN HET EUROPEES PARLEMENT EN DE RAAD, 2000. Tot vaststelling van een kader voor communautaire maatregelen betreffende het waterbeleid. http://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:5c835afb-2ec6-4577-bdf8-756d3d694eeb.0005.02/DOC_1&format=PDF [Geraadpleegd op 02-01-2015]
- Gemeente Bergen, M., 2010, Structuurvisie landelijk gebied, p. 9.
- Google maps, website: <https://www.google.nl/maps/place/Bergen/@52.6670564,4.7007609,13z/data=!3m1!4b1!4m2!3m1!1s0x47cf59ba303e7627:0x400de5a8d1e74f0> [Geraadpleegd op 14-08-2014]
- Grontmij, 2011. Archeologisch onderzoek plangebied Verspyckweg te Bergen aan zee, gemeente Bergen. [geraadpleegd op 07-07-2014]
- Leerschool Permacultuur, 2014. http://www.leerschoolpermacultuur.nl/index.php?option=com_content&view=article&id=6:wat-is-permacultuur&catid=2:wat-is-permacultuur&Itemid=2 [Geraadpleegd op 07-11-2014]
- Sluis, H van en Roest, H, van der. 'Vitaal water niet meten, maat zelf ervaren en beleven', *vakblad H2O*, 2011 (18), 10-11.
- Hoogheemraadschap Hollands NoorderKwartier, 2010. Omgaan met regenwater en riolering. [Geraadpleegd op 13-12-2014]
- Hoogheemraadschap Hollands NoorderKwartier, Toplijstverdroging NoordHolland, 2006. [http://www.noord-holland.nl/zoeken/get_url.asp_page=pdfstukken_OPENBAAR_PSCIE_NOTA_Nlwm_2006_NLWM131208b.06%20ToplijstVerdrogingNoordHolland.doc%20\(1\)](http://www.noord-holland.nl/zoeken/get_url.asp_page=pdfstukken_OPENBAAR_PSCIE_NOTA_Nlwm_2006_NLWM131208b.06%20ToplijstVerdrogingNoordHolland.doc%20(1)) [Geraadpleegd op 18-12-2014]

- Hoogheemraadschap Hollands Noorder Kwartier, 2014A.
http://www.hhnk.nl/achtergrondinfo/water/water/schoon_water/gewasbescherming/resultaten_onderzoek_1 Rapport opzoeken!
- Hoogheemraadschap Hollands Noorder Kwartier, 2014B. Waterplan Vliegveld Bergen.
- Hoogheemraadschap Hollands Noorder Kwartier, 2014C.
https://www.hhnk.nl/digitale_balie/productencatalogus/@167225/pagina/?mode=2 [Geraadpleegd op 02-11-2014]
- Hoogheemraadschap Hollands Noorder Kwartier, 2014D
http://www.hhnk.nl/achtergrondinfo/water/water/voldoende_water/peilbeheer [Geraadpleegd op 01-08-2014]
- Leidraad riolering, 2006. Hydraulisch functioneren van regenwatervoorzieningen C2200
- Leerlooier, C., de la Haye, M., de Jonge, M., Breukelen, van, B. 2010. Analyse van het oppervlaktewater van de waterparels van Noord-Holland. Master Thesis. Vrije Universiteit Amsterdam. Faculteit FALW, Hydrologie.
- Milkwood.net, website: <http://milkwood.net/2013/02/04/afistar-permaculture-posters/> [Geraadpleegd op 10-09-2014]
- Natuurkennis.nl, website:
<http://www.natuurkennis.nl/index.php?hoofdgroep=6&niveau=2&id=25> [Geraadpleegd op 01-08-2014]
- PPvE Publiek Programma van Eisen voor herontwikkeling van het voormalige Mobilisatiecomplex Bergen
- Prospectus 2013, website: <http://www.ecodorpbergen.nl/wp-content/fotos/2013/04/Prospectus-v6-2-Jc.pdf> [Geraadpleegd op 27-08-2014]
- Provinciaal Meerjaren Programma ILG – Deel A, 2006.
- Provincie Noord-Holland, 2014. Europese Kaderrichtlijn Water. <http://www.noord-holland.nl/web/Themas/Water/Waterkwaliteit/Europese-kaderrichtlijn-water-KRW.htm> [Geraadpleegd op 02-01-2015]
- Provincie Noord-Holland, 2014A. Vergunning grondwater onttrekking.
<http://www.noord-holland.nl/web/Themas/Water/Grond-en-drinkwater/Vergunningen.htm> [Geraadpleegd op 14-12-2014]
- Regionaal archief Alkmaar. Archief van de Bergermeerpolder.
<http://www.archiefalkmaar.nl/collecties/archieven/archieven/ead/index/pagina/54/eadid/84.2.006/anchor/descgrp-other-odd> [Geraadpleegd op 02-01-2015]
- De Roo, H.C., 1953. De Bodemgesteldheid van Noord-Kennermerland. In reeks: De bodemkartering van Nederland. Verslagen van Landbouwkundige onderzoeken der Rijkslandbouw proefstations, ISSN 0372-6223; No. 59, 3
- RooBeek Advies, 2014. Bestemmingsplan Ecodorp Bergen
- Rijkswaterstaat, 2014.
http://www.rijkswaterstaat.nl/water/natuur_en_milieu/zwemwater_en_blaauwalgen/ [Geraadpleegd op 01-10-2014]
- Rijksoverheid, 2014.
[<http://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/waterkwaliteit/kwaliteit-zwemwater>] [Geraadpleegd op 17-11-2014]
- RIMV, 2005. RIVM rapport 703719009/2005, F.M. Schets, H.H.J.L. van den Berg, W.J. Lodder, A.E. Docters van Leeuwen, S. in 't Veld, A.M. de Roda Husman De

microbiologische kwaliteit van hemelwater toegepast voor toiletspoeling, schoonmaken en tuinsproeien.

PWN, 2014. <https://www.pwn.nl/tarieven> [Geraadpleegd op 15-12-2014]

[http://www.scheldestromen.nl/het_waterschap/waterschapstaken/schoon_water/samenwerken_in_de]

Schuurman, J.H., 2001. Vliegveld Bergen NH, 1938-1945. De Coogh, Bergen N.H. ISBN 90-75440-04-9

Schonevijver, 2014. http://www.schonevijver.nl/contents/nl/d31_vijver-in-evenwicht.html [Geraadpleegd op 02-01-2014]

Sluis, van R., Roest, van der H., 2011. Vitaal water niet meten, maar zelf ervaren en beleven. H2O Tijdschrift voor watervoorziening en waterbeheer. 44e jaargang No. 18/2011

Stichting bedrijfsleven Greenport Duin- en Bollenstreek, 2014. <http://greenportduinenbollenstreek.nl/economische-clusters/bloemen-bollen> [Geraadpleegd op 15-11-2014]

Stowa, 2007. Zuiverende voorzieningen regenwater. ISBN 978.90.5773.369.7

Stuyfzand, P.J., 1989. Hydrochemische onderzoeksmethoden ter analyse van grondwaterstroming. H2O 22(5): 141-146 en H2O 22(6): 166-169

TAUW, 2008. Verkennend, aanvullend en nader bodemonderzoek MOB-complex Bergen. Rapport pr.n. 4546378: 30, 48 en 55

Tieswithnature, 2014. <http://www.tieswithnature.ca/swimming-ponds/> [Geraadpleegd op 03-01-2015]

Tjadenadvies bureau, telefoon gesprek 22-10-2014

Tripadvisor, 2014. <http://media-cdn.tripadvisor.com/media/photo-s/02/8b/93/42/filename-flow-forms-at.jpg> [Geraadpleegd op 03-01-2015]

Wybo Nijdam Mail wisseling 24-11-2014

Vitens A, 2014. <http://www.vitens.nl/vragen/Paginas/Wetenswaardigheden-Hoeveel-water-verbruiken-we-per-dag.aspx> [Geraadpleegd op 13-12-2014]

Vitens B, 2014. website: <http://vitensnatuurlijk.crossavenue.nl/water/bodemwater-is-niet-altijd-meteen-drinkbaar>. [Geraadpleegd op 08-12-2014]

Wageningenur, website: <http://www.wageningenur.nl/nl/show/Verwijderen-van-microverontreinigingen-in-grijs-water.htm> [Geraadpleegd op 08-14-2014]

Watervragen, website: <http://www.watervragen.nl/themapaginas/watersystemen> [Geraadpleegd op 01-08-2014]

Permacultuur volgens leerschool permacultuur Friesland, geciteerd van website leerschoolpermacultuur.nl <
http://www.leerschoolpermacultuur.nl/index.php?option=com_content&view=article&id=6:wat-is-permacultuur&catid=2:wat-is-permacultuur&Itemid=2> (7 november 2014).

Begrippen

Afvalwater	Afvalwater van huishoudens bestaat uit lozingen van toiletten (zwart water) en lozingen van douches, wastafels, aanrecht en wasmachines (grijs water). Grijs water is goed voor zo'n 80% van het afvalwater in Nederlandse huishoudens. Het is niet zo vervuild als zwart water, dat aanzienlijk meer ziekmakende microverontreinigingen, hormonen en medicijnenresten bevat (WageningenUR, 2014).
Afvalwaterketen	De afvalwaterketen is het geheel van rioolstelsels, rioolgemalen, transportleidingen en rioolwaterzuiveringsinstallaties. Afvalwater en afstromend regenwater worden in dit systeem ingezameld, afgevoerd en deels gezuiverd (www.scheldestromen.nl , 2014).
Blauwalg en colibacteriën	Overmatige groei van blauwalgen is een teken dat het niet goed gaat met de waterkwaliteit en de natuur die daarvan afhankelijk is. Blauwalgen kunnen giftig zijn en in de zomer voor veel overlast zorgen. Zwemwaarschuwingen, stank en massale vissterfte kunnen het gevolg zijn (Rijkswaterstaat, 2014). Colibacteriën komen voor in uitwerpselen van mensen en dieren. Als het water veel colibacteriën bevat is dit een aanwijzing dat er veel andere ziekteverwekkende bacteriën in het water zitten (Rijksoverheid, 2014).
Bodempassage	Een bodempassage is een voorziening waarbij de bodem zorgt voor de zuivering van het afstromende regenwater middels filtratie. Het principe van de bodempassage wordt in diverse verschillende regenwatersystemen toegepast als; wadi's, infiltratievelden, -greppels, -bermen en zandfilters (Stowa, 2007).
Bodemvolume Ecodorp	Ecodorpen zijn er in verschillende vormen er zijn echter vier bindende elementen te onderscheiden namelijk: • Een sociale samenhang (Gemeenschapsvisie) • Samenwerken met de natuur (Een ecologische visie) • Duurzame economische oplossingen (Economische visie) • Een holistisch wereldbeeld (Spirituele visie) (ecodorp.nl, 2014)
Hydraulische belasting	Debiet wat op het riool wordt geloosd.
Kwel	Kwel is grondwater dat onder druk aan de oppervlakte uit de bodem komt.
Ontwateringscapaciteit	Het vermogen van de grond om water doortelaten
Permacultuur	Een agricultureelproject dat ontworpen is op een manier dat het zichzelf in stand kan houden.
Peilbeheer en peilbesluit	In een peilbesluit wordt het oppervlaktewaterpeil voor een begrensd gebied vastgesteld. Het peilbeheer gaat over het beheren en controleren van dit vastgestelde oppervlaktepeil en het verzorgen van een zo goed mogelijke aan- en afvoer (Hoogheemraadschap Hollands Noorder Kwartier, 2014D)
Septic tanks	De septic tank, ook vaak septic tank of septic-tank genoemd, is een waterdichte, ondergrondse bak waarin het toilet spoelwater van een huis wordt afgevoerd. Hierin verblijft het spoelwater tijdelijk zodat vaste delen kunnen verteren. Na deze verblijf tijd wordt het spoelwater geloosd op het oppervlaktewater (septic-tank.nl, 2014).
Streef- en interventiewaarde	De interventiewaarden voor (water)bodems en grondwater zijn normen met een signaalwaarde. Bij overschrijding spreken we van ernstige

	verontreiniging: de functionele eigenschappen van de bodem voor mens, dier en plant zijn (mogelijk) ernstig verminderd. Dan moet onderzocht worden of spoedige sanering nodig is.
Van Wirdum Driehoek	Met behulp van de Van Wirdum driehoek kan een eerste typering van watermonsters verkregen worden aan de hand van het elektrisch geleidingsvermogen (EGV) en de ionenratio (WIR) tussen calcium en chloride.
Wadi	Een bufferings- en infiltratievoorziening die tijdelijk gevuld is met regenwater.
Waterstructuurplan	Het begrip waterstructuurplan wordt in dit rapport gebruikt als duiding voor de inrichting en het beheer van de watervoorzieningen.
Watersysteem	Onder het watersysteem verstaan we alle onderdelen van de hydrologische kringloop, van zee via wolken, neerslag en het land weer terug naar de zee. Voor het gemak omvat het begrip watersysteem in dit rapport alleen een nader te bepalen begrensd gebied (watervragen.nl, 2014).
Gesloten watersysteem	De term 'gesloten watersysteem' zoals het in dit rapport wordt gebruikt, is het watersysteem op Ecodorp Bergen waarbij water wordt gegenereerd en gezuiverd voor zover dat mogelijk is.
Zijgen	Filtreren, naar beneden zakken van water.

Bijlage

- I Veldwerkverslag
 - Boorprofielen
 - Uitleg driehoek van van Wirdum
- II Grondwatertrap en bodemkaart
- III Overzichtkaart met de vervuilde boorpunten
- IV Berekening regenwater benutten

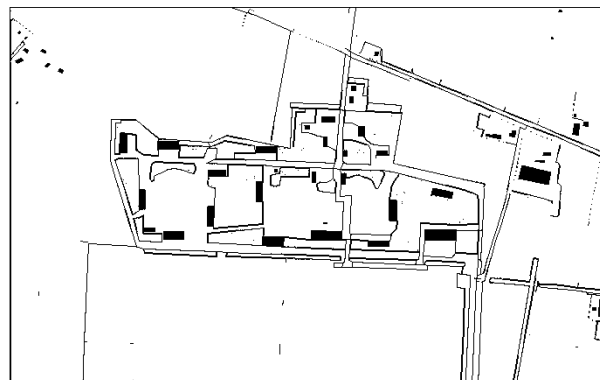
I VERDWERKVERSLAG

Bepalen grondsoort

Voor het bepalen van de grondsoort zijn drie boringen uitgevoerd op het Ecodorpterrein, in het onderstaande kaart is aangegeven waar deze boringen zijn uitgevoerd. Omdat het terrein als MOB-terrein diende zijn er vanuit Dinoloket geen boringen beschikbaar. De grondsoort die op het Ecodorpterrein te vinden is wordt gekenmerkt met bodemcode kpZg21F wat staat voor Beekeerdgrond met grondwatertrap 2. Deze grond bestaat uit leemarm, zwak lemig fijn zand en kalkloze zandgrond met een kleidek van 15 tot 40 cm. Het grondwater bevindt zich op 1,4- 1,7 m -NAP. In het schematisch weergegeven boorprofiel is een boorpunt uit Dinoloket gebruikt dat direct naast het Ecodorp terrein genomen is en overeenkomt met de uitgevoerde boringen op het terrein.



Afbeelding 21, boorprofiel boring 1



Afbeelding 21, Locatie boringen

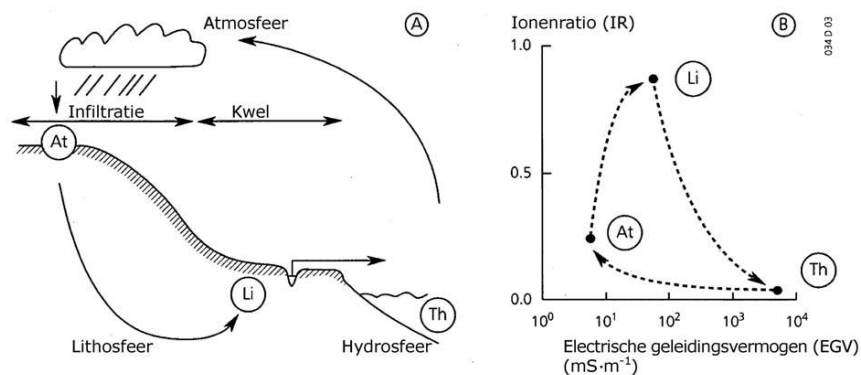
Bepalen waterkwaliteit

De hoeveelheden aan macro-ionen in grondwater kunnen grafisch worden verwerkt, zodat in één oogopslag duidelijk wordt om wat voor soort water het gaat. Er bestaan verschillende methoden en één hiervan is het toepassen van de driehoek van van Wirdum. Door het elektrisch geleidingsvermogen (EGV) en de ionenratio (WIR) tussen calcium en chloride te meten kan de herkomst is van het water bepaald worden. In Nederland onderscheidt van Wirdum drie hoofdwatertypen: 'neerslag', 'grondwater' en 'zeewater', zoals die in de loop van de hydrologische cyclus hun beslag krijgen.

- atmoclien water: water dat chemisch lijkt op regenwater
- lithoclien water: gemineraliseerd grondwater - door bodempassage verrijkt met mineralen, m.n. calcium en bicarbonaat
- thalassoclien water: „zeeachtig water” - water dat nog verder is verrijkt met vooral zouten, meestal afkomstig uit de grote rivieren en uit het

kustgebied, waar vermenging met zout grondwater of oppervlaktewater heeft plaatsgevonden. Standplaatsen onder invloed van thalassocliën water zijn over het algemeen voedselrijk, en hebben een brak of licht brak karakter.

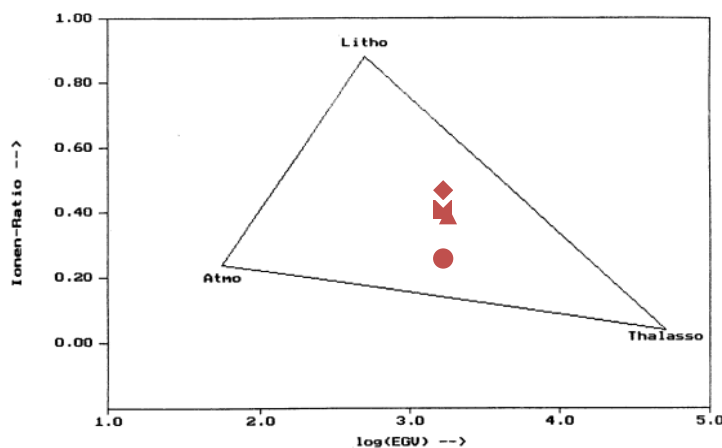
De achterliggende gedachte van het EGV-WIR-diagram is dat de chemische samenstelling tijdens de kringloop van het water verandert (figuur 4A). Bijna alle monsters van Nederlandse grond- en oppervlaktewateren vallen binnen de in figuur 4B aangegeven gestippelde lijnen. EGV-WIR-diagrammen kunnen een eerste indicatie geven van de ruimtelijke spreiding van watertypen, maar ze gaan uit van de natuurlijke mineralisering van water gedurende het stromingsproces. Zodra waterlichamen worden beïnvloed door bijvoorbeeld infiltrerend oppervlaktewater of door bemesting en bekalking, wordt de interpretatie lastig. Waterlichamen onder invloed van dergelijk menselijk handelen kunnen in het diagram 'natuurlijk' lijken.



Afbeelding 23, Van Wirdum driehoek. (natuurfkennis.nl, 2014)

Bij het interpreteren van de driehoek van Van Wirdum valt op dat er een verschil is de verhouding regenwater en grondwater en dat het water over het algemeen licht brak is. Vooral de eerste meting heeft opvallend een hogere concentratie chloride en calcium en bevat dus minder kwelwater dan de andere metingen.

Van Wirdum Driehoek



Grafiek 1, Van Wirdum driehoek

Bodemdoorlatendheid

Voor het berekenen van de bodemdoorlatendheid is er gebruik gemaakt van het steken van ongestoorde bodemmonsters. Onderstaande kaart laat zien waar er de monsters zijn genomen. Aangezien het Ecodorp afgesloten was is er gekozen om de monsters aan de buitenkant van het terrein te nemen. De oostzijde van het terrein was helaas niet te bereiken.

De doorlatendheid is een grootte die de hydraulische geleidbaarheid van de grond karakteriseert. De doorlatendheid van de grond wordt bepaald door de eigenschappen van de grond (porinstelsel) en eigenschappen van het doorstromende water (viscositeit en dichtheid). De doorlatendheid van de bodem is als bodemconstante van belang voor allerlei grondwaterstromingsberekeningen.



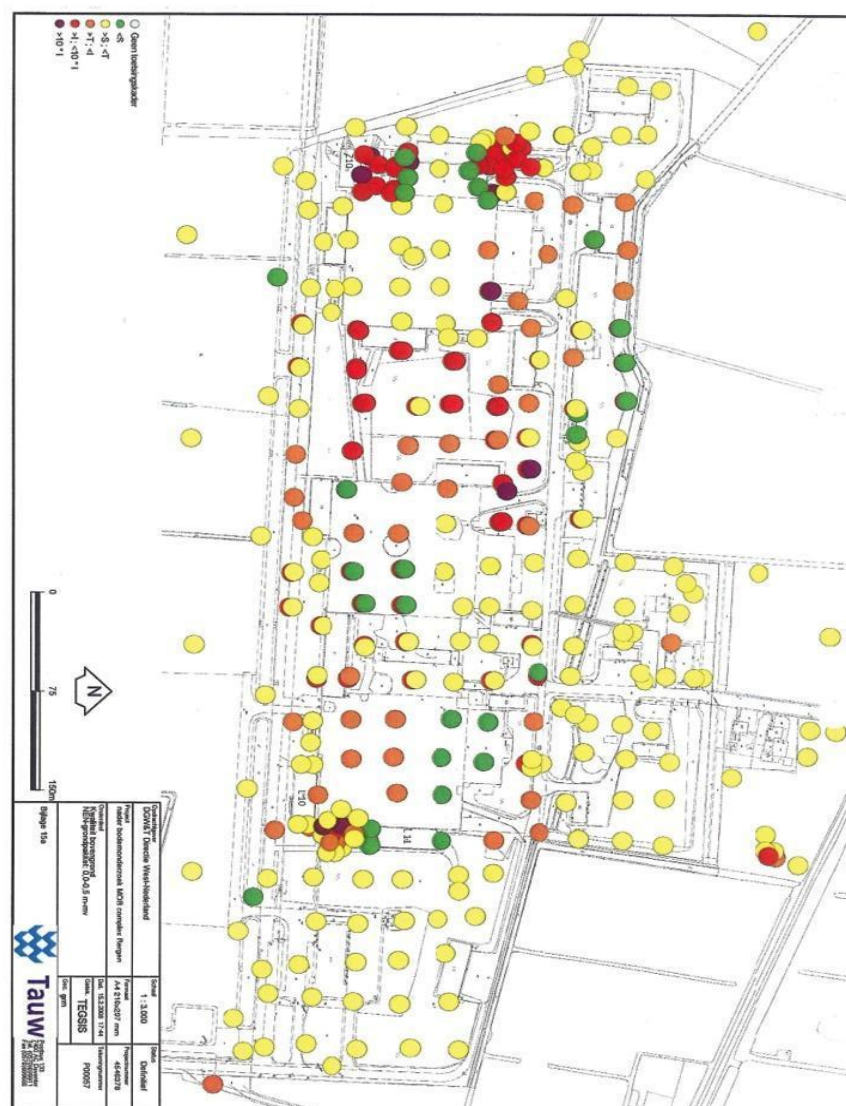
Figuur 7, veldwerk ongestoorde bodemmonsters

	nr. 1			nr. 2			nr. 3			nr. 4			nr. 5		
ring nr.	bovenlaag	onderlaag		bovenlaag	onderlaag		bovenlaag	onderlaag		bovenlaag	onderlaag		bovenlaag	onderlaag	
	65	4		1	14		68	155		29 k	2k		76	28k	
KD m/d	0,3297969	0,2698341		12,849942	5,6478505		29,472522	8,0184846		0,9403311	4,8693731		0,3863335	6,7735094	
m3/dag	m3/dag	m3/dag		m3/dag	m3/dag		m3/dag	m3/dag		m3/dag	m3/dag		m3/dag	m3/dag	
ksat=(Q/A)*(s/deltaH)	3,298E-05	2,698E-05		0,001285	0,0005648		0,0029473	0,0008018		9,403E-05	0,0004869		3,863E-05	0,0006774	
delta H	2,3	2,3		2,5	2,1		1,9	1,9		2,2	2,3		2,3	2	
Q m3/dag	2,978E-06	2,437E-06		0,0001261	4,656E-05		0,0002198	5,981E-05		8,122E-06	4,397E-05		3,489E-06	5,319E-05	
Q mm/dag	2977,9998	2436,5482		126122,18	46564,268		219847,33	59813,084		8121,8274	43969,466		3488,5141	53185,596	
Q ml/min	0,2068055	0,1692047		8,7584848	3,2336297		15,267176	4,1536864		0,5640158	3,0534351		0,2422579	3,6934441	
hoogte	31,5	3		40	40		40	40		10	40		36,9	40	
tijd (min)	152,317	17,73		4,567	12,37		2,62	9,63		17,73	13,1		152,317	10,83	
Hh,m	4,9	5,1		5,1	4,9		4,5	4,7		4,8	5,1		4,9	4,8	
V0	0	0,1		0	0,8		0	0,5		0	1		0	1	

II GRONDWATERTRAP EN BODEMKAART

III OVERZIC





IV BEREKENING REGENWATER BENUTTINGSYSTEEM

Waterverbruik		66,7	l/d																	
Afvoerend oppervlakt(ao)		100	m2																	
voorzieningen																				
inhoud	toel	m3	1	3	5	9	1	3	5	9	1	3	5	9	1	3	5	9	len	
berging	toel	mm	10	30	50	90	10	30	50	90	10	30	50	90	10	30	50	90	len	
waterafname																				
aantal bewoners	toel	l/dag	1	1	1	1	2	2	2	2	3	3	3	3	4	4	4	4	l/w	
totaliehoeft	toel	l/dag	66,7	66,7	66,7	66,7	133,4	133,4	133,4	133,4	200,1	200,1	200,1	200,1	266,8	266,8	266,8	266,8	waterverb. *lw	
totaliehoeft	toel	mm/dag	0,667	0,667	0,667	0,667	1,334	1,334	1,334	1,334	2,001	2,001	2,001	2,001	2,668	2,668	2,668	2,668	waterverb./ao	
ledigingscapaciteit	toel	mm/uur	0,028	0,028	0,028	0,028	0,056	0,056	0,056	0,056	0,083	0,083	0,083	0,083	0,111	0,111	0,111	0,111	l/w	
Waterbalans/afvoer																				
inloop	toel	mm/jaar	659	659	659	659	659	659	659	659	659	659	659	659	659	659	659	659	aflizen	
afvoer	toel	mm/jaar	88	88	88	88	331	405	427	436	449	563	600	630	449	563	600	630	aflizen	
overloop																				
volume	toel	mm/jaar	571	571	571	571	328	254	232	223	210	96	59	29	210	96	59	29	inloop-afvoer	
duur	toel	uur/jaar	458	458	458	458	223	175	160	154	125	58	35	18	125	58	25	18	aflizen	
aantal	toel	l/jaar	85	85	85	85	44	34	30	30	28	12	7	4	28	12	7	4	aflizen	
dekking																				
totaliehoeft	toel	mm/jaar	243,5	243,5	243,5	243,5	486,9	486,9	486,9	486,9	730,4	730,4	730,4	730,4	973,8	973,8	973,8	973,8	id*365	
dekking	toel	mm/jaar	88	88	88	88	331	405	427	436	449	563	600	630	449	563	600	630	nettoberdag-afvoer	
dekking	toel	mm/jaar	36%	36%	36%	36%	68%	83%	88%	90%	61%	77%	82%	86%	46%	58%	62%	65%	totaliehoeft/dekking	

