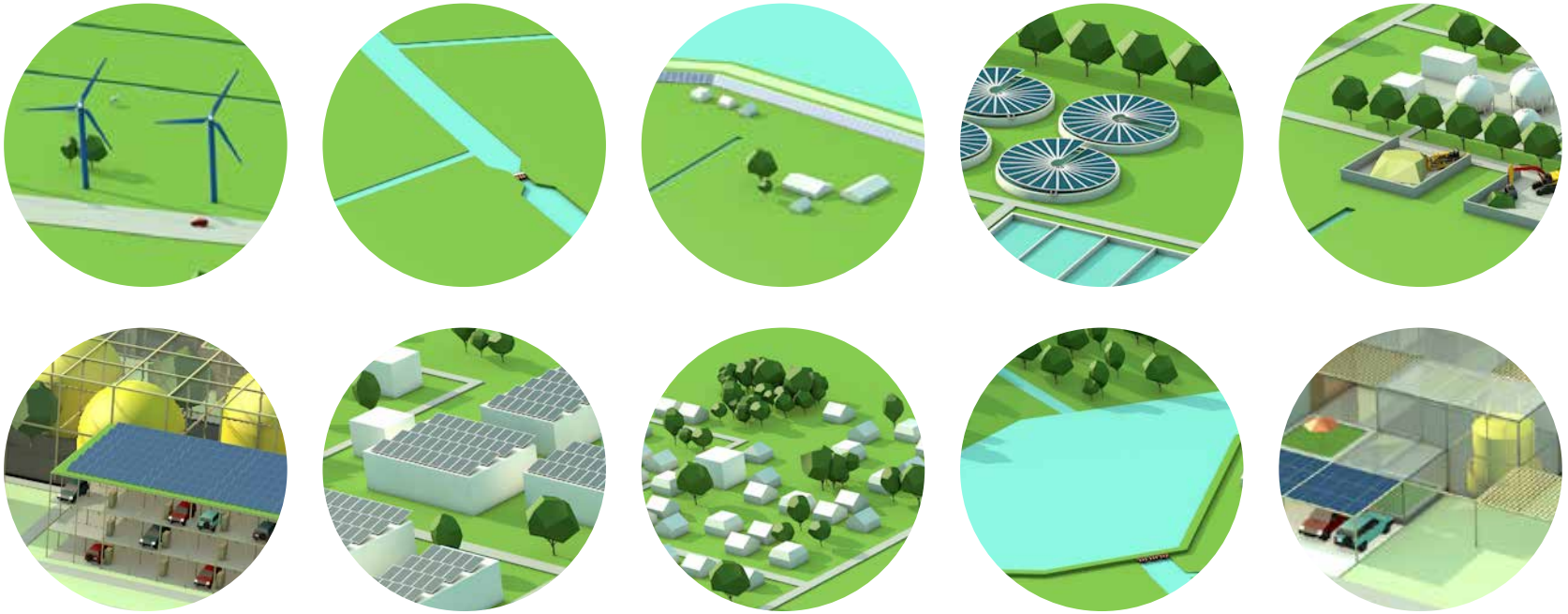
werkboek energietransitie
waterschap Vallei en Veluwe

YOUNG INNOVATORS 2017

College van Rijksadviseurs



NOHNIK

ARCHITECTURE & LANDSCAPES

werkboek energietransitie
waterschap Vallei en Veluwe

YOUNG INNOVATORS 2017

College van Rijksadviseurs



NOHNIK

ARCHITECTURE & LANDSCAPES

INHOUDSOPGAVE

05
INTRODUCTIE

07
HET WATERSCHAP EN ENERGIE

17
HET LANDSCHAP VAN HET WATERSCHAP

27
ENERGIEKETENS BINNEN HET WATERSCHAP

35
ENERGIE UIT ZON

51
ENERGIE UIT WIND

61
ENERGIE UIT WATERKRACHT

91
ENERGIE UIT DE RWZI

125
CONCLUSIE

134
LITERATUUR EN BRONNEN



Zuiveringsbassin
op RWZI Apeldoorn

INTRODUCTIE

In het kader van het programma Young Innovators van het College van Rijksadviseurs heeft NOHNIK in opdracht van Waterschap Vallei en Veluwe onderzoek gedaan naar hoe het waterschap een bijdrage kan leveren aan de energietransitie. Daarbij is onderzocht hoe het stelsel van waterlopen, dijken, kunstwerken en zuiveringen in is te zetten bij de productie van hernieuwbare energie. Dit met als doel dat het waterschap volledig kan voorzien in de eigen energiebehoefte en anderzijds mogelijk energie zou kunnen leveren aan anderen. Daarbij is gekeken naar de fysieke kenmerken van het gebied waarover het waterschap het waterbeheer voert en welke eigenschappen van het watersysteem bij kunnen dragen aan de verduurzaming van de energieproductie, energiedistributie, het energieverbruik en energiebesparing. Hierbij zijn de ruimtelijke effecten en de potentiële ruimtelijke kwaliteit van dit energielandschap onderzocht.

Dit gaat nadrukkelijk verder dan alleen het landschappelijk inpassen van ruimtelijke ingrepen op het gebied van de energietransitie. Het richt zich meer op de kansen voor het laten ontstaan van aantrekkelijke nieuwe (energie)landschappen. Belangrijk hierbij is te zoeken naar kansen voor samenwerking en synergie tussen verschillende partners en gebruikers in het landschap. In die zin richt het project zich niet puur op de terreinen of objecten binnen de eigendomsgrens van het waterschap, maar wordt ook de omgeving in het denken betrokken. De studie betrekt daarom parallel verschillende schaalniveaus, variërend van het regionale landschap, tot het schaalniveau van bijvoorbeeld een waterloop, een zuiveringsinstallatie of een gebouw.

Dit doen we met behulp van ontwerpend onderzoek als een verkennend en verbindend instrument om tot vernieuwende inzichten te komen. Hierbij denken we in een voorstelbare toekomstige situatie, om zo tot oplossingen voor een complex vraagstuk als de energietransitie te komen. Door het experimenteren met mogelijke toekomsten voor de energietransitie als uitgangspunt te nemen kan een basis worden gecreëerd om tot vernieuwende en beeldende ideeën te komen. Discussies binnen ruimtelijke planvorming blijven dikwijls abstract en vooral op het woordelijke gericht. Juist dan is de beeldende kracht van ontwerp behulpzaam om discussies en keuzes aan te scherpen en concreet te maken. Zo beogen we echt iets toe te voegen aan het debat rondom de energietransitie in relatie tot ruimtelijke en maatschappelijke aspecten.

Het onderzoek heeft geresulteerd in voorliggend werkboek. Het vormt een brede, beeldende studie met de focus op de ruimtelijke impact van de energietransitie binnen het werkgebied van het waterschap. Hierbij wordt benadrukt dat het niet zozeer de bedoeling is geweest om een ontwerp, inpassingsvisie of plan op te leveren, maar meer een verdere duiding van de opgave, het thema en een mogelijke aanpak te geven. De ideeën en concepten kunnen daarmee mogelijk als inspiratie dienen voor andere gebieden.



Zuiveringsbassin
op RWZI Apeldoorn

HET WATERSCHAP EN ENERGIE

HET WATERSCHAP EN ENERGIE

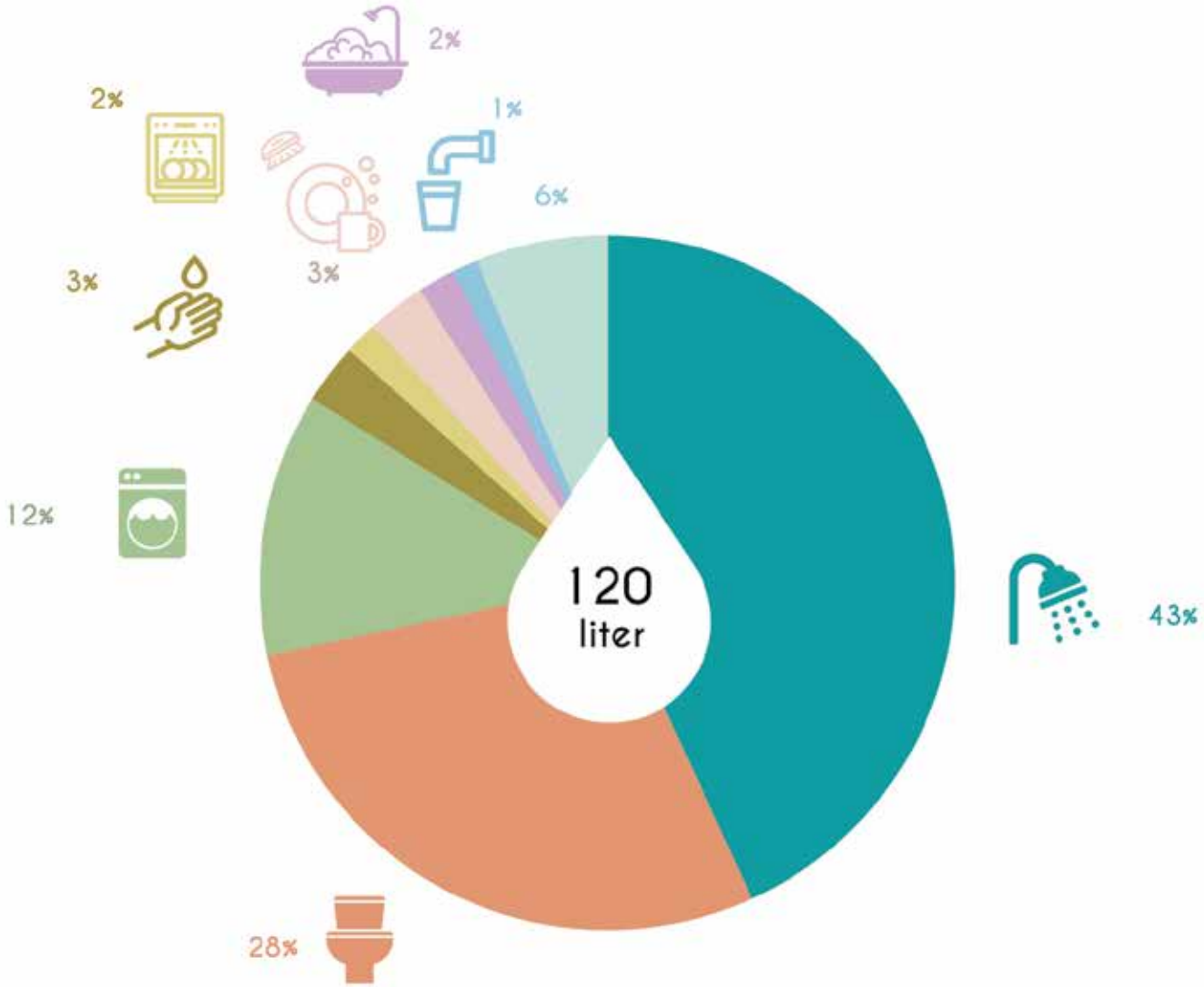
In Nederland gebruiken we per persoon zo'n 120 liter water per dag. Ruim de helft daarvan gebruiken we voor het doorspoelen van het toilet, om te douchen en voor de afwas (Vitens, 2013).

Hiervoor gebruiken we hoogwaardig schoon drinkwater dat als vanzelfsprekend uit de kraan komt. Nadat we het water hebben gebruikt wordt het afgevoerd naar het riool en komt het uiteindelijk terecht bij de rioolwaterzuiveringsinstallatie (RWZI). Het water vormt daarmee feitelijk het transportmiddel voor onze afvalstoffen richting de zuivering. Op de RWZI maakt het waterschap het water met een aaneenschakeling van zuiveringsprocessen weer schoon zodat het op het oppervlaktewater kan worden geloosd.

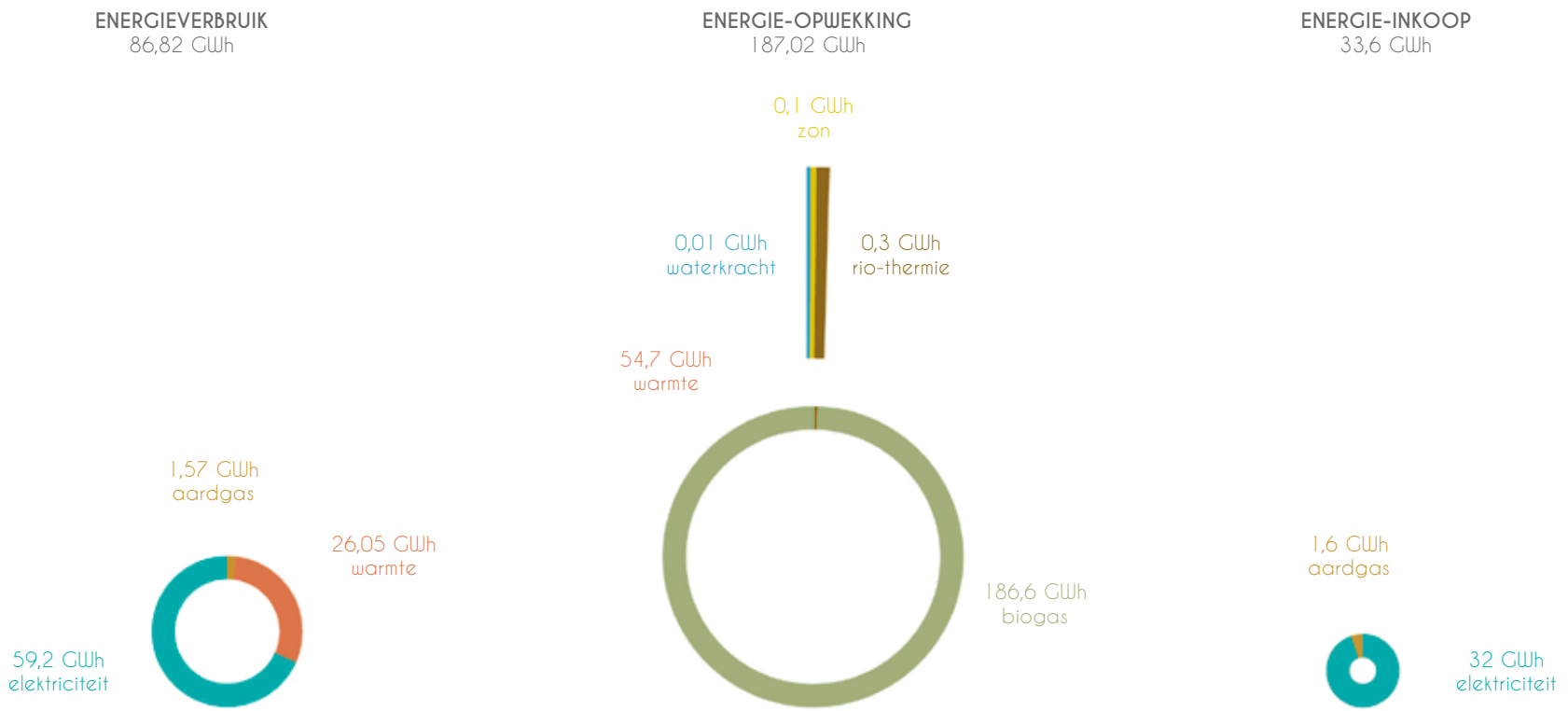
Om ons afvalwater te zuiveren heeft het waterschap heel veel energie nodig, met name elektriciteit. Daarnaast gebruikt het waterschap energie voor haar andere kerntaken zoals het onderhouden van de watergangen, de beschikbaarheid en kwaliteit van het oppervlaktewater en de veiligheid van de waterkeringen. Voor al deze taken tezamen en voor de diverse opstallen en kantoren van het waterschap was in 2016 in totaal 86,82 GWh aan energie nodig (Waterschap Vallei en Veluwe / Arcadis, 2016). Dit staat gelijk aan het jaarlijks gemiddelde elektriciteitsverbruik van ruim 26.000 huishoudens.



De kleine Egelbeek
een van de vele op de Veluwe



Waterverbruik per persoon per dag
naar: Mijnwaterfabriek



Energiehuishouding 2016
Waterschap Vallei en Veluwe
(Waterschap Vallei en Veluwe / Arcadis, 2016)

Het waterschap kan voor een deel voorzien in de eigen energiebehoefte. Via het proces van rioolwaterzuivering werd in 2016 bijvoorbeeld 186,6 GWh aan biogas opgewekt. Daarnaast werd 0,01 GWh aan elektriciteit via waterkracht opgewekt, 0,1 GWh aan zonne-energie, 54,7 GWh aan warmte en 0,3 GWh aan riothermie (Waterschap Vallei en Veluwe / Arcadis, 2016). Het waterschap wekt dus een aanzienlijke hoeveelheid energie op, met name vanuit de rioolwaterzuivering. Omdat het waterschap deze energie niet allemaal zelf gebruikt of kan gebruiken, wordt een deel hiervan aan de omgeving geleverd. Zo wordt bijvoorbeeld warmte aan 2.500 huishoudens in een woonwijk in Apeldoorn geleverd (Vallei en Veluwe, z.j.). Per saldo wekt het waterschap dus meer energie op dan het verbruikt.

Echter blijkt dat de energie die zelf wordt opgewekt voor het waterschap niet altijd de juiste is. Jaarlijks wordt nog steeds elektriciteit ingekocht. In 2016 werd 32 GWh aan groene stroom ingekocht (Waterschap Vallei en Veluwe / Arcadis, 2016). Dit wordt met name gebruikt om de rioolwaterzuiveringen van elektriciteit te voorzien.

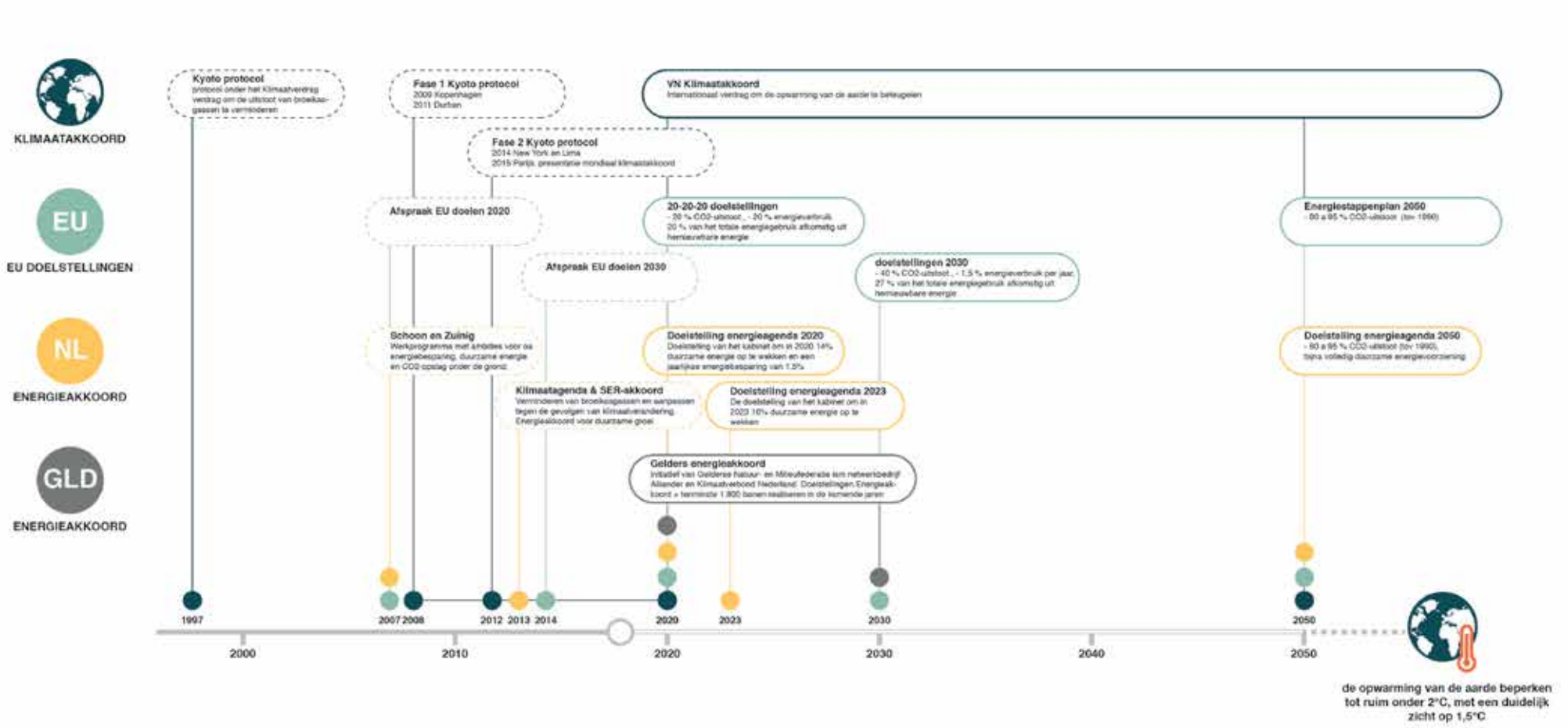
Binnen de context van energietransitie zou je op basis van deze bevindingen een aantal hoofd-opgaven kunnen onderscheiden. Ten eerste het spaarzamer omgaan met het gebruik van energie. Zijn er mogelijkheden om minder energie te verbruiken voor met name de zuiveringsprocessen? Ten tweede, hoe kan het waterschap zelf meer elektriciteit opwekken zodat het uiteindelijk geen energie meer hoeft in te kopen? Ten derde kun je uit bovenstaande constateren dat het waterschap al heel ver is met het opwekken van duurzame energie. Hoe kan het waterschap vanuit de kennis en faciliteiten die men al heeft verder bijdragen aan de energietransitie op regionaal en nationaal niveau? In dit werkboek gaan we met deze uitdagingen aan de slag en richten we ons met name op de ruimtelijke aspecten van deze vragen.

Afspraken met betrekking tot energie en klimaat

Deze laatste vraag is relevant gezien de grote opgave met betrekking tot klimaat en de energietransitie op nationaal, Europees en mondiaal niveau. Al jaren lang worden er steeds weer nieuwe afspraken gemaakt om de uitstoot van broeikasgassen te verminderen en meer duurzame energie op te wekken. Deze verschillende afspraken zijn niet allemaal in overeenstemming met elkaar, getuigen van steeds aangepaste ambities (soms naar boven, maar vaak naar beneden) en spreken elkaar soms tegen.

Nederland is nog geen voorloper op het gebied van een duurzame energiehuishouding. In diverse (Nederlandse) beleidsnota's en kabinetsplannen van de laatste jaren, inclusief het Energieakkoord en het Energierapport, staat de ambitie dat het energiesysteem van de toekomst duurzaam moet zijn. Een mooie ambitie, maar het kan nog van alles betekenen. Want wat is dan duurzaam? Tijdens de klimaattop in Parijs (COP21) eind december 2015 is gesteld dat vooral het energiesysteem ingrijpend moet worden veranderd. De uitstoot van broeikasgassen moet in de periode tot 2050 vergaand worden verminderd. Bijvoorbeeld door energie te besparen en energie duurzaam op te wekken.

De diverse nota's zijn echter vooral technisch van aard en beginnen vaak met een in cijfers uitgedrukt doel. Wat ontbreekt in de ambities is de verleiding of belofte om via de energietransitie kwalitatief hoogwaardige nieuwe landschappen te creëren. Landschappen die het in zich hebben om over 50 of 100 jaar cultuurhistorisch erfgoed te worden. Met ons onderzoek willen we aan die belofte een bijdrage leveren.



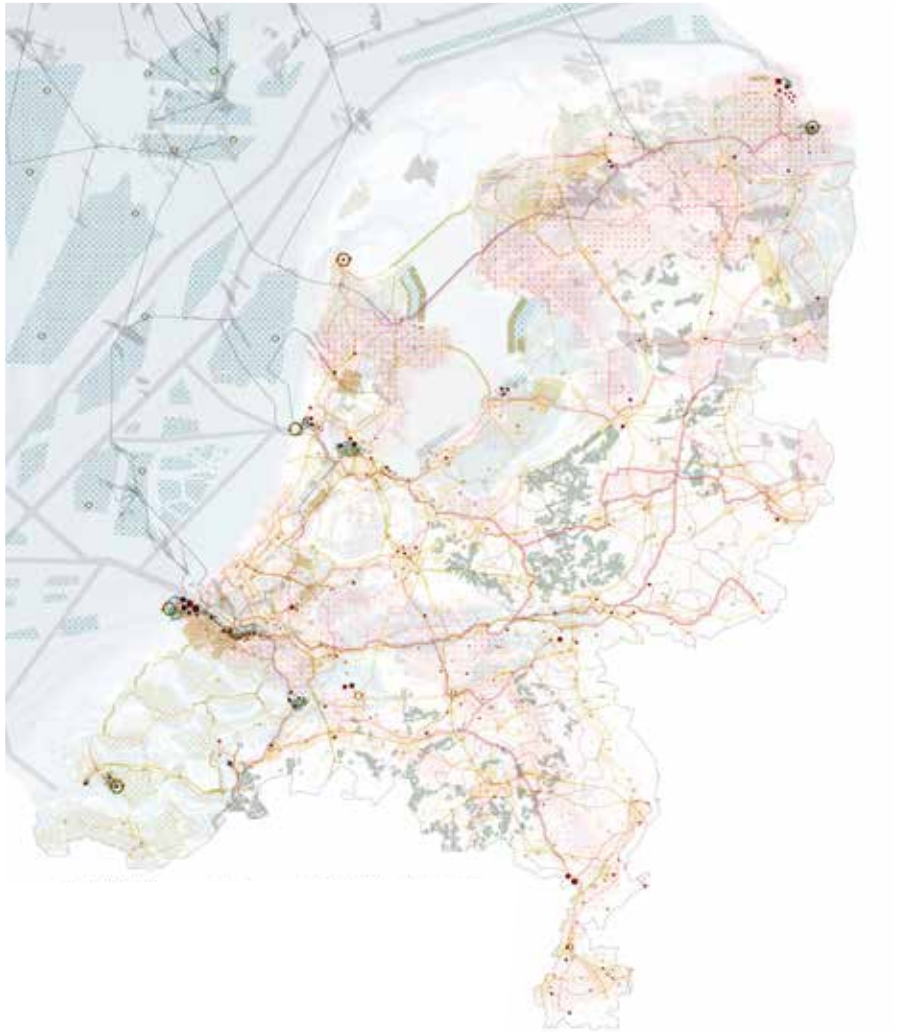
Tijdlijn van klimaat- en energieakkoorden
Regionaal, nationaal, Europees, mondiaal

Energie en ruimte in Nederland

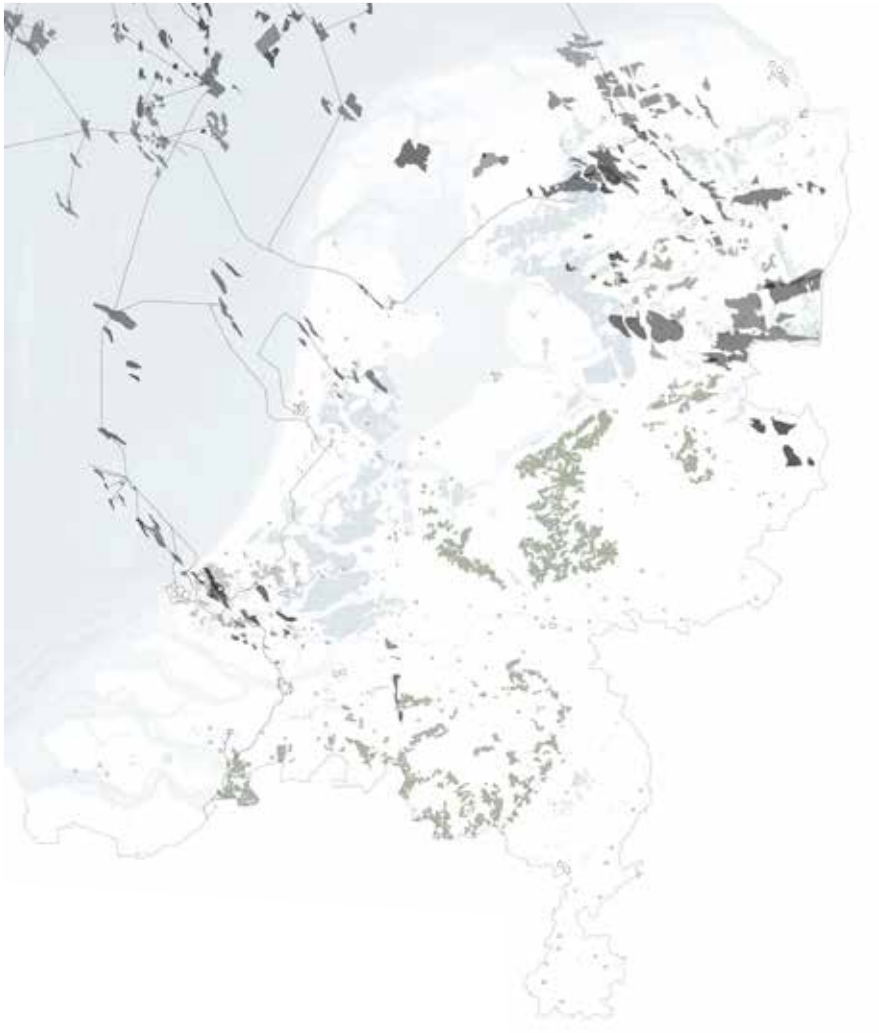
In de huidige situatie wordt onze energiehuishouding vooral gevoed door fossiele bronnen zoals gas en olie. Op dit moment komt 5,9 procent van onze energiebehoefte uit hernieuwbare bronnen (CBS, 2017). Kenmerkend voor de fossiele energievoorzieningen is dat het merendeel van de installaties zich in de ondergrond bevindt. Denk bijvoorbeeld aan pijpleidingen en het gasnet. Dat staat in schril contrast met de installaties voor duurzame energie. Windmolens en zonnepanelen zijn beeldbepalende elementen aan de horizon. Het inpassen van deze elementen verandert het landschap radicaal en zorgt al decennia voor verhitte discussies. De hoeveelheid geschikte arealen voor wind- en zonne-energie is vanuit die optiek dus klein omdat deze dikwijls beperkt wordt door weerstand vanuit de omgeving. Belangrijke oorzaak hiervoor is dat concrete inpassingsopgaven vooral vanuit technisch oogpunt worden bekeken waarbij nog vaak wordt verondersteld dat ruimtelijke ordening slechts een juridisch traject is (Sijmons et. al., 2014). Bij deze inpassingsopgaven wordt gepoogd de windturbines of zonnepanelen met zo min mogelijk pijn voor de omgeving in het landschap te plaatsen en desnoods te verbergen. Daarbij wordt voorbijgegaan aan de kans om de ruimtelijke opgave van wind- en zonne-energie als inrichtingsopgave te zien, als kans om een waardevolle transitie van een landschap vorm te geven met een ecologische-, economische-, erfgoed-, en ervaringswaarde. Hieruit ontstaat de ontwerpopgave om de energietransitie breder te zien dan alleen inpassing, maar meer nog als integrale ontwikkeling van een gebied en ons land als geheel.

Omdat we in een dichtbevolkt gebied leven en ons land relatief klein is heeft de energietransitie onherroepelijk invloed op onze directe leefomgeving. In de publicatie ‘Energie en Ruimte - een Nationaal perspectief’ (Sijmons et al., 2017) wordt ingegaan op hoeveel het ruimtebeslag is van duurzame energievormen als wind en zon op nationale schaal en wat dat betekent voor het landschap, de dorpen en de steden. Voor elektriciteit (zon en wind), warmte (o.a. geothermie, vergisting, omgevingswarmte) en CO2 reductie is op nationale schaal in beeld gebracht wat kansrijke plekken zijn voor de inpassing van deze vormen van energieopwekking.

Voor wat betreft windenergie wordt ingezet op windparken op zee, in bossen en nabij het IJsselmeer. Voor wat betreft zonne-energie wordt ingezet op het benutten van het dakoppervlak van de steden, bermen van snelwegen, braakliggende terreinen, grote waterlichamen (bv. IJsselmeer), en beperkt in landbouwgebieden in de Flevopolders. Deze keuzes zijn onder andere gemaakt vanuit het besef dat wind- en zonne-energie een dermate hoge impact op de omgeving hebben, dat het niet wenselijk wordt geacht om deze bijvoorbeeld in open landschappen in te passen. Daarin speelt mee dat het relatief kleine en dichtbevolkte oppervlak van Nederland vraagt om een visie op Nationaal perspectief als het gaat om vormen van energie die de leefomgeving drastisch veranderen. In dit werkboek verwijzen we een aantal keer naar dit Nationaal perspectief.



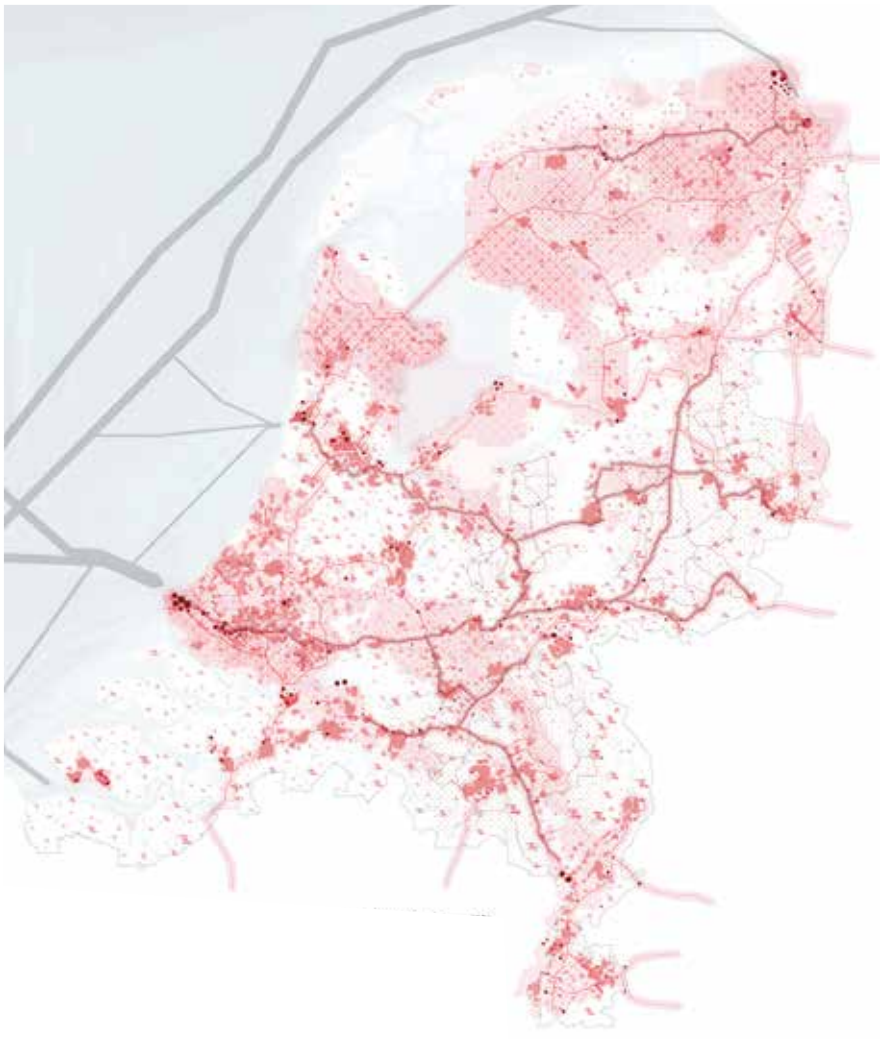
Nationaal perspectief energie en ruimte
uit het 'Energie en Ruimte - een nationaal perspectief',
Sijmons et al., 2017



CO2 depositie
uit het 'Energie en Ruimte - een nationaal perspectief',
Sijmons et al., 2017



Elektriciteit (wind en zon)
uit het 'Energie en Ruimte - een nationaal perspectief',
Sijmons et al., 2017



Warmte
uit het 'Energie en Ruimte - een nationaal perspectief',
Sijmons et al., 2017



Brug
over het Apeldoorns kanaal

HET LANDSCHAP VAN HET WATERSCHAP

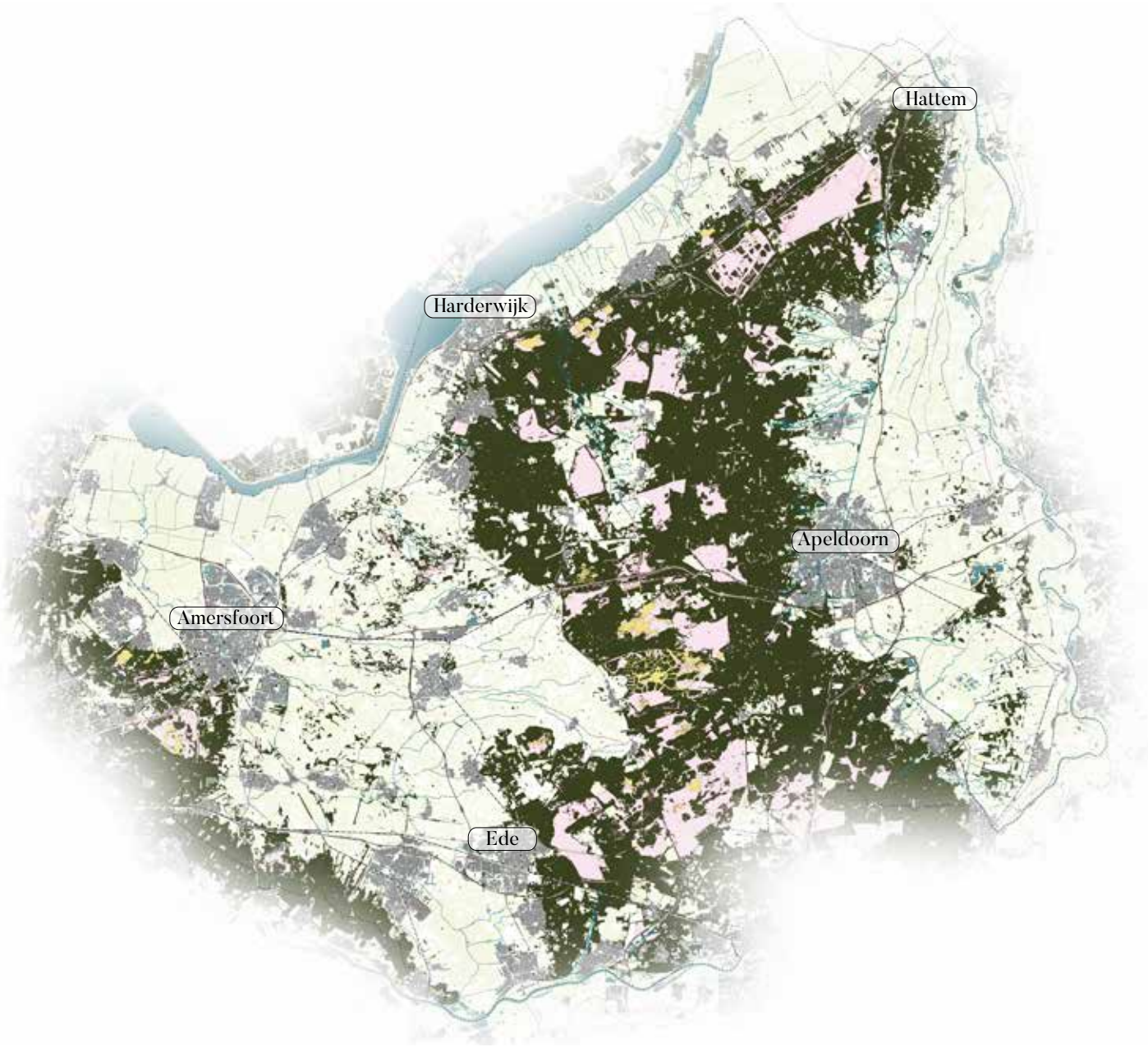
HET LANDSCHAP VAN HET WATERSCHAP

Het beheersgebied van het waterschap wordt globaal begrensd door de Utrechtse heuvelrug (de heuvelrug zelf is geen onderdeel van het gebied), de Rijn, de IJssel en de Randmeren.

Binnen het gebied komt een kenmerkende stuwwal voor; het Veluwemassief. Deze is bepalend voor de opbouw van het watersysteem dat wordt beheerd door het waterschap. Het Veluwemassief en de aanliggende lagere zones vormen een internationaal zeer bijzonder landschap met een kenmerkend watersysteem, ondergrond en reliëf. Het natuurlijke Veluwe-systeem bestaat uit een hooggelegen droge voedselarme kern (het Veluwemassief, de stuwwal) en uit een mineraalrijke natte randzone. Op de stuwwal bepalen gestuwde afzettingen de bodemsamenstelling en het reliëfrijke terrein met heuvels en gletsjerdalen. In de hierop afgezette dekzanden zijn door verstuiving duinen ontstaan. In de randzones (de valleien) zijn de beekdalen en kwelgebieden de meest kenmerkende landschapsvormen. Het basisproces van infiltratie van regenwater op de stuwwal en kwel in de randzones functioneert nog steeds en zorgt voor een unieke afwisseling van vegetatie en landschappen. Het grote stelsel van beken en sprengen op de Veluwe is hier een duidelijk zichtbaar element van. Langs de weg die het water aflegt vanaf de stuwwal naar de randzones, worden mineralen als kalk en ijzer opgenomen. Daar waar het water weer naar het oppervlak komt in de vorm van kwel, ontstaan unieke ecosystemen met een grote soortenrijkheid van flora en fauna.



Landschappelijk systeem
van valleien en het
Veluwemassief



Beheersgebied
Waterschap Vallei en Veluwe

Heide en bos
op de hogere delen





Dijken
langs de rivieren en
randmeren



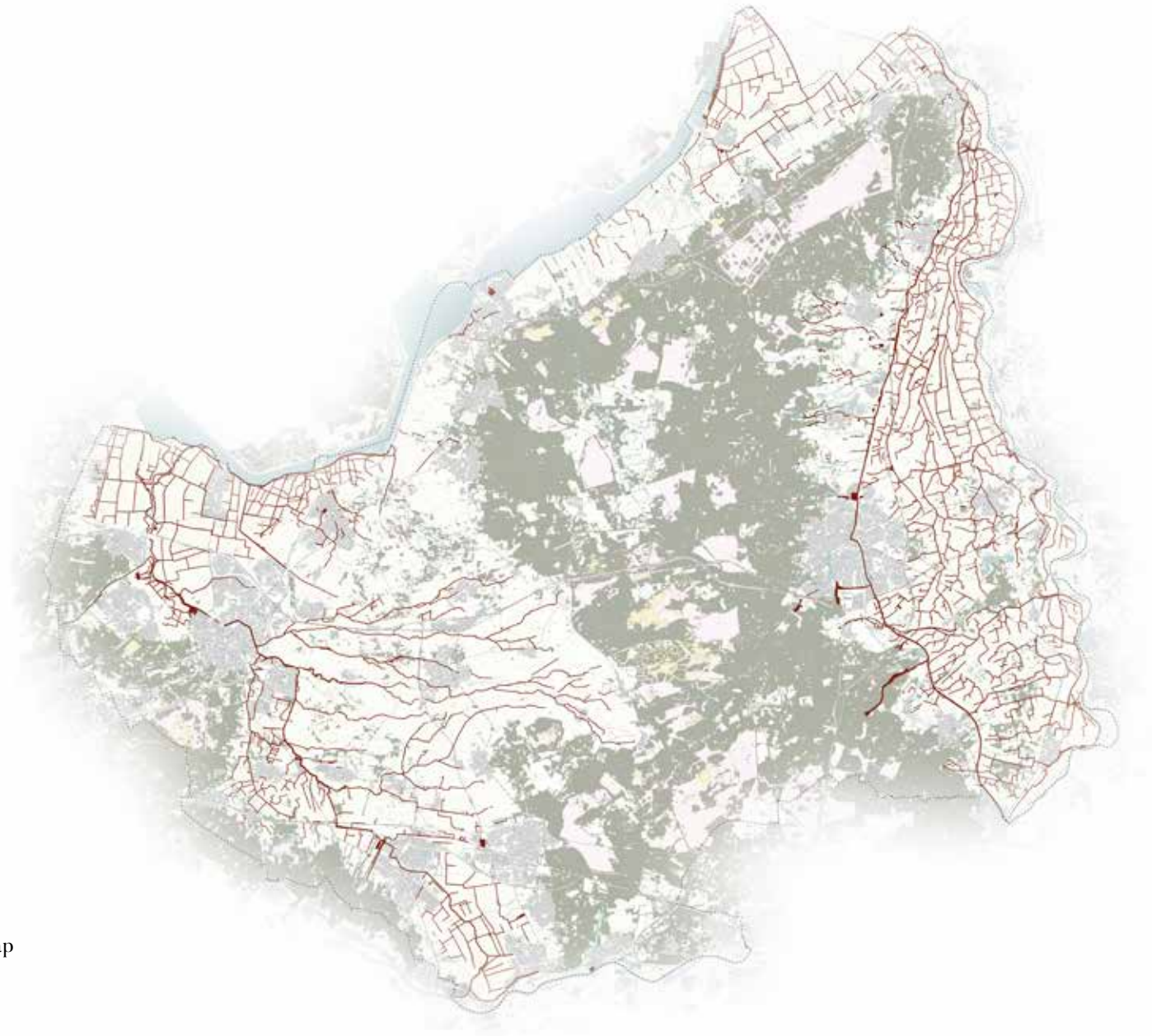
Beken
vanaf het Veluwemassief
richting de valleien

Beken
in de valleien

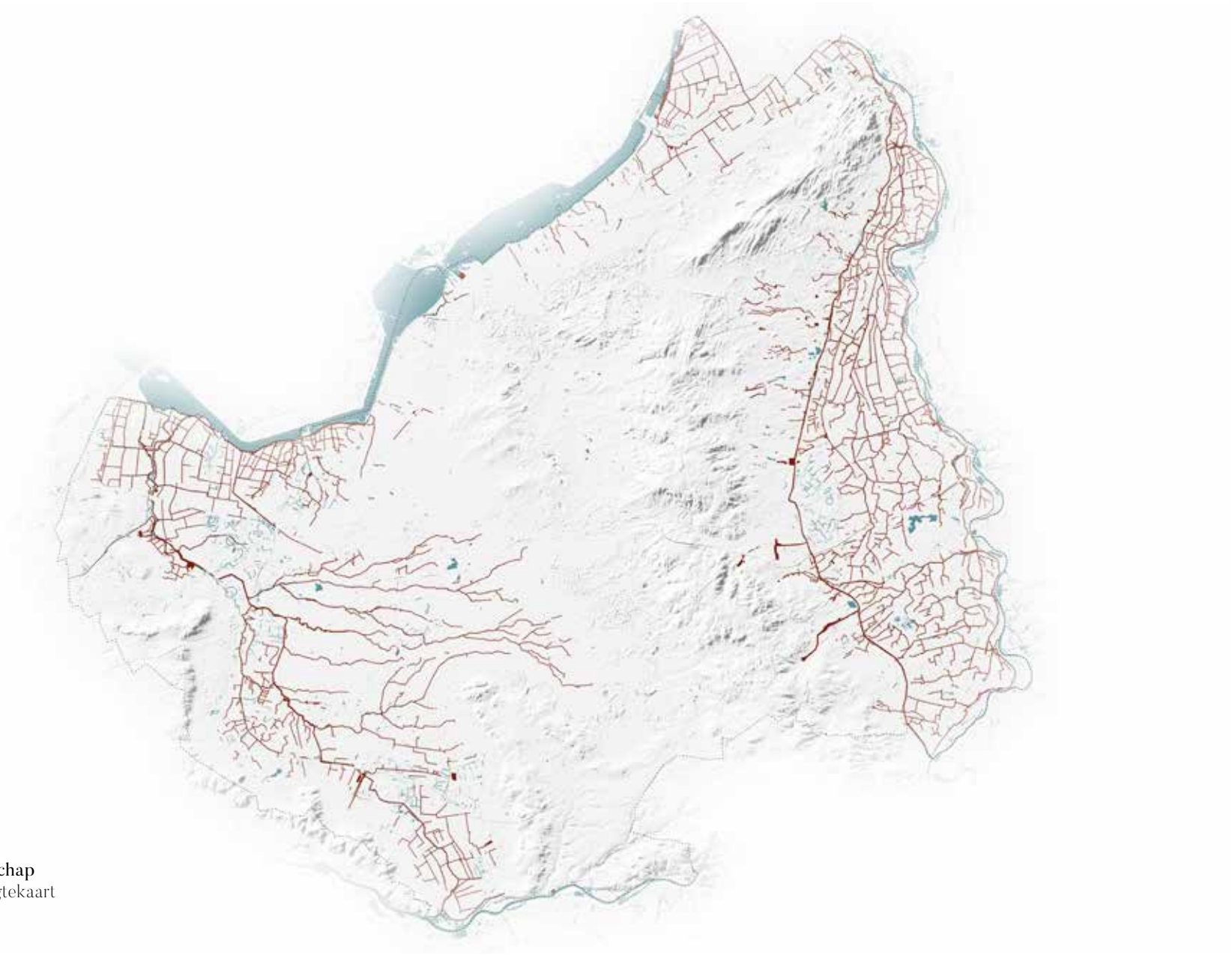




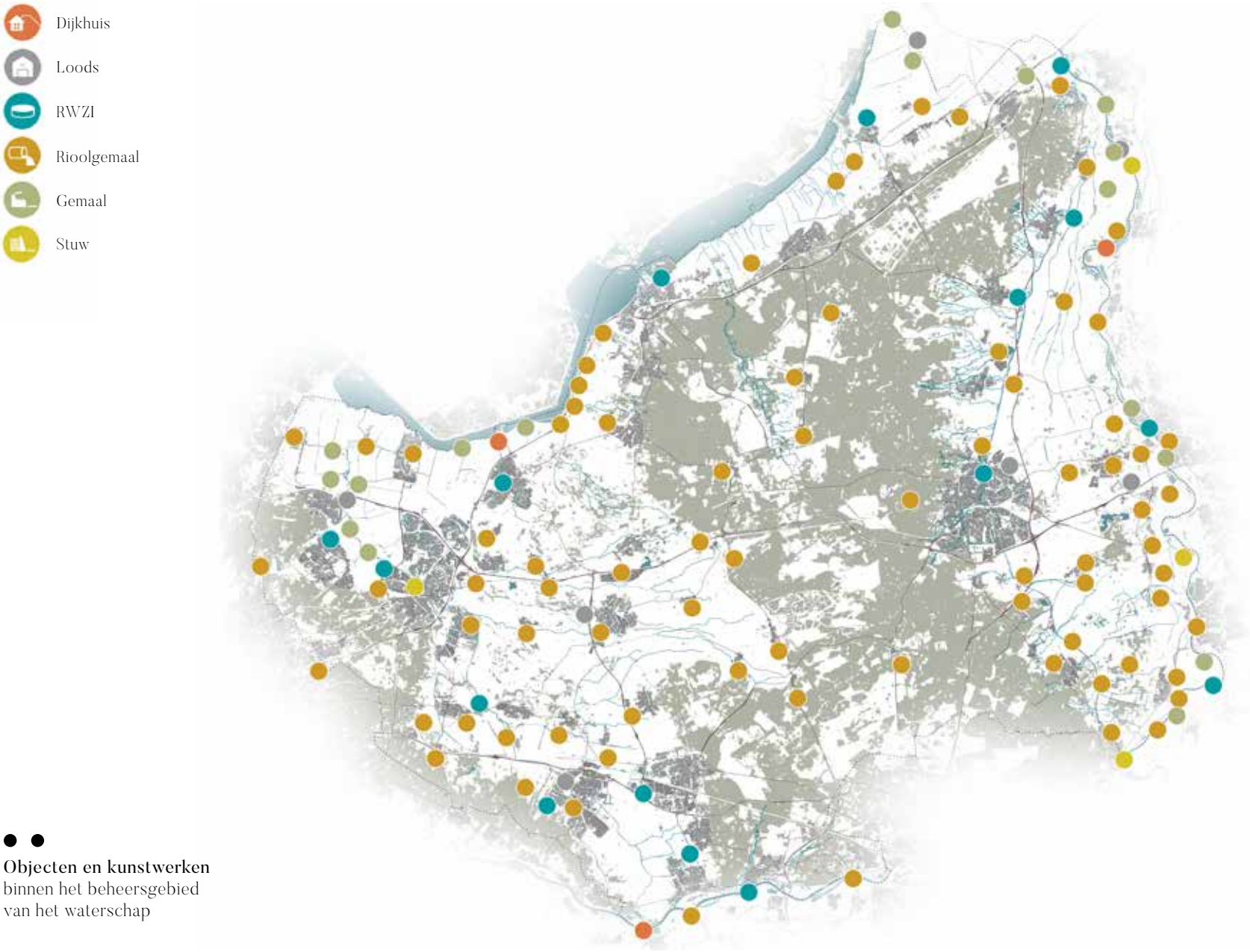
Kanalen
het Apeldoorns kanaal



Arealen van het wateschap
geprojecteerd op de
topografische kaart



Arealen van het waterschap
ten opzichte van de hoogtekaart



Objecten en kunstwerken
binnen het beheersgebied
van het waterschap

Arealen en objecten

Het systeem van beken en sprengen vormt in combinatie met het Apeldoorns kanaal en het Valleikanaal (de Grift) de basis voor het oppervlaktewatersysteem van het waterschap. Dit landschappelijke stelsel is goed terug te zien in de kaart met de arealen van het waterschap. Het totale beheersgebied van het waterschap beslaat ruim 245.000 hectare, verdeeld over 37 gemeenten met in totaal circa 1.100.000 inwoners. Hierin ligt in totaal zo'n 250 kilometer aan waterkeringen, staan 22 poldergemalen en bijna 2.200 stuwen. Daarnaast liggen er 16 rioolwaterzuiveringsinstallaties verspreid over het gebied waarmee het afvalwater wordt gezuiverd (website waterschap Vallei en Veluwe, z.j.). Het meerendeel van de beken behoort ook tot de arealen van het waterschap inclusief de naastgelegen onderhoudspaden. Dit vormen smalle stroken grond die het landschap vanaf de valleien richting het Veluwemassief doorkruisen.

RWZI
16 rioolwaterzuiveringsinstallaties



Gemalen
gemaal nabij Nijkerk en de randmeren





Kunstwerken
brug over het Apeldoorns kanaal



Stuwen
in beken en andere watergangen



Zuiveringsbassin
op de RWZI Apeldoorn

ENERGIEKETENS BINNEN HET WATERSCHAP

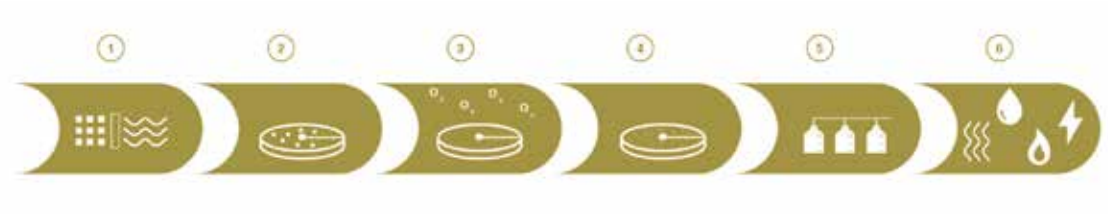
ENERGIEKETENS BINNEN HET WATERSCHAP

Denken in energieketens

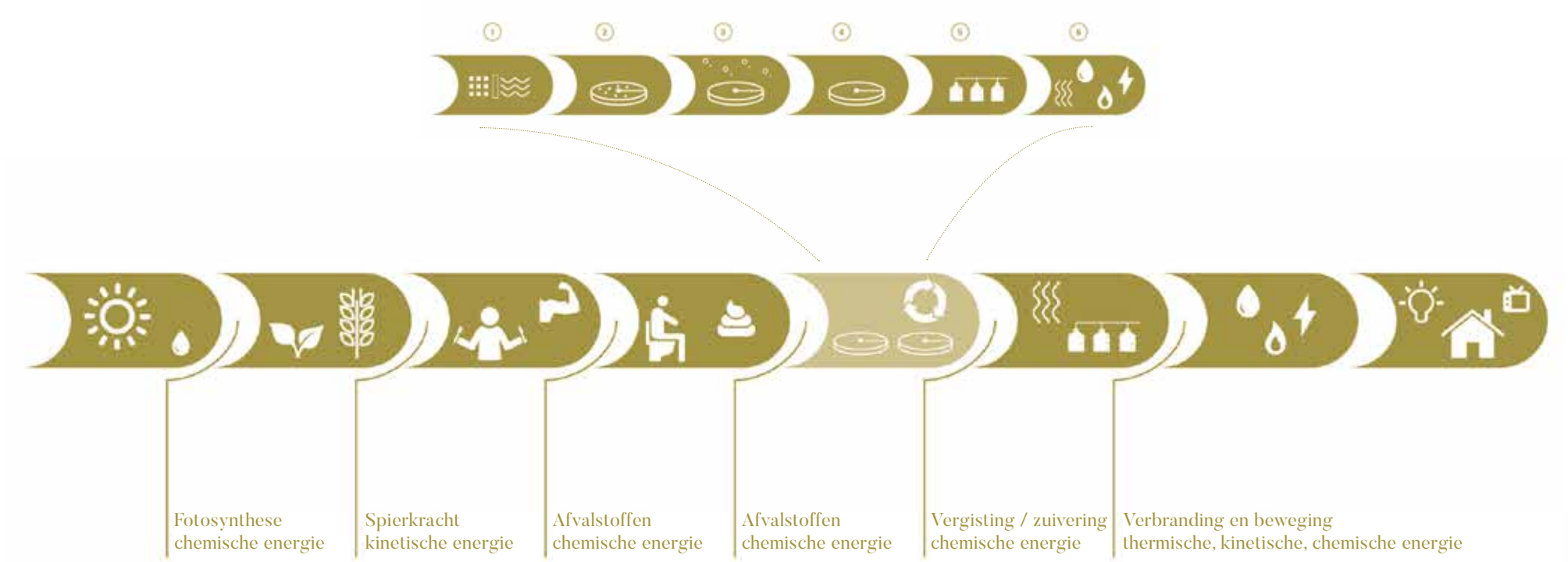
Momenteel wekt het waterschap zelf duurzame energie op in de vorm van biogas, zonne-energie, rio-thermie, waterkracht en warmte. Biogas wordt veruit het meeste opgewekt. Dit ontstaat via het zuiveringsproces op de RWZI waarbij na het zuiveren van het afvalwater slib overblijft. Dit slib wordt (al dan niet in combinatie met externe stoffen) vergist en vervolgens omgezet in warmte of elektriciteit. Deze energie wordt deels zelf gebruikt en deels aan de omgeving geleverd. Het overschot wordt afgefakkeld of afgeblazen. Het opwekken van het biogas kan niet als een op zichzelf staand proces worden gezien, maar maakt deel uit van de grotere keten van processen binnen de RWZI. Het proces van rioolwaterzuivering maakt vervolgens weer deel uit van een nog grotere keten.

Deze keten begint feitelijk bij de zon. Die zorgt er via licht en warmte (chemische energie) voor dat ons voedsel groeit door processen zoals bijvoorbeeld fotosynthese of door verdamping van water en vervolgens neerslag. Het voedsel zetten we als mens om in spierkracht (kinetische energie) en in ontlasting (chemische energie). Deze ontlasting komt via het rioolstelsel bij de RWZI terecht waar na het zuiveringsproces biogas kan worden geproduceerd. Dit biogas kan weer worden omgezet in warmte om onze woningen te verwarmen en in elektriciteit voor onze apparaten. Al deze stappen en omzettingen in energievormen vormen gezamenlijk een grotere energieketen. Het vormt een aaneenschakeling van uitwisselingen van grondstoffen waar bij de diverse tussenstappen energie wordt omgezet maar ook kan worden gewonnen.

1. Grofvuilrooster
2. Voorbezinktanks
3. Beluchtingstanks
4. Nabezinktanks
5. Slibgistingtanks
6. Elektriciteit + warmte + schoon water + biogas



Rioolwaterzuivering
proces en stappen



Rioolwaterzuivering
als onderdeel van een grotere energieketen

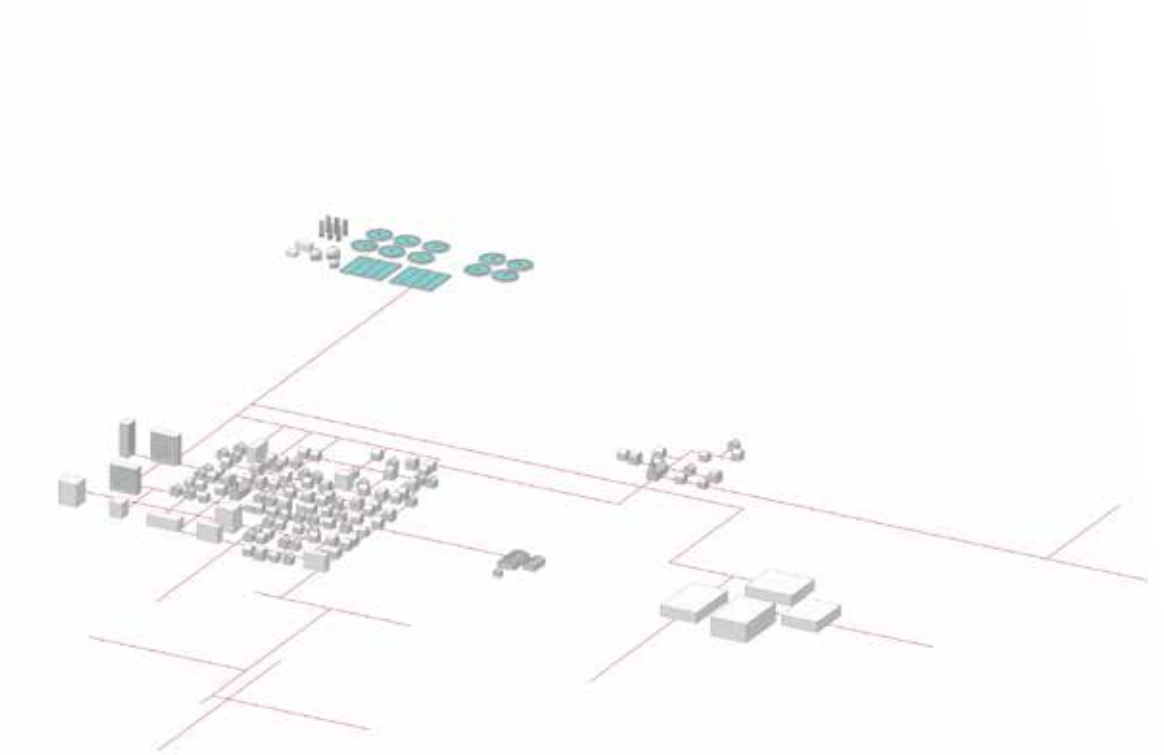
Energieketens verbinden processen, gebieden en personen

Binnen de energieketen zijn verschillende processen, gebieden en personen met elkaar verbonden. Zo zijn binnen de energieketen van de rioolwaterzuivering de verschillende zuiveringsprocessen met elkaar verbonden die ervoor zorgen dat het mogelijk is energie op te wekken. Daarnaast is binnen dit proces het waterschap met alle huishoudens in het beheersgebied verbonden via het rioolstelsel. Deze huishoudens zijn weer verbonden met voedselleveranciers (winkels) en vervolgens degenen die het voedsel verbouwen (de boeren). De boeren zijn weer verbonden met de landschappelijke ondergrond (de bodem). Deze uitwisselingen van grondstoffen kunnen weer de basis zijn voor het opwekken van duurzame energie.

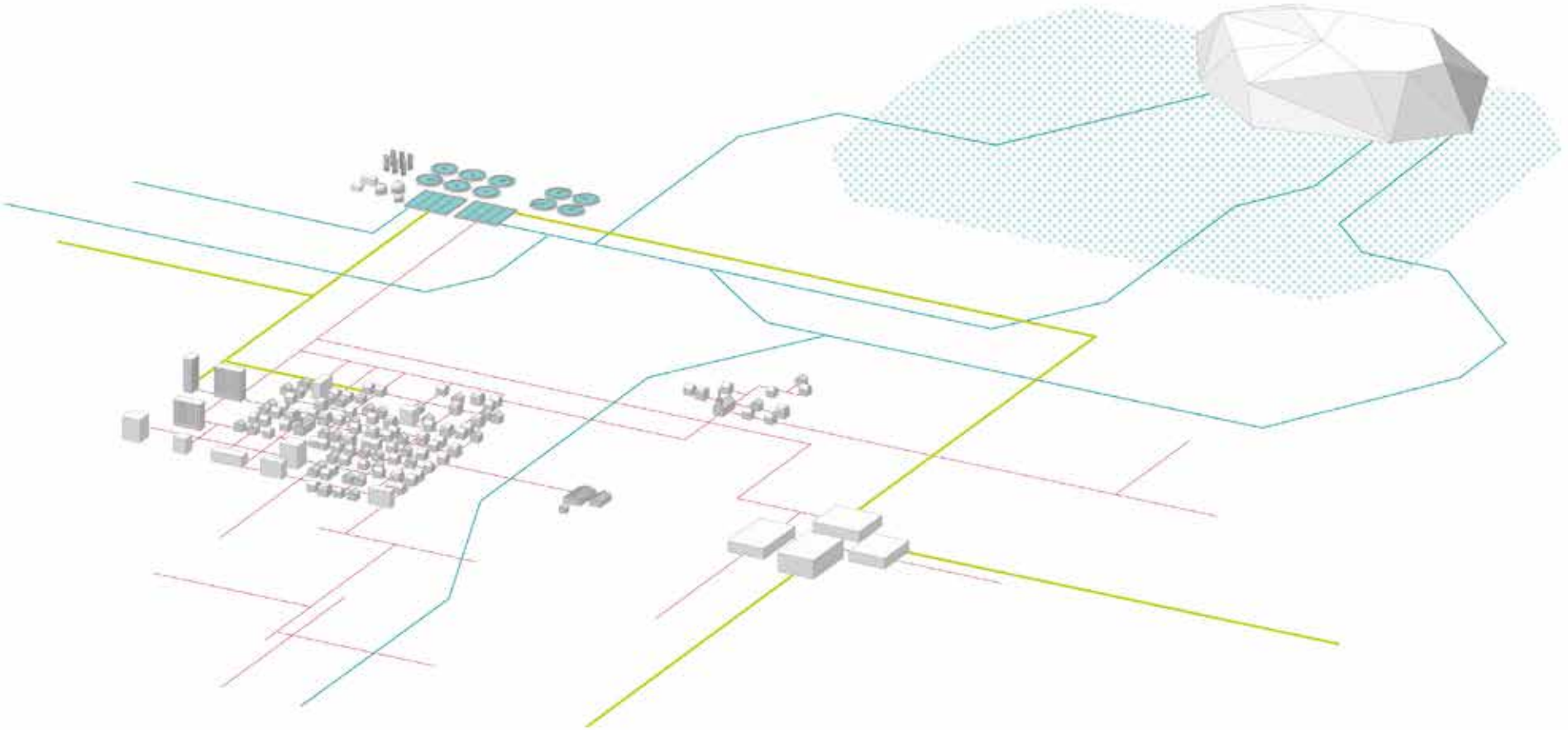
Energieketens binnen het waterschap

De energieketen van de rioolwaterzuivering is een heel duidelijke en voor de hand liggende keten waarin grondstoffen en omzettingsprocessen kunnen worden benut om duurzame energie op te wekken. Dit gebeurt nog op een relatief kleine schaal. Zo levert het waterschap op dit moment alleen via de RWZI in Apeldoorn energie aan de omgeving. Omdat het waterschap meerdere RWZI's heeft zou het in theorie mogelijk moeten zijn om meer energie (biogas) op te wekken en dit aan de omgeving te leveren. In dit werkboek gaan we daar dieper op in maar kijken we eerst naar andere energieketens die mogelijk kunnen worden benut. Hierbij redeneren we vanuit (grond)stoffen die 'door de handen' van het waterschap gaan en onderzoeken we de kansen voor het opwekken van duurzame energie.

Zon
Het waterschap benut momenteel maar een fractie van haar areal voor zonne-energie. Op dit moment wordt alleen het dak van het hoofdkantoor in Apeldoorn gebruikt voor het opwekken van zonne-energie via PV-cellen. De energieketen 'zon' is een algemeen beschikbare vorm van duurzame energie en daarom voor de hand liggend. Deze keten wordt in het navolgende hoofdstuk verder onderzocht.



● ●
Het waterschap verbonden binnen de keten
via het rioolstelsel met huishoudens, bedrijven, boeren



Het waterschap verbonden binnen de keten
met gebiedspartners via samenwerking, uitwisseling van stoffen en de landschappelijke ondergrond

Wind
Het waterschap wekt op dit moment geen energie op via windturbines. De energieketen 'wind' is eveneens een algemeen beschikbare vorm van duurzame energie en daarom net als zon voor de hand liggend. Deze keten wordt in het navolgende hoofdstuk verder onderzocht.

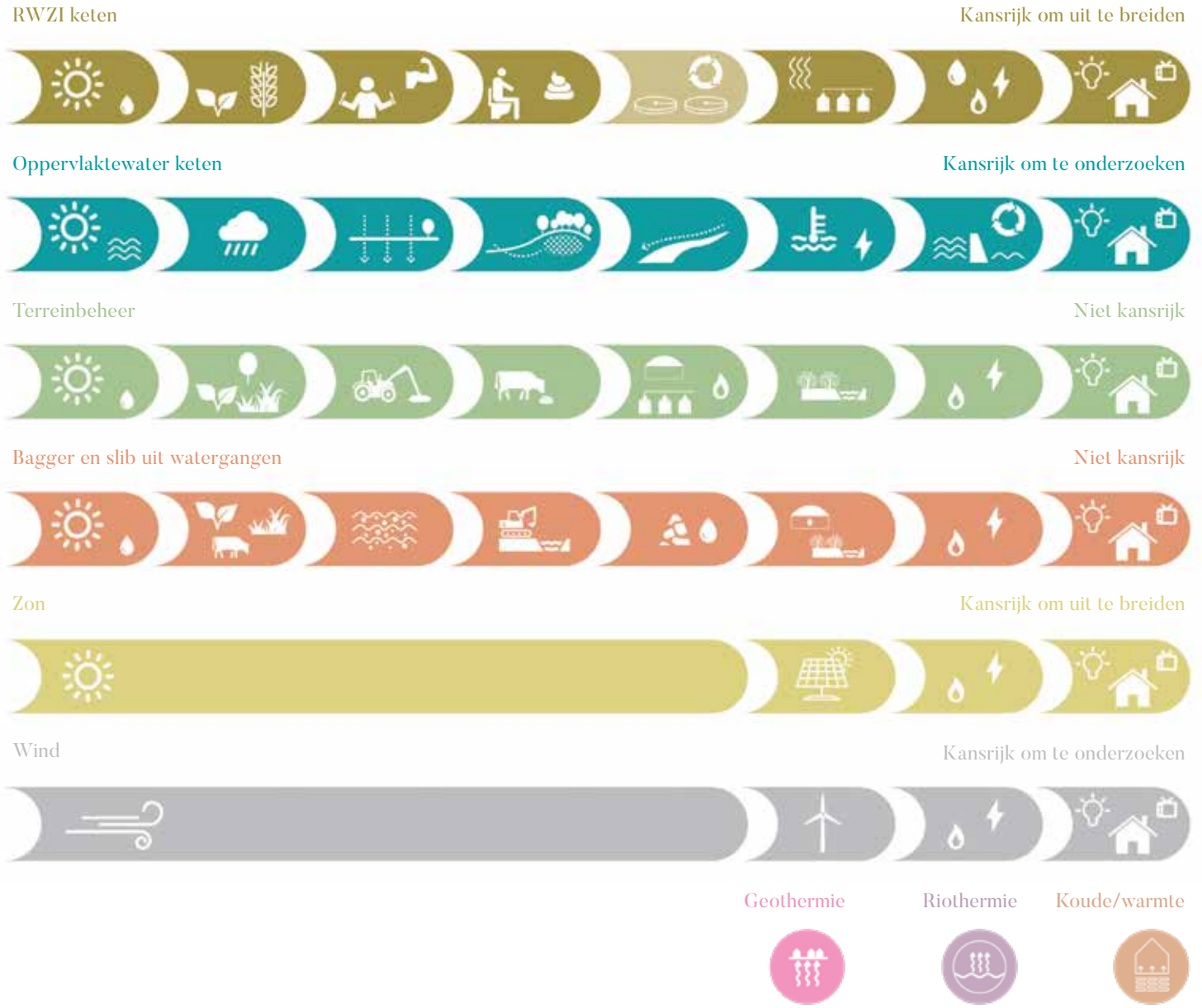
Maaisel
Een belangrijke taak van het waterschap is het jaarlijkse onderhoud aan de watergangen en dijken. Dit behelst onder meer het maaien van de oevers en de taluds. Dit wordt minimaal één keer per jaar gedaan. Tijdens dit onderhoud komt maaisel vrij wat in theorie als biomassa kan worden gebruikt voor de opwekking van duurzame energie. Gezien de grootte van het beheersgebied van het waterschap en de totale lengte van de dijklichamen en de oevers van de watergangen lijkt dit op het eerste gezicht een interessante energieketen. De grootste beperking is echter de versnipperde ligging van de watergangen en dijken. Hierdoor zou de biomassa na het oogsten (het maaien) moeten worden getransporteerd naar een vergister om vervolgens te kunnen worden omgezet in energie. De lange transportafstanden maken dit niet haalbaar en niet duurzaam. Verder speelt mee dat het maaien van een talud of oever slechts direct na het maaien biomassa oplevert en niet voor een constante stroom van biomassa kan zorgen. Hierdoor is het niet mogelijk om maaisel in te zetten als een constante en leveringszekere vorm van energie. Deze grondstoffenketen is daarom niet verder onderzocht.

Bagger
Naast het jaarlijkse maaien van de oevers van de watergangen behoort ook het uitbaggeren van de watergangen tot een belangrijke taak van het waterschap. Hiermee wordt de doorstroming van het water gegarandeerd en blijft de waterkwaliteit op peil. Tijdens het uitbaggeren van de watergangen komen grote hoeveelheden bagger vrij. Deze bagger bestaat voornamelijk uit organische stof (bv. plantenresten, dierlijke resten, mest), zanddeeltjes en in sommige gevallen ook verontreiniging. Het feit dat er organische stoffen in de bagger zitten zou theoretisch betekenen dat hier via vergisting energie uit gehaald kan worden. Echter maakt de vermenging van deze stoffen met zand en mogelijk zelfs verontreiniging het onverantwoord en nagenoeg onmogelijk om via vergisting energie uit bagger op te wekken. Deze grondstoffenketen is daarom niet verder onderzocht.

Water
Het beheersgebied van het waterschap kenmerkt zich door het Veluwe-massief met de omliggende valleien. Deze landschappelijke eenheden worden met elkaar verbonden door een fijnmazig stelsel van beken en sprengen die uiteindelijk uitmonden in het Valleikanaal en Apeldoorns kanaal. Dit oppervlaktewater-systeem biedt op meerdere vlakken kansen voor de opwekking van duurzame energie. Dit kan bijvoorbeeld via koude en warmte winning- en opslag in het oppervlaktewater. Onderzoek van IF-Technology toonde al aan dat het watersysteem van het waterschap hierin met name in de nabijheid van de bebouwde gebieden kansen biedt. De Unie van Waterschappen heeft daarnaast in samenwerking met Rijkswaterstaat een schatting gemaakt dat met het Nederlandse oppervlaktewatersysteem in 54% van de nationale koudevraag kan worden voorzien, en in 12% van de warmtevraag (Unie van waterschappen, 2016).
Een andere vorm van opwekking van duurzame energie uit het oppervlaktewater is via waterkracht. Hierbij worden de hoogteverschillen in het watersysteem benut. Het waterschap wekt via de Hezenbergerstuw (met een verval van 2,5 meter) momenteel voor zo'n 43 huishoudens per jaar elektriciteit op (Frederiks, 2011). Daarnaast start er op korte termijn een pilot bij de stuw Asschat in het Valleikanaal waarbij met een nog minimaler verval (0,5 - 1 meter) elektriciteit wordt opgewekt voor circa 23 huishoudens per jaar (waterschap Vallei en Veluwe, 2017). Hieruit blijkt dat met moderne techniek uit een minimaal verval en een relatief klein debiet al energie kan worden opgewekt. In dit werkboek onderzoeken we de verdere mogelijkheden voor waterkracht uit het systeem van beken, sprengen en kanalen in het beheersgebied.

Geothermie, riothermie, koude- en warmte opslag en winning
Naast bovengenoemde ketens zijn ook bronnen als geothermie, riothermie en koude- en warmte opslag en winning interessant. In het Nationaal perspectief worden binnen het beheersgebied van het waterschap al plekken aangemerkt die kansrijk zijn op het gebied van bijvoorbeeld geothermie. Omdat zowel geothermie als riothermie en koude- en warmte opslag en winning een zeer gering bovengronds ruimtelijk effect hebben, zijn deze ketens in dit werkboek niet verder uitgewerkt. Dit betekent uiteraard niet dat ze daarmee niet kansrijk zijn. Juist vanwege de beperkte ruimtelijke impact en de kansrijkheid vanuit het perspectief van rendement zijn dit kansrijke bronnen voor het waterschap om nader te onderzoeken.

De volgende hoofdstukken van dit werkboek zijn geordend op basis van de hierboven geselecteerde uit te werken energieketens. Per keten onderzoeken we de kansrijkheid in ruimtelijke zin.



Energieketens

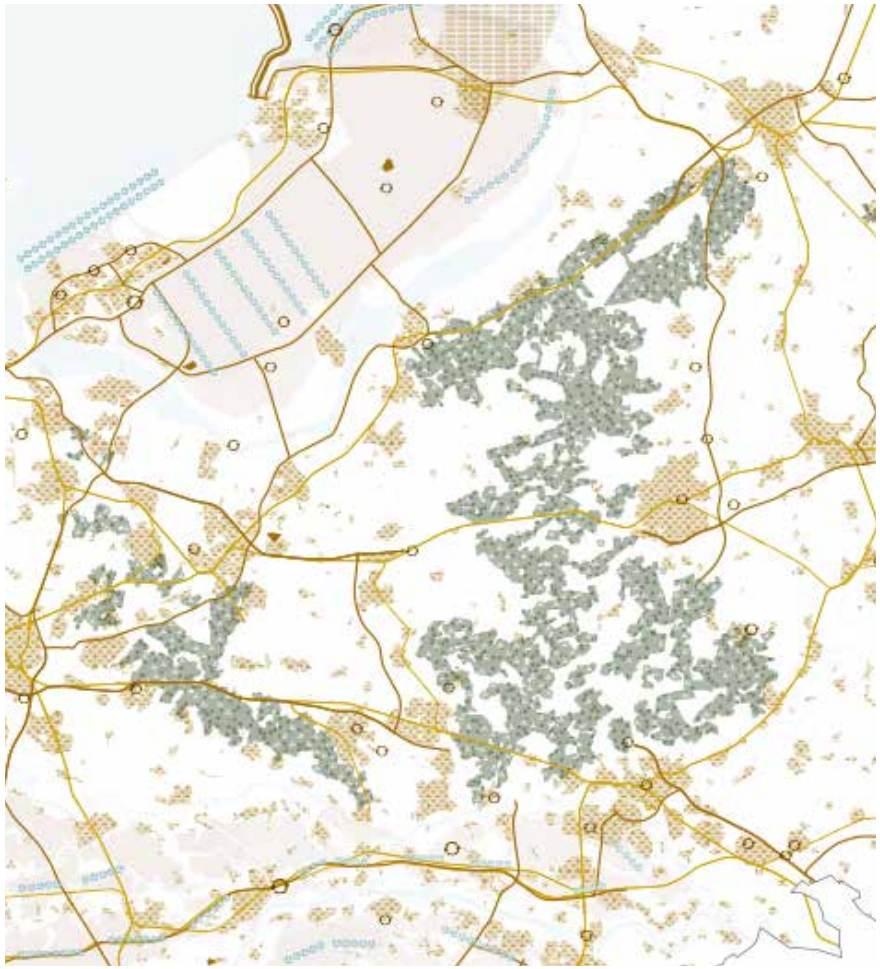


Dijk en gemaal
bij de randmeren nabij
Nijkerk

ENERGIE UIT ZON

ENERGIE UIT ZON

Zonne-energie is een van de meest gangbare vormen van duurzame energieopwekking. Het waterschap wekt momenteel zelf jaarlijks 0,1GWh aan zonne-energie op via PV-cellen op het dak van het hoofdkantoor (Waterschap Vallei en Veluwe / Arcadis, 2016). Omdat jaarlijks nog steeds 32 GWh aan elektriciteit wordt ingekocht is het interessant om te onderzoeken of het toepassen van meer PV-cellen binnen de arealen en eigendommen van het waterschap mogelijk is.



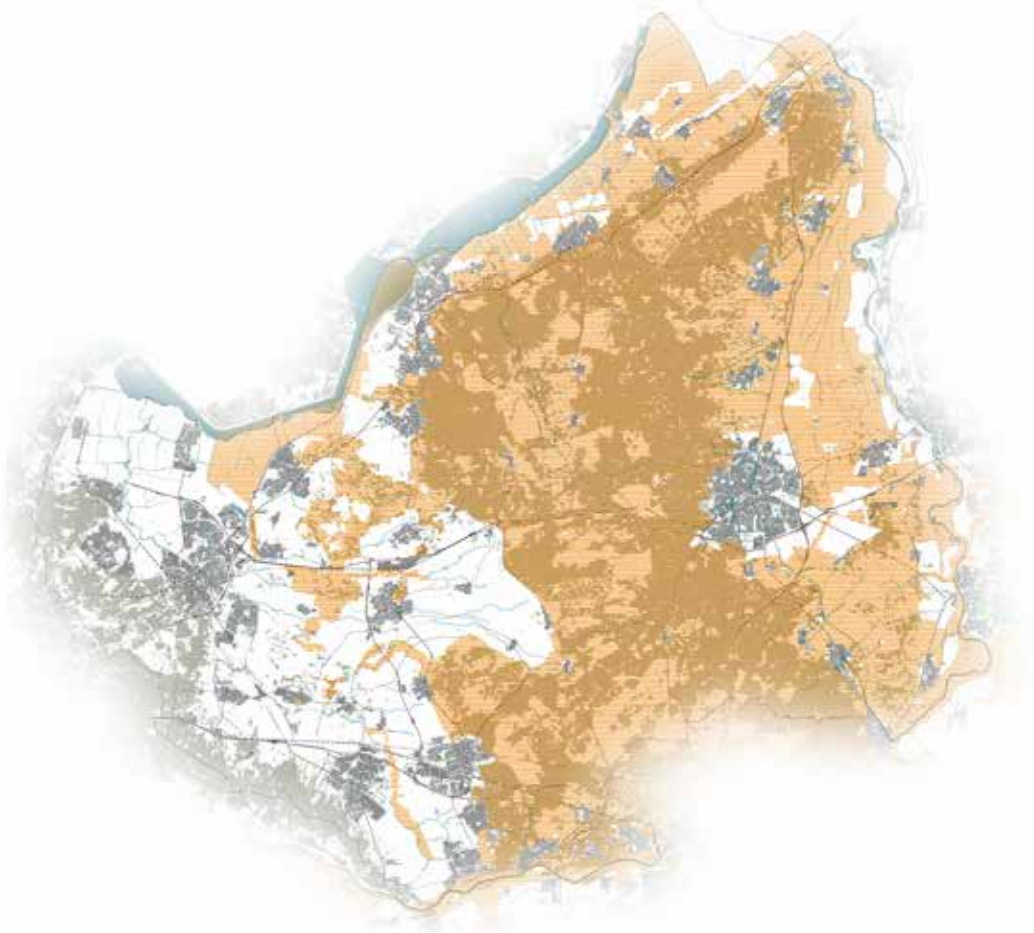
Zonne-energie volgens het nationaal perspectief
toepassing op daken, langs wegen en in de Flevopolder

Nationaal perspectief en provinciale visie op zonne-energie

In de inleidende hoofdstukken van dit werkboek benoemden we het Nationaal perspectief op de energietransitie en het belang van een kijk op wind- en zonne-energie op nationaal niveau. Dit omdat de ruimtelijke impact van windturbines en zonnepanelen groot is. In het Nationaal perspectief wordt een visie op zonne-energie gepresenteerd waarin dit vooral op daken, langs wegen en in de Flevopolders wordt ingepast. De open landschappen, waar ook de valleien rond de Veluwe onder vallen, worden hier niet voor benut. Dit met als doel de landschappelijke kwaliteit en het kleinschalige karakter van deze gebieden niet aan te tasten.

Ook vanuit provinciaal perspectief is een visie op zonne-energie gepresenteerd. De provincie Gelderland heeft als onderdeel van de ontwikkeling van de Omgevingsvisie (gegevens provincie Utrecht niet bekend) een kaartbeeld gemaakt waarin gebieden worden aangegeven die wel en niet geschikt zijn voor zonne-energie. De belangrijkste parameter voor deze kaart is het vigerende natuurbeleid. De arealen die in het Gelders Natuurnetwerk vallen (GNN, voorheen de Ecologische Hoofd Structuur) of in Natura 2000 gebieden liggen zijn in de visie van de provincie uitgesloten voor het toepassen van zonne-energie in het landschap (Provinciaal georegister Provincie Gelderland, 2017). Hiermee wordt beoogd natuurlijke habitats voor flora en fauna blijvend te beschermen.

Nu zijn beperkingen in bestaande wet- en regelgeving niet altijd het beste uitgangspunt om de energietransitie vorm te geven. Echter moet wel worden vastgesteld dat onder andere het Natura 2000 beleid op nationaal en Europees niveau dermate stevig is verankerd dat het niet kansrijk lijkt hier vanaf te wijken. Daarmee kan de kaart van de provincie ook als uitgangspunt worden genomen voor een onderzoek naar de inpassing van zonne-energie. Met deze verschillende visies als vertrekpunt is verder gekeken naar de mogelijkheden voor zonne-energie in het gebied.



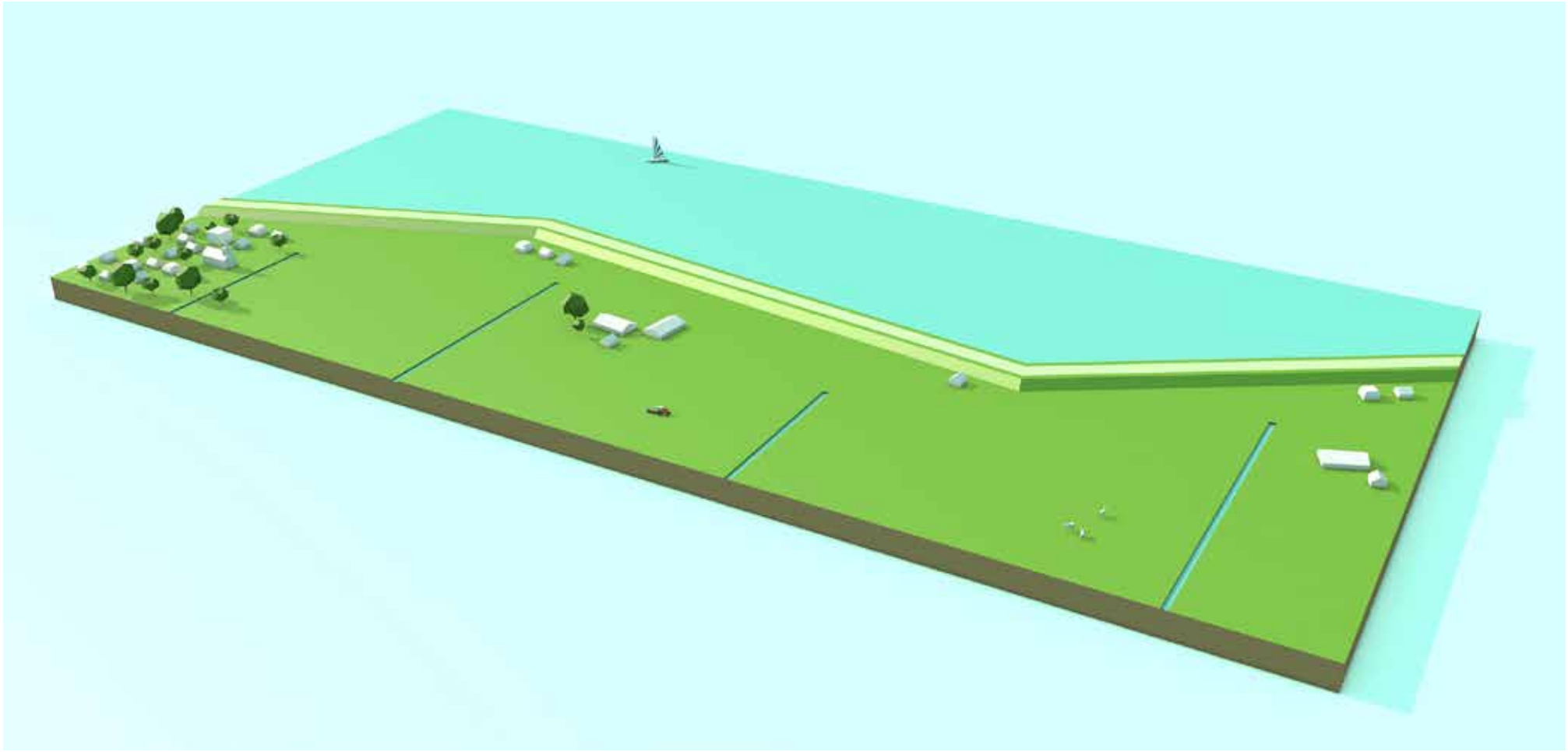
Provinciale visie
gebieden uitgesloten voor zonne-energie op basis van vigerend regionaal, nationaal en Europees natuurbeleid

Zonne-energie op dijken

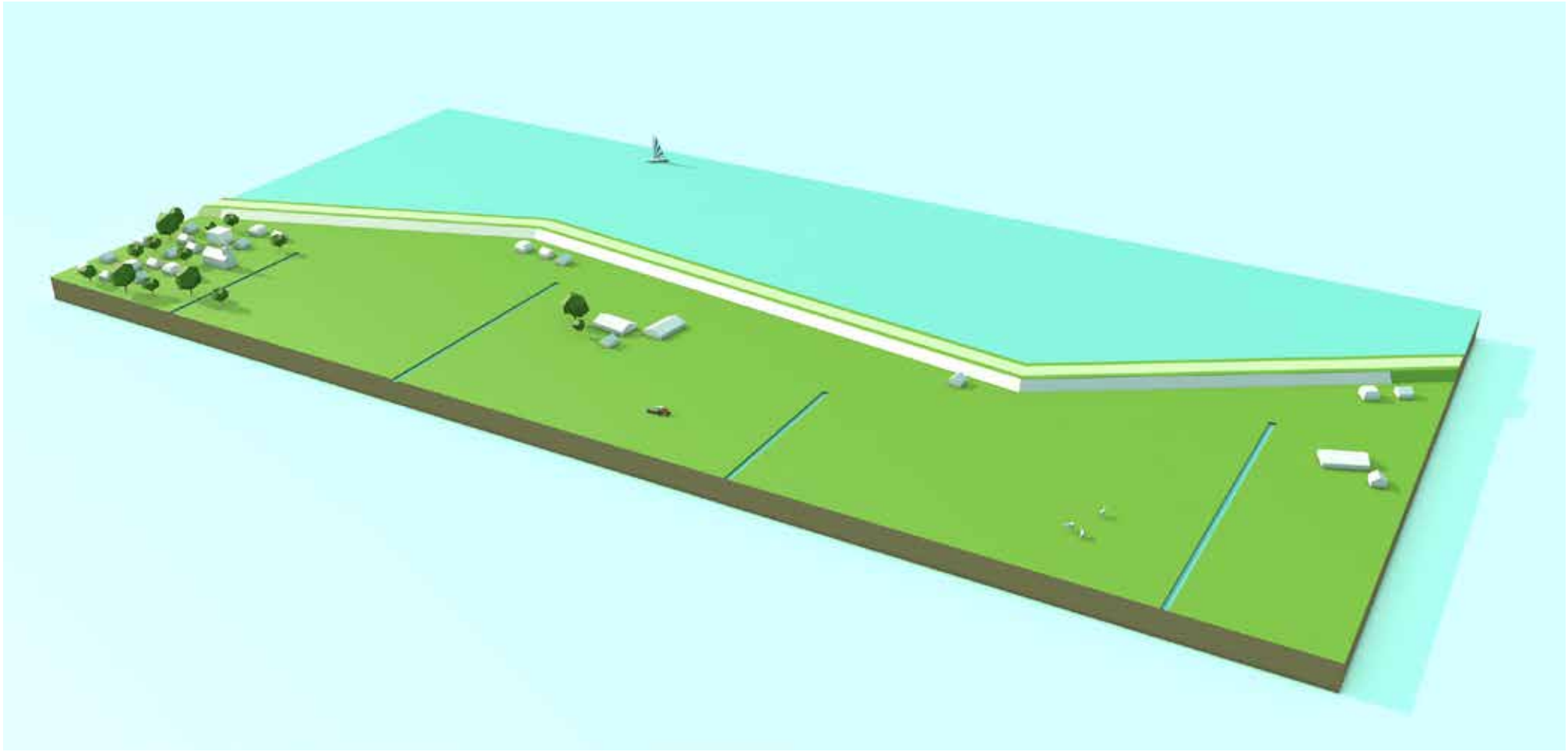
Het waterschap heeft vele waterkeringen in beheer waarvan de Grebbedijk langs de Rijn, de IJsseldijk en dijken langs het Eemmeer en Veluwemeer de grootste zijn. Gedeeltes van deze dijken liggen georiënteerd op het zuiden en zijn in theorie geschikt als ondergrond voor zonnepanelen. Om de eerder genoemde 32 GWh aan ingekochte elektriciteit zelf op te wekken is circa 222.000 m2 (of 22 hectare) aan zonnepanelen nodig. Dit uitgaande van een opbrengst van 144 kWh per vierkante meter zonnepaneel per jaar (Debets, 2014). Wanneer een beschikbaar dijktalud van 3 meter hoog als uitgangspunt wordt genomen is zo'n 74 kilometer dijklengte nodig om geheel in de eigen elektriciteitsbehoefte te kunnen voorzien. In principe is deze dijklengte beschikbaar maar de impact van zonnepanelen op dijken is groot.
Ten eerste betekent het bekleden van dijken met zonnepanelen dat het groene karakter van de dijk grotendeels verloren gaat. Vanwege noodzakelijk onderhoud en beheer van de dijken is het niet mogelijk het grastalud van de dijk te behouden wanneer daar zonnepanelen op liggen. De dijk dient met steen te worden bekleed of te worden geasfalteerd. Daarmee wordt het cultuurhistorische en landschappelijke karakter van de dijk aangetast. De groene, 'zachte' dijk verandert in een 'hard' en technisch landschapselement. Daarnaast is ook de impact van zonnepanelen op dijken op de woonomgeving groot. Gezien het feit dat aanzienlijke dijklengtes nodig zijn om voldoende opbrengst uit de zonnepanelen te kunnen halen, betekent dit ook dat de impact op de omgeving over aanzienlijke dijklengtes speelt. Het aanzicht van de dijk verandert dus niet alleen voor een individueel huis, maar voor alle huizen, boerderijen, dorpsgezichten en stadsfronten langs de dijk. Het is de vraag of dit een wenselijke ontwikkeling is.



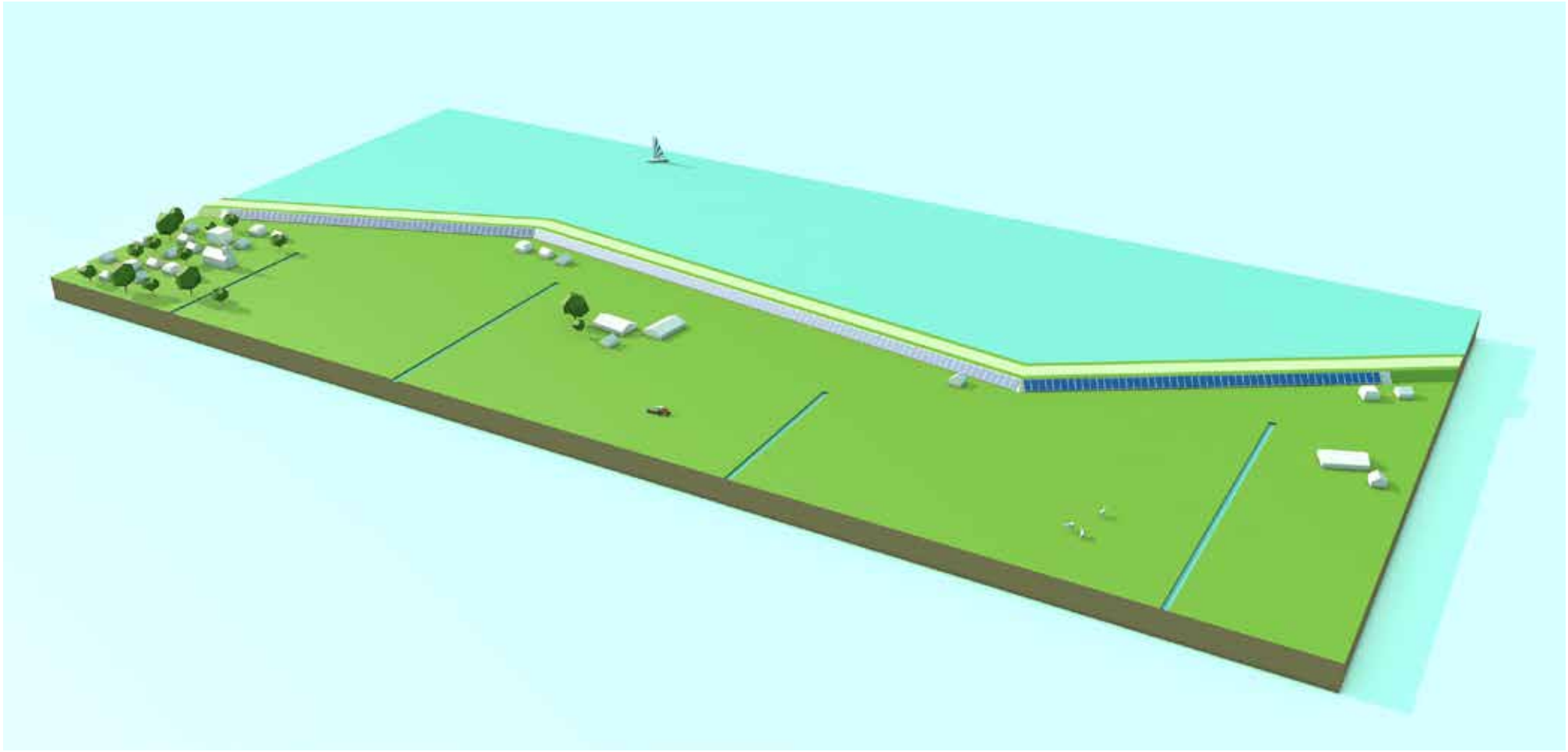
Waterkering
bij de randmeren nabij
Nijkerk



Groene waterkering
huidige situatie



Versteende waterkering
situatie voor plaatsing
zonnepanelen



Waterkering met zonnepanelen
nieuwe situatie

Zonne-energie op de RWZI's

Waar zonne-energie op dijken een grote impact op de omgeving lijkt te hebben, is het inpassen van zonnepanelen op de RWZI mogelijk veel kansrijker. De 16 RWZI's die het waterschap in beheer heeft liggen verspreid over het beheersgebied, zowel in landelijke als stedelijke context. De RWZI's zijn vaak geïsoleerde entiteiten ten opzichte van de omgeving. Zicht naar de RWZI wordt veelal weggenomen door landschappelijke beplanting, groenzones en hekken. Deze geïsoleerde ligging biedt kansen om zonne-energie in te passen op de RWZI zonder dat de omgeving daar hinder van ondervindt.
Op de RWZI's zijn zuiveringsbassins en tanks aanwezig. Een globale schatting laat zien dat indien op alle 16 RWZI's de bassins en tanks worden bekleed met zonnepanelen, er jaarlijks zo'n 17.000.000 kWh aan elektriciteit kan worden opgewekt. Dit uitgaande van een opbrengst van 144 kWh per vierkante meter zonnepaneel per jaar (Debets, 2014). Hierbij is van een optimale plaatsing uitgegaan, in werkelijkheid kan de opbrengst dus lager zijn. Desalniettemin staat dit gelijk aan bijna 5200 huishoudens per jaar, uitgaande van een elektriciteitsverbruik van 3.300 kWh per huishouden per jaar. Door zonnepanelen op deze manier in te passen kan de hoeveelheid ingekochte elektriciteit van het waterschap eenvoudig met de helft worden gereduceerd. Om de zuiveringsbassins en tanks bereikbaar te houden voor beheer en onderhoud dient een constructie te worden ontworpen die kan worden ingeklapt zodra onderhoud nodig is. Voorbeeld van een dergelijke constructie is de Smartflower van POP (www.smartflower.com). De opbrengst van zonne-energie op de RWZI's kan naast het benutten van de bassins en tanks overigens nog verder worden vergroot door groene restruimtes op de RWZI's te benutten. In dit rekenvoorbeeld is met een optimale situatie en plaatsing van de zonnepanelen gerekend. Maar zelfs wanneer de opbrengst in werkelijkheid wat lager is, lijkt dit een kansrijke optie.

Samenwerken met derden

Een derde mogelijkheid voor het opwekken van zonne-energie is het sluiten van coalities met bedrijventerreinen in de buurt van de RWZI's. Gezien het grote dakoppervlak wat op deze bedrijventerreinen beschikbaar is, lijkt het eenvoudig om deze onbenutte ruimte in te zetten voor zonne-energie. Ook bij deze optie is de impact op de (woon)omgeving vele malen minder dan bij een met zonnepanelen bedekte dijk.



De RWZI van Apeldoorn
beeld: waterschap Vallei en Veluwe

Parameters		
Opbrengst/m2/jaar (kWh)	144	
Elektriciteitsgebruik huishouden (kWh/jaar)	3300	

RWZI	**aantal tanks**	**gem. m2 per tank**	**totaal aantal m2**	**opbrengst kwh / jaar**	**geschat aantal huishoudens / jaar**
Apeldoorn	17	2000	34000	4896000	1484
Ede	8	1250	10000	1440000	436
Amersfoort	8	2000	16000	2304000	698
Bennekom	1	1250	1250	180000	55
Brummen	3	1250	3750	540000	164
Elburg	4	1200	4800	691200	209
Epe	3	800	2400	345600	105
Harderwijk	8	1600	12800	1843200	559
Hattem	2	1000	2000	288000	87
Heerde	2	1000	2000	288000	87
Nijkerk	3	1200	3600	518400	157
Renkum	8	1000	8000	1152000	349
Soest	6	1200	7200	1036800	314
Terwolde	3	1250	3750	540000	164
Veenendaal	4	1250	5000	720000	218
Woudenberg	2	1250	2500	360000	109
				totaal kwh / jaar	17143200
				totaal huishoudens / jaar	5195

Zonne-energie op tanks en bassins op de RWZI's
globale schatting van de optimale opbrengst


Apeldoorn


Ede


Amersfoort


Bennekom


Hattem


Heerde


Nijkerk


Renkum

De RWZI's
van waterschap Vallei en Veluwe
beeld: provincie Gelderland, provincie Utrecht


Brummen


Elburg


Epe


Harderwijk


Soest

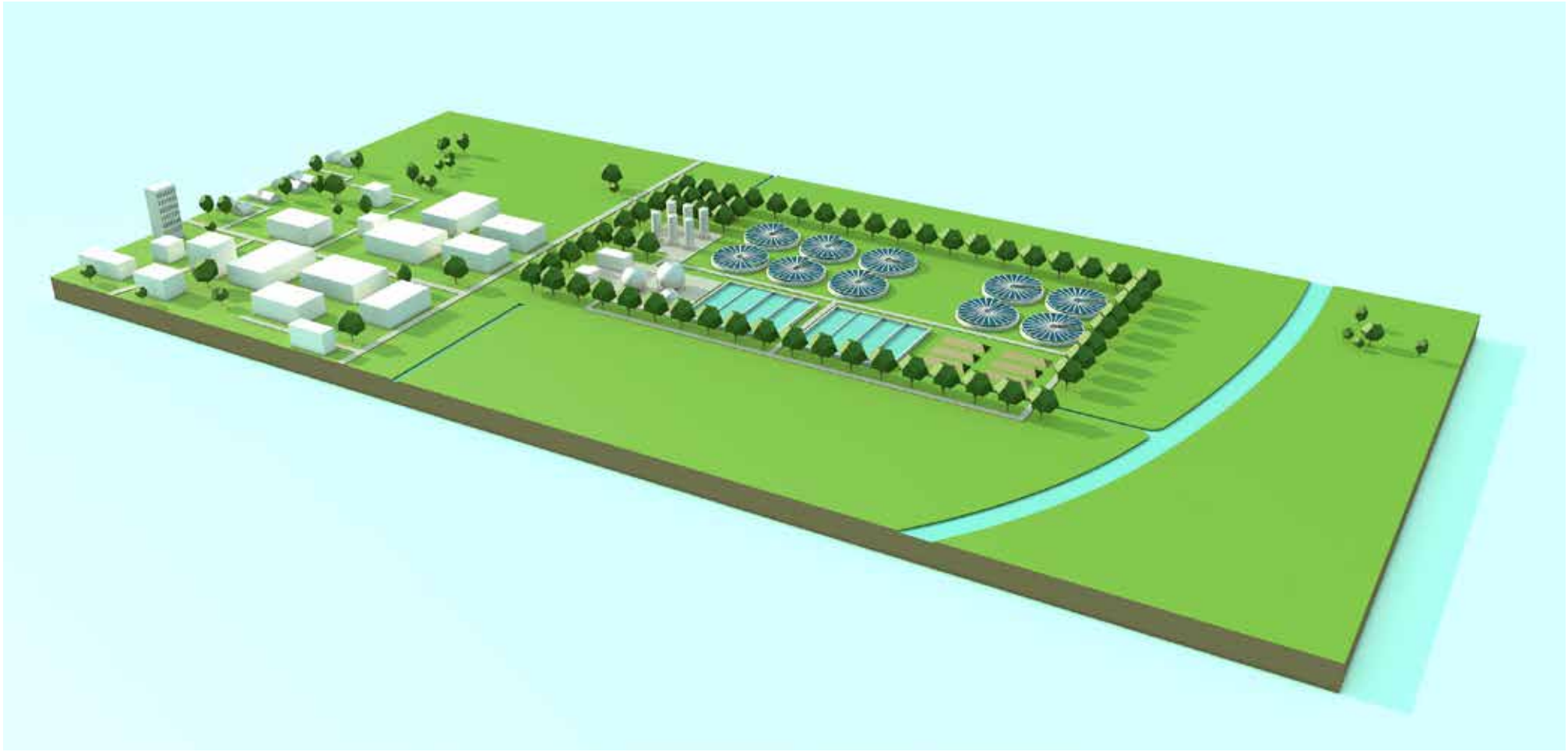

Terwolde


Veenendaal


Woudenberg



RWZI in de huidige situatie
veelal geïsoleerd gelegen



● ●
Zonnepanelen op de tanks en bassins
minimale impact op de omgeving



● ●

Zonnepanelen op de tanks, bassins en groene restruimten
minimale impact op de omgeving



● ●

Samenwerking met derden
benutten van het dakoppervlak van nabijgelegen bedrijventerreinen

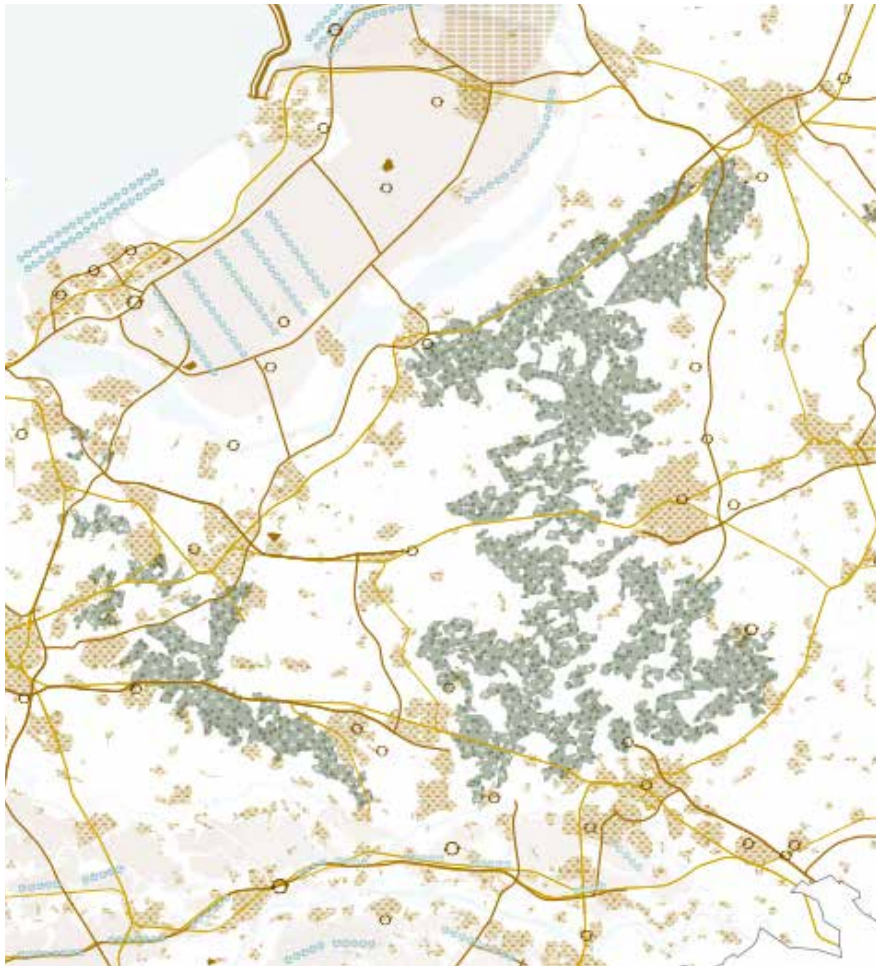


RWZI Apeldoorn
groene restruimte

ENERGIE UIT WIND

ENERGIE UIT WIND

Windenergie is naast zonne-energie een van de meest gangbare vormen van duurzame energieopwekking. Het waterschap wekt momenteel zelf geen windenergie op. Omdat jaarlijks nog steeds 32 GWh aan elektriciteit wordt ingekocht is het interessant om te onderzoeken of het toepassen van windenergie in ruimtelijke zin kansrijk is. Daarnaast is het directe ruimtegebruik (de footprint) van een windturbine zeer klein en de opbrengst per turbine relatief groot in vergelijking tot andere energiebronnen.

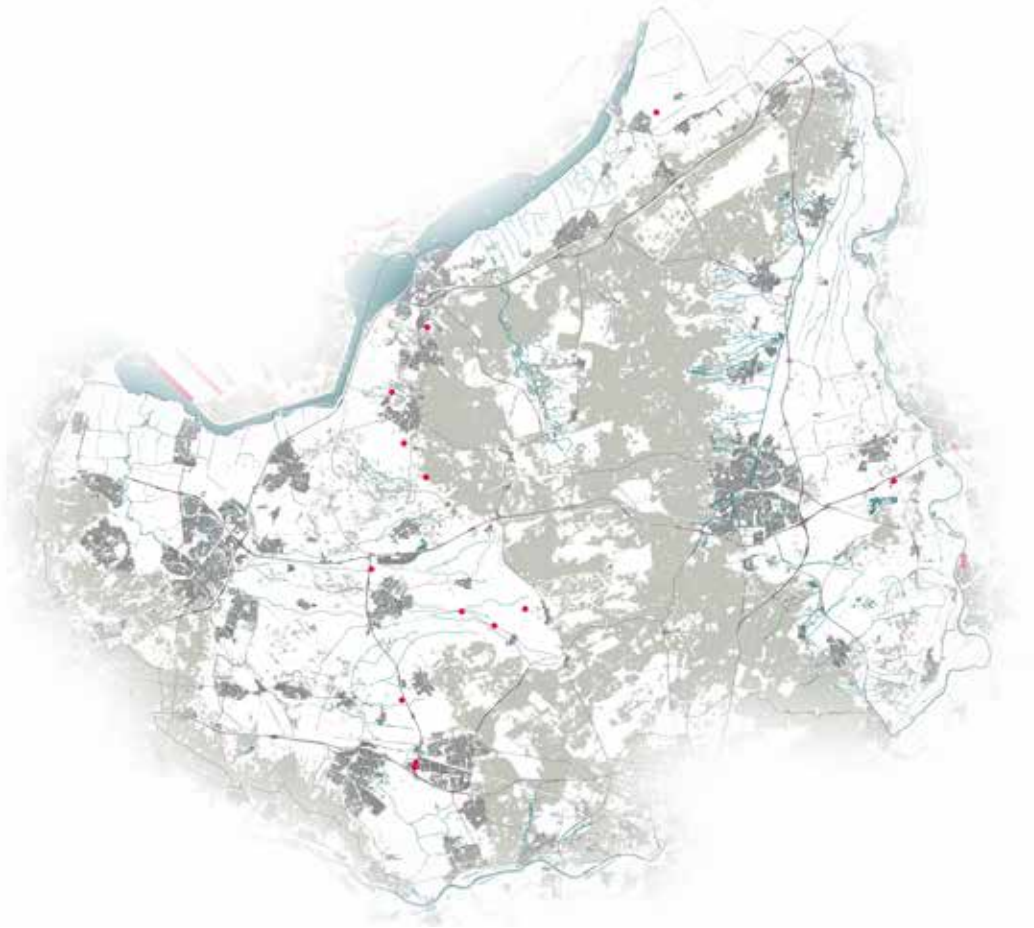


Windenergie volgens het nationaal perspectief
toepassing in de Flevopolders en in de bossen op het Veluwemassief

Nationaal perspectief en provinciale visie op windenergie

In de inleidende hoofdstukken van dit werkboek benoemden we het Nationaal perspectief op de energietransitie en het belang van een kijk op wind- en zonne-energie op nationaal niveau. Dit omdat de ruimtelijke impact van windturbines en zonnepanelen groot is. In het Nationaal perspectief wordt een visie op windenergie gepresenteerd waarin dit vooral grootschalig op zee, in de Flevopolders, de Noordoostpolder, Wieringermeer en rond het IJsselmeer en enkele havens wordt ingepast. De open landschappen, waar ook de valleien rond de Veluwe onder vallen, worden hier niet voor benut. Dit met als doel de landschappelijke kwaliteit en het kleinschalige karakter van de valleien niet aan te tasten. Het bos op het Veluwemassief wordt in het Nationaal perspectief daarentegen wel benut. De gedachte hierbij is dat het plaatsen van turbines in een bosrijke omgeving zorgt voor een verminderde zichtbaarheid van de turbines en dus een beperktere impact op de omgeving.

De visuele impact van windmolens is namelijk continu onderdeel van een maatschappelijk debat, maar is echter voor verschillende interpretaties vatbaar. De afstand waarop turbines zichtbaar zijn hangt sterk af van de landschappelijke context (Sijmons et. al., 2014). In open landschappen en over water zijn windmolens bij helder weer wel tot 10 kilometer afstand zichtbaar. In gesloten landschappen (bijvoorbeeld bossen) is deze impact veel minder en soms zelfs gereduceerd tot zo'n 100 meter. Dit verklaart waarom in het Nationaal perspectief geen ruimte is gereserveerd voor windenergie in de valleien rond het Veluwemassief.



● ●
Locaties van huidige windmolens
binnen het beheersgebied van het waterschap

Ook vanuit provinciaal perspectief is een visie neergelegd op windenergie. De provincie Gelderland heeft als onderdeel van de ontwikkeling van de Omgevingsvisie (gegevens provincie Utrecht niet bekend) diverse kaartbeelden gemaakt waarin gebieden worden aangegeven die wel en niet geschikt zijn voor windenergie (Provinciaal georegister Provincie Gelderland, 2017). De belangrijkste parameters voor deze kaarten zijn de nabijheid tot bebouwde kommen, de nabijheid tot grootschalige infrastructuur (snelwegen en spoorlijnen), funnels en laagvliegroutes voor militaire doeleinden, al aanwezige windturbines en het vigerende natuurbeleid. De arealen die in het Gelders Natuurnetwerk vallen of in Natura 2000 gebieden liggen zijn in de visie van de provincie uitgesloten voor het toepassen van windenergie in het landschap. Hiermee wordt beoogd natuurlijke habitats voor flora en fauna blijvend te beschermen.

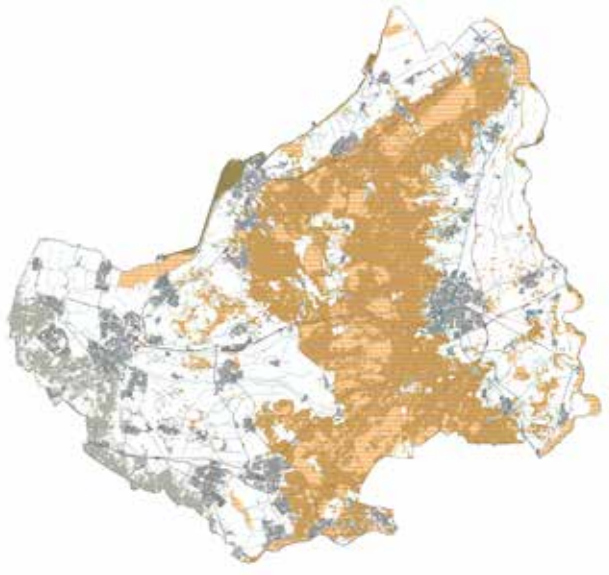
Nu zijn beperkingen in bestaande wet- en regelgeving niet altijd het beste uitgangspunt om de energietransitie vorm te geven. Echter moet wel worden vastgesteld dat onder andere het Natura 2000 beleid op nationaal en Europees niveau dermate stevig is verankerd dat het niet kansrijk lijkt hier vanaf te wijken. Hetzelfde geldt voor bijvoorbeeld de laagvliegroutes en funnels rondom (militaire) vliegvelden. Daarmee kunnen de kaarten van de provincie als uitgangspunt worden genomen voor een nader onderzoek naar de inpassing van windenergie. Met deze verschillende visies als vertrekpunt is verder gekeken naar de mogelijkheden voor windenergie in het gebied.

● ●

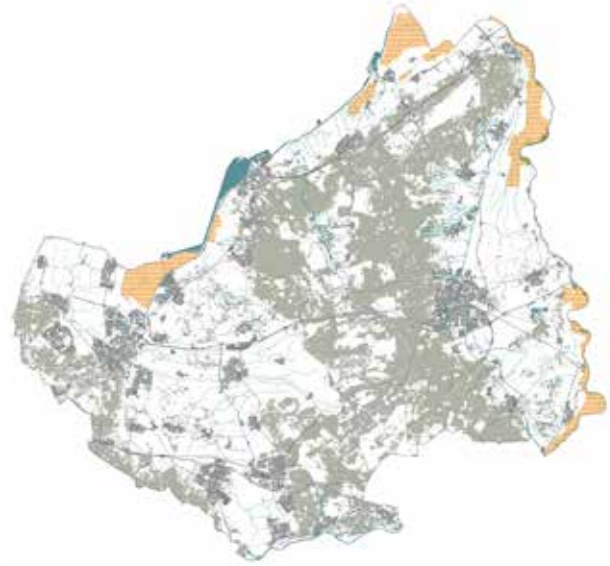
Wettelijke beperkingen voor windenergie
bron: provinciaal georegister



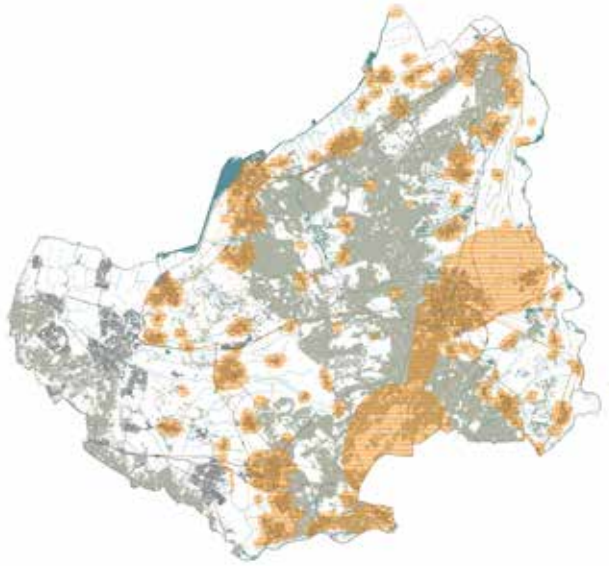
Beperkingen vanuit grootschalige infrastructuur



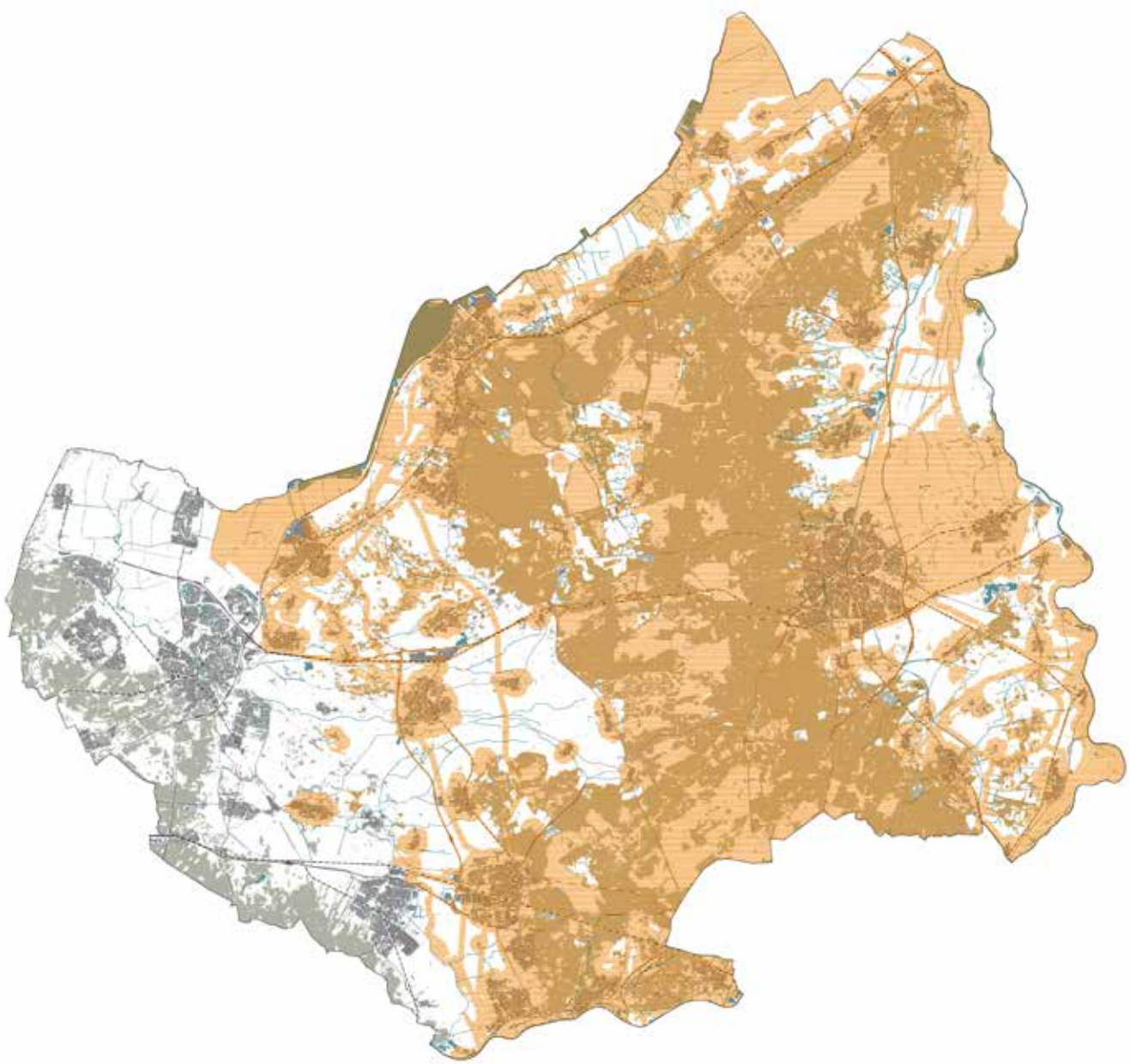
Beperkingen vanuit Natura 2000



Beperkingen vanuit foerageergebieden voor vogels



Beperkingen vanuit bebouwing, vliegverkeer en defensie

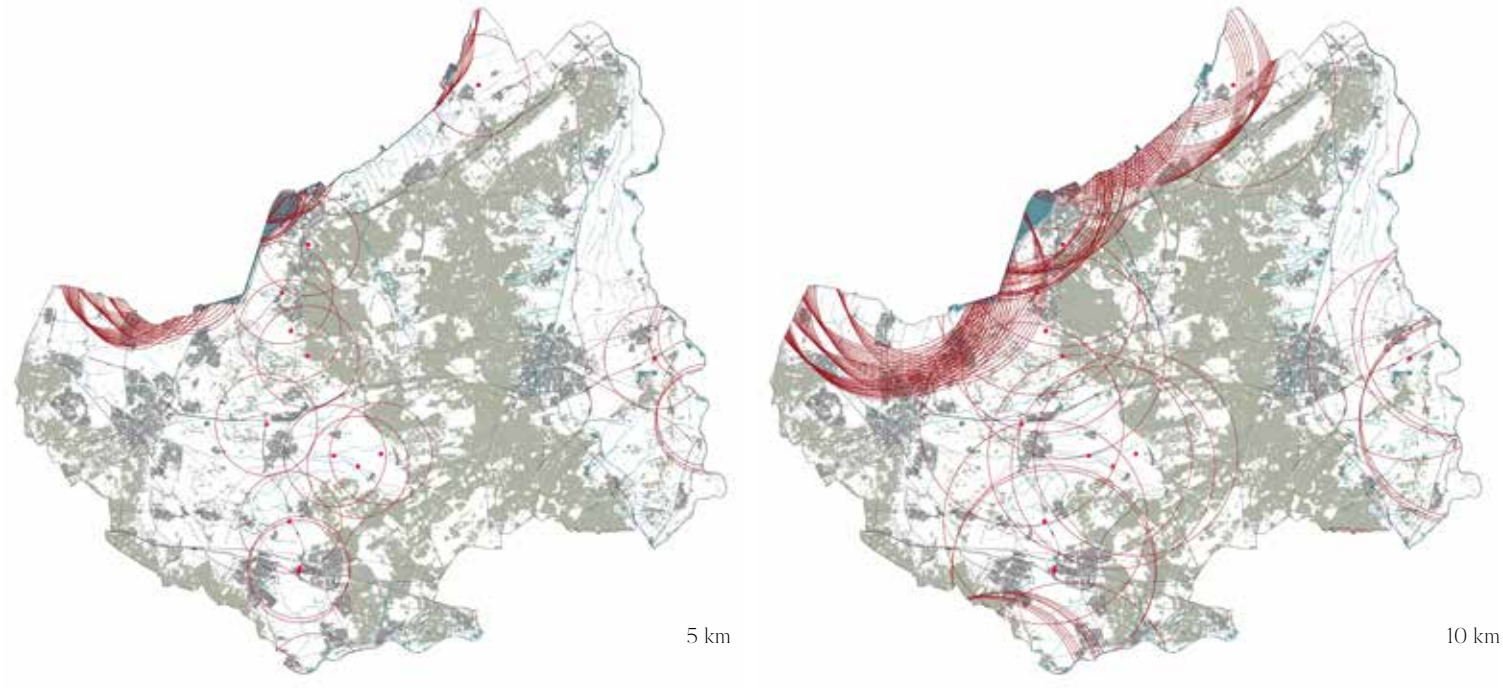


Wettelijke beperkingen voor windenergie, totaalbeeld
bron: provinciaal georegister

Het inpassen van windenergie: voorkom fragmentatie

Naast de kaartbeelden met beperkingen voor het plaatsen van windturbines in het landschap heeft de provincie Gelderland (gegevens provincie Utrecht niet beschikbaar) ook een kaartbeeld gemaakt met locaties waar windenergie theoretisch wel mogelijk zou moeten zijn en waar geen wettelijke beperkingen gelden. Op deze kaart zijn duidelijk de valleien rond het Veluwemassief te onderscheiden en een gebied bovenop het Veluwemassief. Opgemerkt moet worden dat de kansrijke gebieden zoals op deze provinciale kaart gepresenteerd, niet stroken met de visie zoals neergelegd in het Nationaal perspectief. Reden hiervoor is dat de provinciale kaart enkel uitgaat van wettelijke beperkingen en de ruimtelijke impact niet benoemt. Het Nationaal perspectief doet dit wel.

Als wordt gekeken naar de kaart met daarop de gebieden zonder wettelijke beperkingen, in relatie tot de al aanwezige windturbines wordt duidelijk dat met name in de Gelderse vallei (aangemerkt als gebied met weinig wettelijke beperkingen) al veel turbines staan. Deze turbines staan gefragmenteerd in het landschap en zullen elk een eigen mate van impact op de omgeving hebben. Indien nog meer turbines op eenzelfde manier worden geplaatst ontstaat het risico op verdere fragmentatie en verrommeling van het kleinschalige landschap van de valleien. Het is dus van groot belang om de inpassing van windturbines in deze regio vanuit een groter geheel te bekijken.



● ●
Visuele impact
bestaande turbines
indicatief

In theorie kan het waterschap er voor kiezen om bijvoorbeeld op de RWZI's windturbines te plaatsen. Dit lijkt qua beschikbare ruimte de meest voor de hand liggende plek omdat de arealen rond de beken en kanalen simpelweg te klein zijn in oppervlak om een turbine te kunnen plaatsen. Met het plaatsen van 4 tot 5 turbines met een ashoogte van circa 100 meter op de RWZI's (RVO, z.j.), zou kunnen worden voorzien in de gehele eigen elektriciteitsbehoefte en is inkoop van elektriciteit niet meer nodig. Echter liggen de locaties van de RWZI's dusdanig verspreid in het gebied dat verdere fragmentatie van het landschap een direct gevolg zou zijn. Daarnaast ligt een groot deel van de RWZI's in de nabijheid van stedelijk gebied waardoor de impact van de turbines op de (woon)omgeving te groot zou zijn.

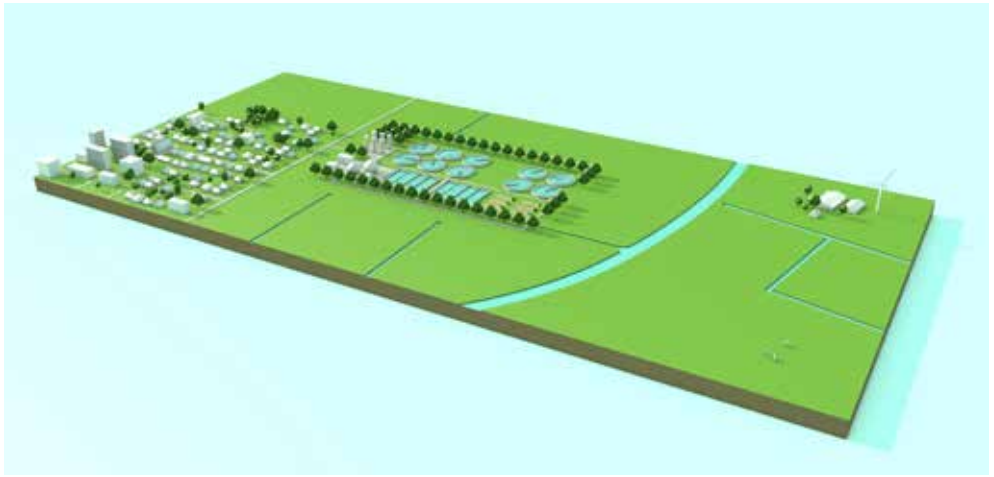
Het verdient daarom aanbeveling om, wanneer er voor wordt gekozen voor het inzetten op windenergie, aansluiting te zoeken bij wat er buiten de arealen van het waterschap gebeurt. Dit kan bijvoorbeeld betekenen dat wordt aangesloten bij de aanwezige opstellingen van turbines in de nabijgelegen Flevopolder. Dat zou betekenen dat het waterschap niet zozeer binnen de eigen arealen windenergie opwekt maar investeert in windenergie in geschikte gebieden elders in Nederland of op zee. Het waterschap zou zich dan kunnen richten op het opwekken van andere vormen van duurzame energie binnen de eigen grondstoffen- en energieketens. Dit wordt in de navolgende hoofdstukken verder onderzocht.



● ●
Gebieden zonder wettelijke beperkingen voor windenergie
in relatie tot bestaande turbines

● ●

Voorbeeld
voorkom verdere fragmentatie
van het landschap



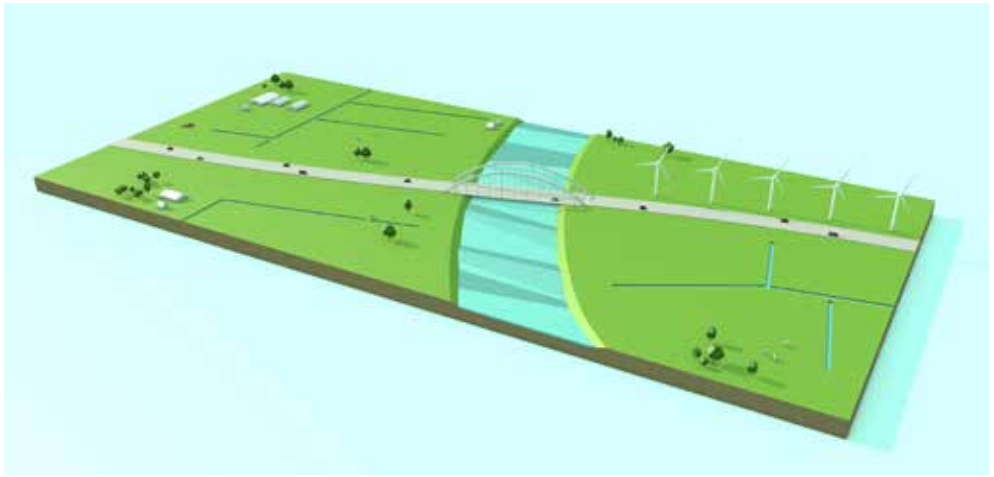
RWZI huidige situatie met aanwezige turbine in de omgeving



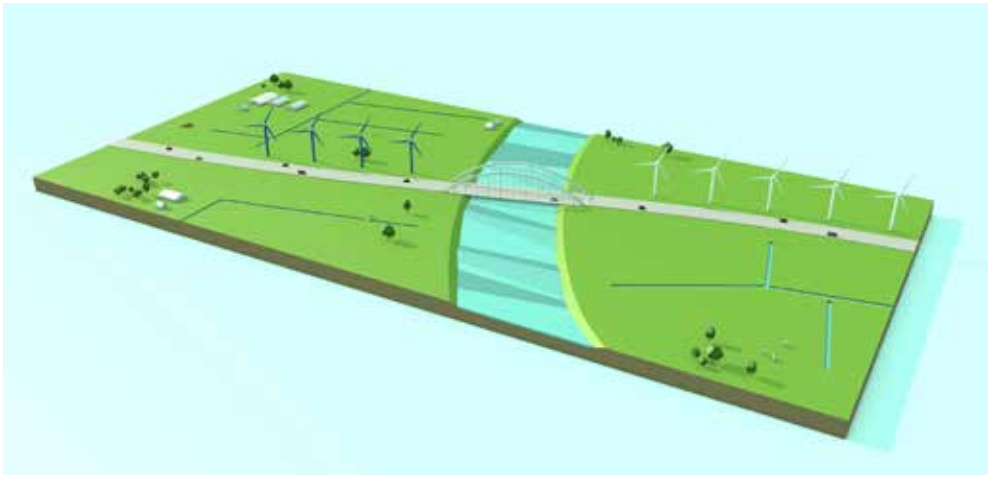
RWZI fictieve situatie met nieuwe turbine: verdere fragmentatie en verrommeling van het landschap

● ●

Voorbeeld
Zoek naar gebieden elders waar kan worden aangesloten
op bestaande structuren en opstellingen van turbines



Aanwezige opstelling van turbines elders, buiten de arealen van het waterschap



Aansluiten bij een aanwezige opstelling van turbines elders, buiten de arealen van het waterschap



Apeldoorns kanaal

ENERGIE
UIT WATERKRACHT

ENERGIE UIT WATERKRACHT

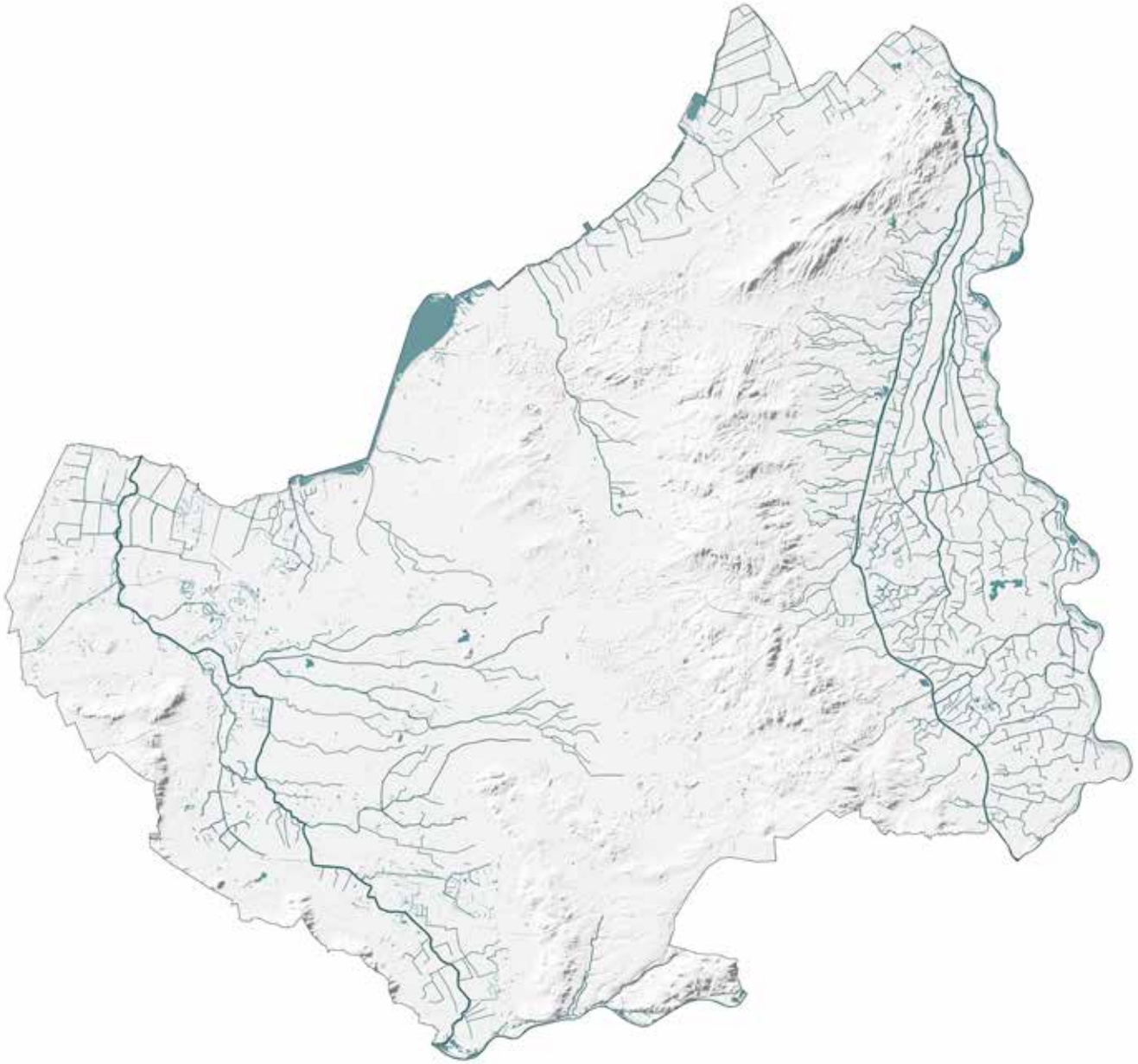
Energiewinning uit waterkracht zit in de Veluwse cultuur. Met een ingenieus systeem van sprengen, beken en watermolens wekte men vroeger genoeg energie op om de papierindustrie draaiende te houden. In het landschap zijn deze sprengen, beken en watermolens nog steeds deels zichtbaar, maar als energiebron worden ze niet meer gebruikt.

Waterkracht uit beken, sprengen en kanalen

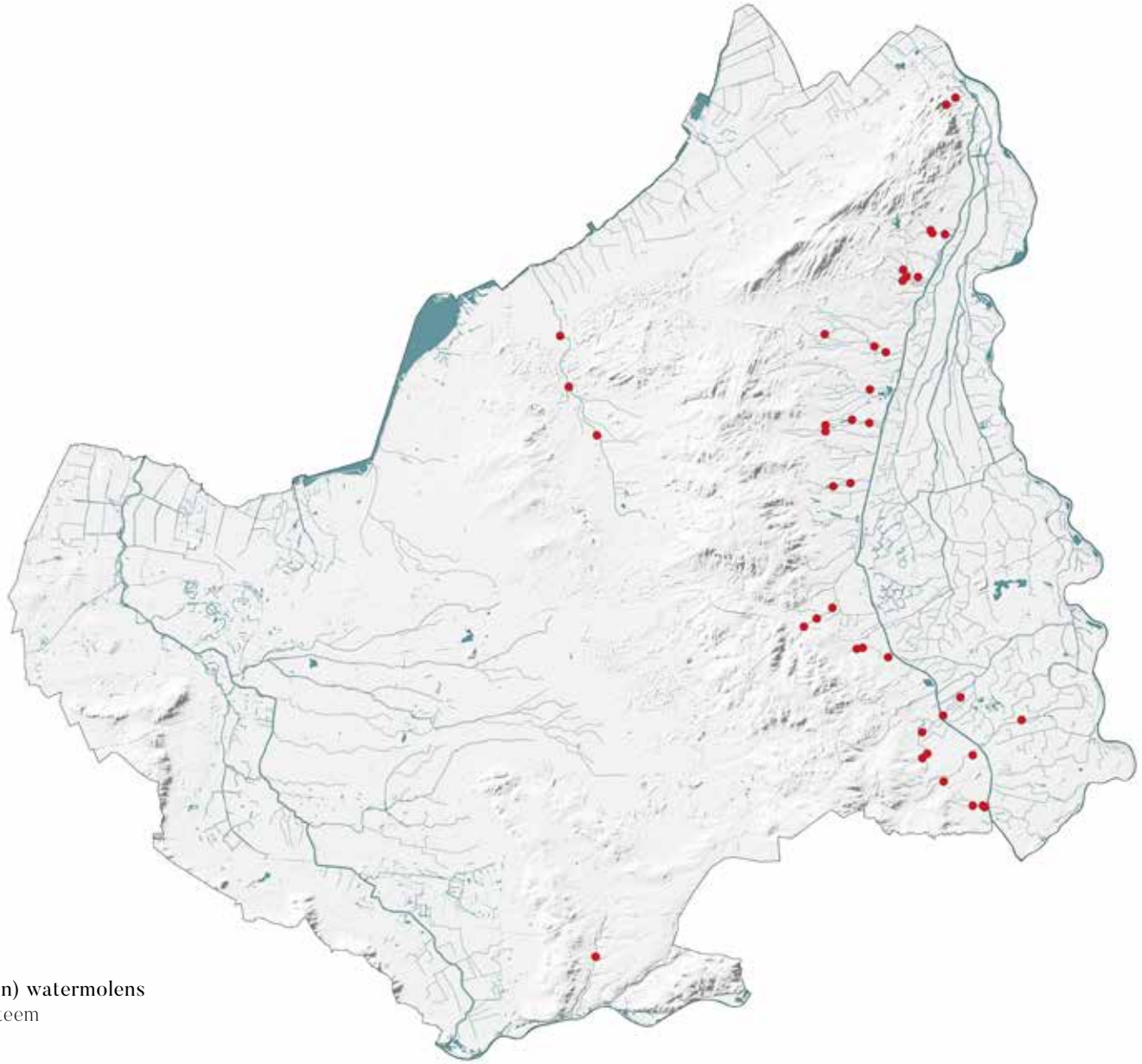
Nadat waterkracht op de Veluwe decennia lang relatief onbenut bleef door de ineenstorting van de papierindustrie, werd in 2010 de waterkrachtcentrale in de Hezenbergerstuw geopend. Deze installatie in de Hezenbergerstuw in het Apeldoorns kanaal levert momenteel 150 MWh elektriciteit per jaar. Dit is genoeg om 43 huishoudens jaarlijks van stroom te voorzien (Frederiks, 2011). In het Valleikanaal wordt op dit moment onderzocht of bij de stuw bij Asschat energie kan worden gewonnen met waterkracht. Volgens berekeningen kan de geplande waterkrachtinstallatie daar 76 MWH elektriciteit per jaar leveren. Dit is genoeg om 23 huishoudens jaarlijks van stroom te voorzien (waterschap Vallei en Veluwe, 2017).



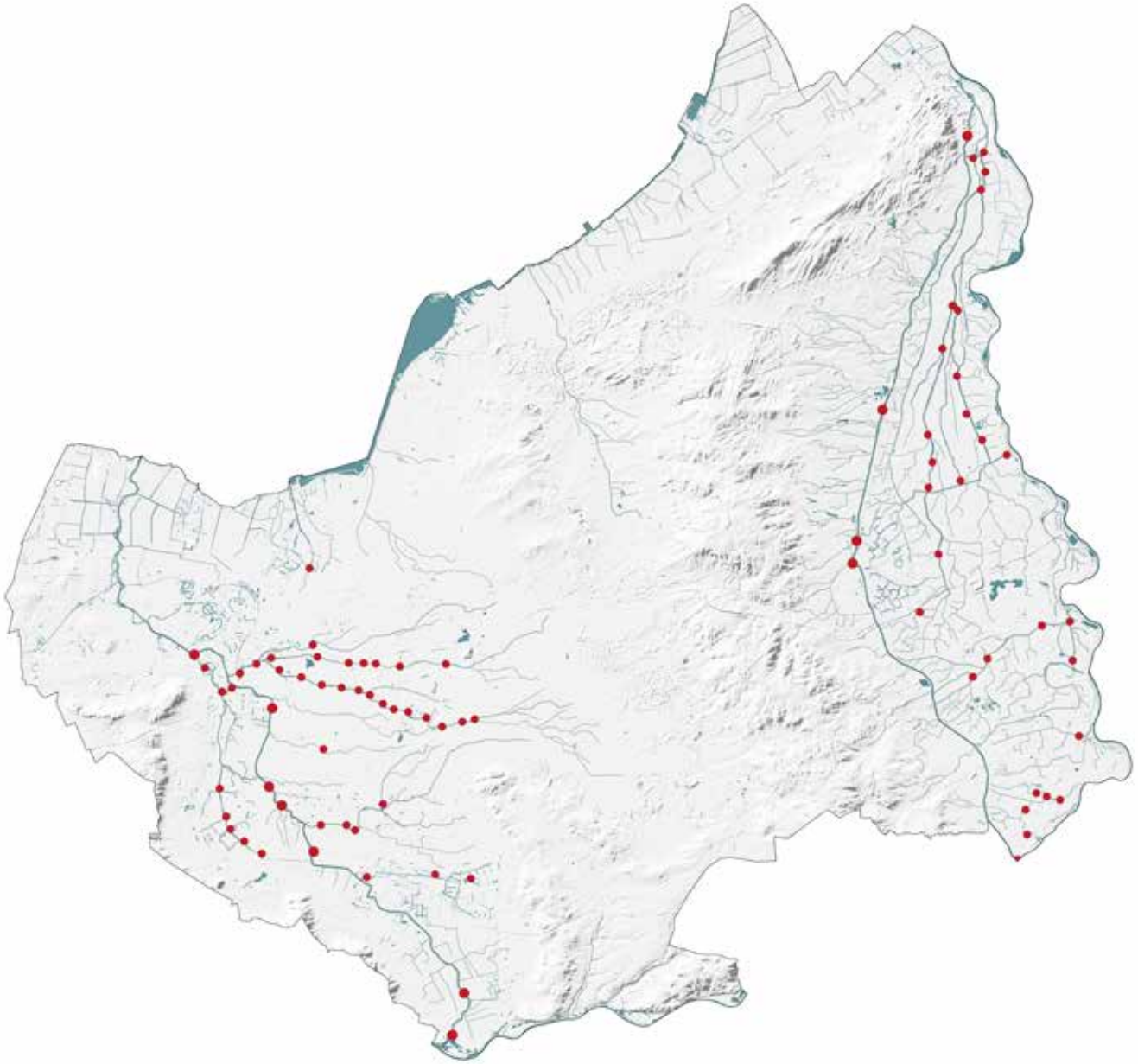
De kleine Valkse beek
in de Gelderse Vallei



Overzichtskaart waterlopen
met beken, sprengen en kanalen



● ●
Locaties van oude (verdwenen) watermolens
als onderdeel van het watersysteem



● ●
Huidige locaties stuwen
in kanalen, beken en sprengen

Naast de Hezenbergerstuw en stuw Asschat beschikt het waterschap over nog veel meer stuwen in verschillende stroomgebieden. Om een idee te krijgen van de energiepotentie van het gehele beeksysteem is met behulp van de peilinformatie van het waterschap een overzicht gemaakt van de stuwen en hun verval (Vallei en Veluwe, z.j.). Met deze info is vervolgens een schatting gemaakt van de energieopbrengst per stuw.

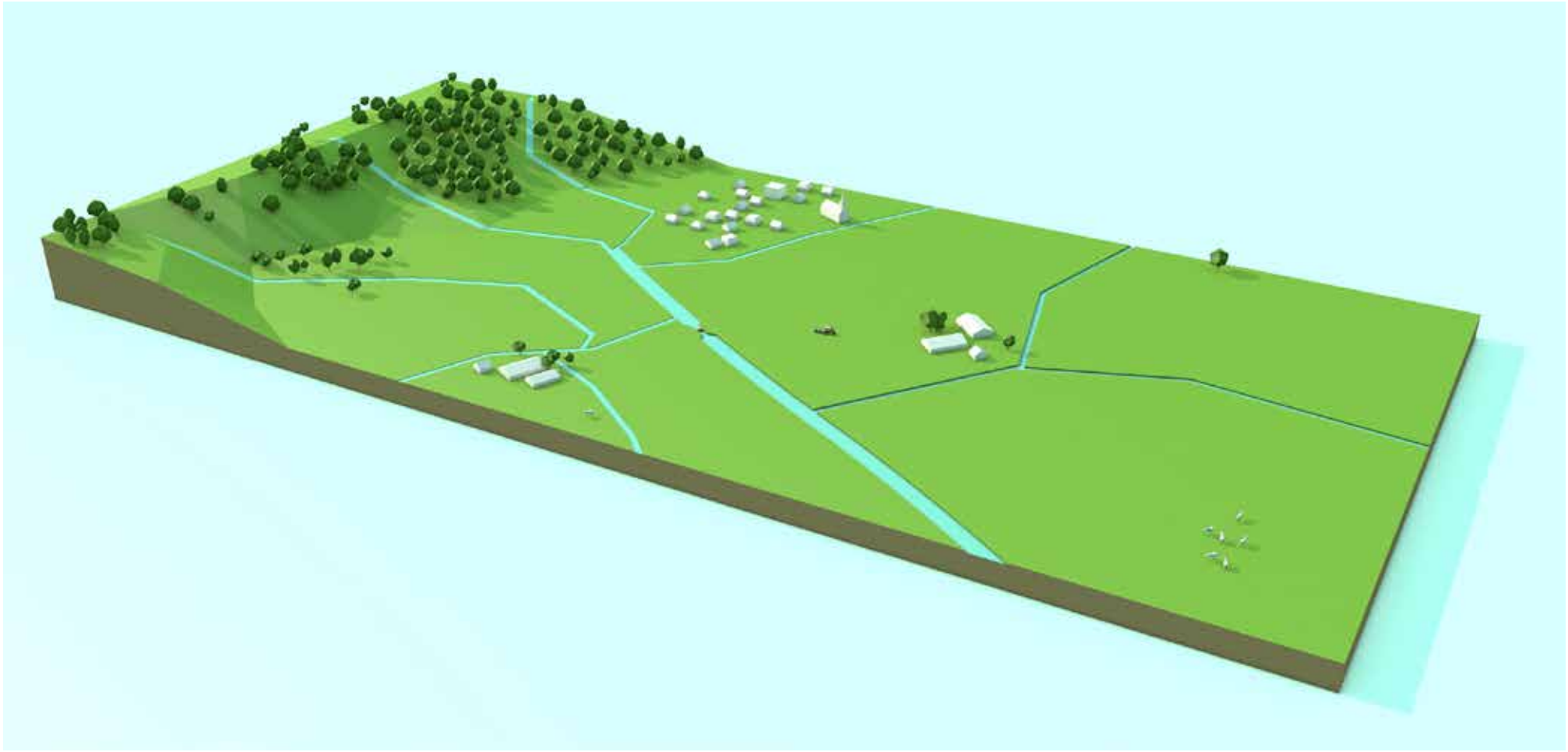
De volgende formule en uitgangspunten zijn toegepast om de potentiële energieopbrengst per stuw te berekenen:

Formule: vermogen van een waterloop = verval x debiet x zwaartekracht coefficient x efficiëntie turbine

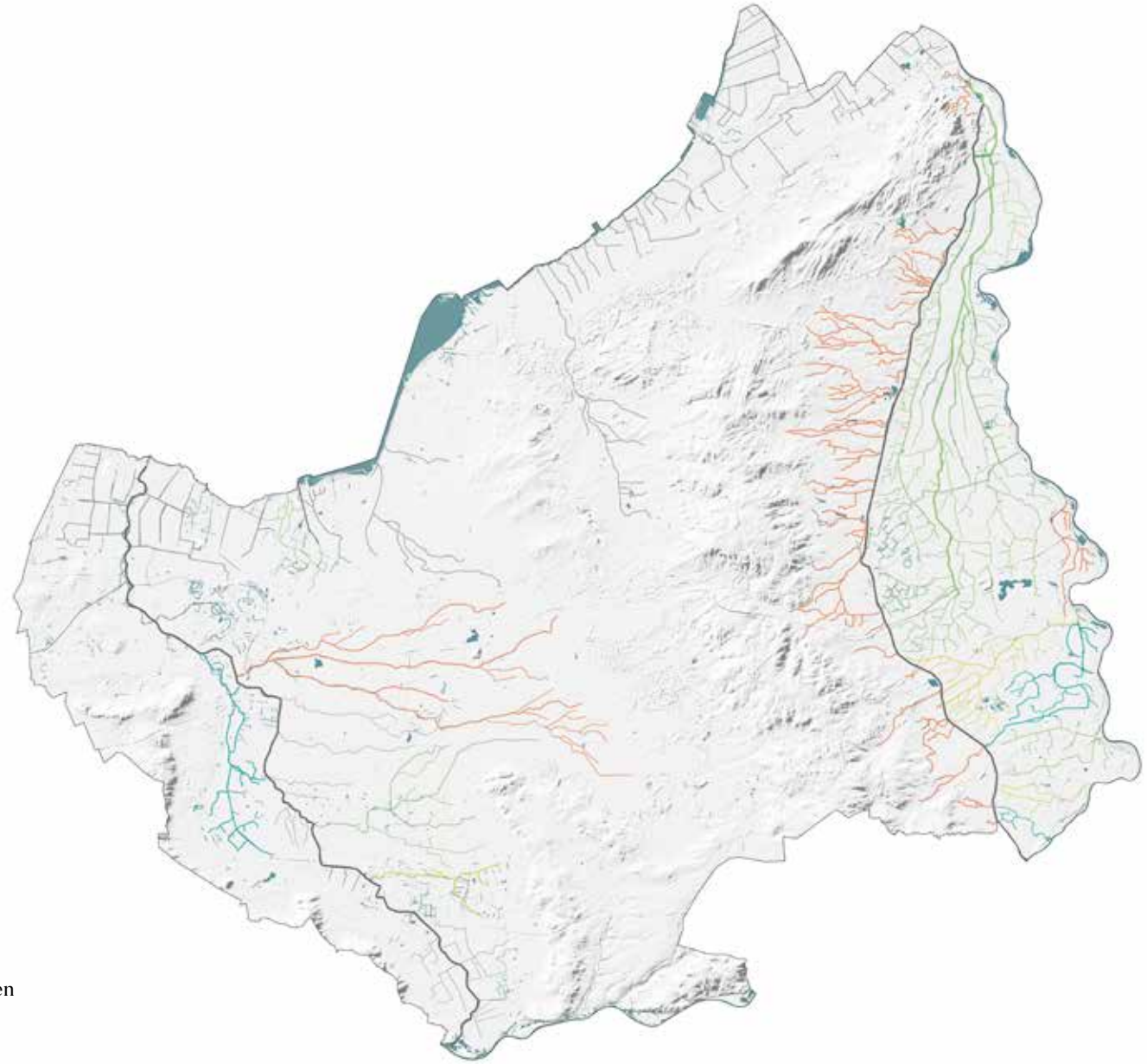
- De debiet-gegevens van de verschillende stroomgebieden waren niet beschikbaar. Daarom zijn de debiet-gegevens van de stuw bij Asschat en de Hezenbergerstuw als referentie gebruikt om een ruwe schatting te maken van het debiet per stroomgebied.
- Voor de efficiënte van de turbine is de geplande waterkrachtinstallatie in Asschat als referentie gebruikt.
- Om de uitkomsten inzichtelijk te maken is deze omgerekend naar kWh per jaar en huishoudens per jaar.
- Met de huidige technieken kan bij een verval van 0,5 meter al energie worden gewonnen. Stuwen met een verval van 0,5 of meer zijn daarom in blauw gemarkeerd in tabellen op de volgende pagina's. Stuwen met een kleiner verval zijn ook meegenomen in de berekening van de totale opbrengst.
- Er is in de berekeningen vanuit gegaan dat het volledige debiet en het volledige verval in een waterloop kan worden omgezet in energie. De daadwerkelijke energieopbrengst van de Hezenbergerstuw ligt daarom bijvoorbeeld lager dan in de berekening naar voren komt.

De uitkomst van de studie laat zien dat de totale energiepotentie van het beeksysteem geen significante bijdrage kan leveren aan de huidige energievraag van alle huishoudens in het beheersgebied. Het Apeldoorns kanaal heeft bijvoorbeeld een potentie van ongeveer 300 huishoudens. De overige stroomgebieden van de oost Veluwe voegen daar nog 70 huishoudens aan toe. Het Valleikanaal kan 250 huishoudens in hun elektriciteitsbehoefte voorzien. De overige stroomgebieden in de west Veluwe, met name die van de Barneveldse beek, voegen daar nog zo'n 200 huishoudens aan toe. Het totale beeksysteem van het beheersgebied van het waterschap heeft dus een potentiële elektriciteitsopbrengst van ongeveer 820 huishoudens. Dit is minder dan 1 windmolen die gemiddeld voor ruim 2.000 huishoudens aan stroom kan leveren.

De opbrengst van 820 huishoudens uit waterkracht is ook vanuit een ander perspectief te bekijken. De opbrengst van 2,7 miljoen kWh is nog steeds veel energie. En waterkracht lijkt voor een waterschap een hele vanzelfsprekende manier om uit te dragen hoe op een duurzame manier energie kan worden opgewekt. Voor het voorzien van huishoudens in de elektriciteitsbehoefte is waterkracht wellicht niet interessant, maar voor kleine lokale initiatieven wellicht wel. Denk daarbij bijvoorbeeld aan de koppeling met recreatie op de Veluwe, waarbij bijvoorbeeld een restaurant of camping naast een beek draait op waterkracht.



Landschappelijke opbouw
beken en sprengen stromen vanaf het
Veluwemassief richting de kanalen



Verschillende stroomgebieden
van sprengen en beken

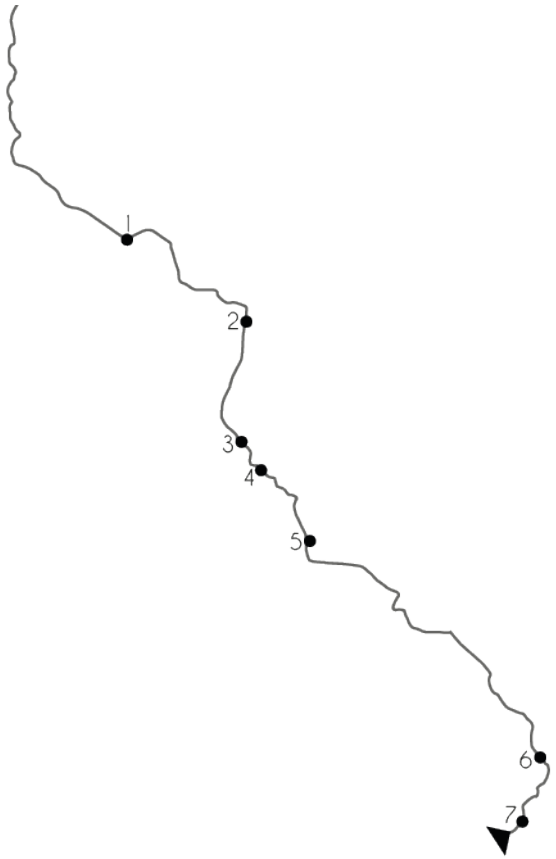


● ●

Stroomgebied westzijde Veluwemassief
Valleikanaal en aangesloten beeksystemen

Formule:	Energie waterloop (huishoudens per jaar) = (verval(m) x debiet(l/s) x zwaartekracht coefficient x efficiëntie turbine x 8,765) / 3300					
Parameters	Debiet Hezenberg (l/s)	**1390**	Zwaartekracht coefficient	**9,81**	1 W —> kWh/jaar	**8,765**
	Debiet Asschat (l/s)	**2000**	Efficiëntie Turbine Asschat	**0,78**	Elektriciteit per huishouden. (kWh/jaar)	**3300**

	Vermogen (W)	Kwh per jaar	Huishoudens
TOTAAL VELUWE WEST	**172548**	**1512384**	**458**



	Valleikanaal	Onderpeil	Bovenpeil	Verval (m)	Vermogen (W)	Kwh per jaar	Huishoudens
1	Balladelaan	-0,4	0,4	0,8	12243	107309	33
2	Asschat	0,5	1,4	0,9	13773	120722	37
3	Roffelaar	1,4	2,9	1,5	22955	201204	61
4	Pothbrug	2,9	3,3	0,4	6121	53654	16
5	De Groep	3,3	4,3	1,0	15304	134136	41
6	Veenkampen	4,4	4,7	0,3	4591	40241	12
7	Grebbesluis	4,7	6,0	1,3	19895	174377	53
	Totaal			0,0	**94882**	**831644**	**252**

Debiet (l/s): 1 x Asschat = **2000**



	Zijdewetering	Onderpeil	Bovenpeil	Verval (m)	Vermogen (W)	Kwh per jaar	Huishoudens
1	Krakerswijk	4,2	5,1	0,9	1722	15090	5
2	Holboomweg	5,8	6,7	0,9	1722	15090	5
3	Hulsbeek	7,8	8,2	0,4	765	6707	2
	Totaal			**2,2**	**4208**	**36887**	**11**

Debiet (l/s): 1/8 x Asschat = **250**



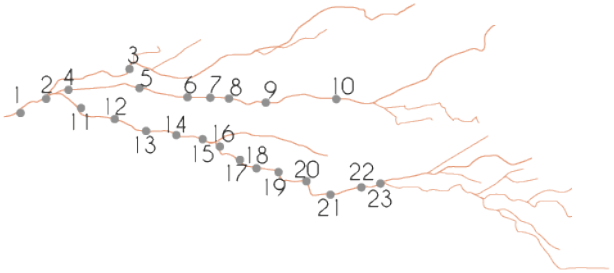
	Heiligenberger Beek	Onderpeil	Bovenpeil	Verval (m)	Vermogen (W)	Kwh per jaar	Huishoudens
1	Stoney stuw	-0,7	0,7	1,4	2678	23474	7
2	Dorrestein	0,7	0,9	0,2	383	3353	1
3	Vosheuvelbeek	0,4	0,9	0,5	956	8384	3
4	Geerestein	1,1	1,6	0,5	956	8384	3
5	Haarsteeg	1,7	2,1	0,4	765	6707	2
6	Driestapel	2,1	2,9	0,8	1530	13414	4
7	Rottegatsteeg	2,9	3,3	0,4	765	6707	2
8	Harselaar	3,4	3,8	0,4	765	6707	2
	Totaal			**4,6**	**8800**	**77128**	**23**

Debiet (l/s): 1/8 x Asschat = **250**



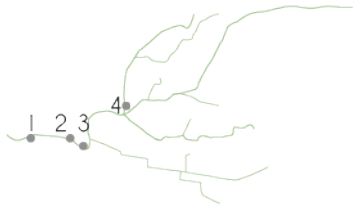
	Brede Beek	Onderpeil	Bovenpeil	Verval (m)	Vermogen (W)	Kwh per jaar	Huishoudens
1	Brede Beek	0,1	1,1	1,0	**1530**	**13414**	**4**

Debiet (l/s): 1/10 x Asschat = **200**



	Barneveldse Beek	Onderpeil	Bovenpeil	Verval (m)	Vermogen (W)	Kwh per jaar	Huishoudens
1	Driftakkerweg	0,5	0,8	0,3	1148	10060	3
2	De Wieken	0,8	1,1	0,3	1148	10060	3
3	Klaarwater	2,2	2,6	0,4	1530	13414	4
4	Van de Haar	0,8	1,3	0,5	1913	16767	5
5	Staal	2,4	3,3	0,9	3443	30181	9
6	Bakelaar	3,3	4,1	0,8	3061	26827	8
7	Schuld	4,1	4,5	0,4	1530	13414	4
8	Dronkelaar	4,6	5,3	0,7	2678	23474	7
9	Peutweg	6,2	6,7	0,5	1913	16767	5
10	Hendriksen	6,7	7,7	1,0	3826	33534	10
11	Brons	0,8	1,4	0,6	0	0	0
12	Schut van Rutgers	1,6	2,5	0,9	3443	30181	9
13	Burgstede	2,5	3,1	0,6	2296	20120	6
14	Cremers	3,1	3,9	0,8	3061	26827	8
15	Esveld	3,9	4,7	0,8	3061	26827	8
16	Butselaar	4,7	5,1	0,4	1530	13414	4
17	Bouwman	5,1	6,3	1,2	4591	40241	12
18	Kleuterweg	6,3	7,1	0,8	3061	26827	8
19	Watermolen	7,1	8,1	1,0	3826	33534	10
20	Van der Hee	8,1	8,9	0,8	3061	26827	8
21	Franken	8,9	9,8	0,9	3443	30181	9
22	Gelkenhorst	9,8	10,5	0,7	2678	23474	7
23	Rulerweg	10,5	11,2	0,7	2678	23474	7
	Totaal			**16,0**	**58919**	**516424**	**156**

Debiet (l/s): 1/4 x Asschat = **500**



	Lunterse Beek	Onderpeil	Bovenpeil	Verval (m)	Vermogen (W)	Kwh per jaar	Huishoudens
1	Vlieterweg	3,3	3,5	0,2	383	3353	1
2	Hopeseweg	3,9	4,1	0,2	383	3353	1
3	Groeperkade	4,1	4,8	0,7	1339	11737	4
4	Groot Abbelaar	5,5	6,6	1,1	2104	18444	6
	Totaal			**2,2**	**4208**	**36887**	**11**

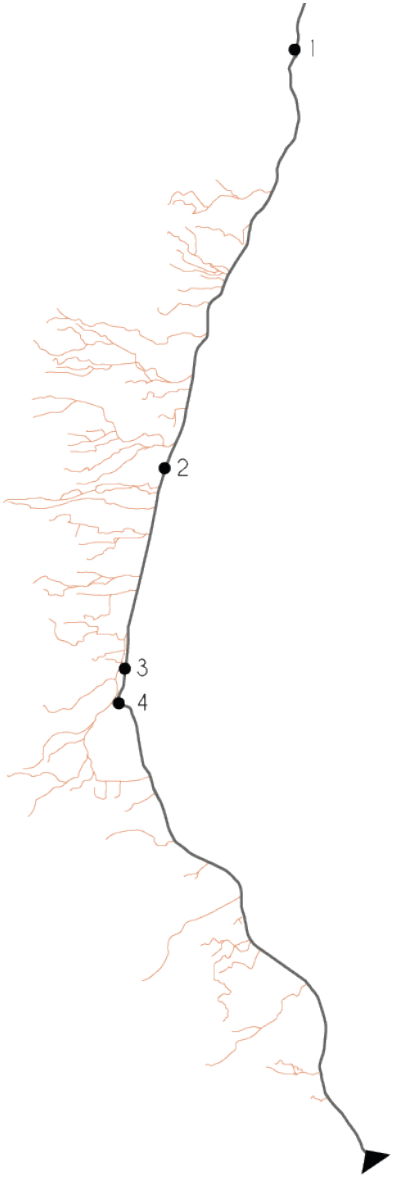
Debiet (l/s): 1/8 x Asschat = **250**



Stroomgebied oostzijde Veluwemassief
Apeldoorns kanaal
en aangesloten beeksystemen

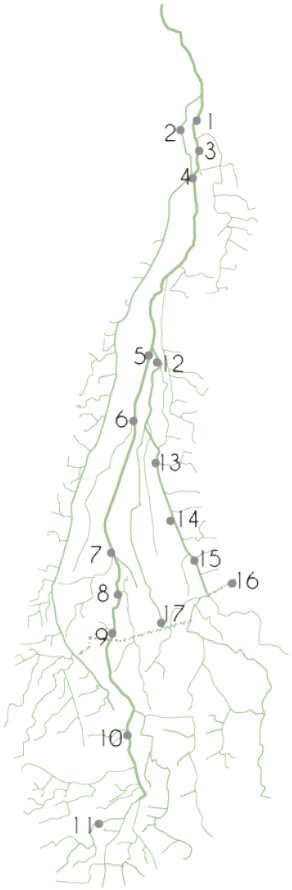
Formule:	Energie waterloop (huishoudens per jaar) = (verval(m) x debiet(l/s) x zwaartekracht coefficient x efficiëntie turbine x 8,765) / 3300					
Parameters	Debiet Hezenberg (l/s)	**1390**	Zwaartekracht coefficient	**9,81**	1 W —> kWh/jaar	**8,765**
	Debiet Asschat (l/s)	**2000**	Efficiëntie Turbine Asschat	**0,78**	Elektriciteit per huishouden (kWh/jaar)	**3300**

	Vermogen (W)	Kwh per jaar	Huishoudens
TOTAAL VELUWE OOST	**140520**	**1231657**	**368**



	Apeldoorns kanaal	Onderpeil (t.o.v. nap)	Bovenpeil (t.o.v. nap)	Verval (m)	Vermogen (W)	Kwh per jaar	Huishoudens
1	Stuw Hezenberg	0,8	3,7	2,9	30844	270351	82
2	Vaassense sluis	5,5	8,3	2,8	29781	261029	79
3	Koudhoornse sluis	8,3	10,8	2,5	26590	233061	71
4	Apeldoornse sluis	10,8	13,2	2,4	25526	223739	68
	Totaal			**10,6**	**112742**	**988180**	**299**

Debiet (l/s): 1x Hezenberg **1390**



	Grote Wetering	Onderpeil (t.o.v. nap)	Bovenpeil (t.o.v. nap)	Verval (m)	Vermogen (W)	Kwh per jaar	Huishoudens
1	Gemaal Veluwe	0,4	1,1	0,7	1859	16291	5
2	Stuw Werverweg	1,1	1,6	0,5	1328	11636	4
3	Luttenbroek	0,9	1,2	0,3	797	6982	2
4	Stuw Bruggenhoek	1,6	2,1	0,5	1328	11636	4
5	Houtweg Grote wetering	1,6	1,8	0,2	531	4655	1
6	Vloedijk	1,8	2,1	0,3	797	6982	2
7	Lage Brug	2,1	2,4	0,3	797	6982	2
8	Stuw Gather	2,4	2,8	0,4	1062	9309	3
9	Stuw de Vecht	3,0	3,0	0,0	0	0	0
10	Grote Wetering	4,2	4,4	0,2	531	4655	1
11	Stuw Leigraaf	5,6	5,8	0,2	531	4655	1
12	Houtweg Terwoldse wetering	1,4	1,7	0,3	797	6982	2
13	Blankemate	1,8	2,0	0,2	531	4655	1
14	Heegsehoek	2,1	2,4	0,3	797	6982	2
15	Stuw van de Breem	2,6	3,0	0,4	1062	9309	3
16	Ter Wolde	1,8	3,0	1,2	3186	27927	8
17	Stuw de Molen	2,2	3,0	0,8	2124	18618	
	Totaal				**18055**	**158254**	**42**

Debiet (l/s): 1/4 x Hezenberg **347**



	Voorster Beek	Onderpeil (t.o.v. nap)	Bovenpeil (t.o.v. nap)	Verval (m)	Vermogen (W)	Kwh per jaar	Huishoudens
1	Middelbeek	4,7	5,6	0,9	1598	14004	4
2	De Adelaar	4,8	5,6	0,8	1420	12448	4
3	Stuw Mulder	6,4	7,2	0,8	1420	12448	4
4	Stuw Ganzeboer	7,2	8,0	0,8	1420	12448	4
	Totaal			**3,3**	**5858**	**51347**	**16**

Debiet (l/s): 1/6 x Hezenberg **232**



	Eerbeekse Beek	Onderpeil (t.o.v. nap)	Bovenpeil (t.o.v. nap)	Verval (m)	Vermogen (W)	Kwh per jaar	Huishoudens
1	Breemade	4,5	4,7	0,2	**355**	**3112**	**1**
	Debiet (l/s):	1/6 x Hezenberg	**232**				



	Oekense Beek	Onderpeil (t.o.v. nap)	Bovenpeil (t.o.v. nap)	Verval (m)	Vermogen (W)	Kwh per jaar	Huishoudens
1	Helbergen	5,4	6,0	0,6	**638**	**5593**	**2**
	Debiet (l/s):	1/10 x Hezenberg	**139**				



	Leuvenheimse Beek	Onderpeil (t.o.v. nap)	Bovenpeil (t.o.v. nap)	Verval (m)	Vermogen (W)	Kwh per jaar	Huishoudens
1	Leuvenheim	6,0	7,1	1,1	1170	10255	3
2	Vd Velde	7,2	7,4	0,2	213	1864	1
3	Stuw 2 Heutinck	7,4	8,1	0,7	745	6526	2
4	Stuw 4 oostelijke koppel	7,6	8,1	0,5	532	4661	1
	Totaal			**2,5**	**2659**	**23306**	**7**
	Debiet (l/s):	1/10 x Hezenberg	**139**				



	Soerense Beek	Onderpeil (t.o.v. nap)	Bovenpeil (t.o.v. nap)	Verval (m)	Vermogen (W)	Kwh per jaar	Huishoudens
1	Soerensebeek	7,9	8,1	0,2	**213**	**1864**	**1**
	Debiet (l/s):	1/10 x Hezenberg	**139**				



Waterkracht als kans
voor kleinschalige lokale initiatieven

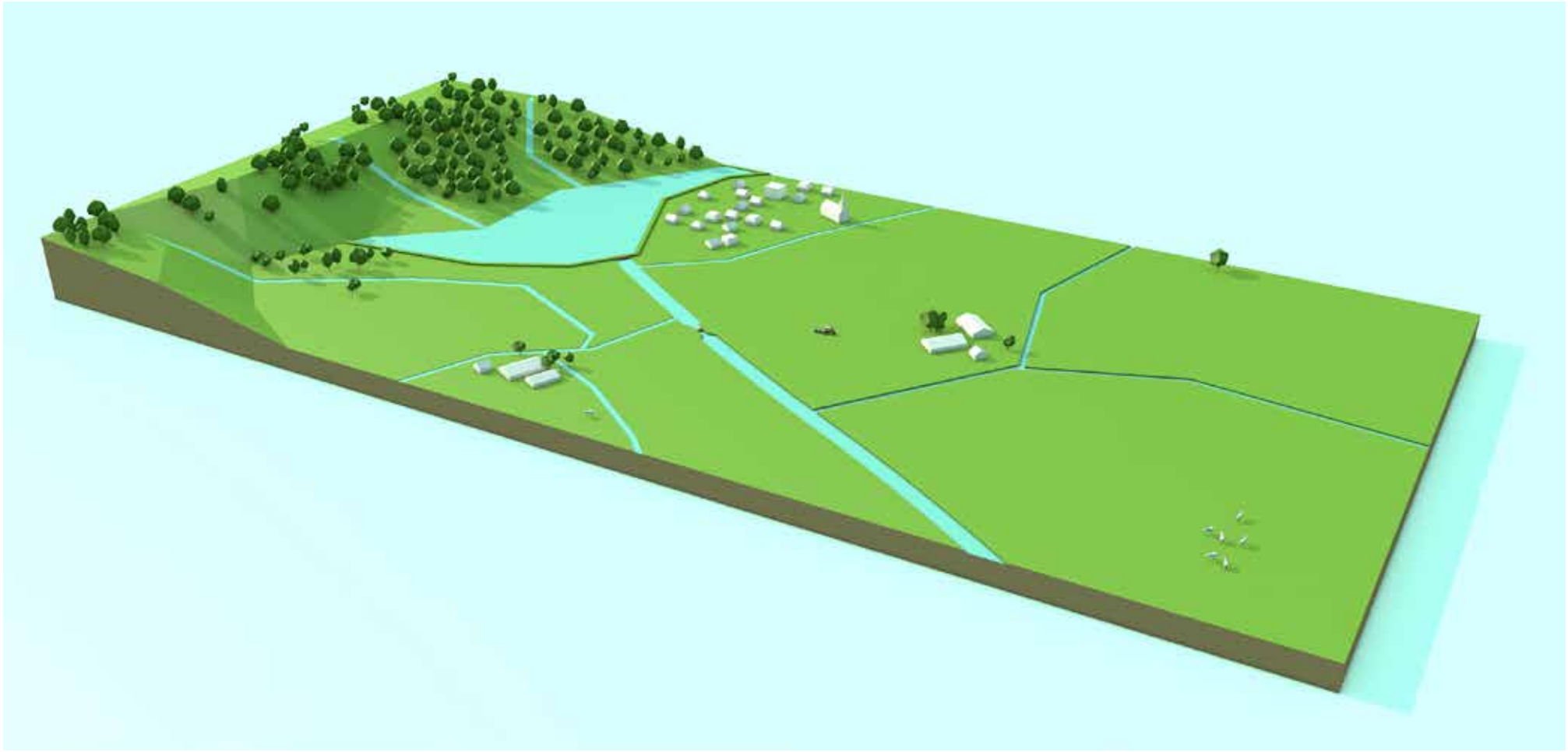
Waterkracht uit stuwmeren

In het voorgaande onderdeel hebben we aangetoond dat het winnen van energie uit waterkracht van de beken, sprengen en kanalen geen significante hoeveelheid energie oplevert. De opbrengst zou in theorie vergroot kunnen worden wanneer het debiet en het verval groter zouden zijn. Dat kan bijvoorbeeld door gebruik te maken van stuwmeren. Energie opwekken met behulp van stuwmeren gebeurt in het vlakke Nederland niet tot nauwelijks. Nederland telt slechts één stuwmeer, een heel kleintje, in het heuvelachtige Limburg. In de reliëf-rijke buurlanden van Nederland levert energie uit stuwmeren juist een belangrijke bijdrage aan de totale energiebehoefte.

Naast energieopwekker worden stuwmeren ook ingezet als 'batterij'. Op momenten van energieoverschot (en lage energieprijzen) worden stuwmeren volgepompt. Bij een energietekort worden de stuwmeren geleegd waarbij energie wordt opgewekt. Deze eigenschap van stuwmeren kan in de energietransitie (al dan niet in Nederland) een belangrijke rol gaan spelen. Wanneer bijvoorbeeld in windstille winterperiodes niet tot nauwelijks energie wordt opgewekt met windturbines, kan met opgeslagen energie in stuwmeren toch leveringszekerheid worden geboden.



Hezenbergerstuw
de enige waterkrachtcentrale
binnen Vallei en Veluwe



Stuwmeren op de Veluwe
fictieve situering aan de rand
van het Veluwemassief



Lac de Serre-Poncon



Butgenbach



fictief stuwmeer Renkums beekdal



fictief stuwmeer Vaassen

	Formule:	E potentieel stuwmeer (J) = m x h x g x efficiënte turbine = inhoud meer (l) x verval (m) x zwaartekracht coefficient x efficiëntie turbine						
	Parameters	Zwaartekracht coefficient	9,81					
		Efficiente waterkracht centrale	0,85					
		1 joule —> kWh	0,0000002778					
		Elektriciteits verbruik huishouden per jaar (kWh)	3300					
		Elektriciteits verbruik huishouden per 3 weken (kWh)	190					
	Stuwmeren							
		Inhoud meer (liters)	Verval (m)	Potentiele Energie 1x inhoud meer (joule)	Potentiele energie 1x inhoud meer(kWh)	Huishoudens per jaar met 1x inhoud meer	Huishoudens per 3 weken met 1x inhoud meer	Huishoudens per jaar (uit externe bron)
1	**Vaassen**	8160000000	10	800.496.000.000	189.021	57	995	
2	**Renkums beekdal**	120000000000	8	941.760.000.000	222.378	67	1170	
3	**Butgenbach**	115000000000	23	2.594.745.000.000	612.697	186	3225	664
4	**Lac de Serre-Poncon**	2000000000000	124	243.288.000.000.000	57.447.595	17.408	302.356	200.000
		Vollasturen (u)	Hoogte (m)	Vermogen (kW)	kWh per jaar	Huishoudens per jaar		
	1 windmolen	2200	100	3.000	6.600.000	2.000		
	1 hectare PV zonneveld	900		960	864.000	262		

Referentiestudie
stuwmeren in Frankrijk en België in relatie tot
twee fictieve voorbeelden op de Veluwe

Om energie op te wekken met een stuwmeer heb je drie dingen nodig. Een stroomgebied, een stuwdam en een waterkrachtcentrale. Het stroomgebied zorgt voor de aanvoer van water, de stuwdam zorgt ervoor dat het waterniveau op peil blijft en voor het ontstaan van een stuwmeer, de waterkrachtcentrale in de stuwdam zorgt ervoor dat de valenergie van het water wordt omgezet in elektriciteit. Een groot stroomgebied, een hoge stuwdam en een effectieve waterkrachtcentrale zorgen vanzelfsprekend voor hoge energieopbrengsten.

De huidige plaatsing van stuwen in het beheergebied van waterschap Vallei Veluwe is niet gebaseerd op het opwekken van zoveel mogelijk energie. Wanneer je dit wel zou doen, kom je net als in de tijden van de vroegere papierindustrie op de rand van het Veluwemassief uit. Want door het water daar hoog op te vangen, kan meer valenergie worden benut om energie op te wekken. Om te onderzoeken of de energiepotentie van het watersysteem efficiënter benut kan worden is daarom voor twee locaties langs de rand van het Veluwemassief berekend hoeveel energie een fictief stuwmeer zou kunnen opwekken. Respectievelijk ‘stuwmeer Renkums Beekdal’ en ‘stuwmeer Vaassen’. Bij stuwmeer Vaassen is vervolgens ook gekeken naar de ruimtelijke implicaties. Om de gevonden cijfers in perspectief te plaatsen worden de twee fictieve stuwmeren vergeleken met stuwmeer Bütgenbach (een klein stuwmeer in België) en stuwmeer Lac de Serre-Poncon in Frankrijk, het grootste stuwmeer van Europa (Tourism Serre-Poncon, z.j.), (Belga, 2003), (Wikipedia, z.j.).

De opbrengst van 1 maal de inhoud van de stuwmeren is berekend aan de hand van de volgende formule:

Energie stuwmeer = inhoud meer (l) x verval (m) x zwaartekracht coefficient x efficiëntie waterkrachtcentrale

Omdat gegevens van de aanvoer uit de sprengen en beken ontbreken is de berekening gebaseerd op 1 maal de inhoud van het stuwmeer. Ter referentie, stuwmeer Bütgenbach wordt ongeveer 3,5 keer per jaar gevuld door zijn eigen stroomgebied.

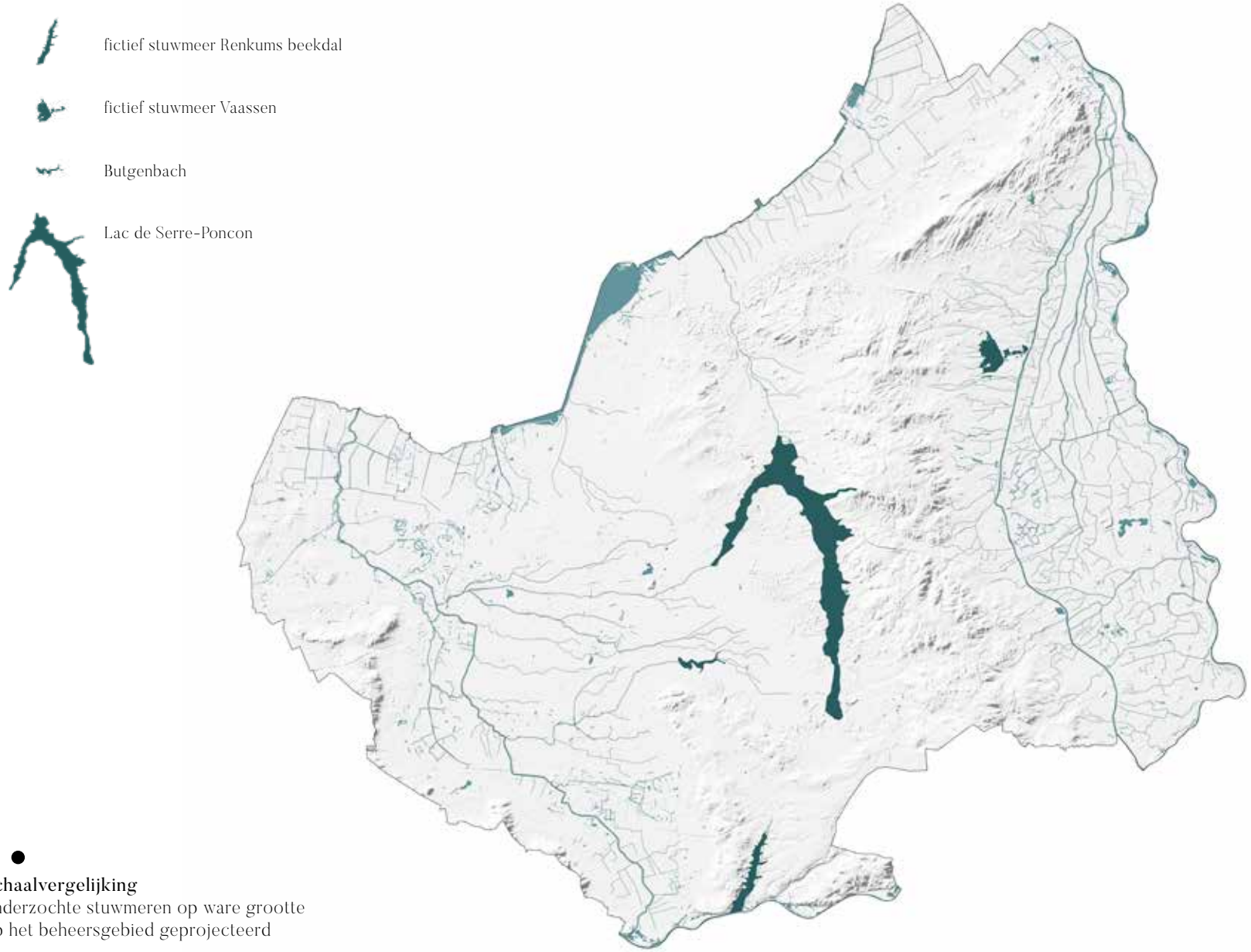
De uitkomst van het onderzoek laat zien dat de energieopbrengst uit beide stuwmeren geen significante bijdrage kan leveren aan de huidige energievraag. Wanneer de aanwezige energie in de stuwmeren over een jaar wordt verspreid, kan met stuwmeer Vaassen voor 57 huishoudens energie worden opgewekt en met stuwmeer Renkums Beekdal voor 67 huishoudens. De voor de hand liggende redenen voor de relatief lage opbrengst zijn het geringe verval en het geringe stroomgebied van de beken in vergelijking met het Belgische voorbeeld.

Interessanter wordt het wanneer je de stuwmeren gaat zien als energiebatterij. Stel, onze energiebehoefte wordt volledig opgewekt door windmolens en zonnevelden, dan heerst er tijdens winterse, windstille periodes een energietekort. In dergelijke periodes, bijvoorbeeld van zo’n drie weken, zou je met de inhoud van stuwmeer Vaassen 995 huishoudens van energie kunnen voorzien en met stuwmeer Renkums Beekdal 1170 huishoudens.

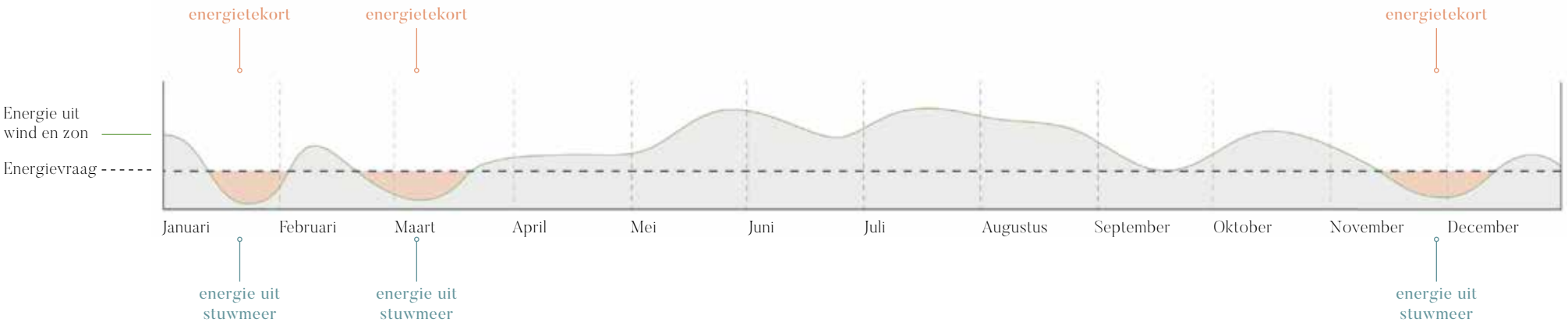
Toch blijven de bezwaren groter dan de opbrengsten. Ten eerste is de energieopbrengst te gering. Ten tweede weegt deze opbrengst niet op tegen de enorme ruimtelijke impact die een dergelijk stuwmeer heeft op zijn directe omgeving en de offers die moeten worden gebracht (denk aan het verplaatsen van boerderijen, natuurwaarden etc.). Om deze ruimtelijke implicaties inzichtelijk te maken, is stuwmeer Vaassen verder ruimtelijk uitgewerkt.

Ten eerste zou de aanleg van stuwmeer Vaassen ervoor zorgen dat ongeveer 80 boerderijen onder water komen te liggen. Als deze horde genomen is moet de bodem (ongeveer 3 vierkante kilometer) ondoordringbaar worden gemaakt, bijvoorbeeld met leem. Na de aanleg van een stuwdam van 5 meter hoog en 900 m lang, het plaatselijk omleggen van beeksystemen voor een betere aanvoer, het installeren van waterkrachtcentrales en de koppeling aan bestaande waterplassen en het Apeldoorns Kanaal, kan het stuwmeer zichzelf dan ‘eindelijk’ vullen (het doorlopen van honderden rechtszaken nog niet inbegrepen).

Het resultaat is een groot meer direct grenzend aan Vaassen, wat vooral aanvoelt als een zeer technisch landschap met nauwelijks recreatieve en ecologische waarden. En als het meer leeg is, is het vooral één grote modderpoel. Het feit dat het af en toe een verstilde en serene plas water is, en dat er eens in de zoveel jaar in de winter misschien geschaatst kan worden zijn te zachte waarden om een dergelijke ingreep te kunnen verantwoorden.



Schaalvergelijking
onderzochte stuwmeren op ware grootte
op het beheersgebied geprojecteerd



Leveringszekerheid
met behulp van stuwmeren



● ●
Vaassen
huidige situatie



Vaassen
situatie met stuwmeer
zoals onderzocht



Impressie stuwmeer
in volle situatie



Impressie stuwmeer
in de winter



Impressie stuwmeer
in lege situatie



RWZI Apeldoorn
bundeling van installaties
en technieken

ENERGIE UIT DE RWZI

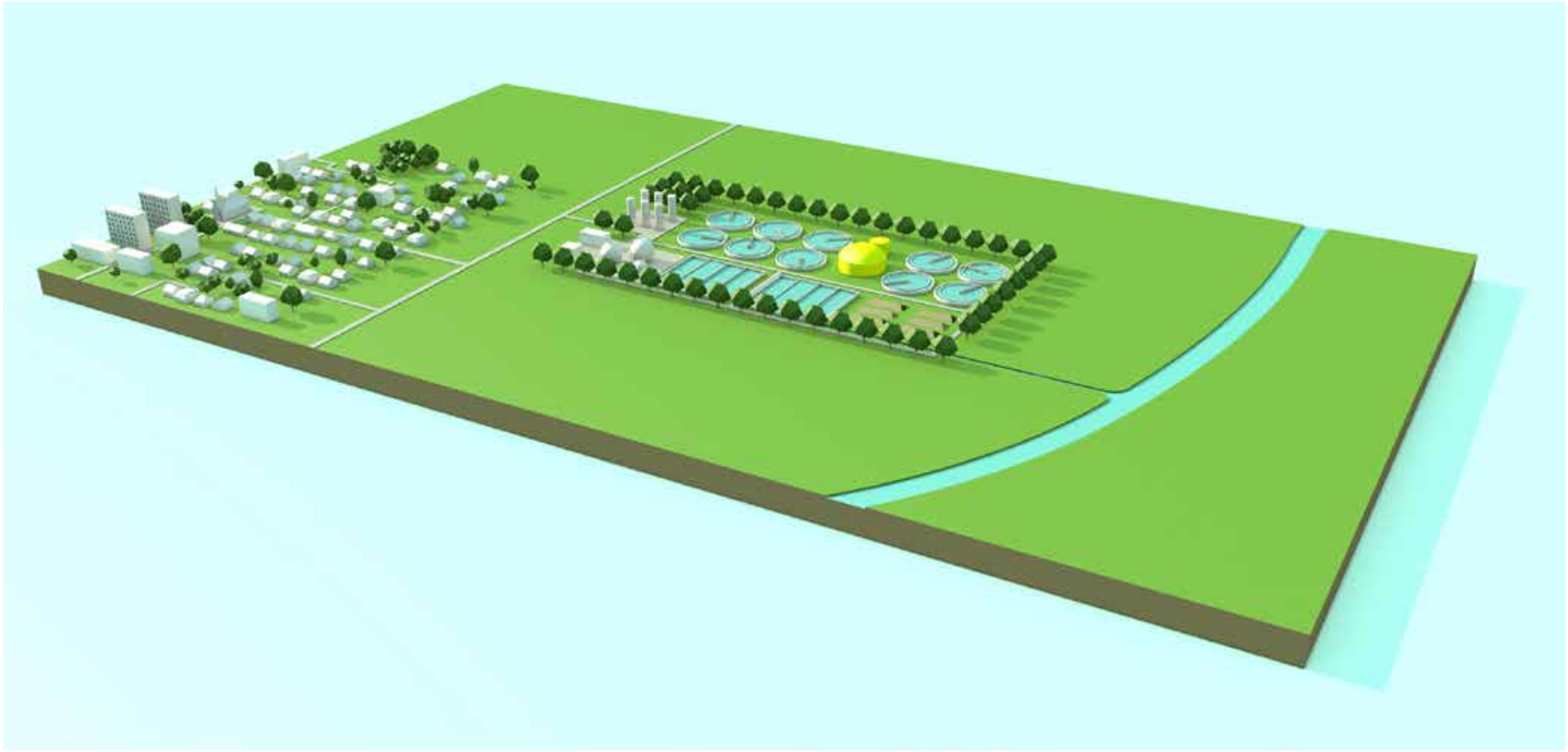
ENERGIE UIT DE RWZI

De energieketen van de rioolwaterzuivering is een reeds beproefde en voor de hand liggende keten waarin grondstoffen en omzettingsprocessen kunnen worden benut om duurzame energie op te wekken. Dit gebeurt nog op een relatief kleine schaal in vergelijking tot het aantal huishoudens in het beheersgebied.

Zo levert de RWZI in Apeldoorn warmte aan 2.500 huishoudens in de wijk Zuidbroek (Roeleveld, Roorda, & Schaafsma, 2010). Deze warmte bestaat uit restwarmte vanuit het zuiveringsproces en warmte uit de vergisting van biomassa. Daarnaast is het mogelijk om vanuit het proces van slibvergisting en de vergisting van externe stoffen biogas te produceren wat met behulp van een gasmotor kan worden omgezet in elektriciteit. Het teveel aan opgewekte elektriciteit kan worden teruggeleverd aan het net. Energie opwekken uit de zuiveringsprocessen en externe stromen is dus al een beproefde en kansrijk methode. In dit onderdeel onderzoeken we hoe dit proces ruimtelijk kan worden doorontwikkeld op basis van een centraal en decentraal ruimtelijk scenario.



RWZI Apeldoorn
zuiveringstank



● ●
RWZI
zuiveringsinstallaties en
vergister voor biogas

Huidige situatie, energieproductie op de RWZI

Op onder andere de RWZI's van Apeldoorn en Harderwijk wordt biogas geproduceerd. In Harderwijk is de verwachting dat er jaarlijks 8.000.000 m3 biogas kan worden geproduceerd wanneer de in ontwikkeling zijnde bio-energiecentrale gereed is (Vallei en Veluwe, 2016). Dit is genoeg voor de energievraag van circa 5.000 huishoudens. Deze bio-energiecentrale is een installatie op de rioolwaterzuivering die biomassa, mest en restproducten uit de voedingsindustrie en de agrarische sector verwerkt tot biogas. Hierbij worden dus zowel slib uit de RWZI als externe stoffen benut. Het biogas wordt vervolgens opgewerkt tot aardgaskwaliteit. Dit groene aardgas wordt daarna geleverd aan het aardgasnet. Uit het vergiste materiaal kunnen tegelijk producten worden gemaakt zoals struviet. Deze stof kan als basis dienen voor bodemverbeteraars (kunstmest) die in de landbouw kunnen worden gebruikt.

RWZI als centrale hub door bundeling van kennis en techniek

Via een aaneenschakeling van technieken en installaties is het dus mogelijk om duurzaam energie op te wekken en tegelijk andere waardevolle producten uit die processen te halen. De RWZI's lijken hiervoor een uitermate geschikte plek omdat er al (deels) installaties aanwezig zijn, het waterschap kennis en faciliteiten heeft en de RWZI's vaak op een centrale plek liggen. Veel van de locaties van de RWZI's liggen in of nabij stedelijk gebied. Dat betekent dat de energievraag (bv. huishoudens en bedrijven) dicht bij het potentiële aanbod (de RWZI) ligt. Vanuit die gedachte is het aantrekkelijk om te onderzoeken hoe de productie van duurzame energie op de RWZI's verder uitgebouwd kan worden om zo meer energie te leveren aan de omgeving en te voorzien in de energiebehoefte van misschien wel hele stadsdelen of bedrijventerreinen. Grote beperking hierin is de wetgeving die het momenteel niet toelaat dat het waterschap als energieproducent optreedt. Omdat we de kansrijkheid van het maximaliseren van de energieproductie op de RWZI toch groot en waardevol achten, wordt dit hierna verder onderzocht. Hierbij laten we de wettelijke beperkingen los.

Maximaliseren van de rol van de RWZI als centrale hub

Op dit moment zijn volgens het waterschap tussen de vier en zes RWZI's geschikt om biogas te produceren. De beperkingen hierin zijn met name de aanwezigheid van geschikte installaties op de RWZI en een voldoende aanvoer van stoffen voor het vergistingsproces. Het plaatsen van nieuwe installaties en gasmotoren is kostbaar. Omdat het (nog) niet binnen de kerntaken van het waterschap ligt om energie te gaan produceren lijkt het op dit moment niet reëel om voor meerdere RWZI's in vergistingsinstallaties te investeren. Indien dat op termijn wel zou gebeuren zou wellicht een groter deel van de 16 RWZI's kunnen worden getransformeerd tot zuiverings- en energiehub. Dat lijkt een aantrekkelijk perspectief gezien de goede spreiding van de verschillende locaties over het beheersgebied. Met de RWZI als centrale zuiverings- en energiehub zouden dan productielocaties voor duurzame energie ontstaan met een goede regionale dekking.

Om dit mogelijk te maken moet het waterschap gaan samenwerken. De aanvoer van externe stoffen voor het vergistingsproces moet worden uitgebreid. Bijvoorbeeld door verdere allianties te sluiten met bedrijven (bv. zuivelindustrie, vleesverwerkende industrie, composteringsbedrijven) en met de agrarische sector (veehouderij, tuinbouw). Vanuit deze gedachte kunnen ook energieketens als bagger en maaisel, die aanvankelijk niet kansrijk leken, ineens een rol gaan spelen als externe stof in de RWZI energieketen. De diverse partners leveren een constante stroom van stoffen aan (bv. mest, restproducten, organische stoffen) die kunnen worden ingezet in het vergistingsproces op de RWZI. Deze partners krijgen op hun beurt weer energie teruggeleverd vanaf de RWZI of kunnen zelfs mee investeren in de benodigde installaties. Daarnaast worden tijdens dit proces producten vervaardigd uit de restproducten van het vergistingsproces. Naast struviet als basis voor kunstmest, kunnen bijvoorbeeld toiletpapier, bioplastics en andere verpakkingsmaterialen worden gemaakt. In dit netwerk van samenwerking is de afvalstof van de ene partner zodoende de grondstof voor de andere partner. Hiermee ontstaat een regionaal verankerd en wederkerig netwerk van duurzame energieproductie en circulariteit.

Bestaande kringlopen

Energie

- energie
- zonne-energie
- affakkelen

Producten

- meststoffen uit struviet
- mest agrarische bedrijven
- voedselresten industrie

Water

- afvalwater

Nieuwe kringlopen

Energie

- energie
- zonne-energie
- opslag in accu
- opslag in gashouder
- groen gas voor mobiliteit
- groen gas via bestaand gasnetwerk
- biogas
- waterstof
- energie uit waterkracht
- waterstof voor mobiliteit
- hoge temperatuurwarmte

Producten

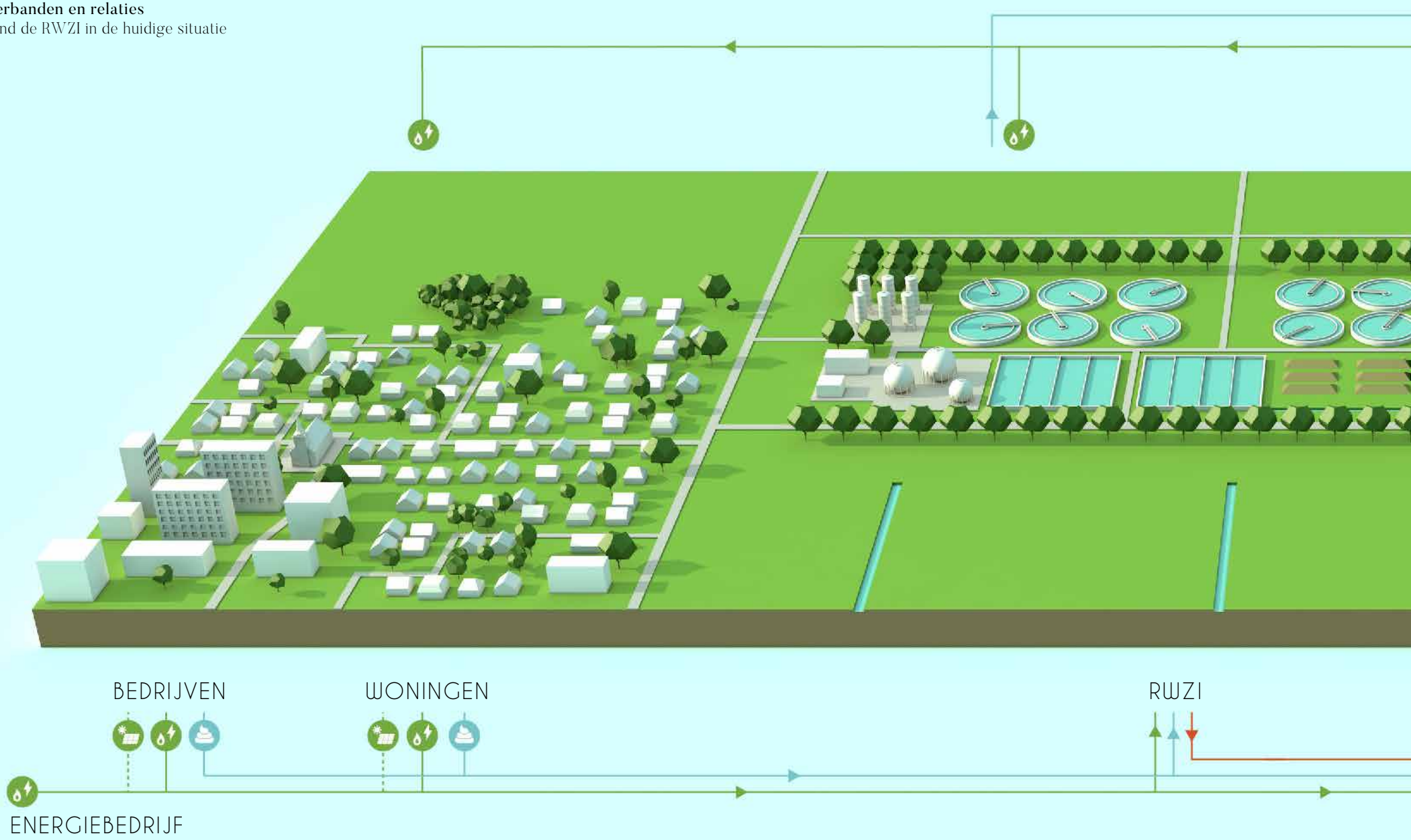
- afval
- meststoffen uit struviet
- voedselresten agrarische bedrijven
- mest agrarische bedrijven
- voedselresten industrie
- papier uit cellulose
- toiletpapier uit cellulose
- eierdozen uit cellulose
- verpakkingen uit cellulose

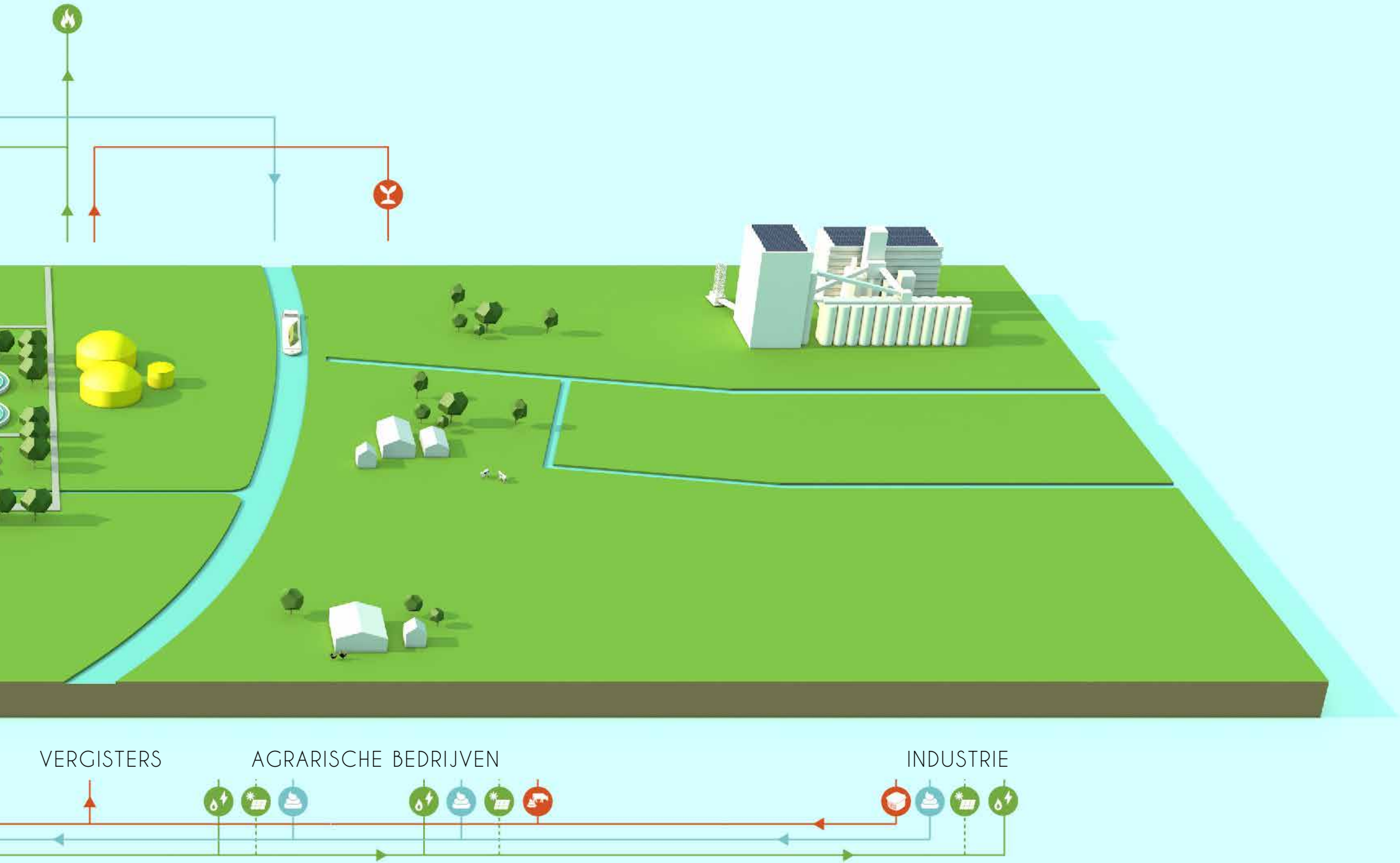
Water

- afvalwater
- gezuiverd water voor doorspoelen toiletten

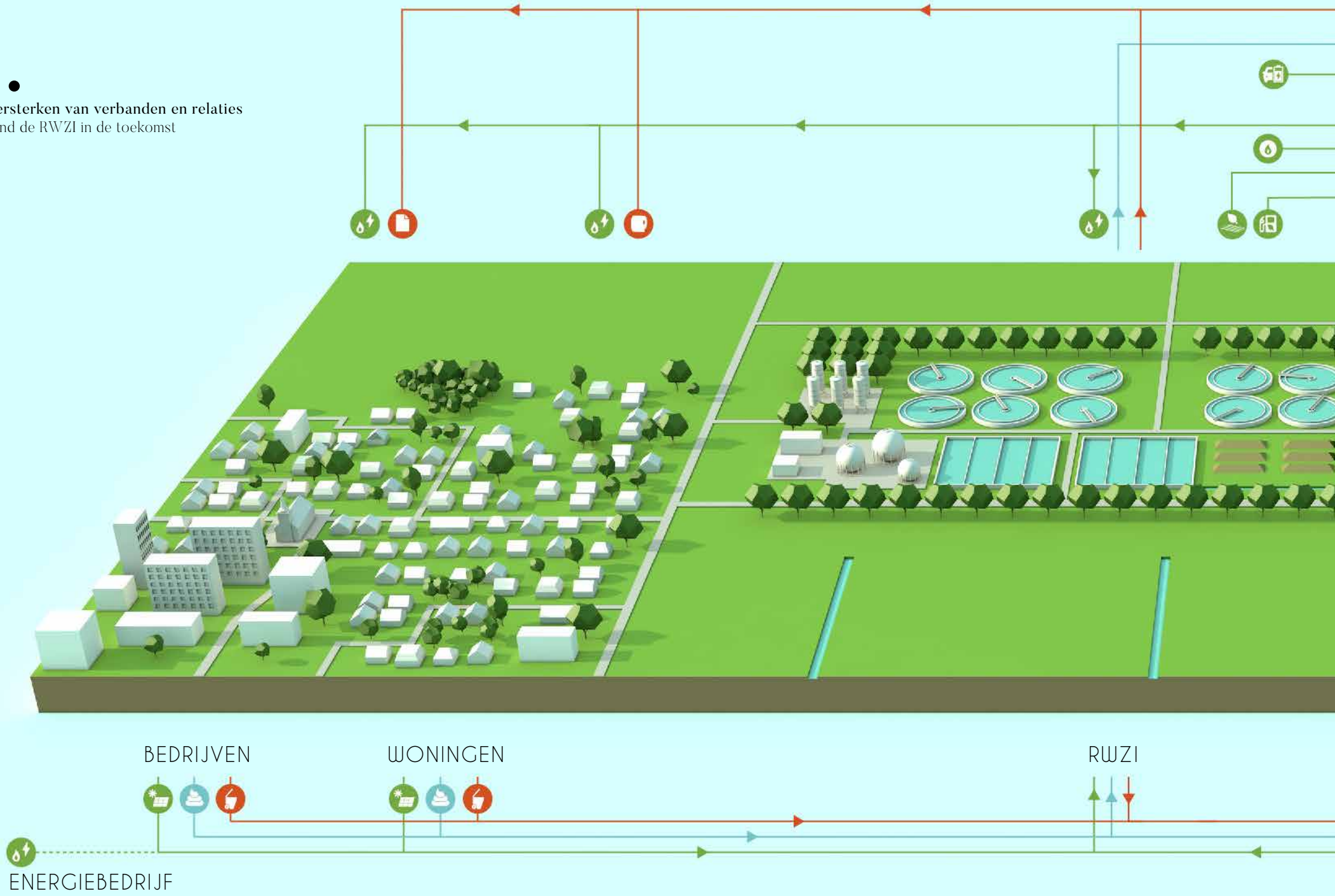
Legenda
verbanden en relaties RWZI

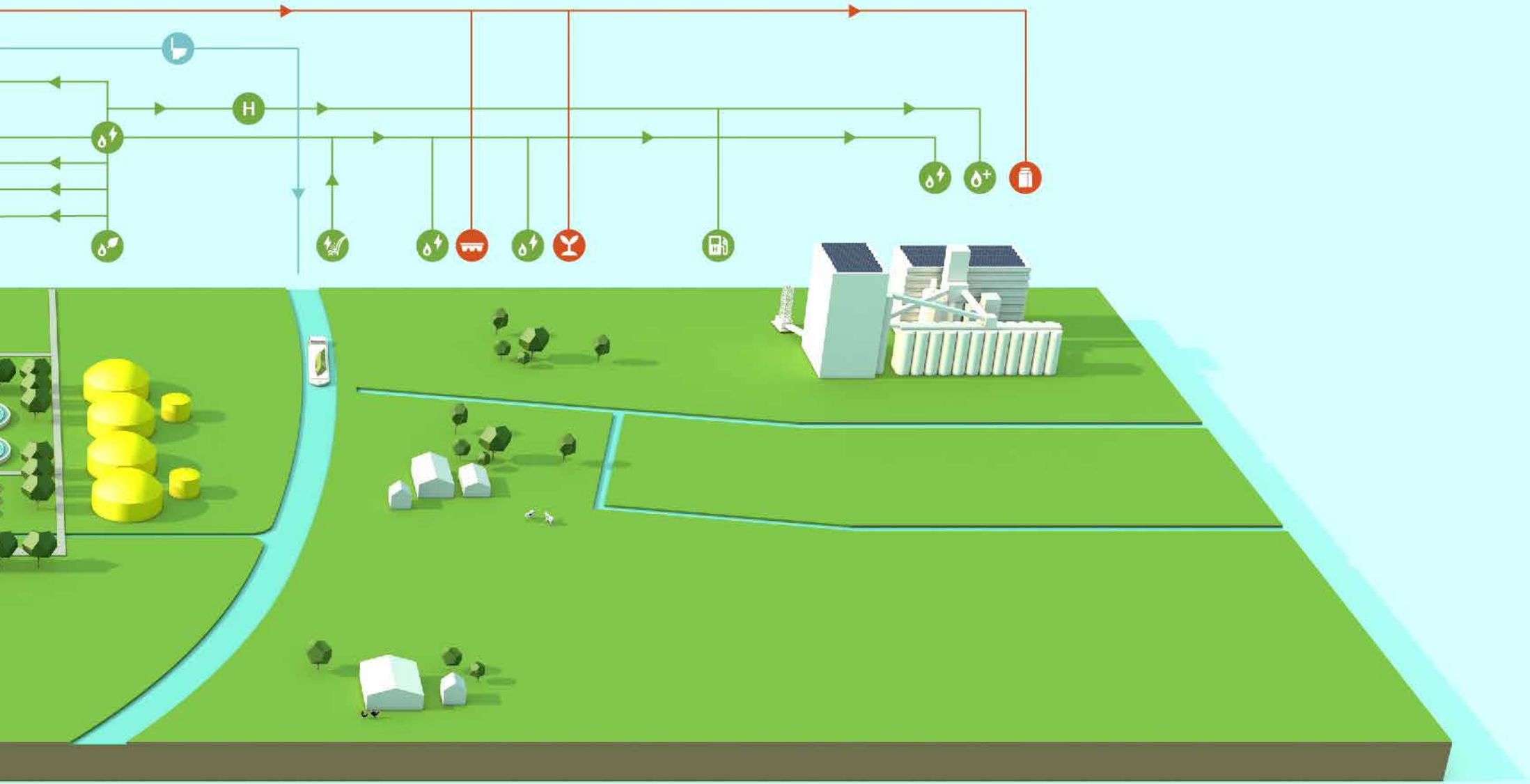
Verbanden en relaties
rond de RWZI in de huidige situatie




VERGISTERS
AGRARISCHE BEDRIJVEN
INDUSTRIE

Versterken van verbanden en relaties
rond de RWZI in de toekomst





VERGISTERS

AGRARISCHE BEDRIJVEN

INDUSTRIE

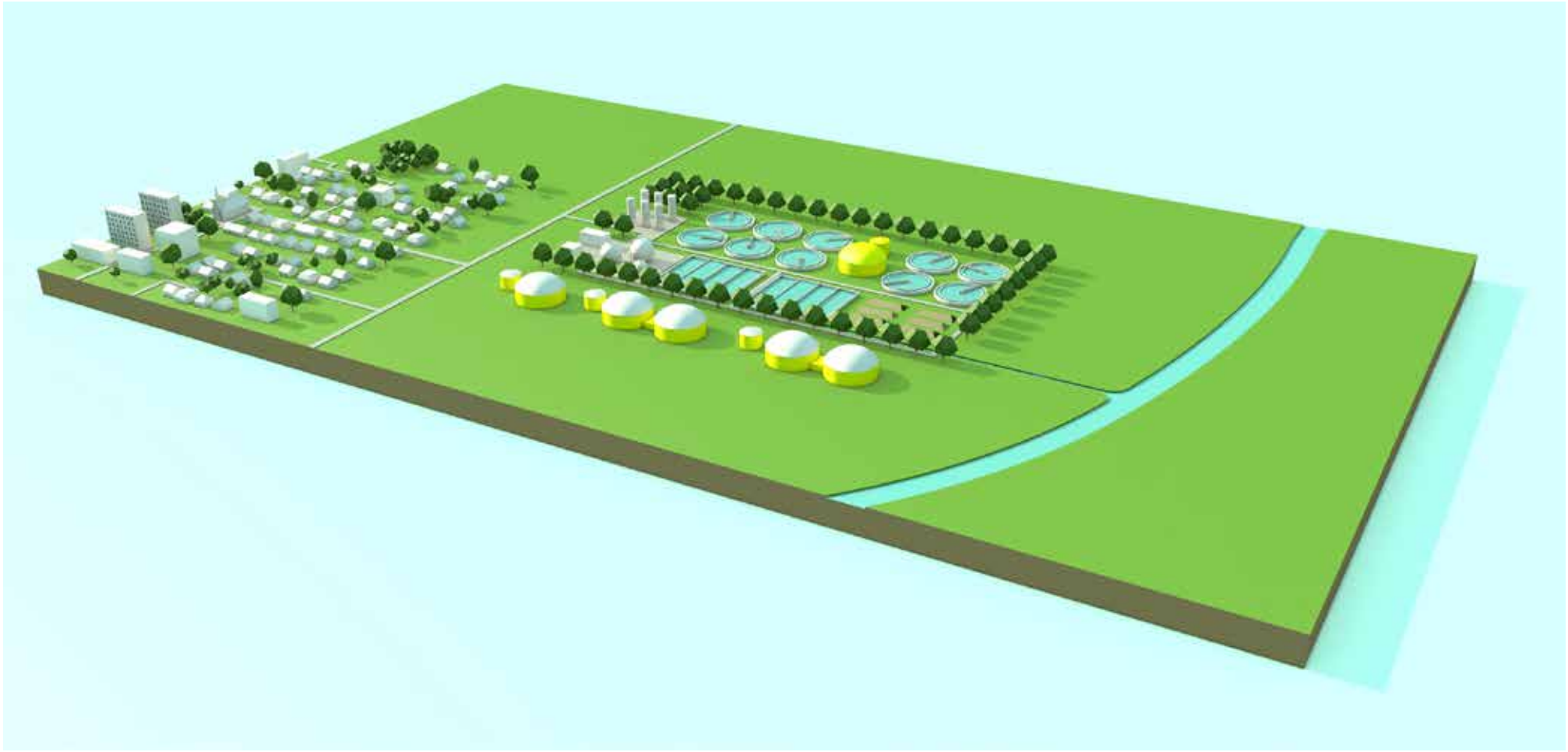
Meervoudige betekenis van de RWZI als centrale hub en energiepark

Door de uitbreiding van de vergistingscapaciteit kan meer biogas op de RWZI worden geproduceerd. Daarbij gaan externe partners hun afvalstromen aan de RWZI leveren die kunnen worden benut in het vergistingsproces. In een volgende stap zou de RWZI ook een breng-station kunnen worden waarbij naast externe reststromen van bedrijven ook particulieren stoffen kunnen inleveren. Denk bijvoorbeeld aan GFT of snoeiafval dat nu bij de gemeente moet worden ingeleverd. Gezien de gunstige ligging van een aantal RWZI's ten opzichte van de bebouwde kom zijn de transportafstanden minimaal. Door als breng-station te fungeren kunnen particulieren of bedrijven hun stoffen afleveren en daarmee tegelijk een energietegoed krijgen voor hun geleverde producten. Binnen de energieketen van de RWZI wordt dus op basis van samenwerking en wederkerigheid naar een duurzame en zelfvoorzienende regio toegewerkt.
Hierin kan ook worden aangesloten bij de vraag naar geschikte opslaglocaties voor opgewekte energie. Wanneer op het RWZI-energiepark energie kan worden opgeslagen, bijvoorbeeld in gashouders of waterstofcellen, ontstaat daarmee tegelijk een netwerk van energieopslag nabij het stedelijk gebied. Dit sluit aan op de gedachte uit het Nationaal perspectief om energie in waterstofcellen op te slaan op de KV-transformatorstations van het hoogspanningsnet. Wanneer de locaties van de RWZI's en de KV-stations beide voor energieopslag worden ingezet ontstaat een nog fijnmaziger energienetwerk in de regio.

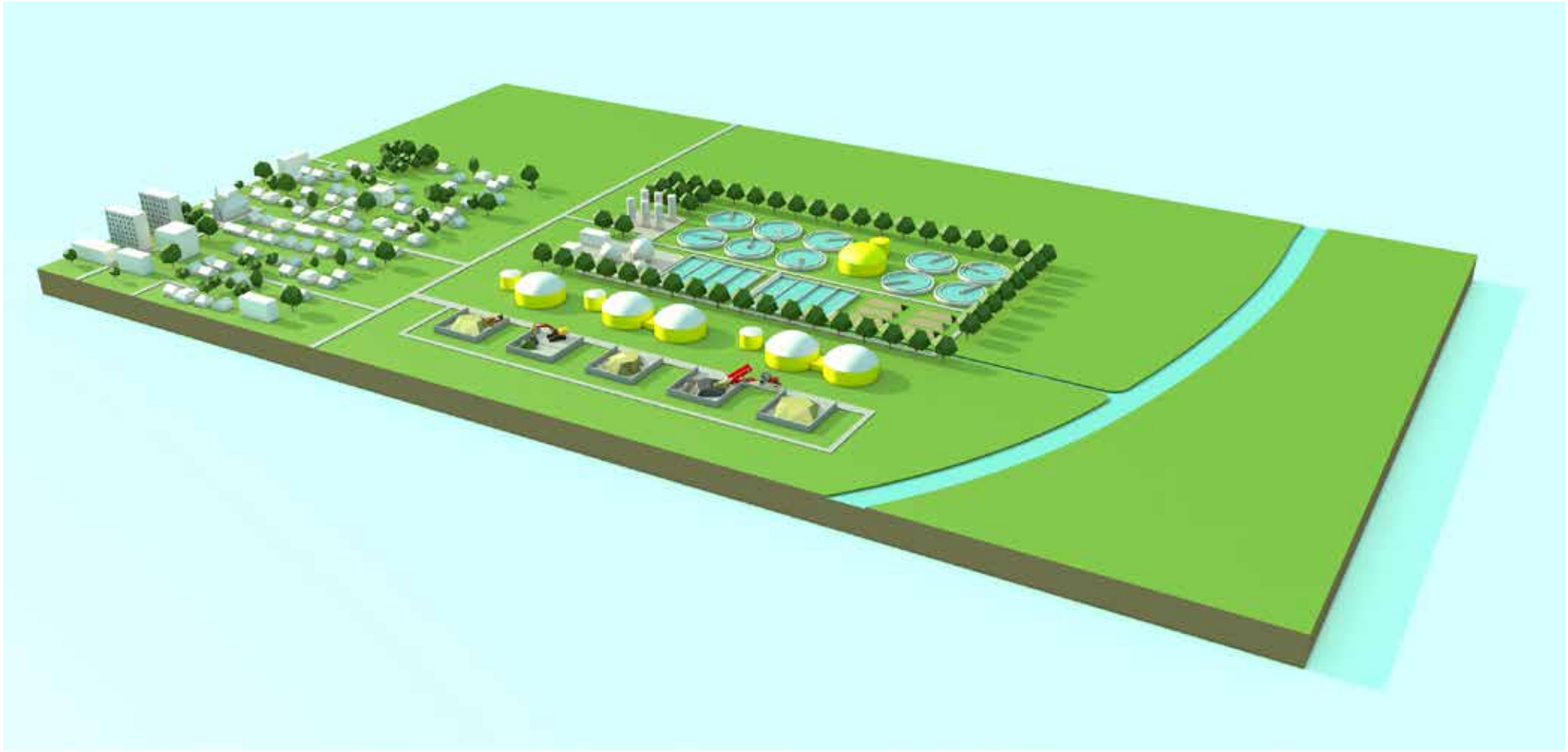
In de hierboven beschreven denklijn ontwikkelt de RWZI zich dus geleidelijk van puur een zuiveringsinstallatie naar een energiepark met meewaarde voor de omgeving. Die ontwikkeling hoeft niet in één keer maar kan geleidelijk plaatsvinden. Bijvoorbeeld wanneer meer partners zich aansluiten bij de hub en er geleidelijk meer investeringscapaciteit beschikbaar komt voor de benodigde technieken.

RWZI-energiepark als aantrekkelijk vestigingsklimaat

In het geschetste toekomstbeeld kan het energiepark een aantrekkelijk vestigingsklimaat vormen voor bedrijven die partner zijn of willen worden in het productieproces, of gebruik kunnen maken van de reststoffen vanuit de vergisting. Denk hierbij bijvoorbeeld aan tuinbouwkassen voor stadslandbouw die gebruik maken van CO2 dat vrijkomt tijdens de vergisting of oplaadstations voor elektrische auto's die teveel opgewekte energie tijdelijk kunnen opslaan in accu's of waterstofcellen. Door de koppeling van diverse bedrijvigheid aan dit energiepark wordt deze centrale hub een icoon voor een duurzame samenleving en een etalage van moderne techniek en samenwerkingsverbanden. Daarmee draagt het bij aan kennisoverdracht over duurzame energie en de circulaire economie.



RWZI-energiepark
stap 1: uitbreiding capaciteit vergisting



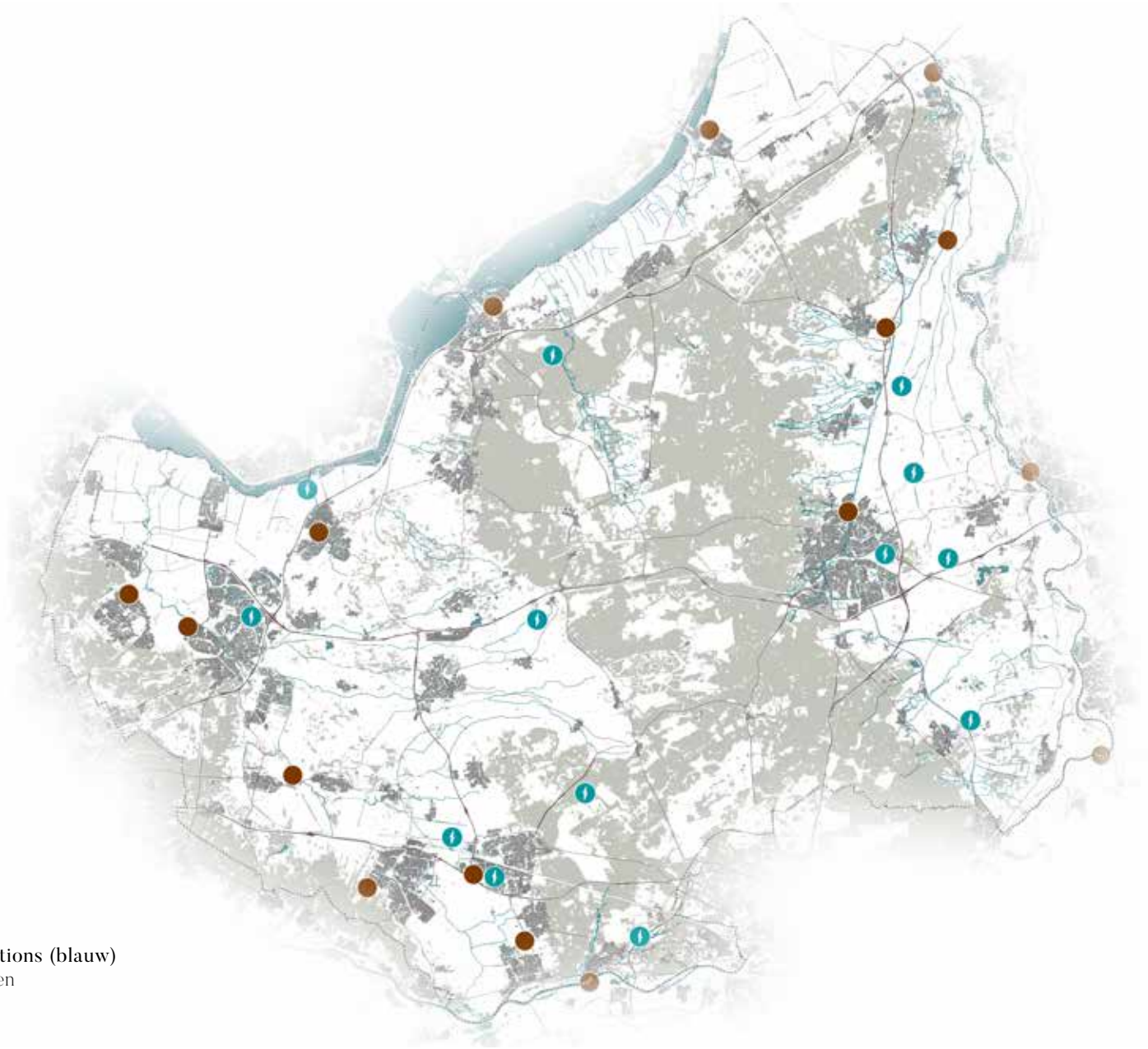
RWZI-energiepark
stap 2: RWZI als breng-station



RWZI-energiepark
stap 3: RWZI als aantrekkelijk
vestigingsklimaat voor bedrijvigheid



RWZI-energiepark
stap 4: centrale hub als etalage voor duurzame energieopwekking en circulariteit

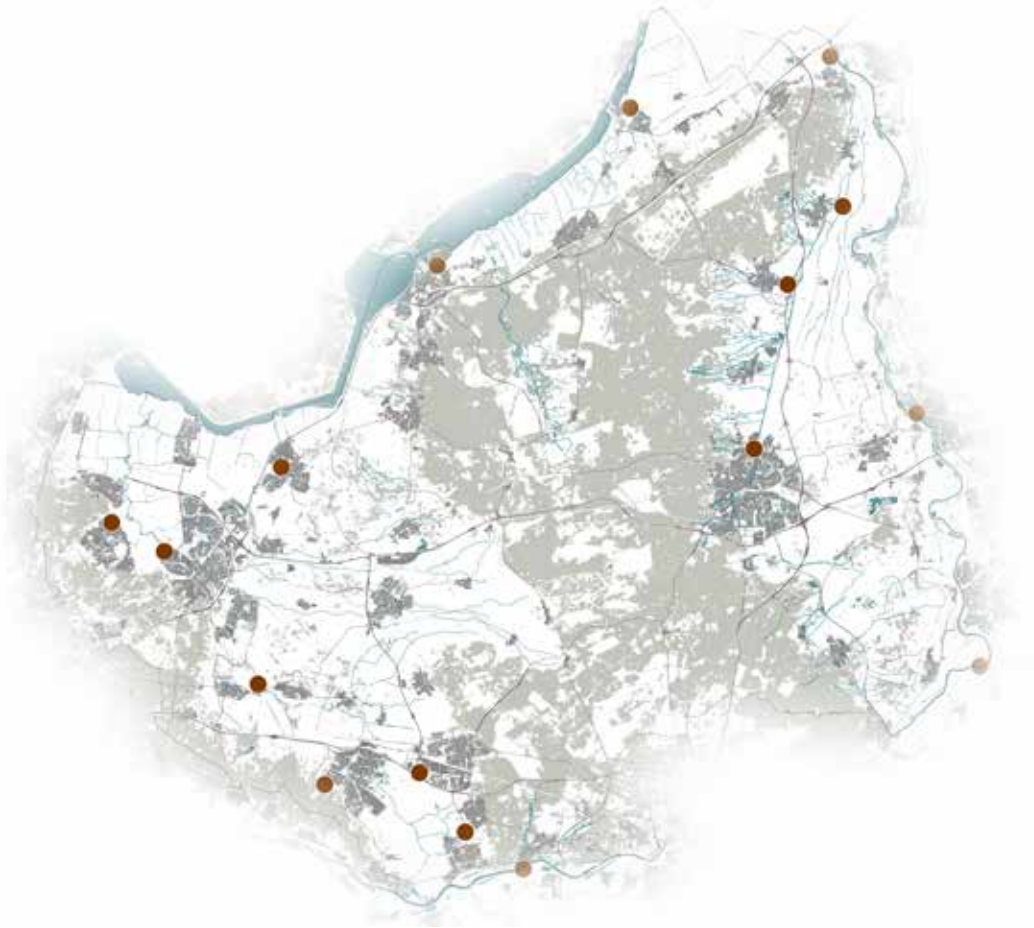


RWZI's (bruin) en KV-stations (blauw)
fijnmazig netwerk met kansen
voor energie-opslag

Locatie en ruimtelijke betekenis RWZI-hub

Wanneer een RWZI onderdeel wordt van een grotere keten ontstaat dus meer samenwerking met andere partijen. Bijvoorbeeld met (boeren) bedrijven die afval- en meststoffen leveren, of bedrijven die zich willen vestigen bij het RWZI-energiepark. Een RWZI zal in een gecentraliseerde vorm dus andere partijen aantrekken, maar zal wellicht zelf ook richting andere partijen moeten bewegen om samenwerking succesvol te maken.

In de bio-energie centrale in Harderwijk worden uiteindelijk dierenmest en andere restproducten uit de agrarische sector mee vergist. Ook in Apeldoorn worden al externe stoffen mee vergist. Gezien de dichtheid van agrarische bedrijvigheid in de Gelderse Vallei lijkt het een logische stap om op meer plekken samenwerking met deze sector na te streven. Het restproduct waar veruit het meest van beschikbaar is is dierenmest. Om dit te illustreren is in de volgende tabel per gemeente in de Gelderse Vallei weergegeven hoeveel dieren er wonen ten opzichte van mensen. In totaal leven er 12 miljoen kippen, koeien, en varkens in de Gelderse vallei en 700 duizend mensen. Voor elk persoon dus 17 dieren (Dam, 2015). Dierenmest heeft echter een lage energiewaarde vergeleken met bijvoorbeeld glycerine, maar aan hoeveelheid is geen gebrek. En behalve de biogasopbrengst uit mest, kan een grootschalige toepassing van deze vorm van mestverwerking ook bijdragen aan een andere kerntaak van het waterschap; het uitdragen van het belang van waterkwaliteit en het schoonhouden van beken en kanalen die door overbemesting vaak te rijk zijn aan fosfaten en nitraten.



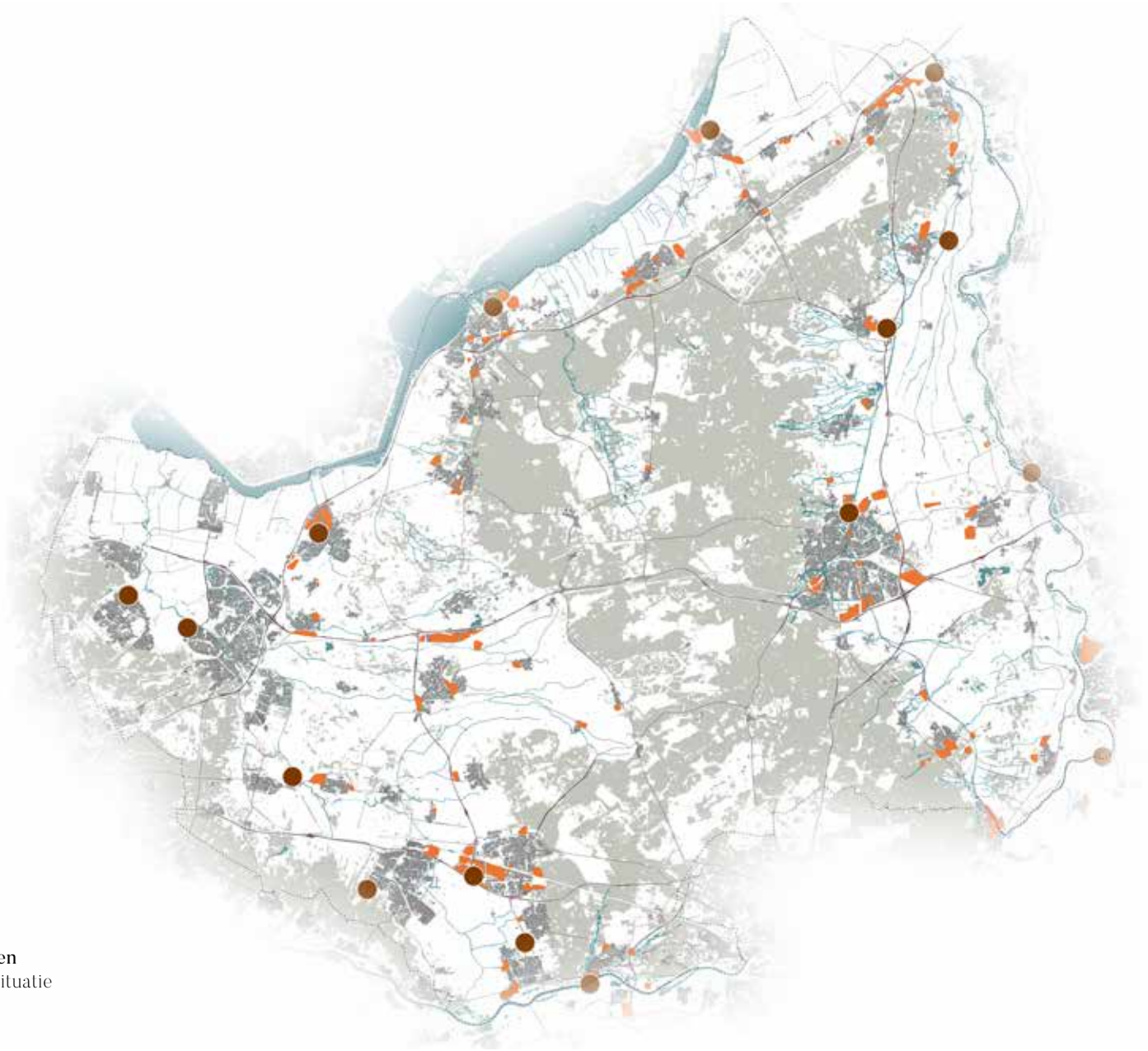
● ● Locaties RWZI's
in de huidige situatie

In de huidige situatie liggen veel RWZI's op de rand van dorpen en steden. De vier grootste RWZI's liggen aan de rand van de grootste bewoningskernen Amersfoort, Apeldoorn, Ede en Harderwijk. De locaties van RWZI's worden daarnaast bepaald door de aanvoer van afvalwater (en de hoeveelheid), het verval in het terrein en de mogelijkheid om gezuiverd water in de nabijheid van de RWZI te kunnen lozen. Logischerwijs liggen de RWZI's dus dicht bij de plekken waar de meeste mensen wonen omdat de oorspronkelijke kerntaak het verwerken van door mensen vervuild afvalwater is. Maar als in de toekomst bijvoorbeeld de verwerking van dierenmest aan belangrijkheid wint, kan dat betekenen dat een optimale locatie voor een RWZI op basis van andere factoren ontstaat. Op basis van deze redenatie zou bijvoorbeeld Barneveld in de toekomst een zeer geschikte plek zijn voor een nieuwe bio-energie centrale omdat in deze gemeente veruit de meeste dieren aanwezig zijn. Ook RWZI's van Ede, Veenendaal, Woudenberg, Elburg en Bennekom zouden op basis van dit scenario meer kunnen inspelen op mestverwerking.

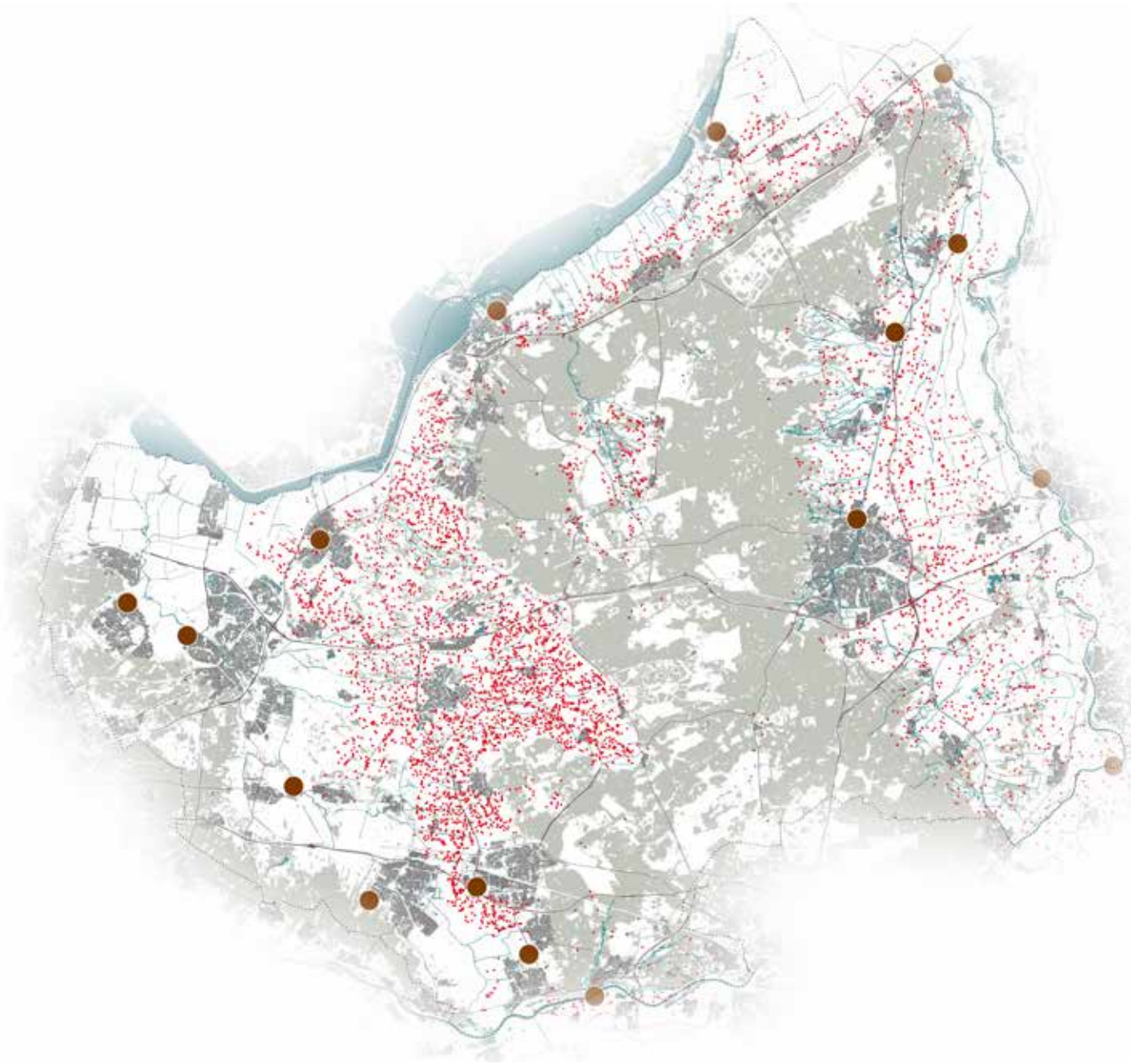
Verwerking van dierenmest is zo een voorbeeld van een samenwerking met een externe industrie die de taak, maar ook de fysieke locatie van de toekomstige RWZI's kan beïnvloeden. Andere samenwerkingsverbanden en factoren kunnen weer andere locatiekeuzes met zich meebrengen



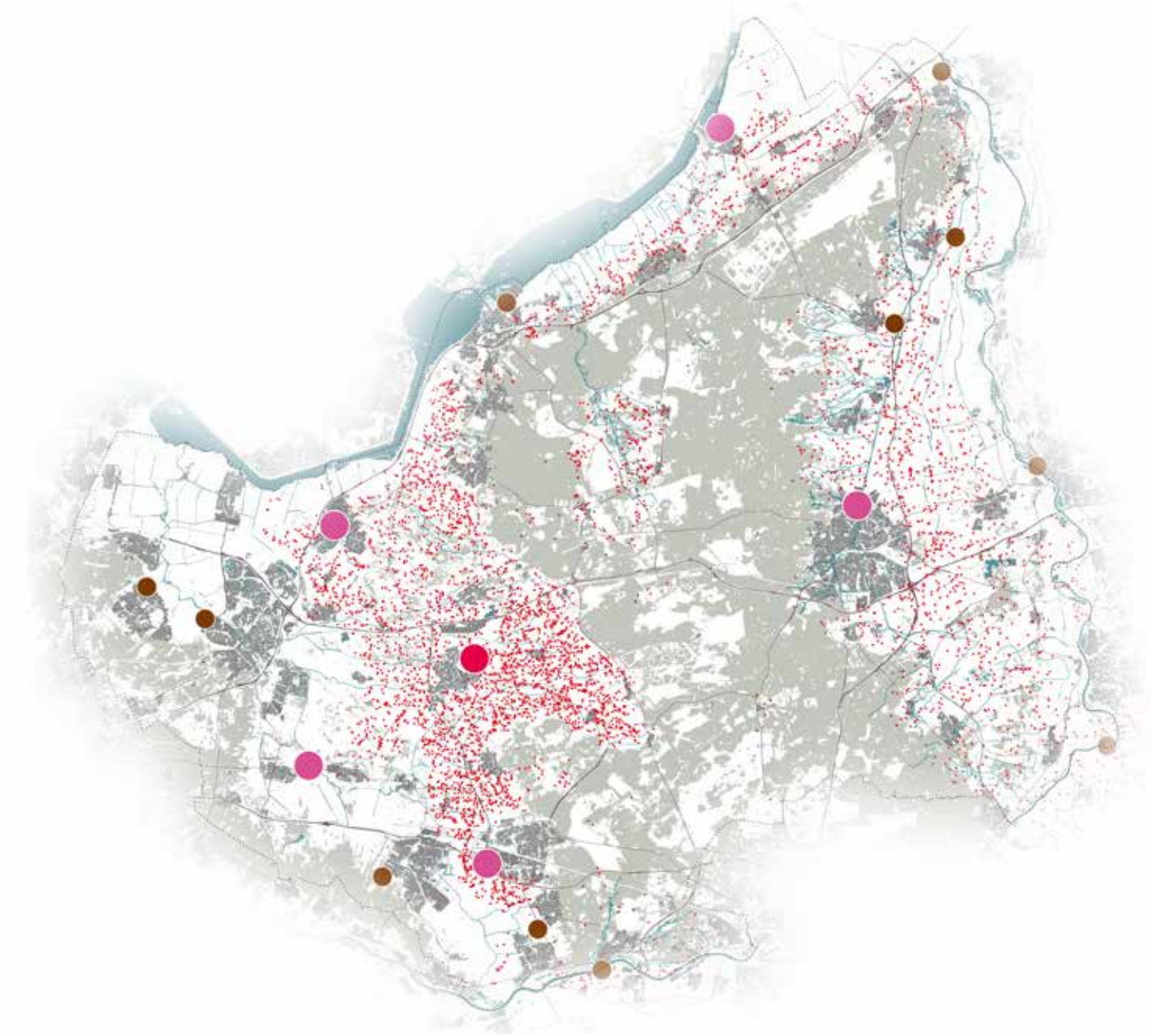
Agrarisch landgebruik
in de valleien
(foto: VeluweAgenda)



Locaties bedrijventerreinen
nabij RWZI's in de huidige situatie



Huidige veehouderijen
ten opzichte van de huidige locaties van de RWZI's



Locaties RWZI's
op basis van nabijheid bij veehouderijen

Aantal dieren vs. aantal mensen in de Gelderse Vallei

	WEST VELUWE	Kippen	Varkens	Koeien	Totaal	Mensen
	Amersfoort	76875	11039	4165	92079	152481
	Ede	3171158	233627	123541	3528326	111575
	Veenendaal	14470	3425	300	18195	64417
	Barneveld	3727841	190106	118295	4036242	56625
	Soest	14950	4855	1724	21529	45934
	Harderwijk	13250	1	7401	20652	45934
	Nijkerk	747681	48041	15844	811566	41860
	Wageningen	57300	330	1624	59254	38448
	Leusden	78564	3765	5774	88103	29700
	Ermelo	43550	9315	19827	72692	26627
	Baarn	0	0	1353	1353	24574
	Putten	918457	47881	44450	1010788	24358
	Bunschoten	7135	12786	6911	26832	20823
	Rhenen	136197	13016	7144	156357	19668
	Woudenberg	598236	29241	8855	636332	12851
	Scherpenzeel	470346	12538	4479	487363	9730
	Eemnes	0	5	3109	3114	9009
	Renswoude	925918	35541	14251	975710	5136
	Totaal west veluwe	**11.001.928**	**655.512**	**389.047**	**12.046.487**	**739.750**

Aantal dieren vs. aantal mensen
in de Gelderse Vallei

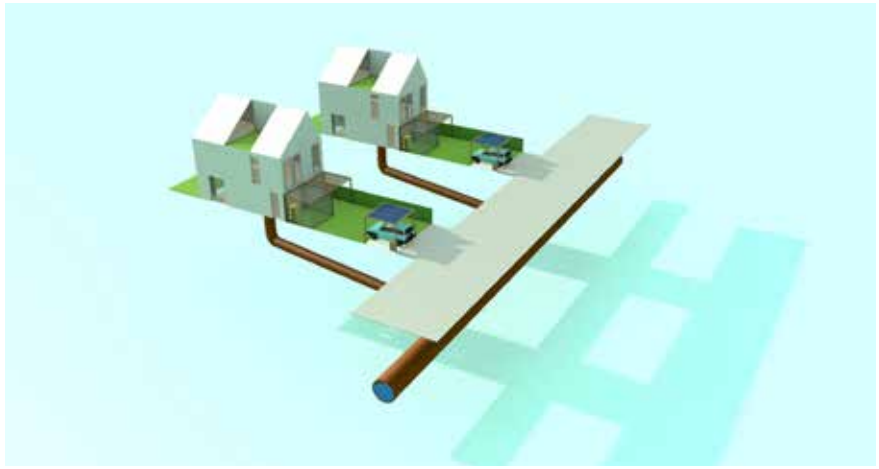
Verschillende ruimtelijke perspectieven op de rol en functie van de RWZI

Het ontwikkelen van een energiepark uit de RWZI is voor de komende jaren een interessant concept en perspectief. Het maakt gebruik van de kennis en faciliteiten die er al zijn en verbindt partners in de regio op een slimme manier met elkaar. De rol van de RWZI-energieketen kan echter ook vanuit een ander, decentraler scenario worden bekeken. In het laatste onderdeel van dit hoofdstuk gaan we daar op in.

Ontwikkelingen en transities in het netwerk van de RWZI

De aanleiding voor een alternatief ruimtelijk perspectief op de rol van de RWZI vinden we in het bestaande fysieke netwerk van de rioolwaterzuivering; het rioolstelsel zelf. Door klimaatverandering regent het nu en in de toekomst vaker en harder en krijgen we te maken met piekbuien. Nog steeds zijn er in Nederland veel gemengde rioolstelsels aanwezig waarbij het regenwater en afvalwater in hetzelfde rioolstelsel naar de RWZI worden getransporteerd. Nu al leidt dit tot problemen in de vorm van wateroverlast in de woonomgeving wanneer het gemengde stelsel onvoldoende capaciteit heeft om tijdens een piekbui zowel het afvalwater als het regenwater op te vangen en te transporteren. Het gevolg is overstroming, wateroverlast en veel materiële schade. Zo merken ook de verzekeraars in hun portemonnee dat klimaatverandering gaande is. Het Centrum voor Verzekeringsstatistiek heeft de klimaatscenario's van het KNMI doorgerekend op toekomstige schade. Daarbij is gekeken naar schade aan woonhuizen, bedrijven en auto's als gevolg van wateroverlast. Uit de berekeningen blijkt dat de schade jaarlijks met ruim 260 miljoen euro op jaarbasis zal toenemen ten opzichte van de huidige situatie (RTL Nieuws, 2017). De problematiek wordt onder invloed van klimaatverandering dus alleen maar groter.





Het huidige rioolstelsel is niet toekomstbestendig
met als gevolg veel overlast en een grotere druk op de RWZI's
(bovenste foto: 112vallei.nl)

Daarnaast wordt ook het zuiveren van het gemengde water duurder en ingewikkelder. Wanneer het relatief schone regenwater wordt vermengd met het vuile afvalwater, wordt ook het regenwater dus vuiler. Dit kost steeds meer pomp- en zuiveringscapaciteit en dus ook steeds meer energie. Zelfs nu al is de capaciteit van sommige RWZI's maar net voldoende om deze piekbelastingen te kunnen verwerken.

Ook speelt mee dat er nog steeds schoon en zuiver drinkwater wordt gebruikt voor het doorspelen van onze toiletten, voor douchen, afwassen en voor de wasmachine. Zoals in het eerste hoofdstuk geïllustreerd is gebruiken we dagelijks gemiddeld 120 liter zuiver drinkwater voor voornamelijk andere doeleinden dan drinken. Het zuivere drinkwater is daarmee feitelijk een transportmiddel om onze afvalstoffen via het rioolstelsel bij de RWZI te krijgen.

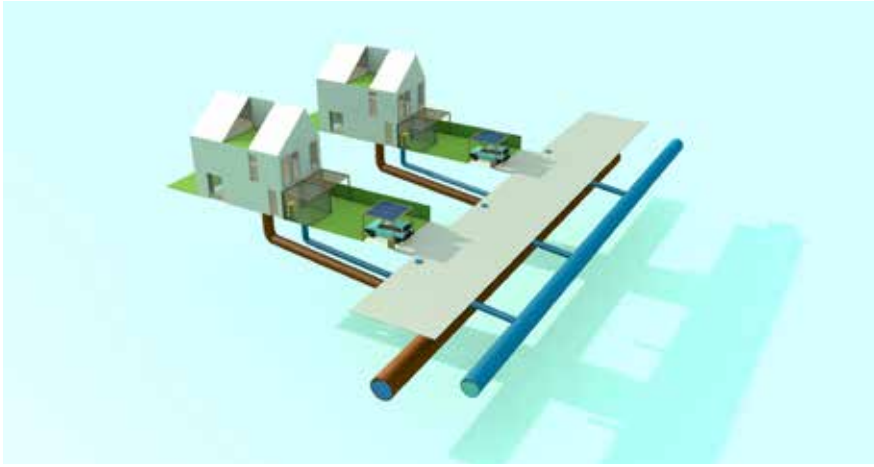
Bij een transitie naar een duurzame energievoorziening hoort ook een spaarzamer gebruik van hoogwaardige bronnen zoals (drink)water. Vanuit deze denklijn onderzoeken we hoe het gebruik van drinkwater als transportmiddel voor afvalwater kan worden beperkt en hoe we de capaciteitsproblemen in het rioolstelsel zouden kunnen mitigeren. Dit uiteraard in relatie tot de energietransitie in ruimtelijke zin.

De verre toekomst: van centraal naar decentraal?

Wanneer we het afvoeren van regenwater op het riool willen beperken kunnen we regenwater lokaal infiltreren in groen of afvoeren via een gescheiden rioolstelsel richting een waterberging. Wanneer we het gebruik van drinkwater als transportmiddel voor afvalwater willen beperken moeten we ofwel andere stoffen daarvoor gebruiken, ofwel de transportafstand naar de RWZI drastisch verkleinen. Voor beide opgaven geldt dat de oplossing in de lokale context gezocht zou kunnen worden. Regenwater zou kunnen worden geïnfiltreerd in een achtertuin of parkje nabij de woning.

De afvalstoffen van onze toiletten en douches kunnen wellicht ook veel lokaler worden verwerkt. Afgaande op dit scenario zou dit kunnen betekenen dat mogelijk in de verre toekomst de RWZI veel minder een centrale zuivering wordt en dat zuiveringsprocessen lokaal worden georganiseerd. Dan zou ook de winning van energie (zoals biogas via vergisting) uit de zuiveringsprocessen lokaal kunnen worden georganiseerd; bijvoorbeeld in de wijk, op buurtniveau, woonblokniveau, gebouwniveau (appartementen, kantoren) of woningniveau. Hierdoor komen vraag en aanbod dus nog dichter bij elkaar te liggen.

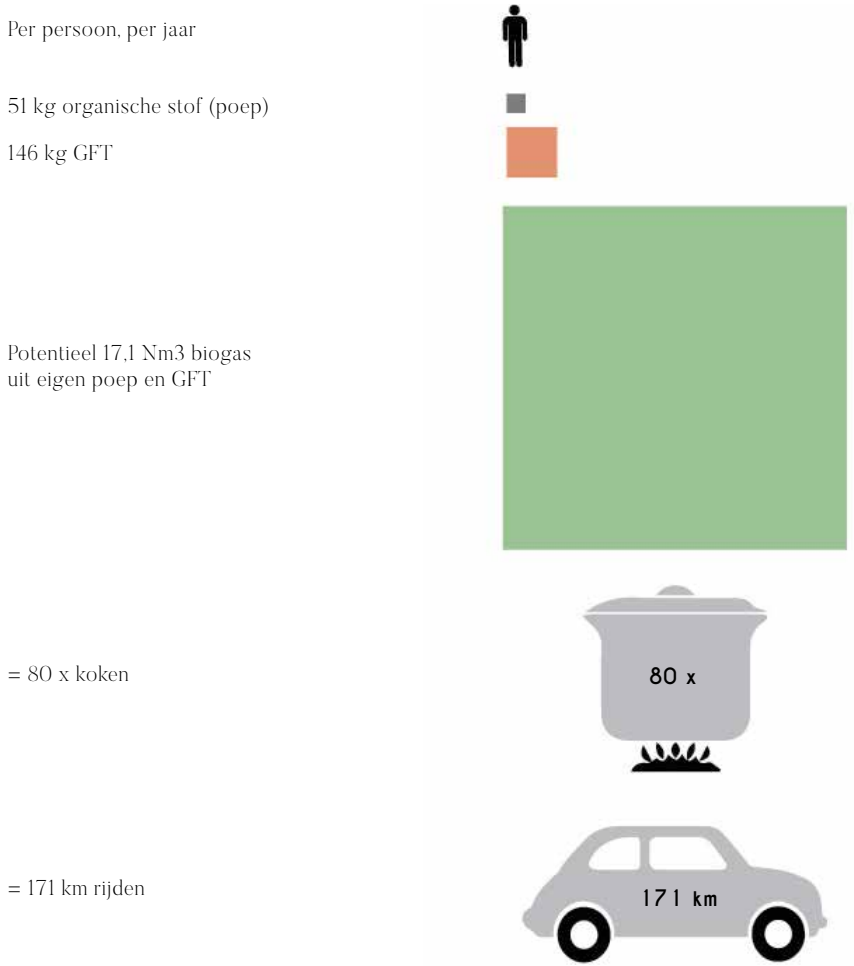
In het hierboven geschetste scenario, waarin de zuiveringsprocessen van de RWZI feitelijk gedecentraliseerd worden, rijzen meerdere vragen op. Wat kan het decentraliseren van de zuiveringsprocessen opleveren en hoe ziet het eruit? Wat is een geschikt schaalniveau hiervoor en wat is dan de ruimtelijke impact en kwaliteit? Om een inkijk te geven in hoe dit toekomstscenario er uit zou kunnen zien kijken we eerst naar de potentiële grondstoffen voor energieproductie per persoon.



Ontwikkeling naar gescheiden rioolstelsels
veranderingen in het netwerk betekenen
mogelijk veranderingen voor de RWZI

Afvalstoffen, grondstoffen en energieproductie per persoon

Om inzicht te krijgen in de hoeveelheid energie die op lokaal niveau per persoon kan worden opgewekt, is uitgezocht hoeveel biogas met de organische stof (poep) en GFT-afval per persoon per jaar kan worden gewonnen. In de infographic zijn de uitkomsten zichtbaar. Per persoon per jaar kan ongeveer 17 Nm3 biogas worden opgewekt (Milieu centraal, z.j), (Vinnerås, 2002) (Ministerie van EZ, 2002). Hiermee kunnen 80 maaltijden worden gekookt of kan 171 kilometer worden gereden met de auto (Sacher, 2014), (Ministerie van EZ, 2002). Ten opzichte van het totale gasverbruik voor koken per persoon is dat een relevante hoeveelheid. Ten opzichte van het totale jaarlijkse gasverbruik per persoon, inclusief verwarmen, koken, etc., vormt de 17 Nm3 biogas natuurlijk slechts een klein percentage (Milieu centraal, z.j), (Stowa, 2011), (Compendium voor de Leefomgeving, 2014). Desalniettemin lijkt het een interessante denklijn. Temeer omdat biogasproductie op woningniveau met name in warme (ontwikkelings) landen al veel wordt gedaan, bijvoorbeeld met behulp van het ARTI systeem (Vanderstadt, 2011). Een ideale temperatuur voor vergisting en het gebrek aan een gedegen energietoevoer maken zulke systemen in deze landen rendabel. Voor de westerse markt ligt dat anders. Door een kouder klimaat is een externe warmtebron nodig om het vergistingsproces aan de gang te houden. Verder is elektriciteit en aardgas nog te goedkoop om dergelijke systemen in de huidige tijd installeren. Als fossiele energiebronnen zoals aardgas in Nederland langzaam zullen verdwijnen kan een lokaal biogassysteem ook in ons land wellicht uiteindelijk interessant worden.



Potentiële biogasproductie van 1 persoon per jaar
in verhouding tot koken en autorijden



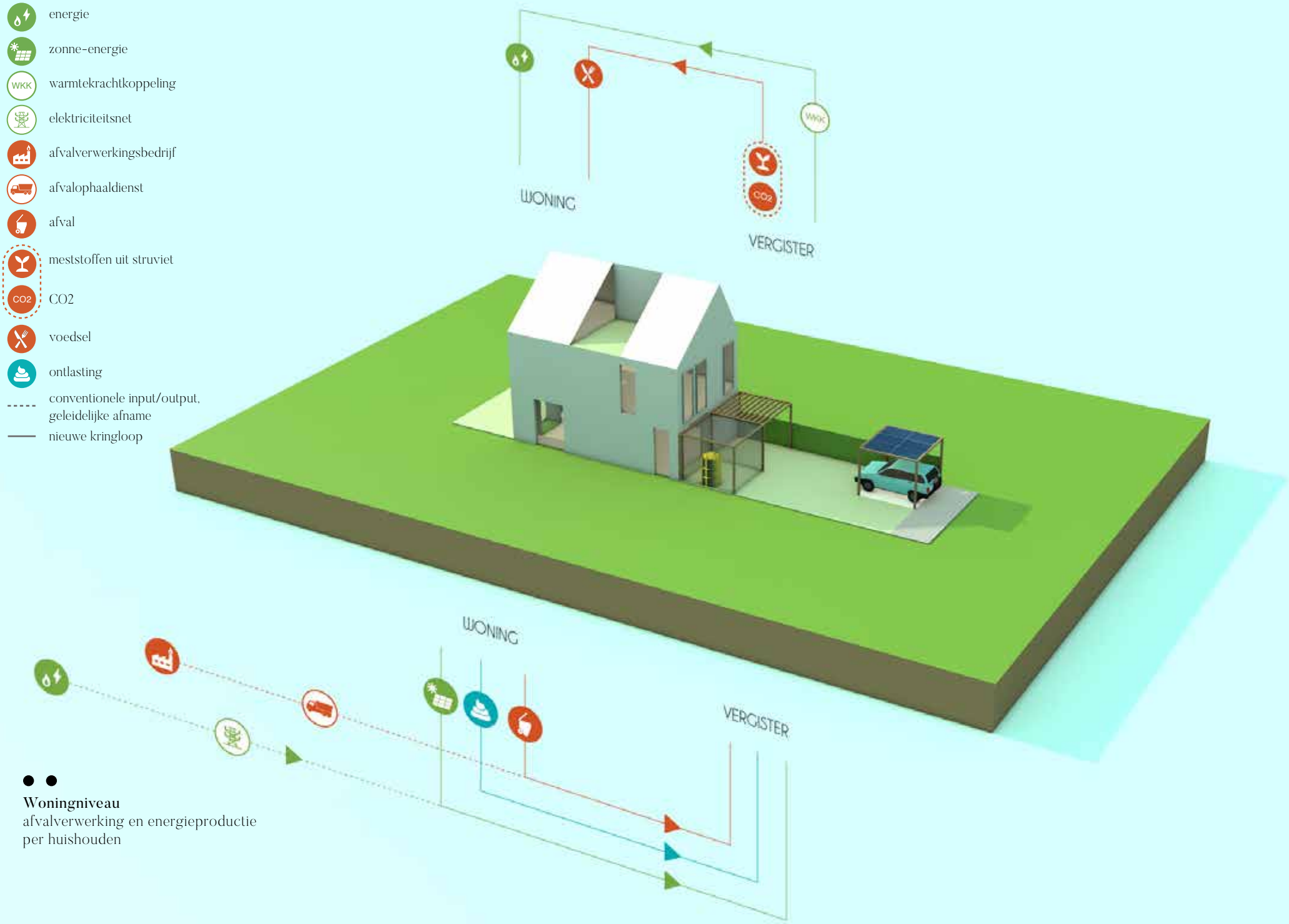
Potentiële biogasproductie van 1 persoon per jaar
afgezet tegen het energieverbruik van 1 persoon per jaar

Zoeken naar de juiste schaal, balans tussen aanvoer en transport

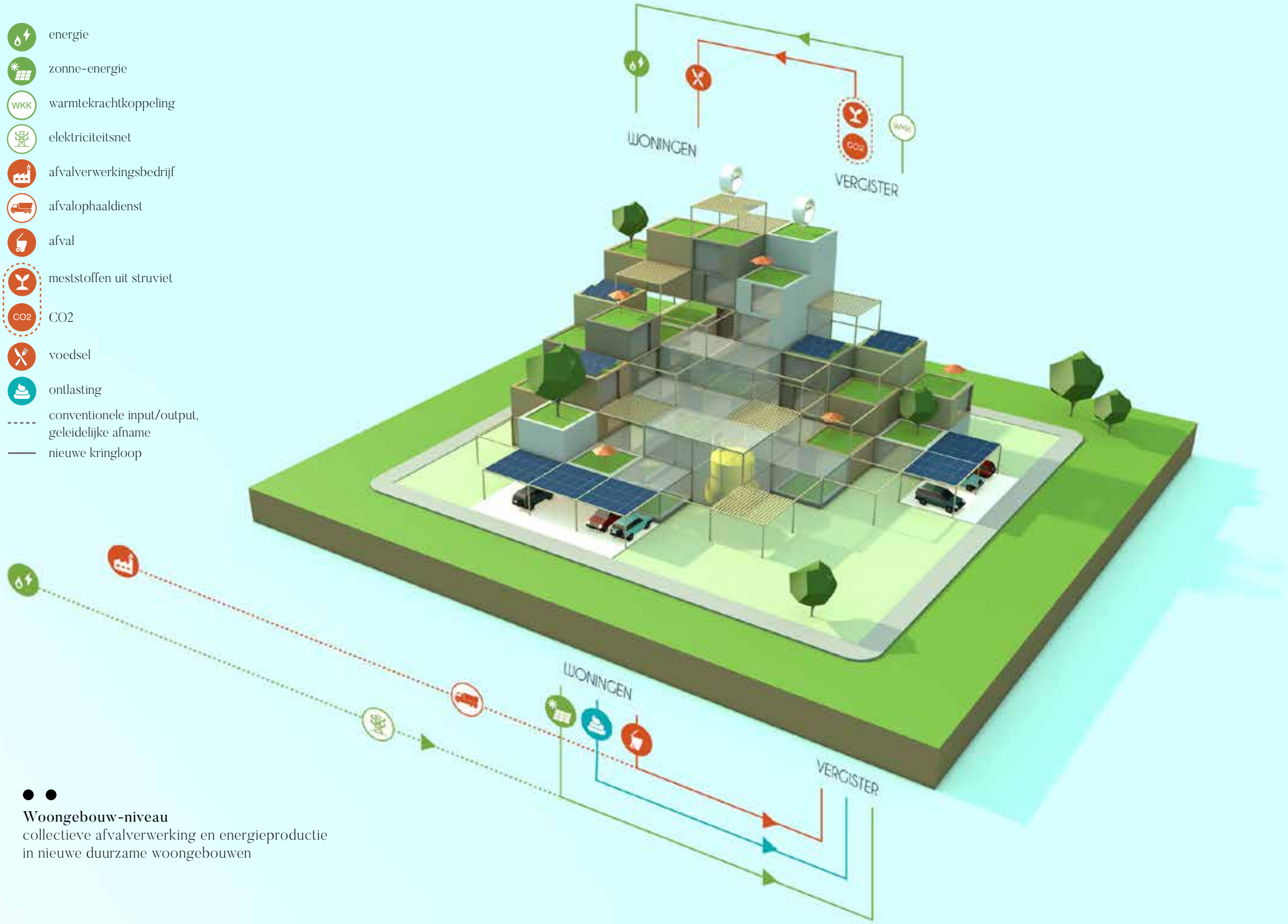
De voordelen van biogasproductie op woningniveau zijn de kleine afstand tussen de aanvoer (poep, GFT-afval uit huis) en de afname (de warmte of elektriciteit kan direct in huis worden gebruikt). Daarnaast vergroot de lokale energieproductie het bewustzijn van de herkomst van de energie. Een nadeel is dat op het niveau van een woning of huishouden een onvoldoende constante en onvoldoende grote stroom van input aanwezig is om de installatie draaiende en dus rendabel te houden. Bijvoorbeeld door de beperkte omvang van een huishouden of wanneer bij afwezigheid van de bewoners tijdens een vakantie de aanvoer tijdelijk stopt.

Het meest geschikte schaalniveau voor lokale biogasproductie ligt dus hoger dan de individuele woning. Binnen deze studie was het niet mogelijk om de parameters, die bepalend zijn voor de keuze in een geschikt schaalniveau, voldoende te achterhalen en precies te duiden. Vermoedelijk wordt het geschikte schaalniveau bepaald door enerzijds een minimale transportafstand voor de input (o.a. poep en GFT-afval) van het vergistingsproces. Dit zodat er geen water meer nodig is om de stoffen via de riolering over een lange afstand te transporteren. Hiermee kan worden bespaard op het gebruik van (drink)water als transportmiddel en op het energieverbruik van bijvoorbeeld pomp- en rioolgemalen. Anderzijds zou het schaalniveau kunnen worden bepaald door de garantie van een voldoende en constante aanvoer van de input. Dit om te garanderen dat de installatie draaiende te houden is en rendabel kan worden. Op basis van deze randvoorwaarden lijkt een geschikt schaalniveau te liggen op woonblok- of buurtniveau van bijvoorbeeld 50 tot 100 huishoudens. Op dit schaalniveau is een meer constante aanvoer te garanderen en zijn de transportafstanden relatief klein. Vanaf wijkniveau en hoger (tot aan stad- en regioniveau) is weliswaar de aanvoer groter vanwege het grotere aantal huishoudens, maar zijn de transportafstand weer te lang.

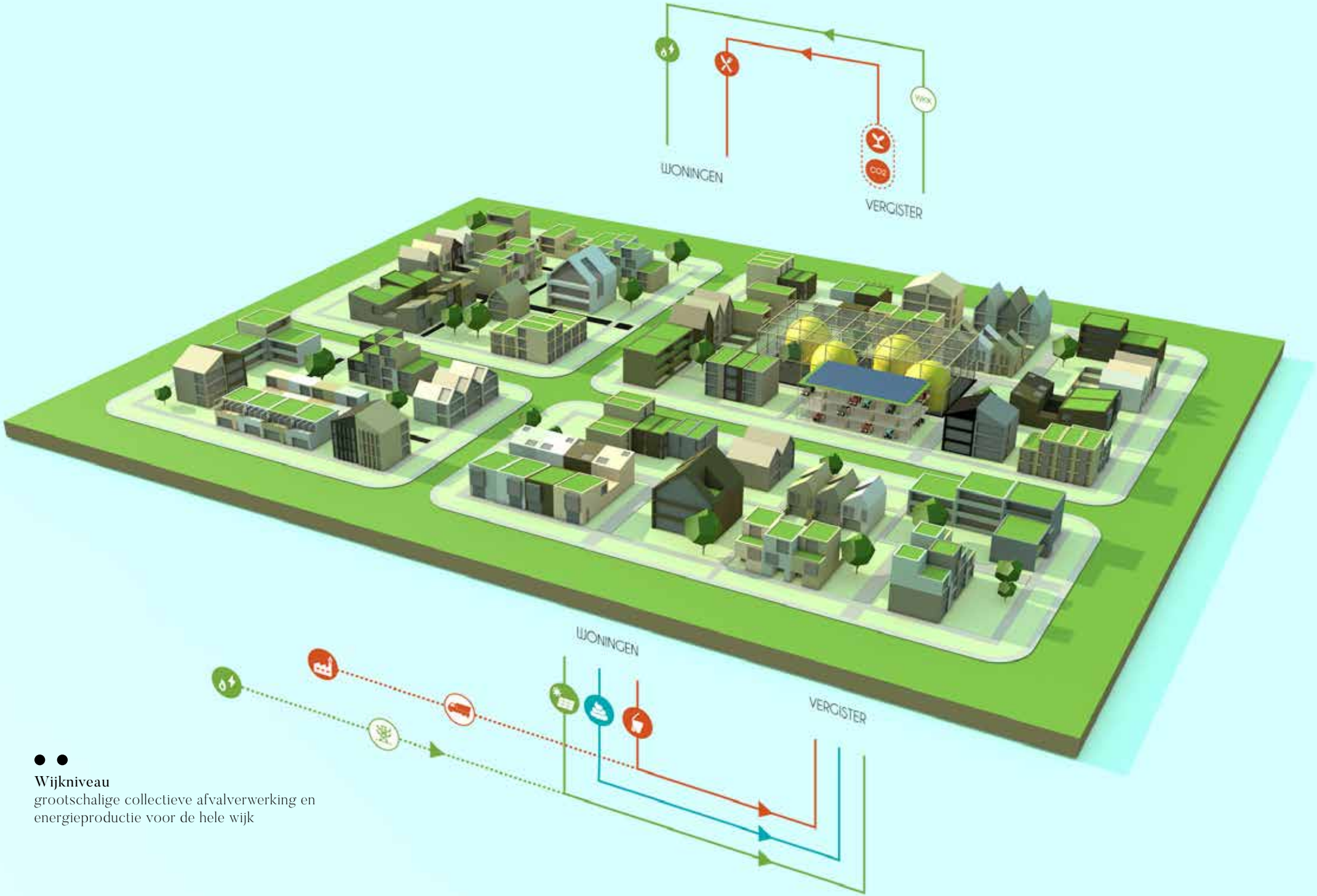
De invloed van de energietransitie en klimaatverandering kunnen er in dit scenario in de verre toekomst dus voor zorgen dat een deel van de taken van de huidige RWZI's in de toekomst op een andere manier en op een ander schaalniveau worden uitgevoerd. De gevolgen en ruimtelijke implicaties van de decentralisatie van zuiveringsprocessen en de gevolgen en ruimtelijke implicaties van lokale biogasproductie zijn nader ruimtelijk onderzocht. Om een idee te krijgen van het juiste schaalniveau voor lokale biogasproductie is een schaalstudie gedaan op woning-, gebouw-, buurt- en wijkniveau. Deze staat op de volgende pagina's afgebeeld. De RWZI verzorgt in dit scenario niet meer de zuivering van al ons afvalwater omdat dit op een lokalere schaal wordt georganiseerd. De RWZI zou in dat geval ingezet kunnen worden om bijvoorbeeld alleen nog het oppervlaktewater te zuiveren of krijgt andere taken in de waterketen.



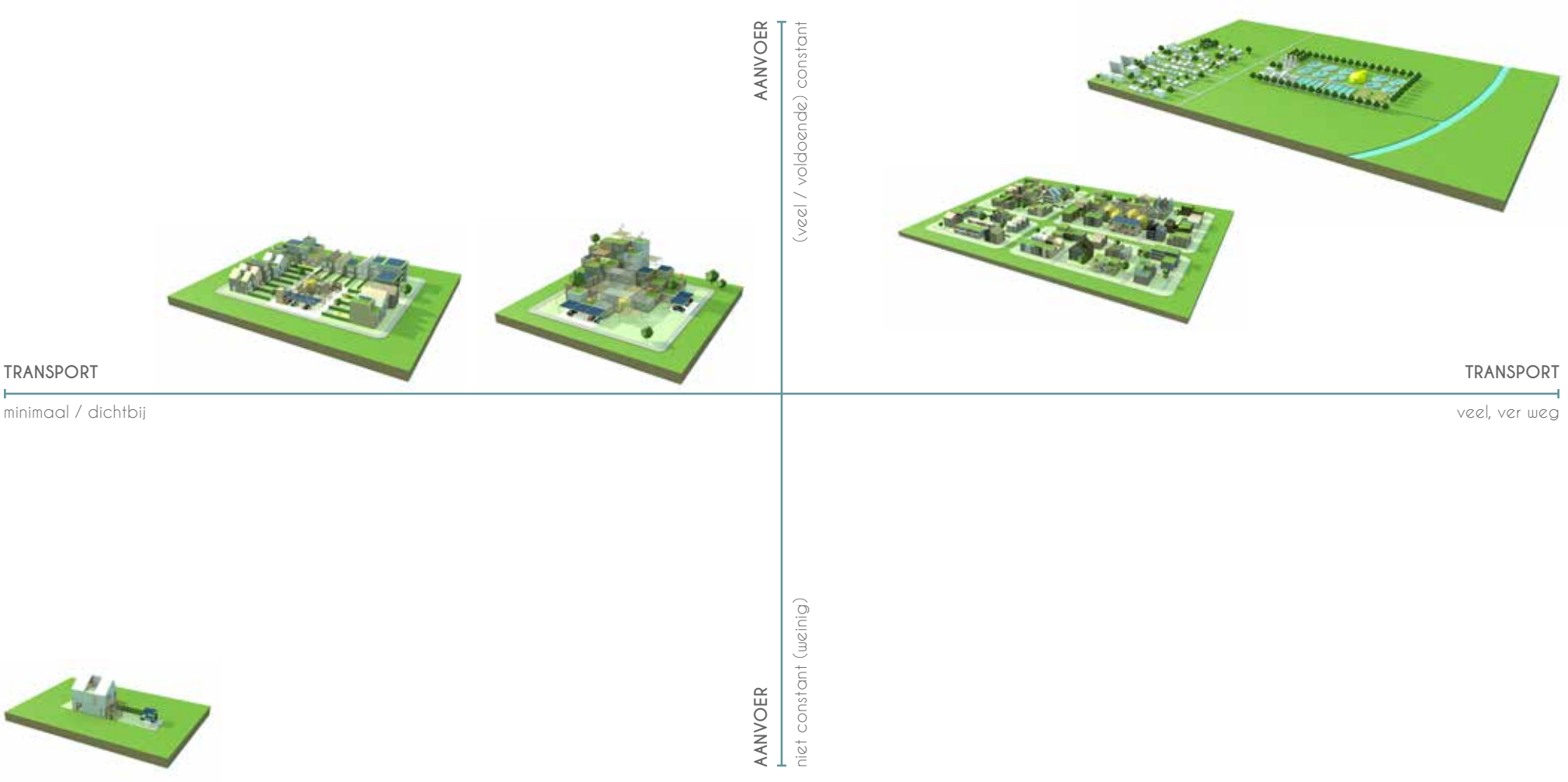
Woningniveau
afvalverwerking en energieproductie per huishouden



Woongebouw-niveau
collectieve afvalverwerking en energieproductie
in nieuwe duurzame woongebouwen



Wijkniveau
grootschalige collectieve afvalverwerking en energieproductie voor de hele wijk



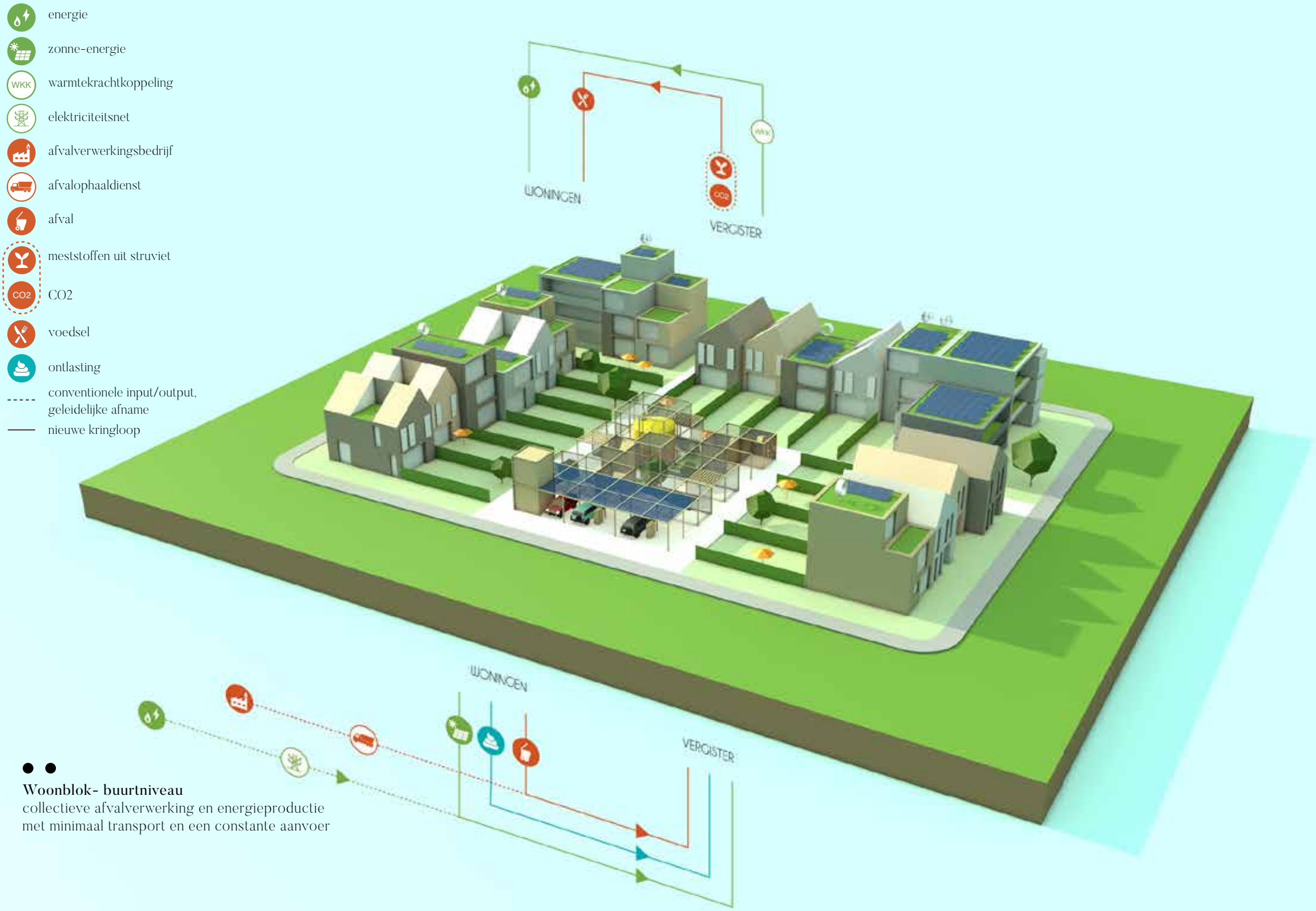
Zoeken naar het juiste schaalniveau
een optimum in transportafstand en aanvoer

De lokale energie- en zuiveringshub

Op basis van de hierboven gemaakte afweging met betrekking tot een aannemelijk schaalniveau voor de decentrale zuivering en energieproductie, is een beknopte ruimtelijke studie gedaan op specifiek het schaalniveau van de buurt en het woonblok. Daarbij wordt een collectieve energie- en zuiveringshub voorgesteld die bijvoorbeeld in een bestaand gebouw, nieuwbouw of in de openbare ruimte kan worden ingepast. In deze hub worden afvalstoffen van de aanliggende huishoudens verzameld die met een collectieve vergister worden opgewerkt tot biogas. De aangesloten huishoudens krijgen uit dit productieproces energie terug in ruil voor hun aanvoer en input. De hub fungeert zo als een schakel in een lokaal energie en klimaatnetwerk. Door de vergister in een kas te plaatsen blijft de vergister op temperatuur en kan CO2 dat vrijkomt tijdens het vergisten worden gebruikt voor de stadslandbouw. Een collectief oplaadstation voor elektrische auto's kan teveel opgewekte energie opslaan in accu's of waterstofcellen. Zo kunnen collectieve stadslandbouw, mobiliteit en combinaties met andere vormen van energieopwekking in deze hub op buurtniveau worden georganiseerd en ondergebracht. De hub vormt een lokale corporatie met als maatschappelijk belang een versterking van de gemeenschapszin waarin op basis van gedeelde (energie)belangen, waarden en saamhorigheid met elkaar wordt samengeleefd.

Verschillende perspectieven op de RWZI-energieketen en de rol van het waterschap

De hiervoor geschetste perspectieven en scenario's laten uiteenlopende, mogelijke en verre toekomsten zien. Hierin zijn de kennis, kunde en faciliteiten van het waterschap over de lange termijn doorontwikkeld op ruimtelijk verschillende schaalniveaus. Belangrijk discussiepunt is welke rol het waterschap in deze scenario's heeft of krijgt. Als gevolg van de energietransitie, klimaatverandering en de noodzaak om grondstoffen slimmer en opnieuw te gebruiken zal de rol van het waterschap breder worden. In diverse bestuurlijke langetermijnvisies wordt al gesproken over een 'klimaatschap' als nieuwe naam. Dit gaat dus verder dan alleen het beheer van water. In het klimaatschap wordt een intensievere samenwerking beoogd met gemeenten, inwoners, bedrijven, boeren en natuurorganisaties. Deze voorziene verandering in de samenwerking in de regio past in de hiervoor geschetste scenario's. Daarbij passen dus ook andere schaalniveaus en ruimtelijke contexten waarin het waterschap opereert. Zodoende zal het waterschap zich als klimaatschap samen met anderen mogelijk meer direct in de woonomgeving gaan bezighouden met processen van zuivering en energieproductie.



Woonblok- buurtniveau
collectieve afvalverwerking en energieproductie
met minimaal transport en een constante aanvoer



Woonblok- buurtniveau
energiehub als basis voor collectiviteit en duurzaam samenleven,
energieproductie gecombineerd met stadslandbouw in een gemeenschappeijke kas



De vallei
tussen Nunspeet en de randmeren

CONCLUSIE

Energieketens en hun kansrijkheid in ruimtelijke zin

In dit werkboek hebben we met behulp van ontwerpend onderzoek bestudeerd hoe het waterschap naast het voorzien in de eigen energiebehoefte van regionale betekenis kan zijn in de energietransitie. Op basis van de fysieke kenmerken van het gebied waarover het waterschap het beheer voert en de eigenschappen van de beheers- en zuiveringsprocessen van het waterschap, zijn vanuit ruimtelijk perspectief kansrijke energieketens geduid; zon, wind, waterkracht en de RWZI. Elke keten levert op een specifieke manier een bijdrage aan de verduurzaming van de energieproductie, energiedistributie, het energieverbruik en energiebesparing. Hierbij zijn de ruimtelijke effecten en de potentiële ruimtelijke kwaliteit van de diverse energieketens onderzocht en in beeld gebracht. Per energieketen zijn daaruit concrete ingrepen en koersen gedestilleerd die hiernaast nogmaals worden samengevat. Hierbij benadrukken we nogmaals dat ook andere energiebronnen zoals geothermie, riothermie of koude- en warmte opslag en winning kansrijk zijn, maar dat deze vanwege hun geringe ruimtelijke impact niet verder zijn onderzocht.
Met dit beeldende en ontwerpende onderzoek is getracht met name de ruimtelijke effecten en kansen van het benutten van de energieketens te visualiseren waardoor de discussie tussen belanghebbenden in de regio over de energietransitie en de ruimtelijke impact concreter kan worden gevoerd. Omdat dit onderzoek vanuit de ruimtelijke context is gedaan, is het niet ondenkbaar dat er vanuit bijvoorbeeld de financiële, wettelijke of bestuurlijke context andere keuzes zouden worden gemaakt dan voorgesteld in dit werkboek. Dit werkboek geldt daarom niet als een blauwdruk of vaststaande koers, maar kan behulpzaam zijn in de te maken afwegingen in de transitie naar een duurzame energiehuishouding.



WIND

onderzoek de mogelijkheden voor opwekking van windenergie buiten de eigen arealen, op basis van een regionale samenwerking en overkoepelende visie

houd hierbij rekening met provinciale visies en het nationaal perspectief

WATER

benut het potentieel van warmte- en koude opslag- en winning uit het oppervlaktewatersysteem

ondersteun kleinschalige initiatieven in het gebied voor het benutten van waterkracht uit de beken, sprengen en kanalen

RWZI

zet de ingeslagen koers voor energiewinning op de RWZI voort, sluit verdere allianties om de opwekking te maximaliseren

ontwikkel de RWZI als energiepark met regionale betekenis en als aantrekkelijk vestigingsklimaat

Quick wins versus een lange termijn strategie

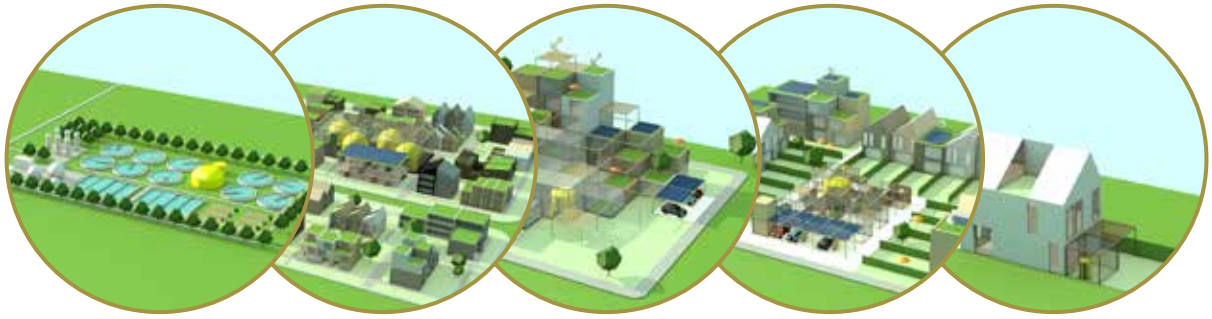
Bij het vergelijken van de verschillende energieketens wordt helder dat ketens als zon en wind gegarandeerd op korte termijn een hoog rendement leveren. Als men puur redeneert vanuit het zo snel mogelijk, een zo hoog mogelijke duurzame energieproductie op gang te brengen, zijn deze twee ketens veruit het meest interessant. Vanuit de ruimtelijke kwaliteit redenerend zijn deze vormen van duurzame energieopwekking in eerste instantie veel minder aantrekkelijk gezien de grote impact op de omgeving. Daarom is in dit werkboek ook uitvoerig onderzoek gedaan naar de waterkracht- en RWZI-keten. Deze ketens hebben vooralsnog een lager rendement, maar kunnen ruimtelijk interessantere landschappen opleveren, met een hogere ruimtelijke kwaliteit en vermoedelijk minder weerstand vanuit de omgeving. In de discussie rondom de energietransitie van het waterschap dienen daarom de quick wins (zon en wind) af te worden gezet tegen de lange termijn strategie en de kleinschaliger ingrepen zoals voorgesteld bij de waterkracht- en RWZI-keten. Daarbij is het ook denkbaar een fasering te hanteren waarbij op korte termijn op zon en wind wordt ingezet (al dan niet buiten de arealen van het waterschap), terwijl parallel wordt gewerkt aan het doorontwikkelen van de waterkracht- en RWZI-ketens voor de lange termijn. Hierin kan de RWZI-keten daadwerkelijk van grote regionale betekenis worden en heeft de waterkracht-keten vooral een lokalere en meer symbolische betekenis.

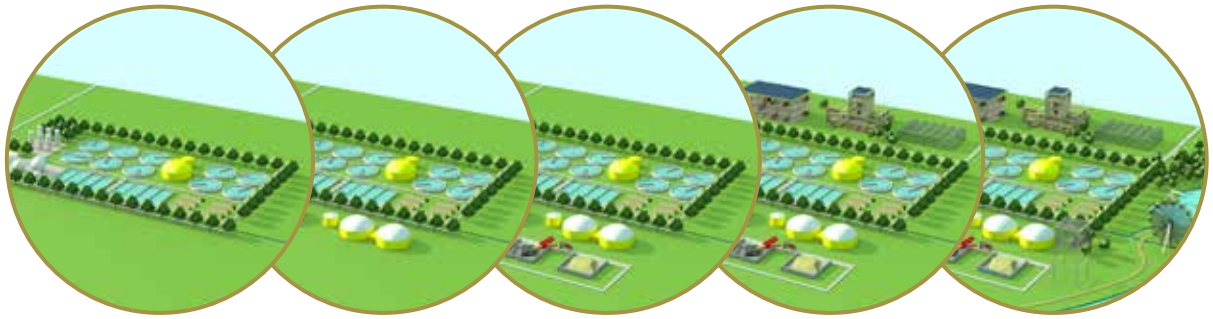
● ●

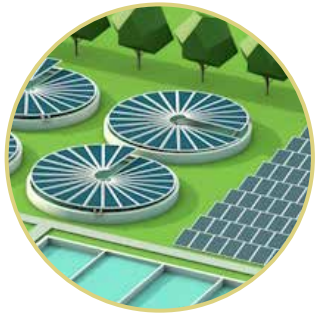
Quick wins versus een lange termijn strategie
faseren en afwegen

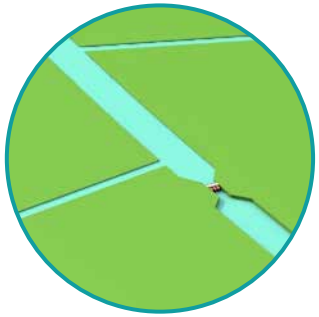
LANGE TERMIJN STRATEGIE
(met ruimtelijke kwaliteit)











QUICK WINS
(met snel rendement)



ONTWIKKELING IN DE TIJD

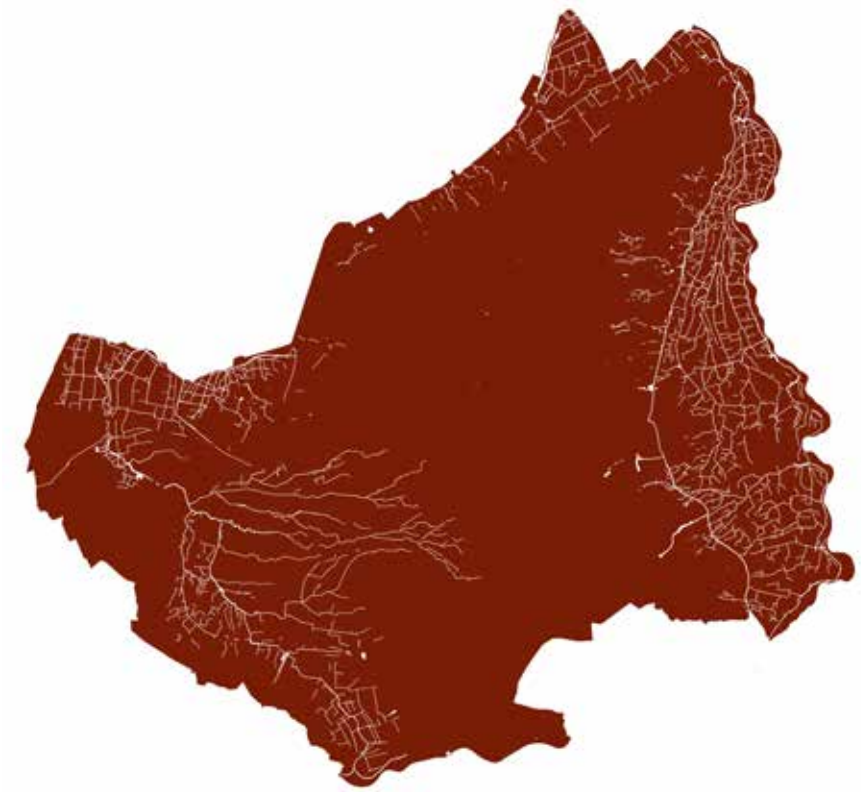
Een brede blik op de energietransitie, buiten de eigen arealen denken

In dit werkboek is de energietransitie opgevat als een regionale en nationale opgave. Zoals ook gepresenteerd in het Nationaal perspectief op Energie en Ruimte is het gezien de schaal van Nederland en de dichtbevolkte ruimte van belang om de energietransitie op een regionaal-nationaal schaalniveau te benaderen. De hoofdreden hiervoor is dat een kenmerk van de huidige gangbare fossiele energievoorzieningen is, dat het merendeel van de installaties zich in de ondergrond en buiten het zicht bevindt. Denk bijvoorbeeld aan pijpleidingen en het gasnet. Dat staat in schril contrast met sommige installaties voor duurzame energie. Windmolens en zonnepanelen zijn beeldbepalende elementen aan de horizon, waarbij windmolens soms tot wel 10 kilometer afstand zichtbaar zijn. De keuze voor het inpassen van bijvoorbeeld een windmolen op de eigen arealen, heeft dus onherroepelijk consequenties voor de gebieden buiten de eigen arealen; de ruimtelijke en maatschappelijke context. Vanuit die optiek is het essentieel om buiten de eigen terreinen te denken en samen met belanghebbenden en partners in het gebied, gedragen keuzes te maken over de inrichting van het toekomstige energielandschap.



● ●

Breder kijken dan de eigen arealen
een waardevolle rol op regionaal en nationaal niveau





Samenwerking als succesfactor, niet als beperking

In de studie naar de diverse energieketens kwam meermaals naar voren dat samenwerking met verschillende partners in het gebied (inwoners, bedrijven, boeren, etc.) waardevol en noodzakelijk is. Binnen bestaande en nieuw te vormen allianties kunnen grondstoffen worden uitgewisseld waarbij het restproduct van de ene speler, de grondstof voor de andere speler is. Hoe beter, hoe slimmer en hoe intensiever de samenwerking is, hoe meer rendement er uit het benutten van grondstoffen kan worden gehaald. Goede samenwerking is dus een succesfactor binnen de energietransitie en ontwikkeling naar een circulaire economie. Echter kan de noodzaak tot samenwerking geen reden zijn om, wanneer deze allianties nog niet bestaan of nog niet optimaal functioneren, innovaties en transities helemaal niet- of met vertraging in gang te zetten. De noodzaak om energieneutraal te worden is groot en vraagt om concrete acties op korte termijn. Juist het waterschap kan vanwege haar regionale belang en functie een voortrekkersrol innemen in de overgang naar een meer duurzame energiehuishouding. Vanuit deze rol gaat de invloed van het waterschap dan ook verder dan alleen de eigen systemen en arealen, maar kan het waterschap (of de Unie van waterschappen) op nationaal niveau een zeer waardevolle bijdrage leveren aan de energietransitie.

Meedoen in het klimaatschap

Het waterschap heeft deze ambitie deels al concreet gemaakt in de overgang naar het eerder genoemde klimaatschap. Binnen het klimaatschap wordt actief ingezet op de terugwinning van grondstoffen uit de watercyclus en het leveren van een bijdrage aan een duurzamere economie. Andere spelers in de regio zouden vanuit de gedachte van de energieketens kunnen aanhaken bij deze ambitie door zowel leverancier van grondstoffen als afnemer van energie en producten te zijn. Zoals uiteengezet bij de RWZI-energieketen ontstaat zo de kans voor een wederkerig en regionaal verankerd netwerk van diverse spelers die inzetten op duurzame energie en circulariteit. Vanuit die optiek kan het klimaatschap breder worden opgevat dan alleen het waterschap zelf; het klimaatschap als regionale coöperatie waarin met diverse partners wordt samengewerkt aan een duurzame toekomst.

Aanbevelingen

We hopen dat dit werkboek een verfrissend perspectief biedt op de energietransitie als ruimtelijke opgave. Uit dit onderzoek komen wat ons betreft een aantal lessen en aanbevelingen naar voren die we hier samenvatten.

- Beschouw de energietransitie ook als ruimtelijke opgave

Waar de traditionele fossiele energiebronnen vooral ondergronds georganiseerd zijn, hebben duurzame vormen van energie zoals wind- en zonne-energie een grote ruimtelijke impact. Afwegingen om vormen van duurzame energieopwekking toe te passen vanuit het rendement, investeringen of vigerend beleid dienen daarom altijd te worden afgezet tegen de ruimtelijke impact.

- Verbinden met regionale en nationale visies

In Nederland zijn veel individuen, bedrijven, instanties en overheden met de energietransitie bezig. Elke speler vertegenwoordigt een eigen grondgebied en potentieel met betrekking tot duurzame energie. Gezien het geringe en dichtbevolkte oppervlak van Nederland is afstemming tussen de verschillende visies en initiatieven essentieel om tot een waardevol energielandschap te komen. Daarom is het van belang rekening te houden met visies op regionaal en nationaal niveau die het schaalniveau van de eigen arealen overstijgen.

- Uitgaan van gebiedskarakteristieken

Bij het vormgeven en inrichten van een energielandschap is nooit sprake van een onbeschreven blad (tabula rasa). De ruimtelijke context, het huidige landschap, is er al en vertegenwoordigt diverse belangen en waarden voor degenen die er in wonen en werken. Het ontwerpen van energielandschappen dient daarom verbonden te worden met de karakteristieken van een gebied om zo tot plek-specifieke oplossingen te komen die recht doen aan landschappelijke, cultuurhistorische en maatschappelijke waarden in het gebied.

• Partners zoeken en verbanden leggen

Samenwerking is cruciaal in de energietransitie. Bijvoorbeeld op het gebied van de uitwisseling van grondstoffen binnen energieketens, zodat bijvoorbeeld het afval van de ene partner de input voor de energievoorziening van de andere partner kan zijn. Maar ook op ruimtelijk vlak zijn verbindingen essentieel. Door visies en initiatieven af te stemmen wordt verrommeling van het landschap voorkomen en ontstaan waardevollere energielandschappen met meervoudige betekenissen en meervoudig ruimtegebruik.

• Buiten de eigen arealen denken en doen

Met name de energieketens en de uitwisselingen van grondstoffen blijken een interessante basis voor de energietransitie en de rol van het waterschap hierin. Deze energieketens beperken zich niet altijd tot de grondeigendommen van het waterschap. Vanuit ruimtelijk perspectief is het gezien de landschappelijke karakteristieken en de soms beperkte grootte van de arealen kansrijk om ook buiten de grondeigendommen van het waterschap naar kansrijke locaties voor duurzame energieopwekking te zoeken. Denk bijvoorbeeld aan windenergie, waarbij door aan te sluiten op bestaande structuren aan de rand van het beheersgebied van het waterschap, verdere fragmentatie van waardevolle landschappen kan worden voorkomen. Zo kan een strategie worden ontwikkeld waarbij lokaal wordt bekeken welke landschappen voor welke vorm van energieopwekking het meest geschikt zijn. Een dergelijke strategie heeft in het Nationaal perspectief concreet vorm gekregen.



Het klimaatschap
als regionale coöperatie

LITERATUUR EN BRONNEN

Energie en Ruimte - een nationaal perspectief
Sijmons, D., FABRICations, H+N+S, POSAD, Studio Marco Vermeulen, & NRGlab/Wageningen Universiteit. (2017). Energie & Ruimte. Rotterdam, Nederland: Vereniging Deltametropool.

Landschap en Energie
Sijmons, D., (2014). Landschap en Energie. Amsterdam, Nederland: nai010.

Provinciaal georegister Provincie Gelderland
Diverse datasets, geraadpleegd via www.provinciaalgeoregister.nl (2017).

Cijfers energiehuishouding waterschap
Arcadis, CBS, Rijksdienst voor ondernemend Nederland, & Unie van Waterschappen. (2016). Energie onder één noemer [Dataset].

Huidige aandeel hernieuwbare energie
CBS. (2017, 30 mei). Aandeel hernieuwbare energie 5,9 procent in 2016. Geraadpleegd op 1 september 2017, van https://www.cbs.nl/nl-nl/nieuws/2017/22/aandeel-hernieuwbare-energie-5-9-procent-in-2016

Potentie koude- en warmte- opslag
Unie van waterschappen. (2016, 26 oktober). Energiecoalitie: Energie in het waterbeheer optimaal benutten. Geraadpleegd op 1 september 2017, van https://www.uvw.nl/energiecoalitie- energiekansen-in-het-waterbeheer/

Watergebruik per dag
Vitens. (2013). Hoeveel water gebruiken we per dag? Geraadpleegd op 1 december 2017, van https://www.vitens.nl/meer-informatie/hoeveel-water-gebruiken-we-per-dag

Arealen en onderdelen waterschap
Waterschap Vallei en Veluwe. (z.j.). Kengetallen. Geraadpleegd op 1 september 2017, van https://www.vallei-veluwe.nl/organisatie/kengetallen/

Opbrengst bio-energiecentrale Harderwijk
Waterschap Vallei en Veluwe. (2016, 28 september). Nieuwe Bio-energiecentrale Harderwijk. Geraadpleegd op 1 november 2017, van https://www.vallei-veluwe.nl/actueel/nieuws/nieuws-2016/september/nieuwe-bio/

Restwarmte levering zuidbroek Apeldoorn
Roeleveld, P., Roorda, J., & Schaafsma, M. (2010). Op weg naar de RWZI van 2030 (Stowa). Geraadpleegd van http://www.stowa.nl/Upload/publicaties/rwzi.pdf

Stuwgegevens waterschap Vallei en Veluwe
Waterschap Vallei en Veluwe. (z.j.). Waterstanden [Dataset]. Geraadpleegd op 1 november 2017, van http://wvv.media02.iprox.nl/valleienveluwe/fews/index.html

Gegevens Smartstuw pilotproject Asschat
Waterschap Vallei en Veluwe. (2017, 3 oktober). [Cijfers en grafieken van Smartstuw in Stuw Asschat] [Dataset]. Geraadpleegd op 1 november 2017, van https://www.vallei-veluwe.nl/

Gegevens stuw Hezenberg
Frederiks, C. (2011, januari). Waterkrachtcentrale op de Veluwe. Ingenieus, 2(1), 4-7. Geraadpleegd van http://www.tauw.nl/fileadmin/downloads/ingenieus_2011-1.pdf

Gegevens stuwmeer Serre-Poncon
Tourism Serre-Poncon. (z.j.). Barrage de Serre - Poncon. Geraadpleegd op 1 november 2017, van https://www.serreponcon-tourisme.com/le-barrage-de-serre-poncon.html

Wikipedia. (2016, 27 april). Lac de Serre-Poncon. Geraadpleegd op 1 november 2017, van https://nl.wikipedia.org/wiki/Lac_de_Serre-Pon%C3%A7on

Gegevens stuwmeer Bütgenbach
Wikipedia. (2017). Meer van Bütgenbach. Geraadpleegd op 1 november 2017, van https://nl.wikipedia.org/wiki/Meer_van_B%C3%BCtgenbach

Webredacteur Belga. (2003, 27 oktober). Meer van Bütgenbach drooggelegd voor werken tijdens zomer 2004. Gazet van Antwerpen. Geraadpleegd van http://www.gva.be/cnt/oid268225/archief-meer-van-butgenbach-drooggelegd-voor-werken-tijdens-zomer-2004

Opbrengst windmolens
Raedthuys pure energie. (2015, 14 december). Windpark Maanderbroek (Ede). Geraadpleegd op 1 november 2017, van http://www.raedthuys.nl/wind/projectoverzicht/project/173/windpark-maanderbroek-ede

RVO. (z.j.). Windenergie op land. Geraadpleegd op 1 november 2017, van https://www.rvo.nl/onderwerpen/duurzaam-ondernemen/duurzame-energie-opwekken/windenergie-op-land/techniek/opbrengst

Opbrengst zonnepanelen
Debets bv. (2014). Windmolenpark v.s. zonneweide. Geraadpleegd van https://www.aaenhunze.nl/bis/dsresource?objectid=848a0abb-0631-48bb-8f42-46efe9d5a164&type=PDF

Energieverbruik gezinnen
Milieu centraal. (z.j.). Gemiddeld energieverbruik. Geraadpleegd op 1 november 2017, van https://www.milieucentraal.nl/energie-besparen/snel-besparen/grip-op-je-energierekening/gemiddeld-energieverbruik/

Gemiddelde grootte huishouden
Compendium voor de Leefomgeving. (2014, 24 januari). Huishoudens, 2000-2013. Geraadpleegd op 1 november 2017, van http://www.clo.nl/indicatoren/nl2114-huishoudens

Dieren per gemeente
Dam, Y. (2015, 5 februari). Wonen in jouw stad ook meer varkens dan mensen. NRC handelsblad. Geraadpleegd van https://www.nrc.nl/nieuws/2015/02/05/wonen-er-in-jouw-gemeente-ook-meer-dieren-dan-mensen-a1497881

GFT per jaar per persoon
Milieu centraal. (z.j.). Afval scheiden: cijfers en kilo's. Geraadpleegd op 1 november 2017, van https://www.milieucentraal.nl/minder-afval/afval-scheiden-cijfers-en-kilos/

Opbrengst biogas uit gft en autorijden op biogas
Ministerie van Economische Zaken, Landbouw en Innovatie. (2002). Bio-energie - Input. Geraadpleegd van https://www.rvo.nl/sites/default/files/bijlagen/Bio-energie%20-%20Input%20-%20Groente-,%20fruit-%20en%20tuinafval%20(gft).pdf

Energiewaarde biogas en aardgas
Stowa. (2011). Optimalisatie WKK en Biogasbenutting. Geraadpleegd van http://edepot.wur.nl/189798

Biogas per maaltijd
Sacher, N., Dumlao, M. I. R., Gensch, R., & SSWM. (2014). Direct Use of Biogas. Geraadpleegd op 1 november 2017, van https://www.sswm.info/content/direct-use-biogas

Energetische waarde ontlasting
Vinnerås, B. (2002). The performance and potential of faecal separation and urine diversion to recycle plant nutrients in household wastewater. Bioresource Technology, 84(3), 275-282. doi:10.1016/S0960-8524(02)00054-8.

Arti Systeem
H. Vanderstadt. (2011, 21 augustus). Het autonome huis [Nieuwsbrief]. Geraadpleegd op 1 november 2017, van http://www.eco-housing.be/nieuwsbrief3.pdf

Extremer weer door klimaatverandering
RTL nieuws. (2017, 15 september). Verzekeraars: meer schade door noodweer vanwege klimaatverandering. Geraadpleegd op 1 november 2017, van https://www.rtlnieuws.nl/nederland/verzekeraars-meer-schade-door-noodweer-vanwege-klimaatverandering

COLOFON

NOHNIK architecture and landscapes - Utrecht en Enschede

januari 2018

www.nohnik.nl
info@nohnik.nl

Opdrachtgevers: College van Rijksadviseurs onder het programma Young Innovators & waterschap Vallei en Veluwe

Speciale dank aan het College van Rijksadviseurs, de organisatie van Young Innovators en alle deskundigen van waterschap Vallei en Veluwe

Alle foto's, kaarten, illustraties en visualisaties zijn gemaakt door NOHNIK architecture and landscapes, tenzij anders vermeld.

© 2018 NOHNIK architecture and landscapes

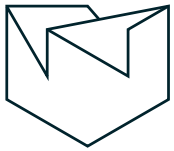
Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand of openbaar gemaakt worden in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch of door fotokopieën, opname, of op enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de auteur.

werkboek energietransitie

waterschap Vallei en Veluwe

YOUNG INNOVATORS 2017

College van Rijksadviseurs



NOHNIK

ARCHITECTURE & LANDSCAPES