



De stad van 2120: natuurlijk!



WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH

wur.nl

Arnhem over 100 jaar: de stedelijke omgeving in vogelvlucht

Hoe ziet de stad van de toekomst eruit? Op deze landkaart is het ontwerp samengevat in 6 kernpunten. Eén ding is zeker: in zo'n stad is het heerlijk wonen. Benieuwd hoe we tot onze conclusies zijn gekomen? Blader gauw verder!



1 We hebben meer huizen nodig!
Er komen woontorens op de Veluwe en oude dorpskernen liggen achter brede nieuwe dijken. En het dorp van de toekomst? Dat is een drijvend dorp!



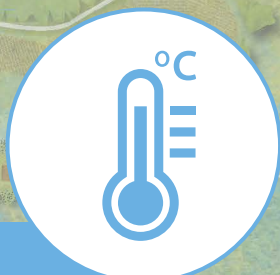
4 Nieuwe meren op de Veluwe vormen een 'batterij' van duurzame energie. Op het hoge plateau ten noorden van de stad ligt een groot windturbinepark.



2 Rijwegen zijn smaller, auto's rijden zelf. Delen van de stad zijn autovrij. Shop je online een nieuwe outfit, dan wordt die bezorgd per drone.



5 Arnhem en Nijmegen omarmen de Rijn en de Waal. De twee rivieren delen één stroomgebied, met genoeg ruimte om te overstromen.



3 Zomers zijn heet in de stad!
Speciaal aangelegde 'windbanen' voeren frisse lucht aan. Om de straten koel te houden, is veel asfalt vervangen door groen.



6 Edelherten leven niet meer alleen op de Veluwe, maar ook in het rivierengebied. Ze hebben één aaneengesloten leefgebied gekregen.

Durf vooruit te kijken

Hoe zien Nederlandse steden er over honderd jaar uit? Eén ding is zeker: we krijgen te maken met grote uitdagingen. De aarde warmt op, de bevolking vergrijst. We moeten onze energie duurzaam gaan opwekken. Het is vaker extreem droog en heet, of er is juist veel regen. En het water komt steeds dichterbij – de zeespiegel stijgt, rivieren overstroomden sneller. Daardoor wordt het westen van Nederland misschien wel deels onbewoonbaar.

Met zo'n vooruitzicht kun je bij de pakken neer gaan zitten. Maar je kunt ook kijken naar wat er wél kan. Twee jaar geleden schetste Wageningen University & Research (WUR) een positief toekomstscenario: *Nederland 2120* (Baptist et al., 2019). In dat verhaal schetsen we hoe Nederland een gidsland kan zijn voor een groene toekomst. Een land dat vooroploopt in de transitie naar een duurzame samenleving. Die boodschap van hoop bleek enorm aan te slaan.

'We willen een inspirerend, gedurfd én realistisch verhaal vertellen'

In dit verhaal zoomen we verder in: wat betekent zo'n scenario voor de stad van de toekomst? We nemen Arnhem als voorbeeld, om te laten zien hoe de stedelijke omgeving er over honderd jaar uit zou kunnen zien. Kúnnen, ja, want dit toekomstbeeld is niet in beton gegoten. We schetsen geen blauwdruk, maar een denkrichting. We willen een inspirerend, gedurfd én realistisch verhaal vertellen. Het natuurlijke systeem en het welzijn van de mens zijn daarbij ons uitgangspunt.

Stip op de horizon

We gaan uit van een maatschappij die is aangepast aan klimaatverandering. Een wereld bovendien, waarin mensen zó leven dat de aarde niet nog verder opwarmt. Hoe zien energievoorziening, natuur, verkeer en wonen er dan uit? De inhoud kwam tot stand op basis van wetenschappelijke kennis uit verschillende vakgebieden.

Ver vooruitblikken is meer dan een leuke denkoefening. Het is nodig. In december 2021 riep de Deltacommissaris op om in de woningbouw meer rekening te houden met het veranderende bodem- en watersysteem (Glas, 2021). Zo'n 820.000 nieuwe woningen in Nederland zijn gepland in gebieden die kwetsbaar zijn voor klimaatverandering. Anders gezegd: we plannen nu nog nieuwe huizen op plekken die straks misschien wel overstroomden. We moeten op de lange termijn durven te kijken, stelt de commissaris. Wat gebeurt er als we écht ver vooruitblikken? Hoe beïnvloedt zo'n stip op de horizon de keuzes die we vandaag maken?

Slimme oplossingen

Een integrale aanpak is nodig, anders komen we letterlijk ruimte tekort. Daarom onderzoeken we hoe verschillende oplossingen elkaar beïnvloeden en versterken. Een overschot aan rivierwater kan bijvoorbeeld worden gebruikt om energie op te slaan. Zelfsturende auto's hebben minder asfalt nodig, waardoor in de stad meer ruimte is voor groen. En woningen? Die kunnen ook drijven!

In dit scenario laten we zien hoe de stad van de toekomst eruit ziet, als we het natuurlijk systeem leidend maken. Dat levert een veerkrachtige, gezonde, groene stad op. Benieuwd hoe we het aanpakken? Lees gauw verder. We wensen je veel kijk- en leesplezier.

Namens het projectteam Arnhem 2120,

Tim van Hattum
Programmaleider Klimaat,
Wageningen University & Research

Het landschap als basis

In deze toekomstverkenning is de stad aangepast aan het veranderde klimaat en andere grote vraagstukken, zoals het tekort aan woningen en de overgang naar duurzame energie. Aan de basis van het ontwerp liggen 5 leidende principes; je vindt ze op pagina 23. Deze uitgangspunten zijn gebaseerd op die van het 'Nederland 2120'-scenario. We hebben ze toegespitst op de stedelijke omgeving.

Vergeet niet dat dit scenario een vrije denkoefening is. In plaats van de stad Arnhem hadden we ook een ander voorbeeld kunnen nemen. We willen onderzoeken hoe je natuurlijke omstandigheden kunt gebruiken om vorm te geven aan de stad van de toekomst. Graag laten we zien wat voor aantrekkelijke, aangename omgeving dat oplevert.

Waarom Arnhem?

Wil je weten hoe de Nederlandse stad er in de toekomst uitziet, dan kun je elke stedelijke omgeving als voorbeeld nemen. Toch zullen de oplossingen die je kiest verschillen. Dat hangt af van het landschap en de ligging van de stad.

Ligt een stad bijvoorbeeld aan een zee of rivier? Op veen, klei of zand? Zijn er in de zomer hitteproblemen? Hoeveel woonruimte is er? Hoe verplaatsen inwoners zich door de omgeving? Waar halen ze hun voedsel, water en elektriciteit vandaan? Al die omstandigheden maken Den Haag, Amsterdam, Dordrecht en Arnhem tot heel verschillende steden, ook al liggen ze allemaal in Nederland.

Hier kiezen we voor Arnhem, omdat deze stad op de grens ligt van twee Nederlandse landschapstypen: de hogere zandgronden en het rivierengebied. Ofwel, op de grens van de Veluwe en de Rijn. Deze casus is een voorbeeld voor andere steden in dit soort landschappen. De ontwerpvoorstellen voor de hooggelegen gebieden kun je bijvoorbeeld ook toepassen op delen van

Nijmegen, Apeldoorn of Bergen op Zoom. De voorstellen voor de laaggelegen gebieden zijn ook toepasbaar op steden in Noord- en Zuid-Holland.

De hoge zandgronden

In lijn met het recente advies van de Deltacommissaris (december 2021) gaan we steeds meer wonen en werken op de hoger gelegen zandgronden. Wel zo veilig, als het water stijgt! Natuurlijk betekent deze 'verhuizing' een grote verandering voor het oosten van Nederland. Steden worden er groter en de economie groeit.

Het rivierengebied

Door Nederlandse rivieren stroomt over honderd jaar veel meer water, want het gaat vaker hard regenen. Daarnaast reikt de invloed van de zee veel verder landinwaarts. Om al dat water aan te kunnen, hebben we bredere rivierbeddingen nodig. Op sommige plekken wordt het risico op overstrooming te groot; daar zullen 'gewone' huizen moeten worden vervangen. Nu al kunnen we andere woonvormen verkennen, bijvoorbeeld drijvende woningen van lokaal verbouwd hout.



Rondje Arnhem: een reis door de regio

Stel, je maakt in het jaar 2120 een fietstocht door de omgeving van Arnhem. Wat kom je dan allemaal tegen? We nemen je mee naar de 3 belangrijkste gebieden: de Veluwe, de flanken van de Veluwe en het rivierengebied van Rijn en Waal.

3 typen landschappen

Het gebied in en rondom de stad bestaat in het jaar 2120 uit 3 typen landschappen. Elk gebied heeft een eigen invulling, die het beste past bij het natuurlijke landschap:

1 In het noorden vind je de **Veluwe**, een gebied waar mensen wonen in het groen. Je vindt er loofbossen, open grasvlaktes en zandverstuivingen. Ook kom je houtzagerijen tegen, waar we materialen maken om huizen mee te bouwen.

De nieuwe Veluwe: een gebied met loofbos en open velden. Rondom de meren is het natter, waardoor er bloemen bloeien. Tussen de bomen wonen mensen in houten appartementen, en op de hoogste delen van het gebied staan grote windturbines. Er leven veel dieren, zoals otters, reeën, herten en allerlei soorten vogels. Heb je de wolf al gespot? ▾



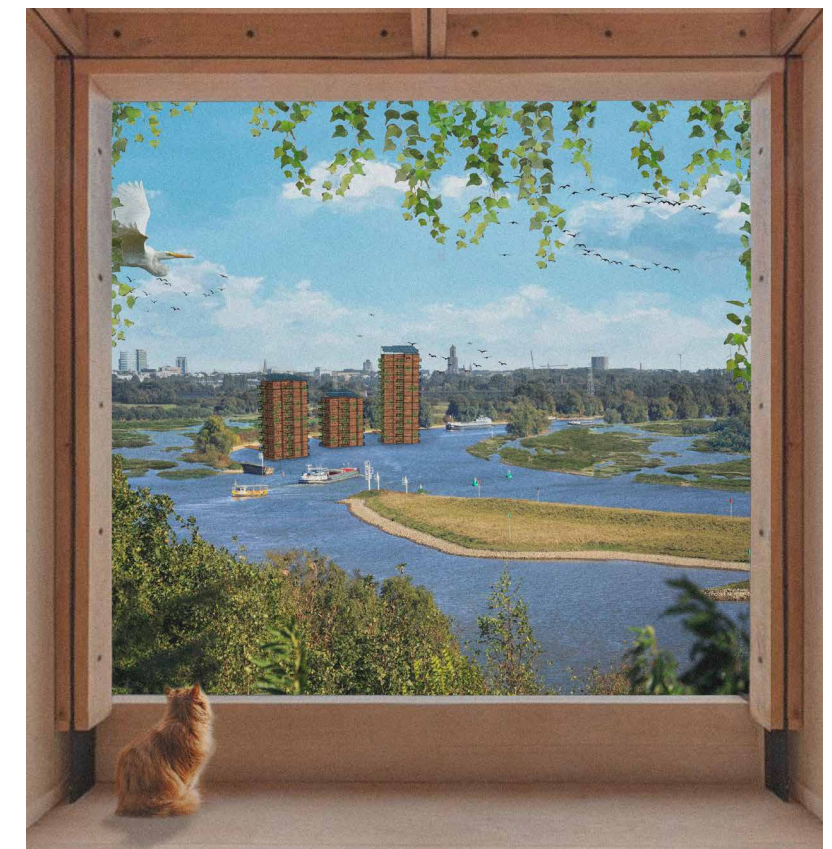
2 Fiets je naar beneden, dan beland je op de **flanken van de Veluwe**. Hier ontmoeten de nieuwe stad, de historische stad en de natuur elkaar. Stap even van je fiets en wandel langs een van de brede sprengbeken. Pak een terrasje, of neem een duik bij de watervallen.

Zo ziet de stad op de flanken eruit. Tussen de met groen bedekte gebouwen waait een frisse wind. Ook brede beken met watervalletjes brengen verkoeling. In de lucht zoeven transportdrones naar hun bestemming. ▾



3 Rijn en Waal vormen het hart van het derde landschapstype: het **rivierengebied**. Dit landschap verandert het hele jaar door! Bij hoog water varen bewoners met een bootje naar hun drijvende woning. Soms is er ook een weg op palen. Dankzij nieuwe typen landbouw en viskwekerijen kunnen we in dit gebied altijd voedsel verbouwen.

Vanuit je appartement in een van de drijvende woontorens heb je prachtig uitzicht over de rivier. Het midden van de Rijn is breed genoeg voor schepen. Langs de oevers liggen moerassen en wilgenbossen. Zilverreigers vliegen langs het raam. In de verte zie je het stadscentrum. ▶



1. De Veluwe

Omdat de hoge zandgronden veilig hoog liggen, vervullen deze gebieden in het jaar 2120 een belangrijke rol in Nederland. Vanwege het stijgende water verhuizen veel mensen weg uit de Randstad. Om die toestroom van inwoners aan te kunnen, zijn rondom Arnhem veel nieuwe woningen nodig. Ook op delen van de Veluwe komt nieuwbouw. Stad en natuur lopen daar vloeiend in elkaar over.

Knooppunt voor transport en energie

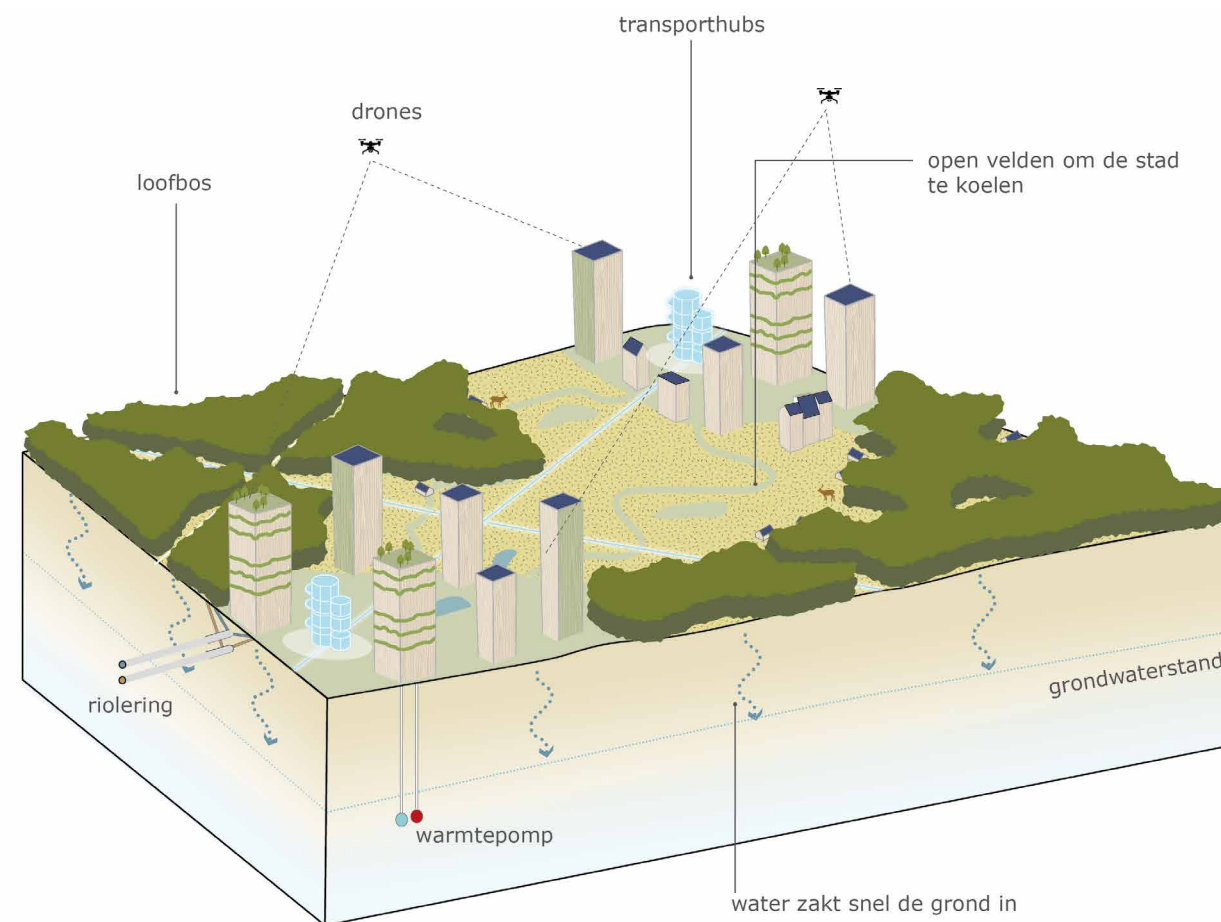
De A12 ligt verborgen onder een kilometerslang groendak. Kom je van buiten Arnhem, dan bereik je het centrum het makkelijkst via een transportknooppunt op de Veluwe. Hier vind je ook parkeerplaatsen voor zelfrijdende auto's. Op de hoge gebieden van de Veluwe vangen clusters windturbines de wind, die daar flink waait.

Van naaldbos naar loofbos

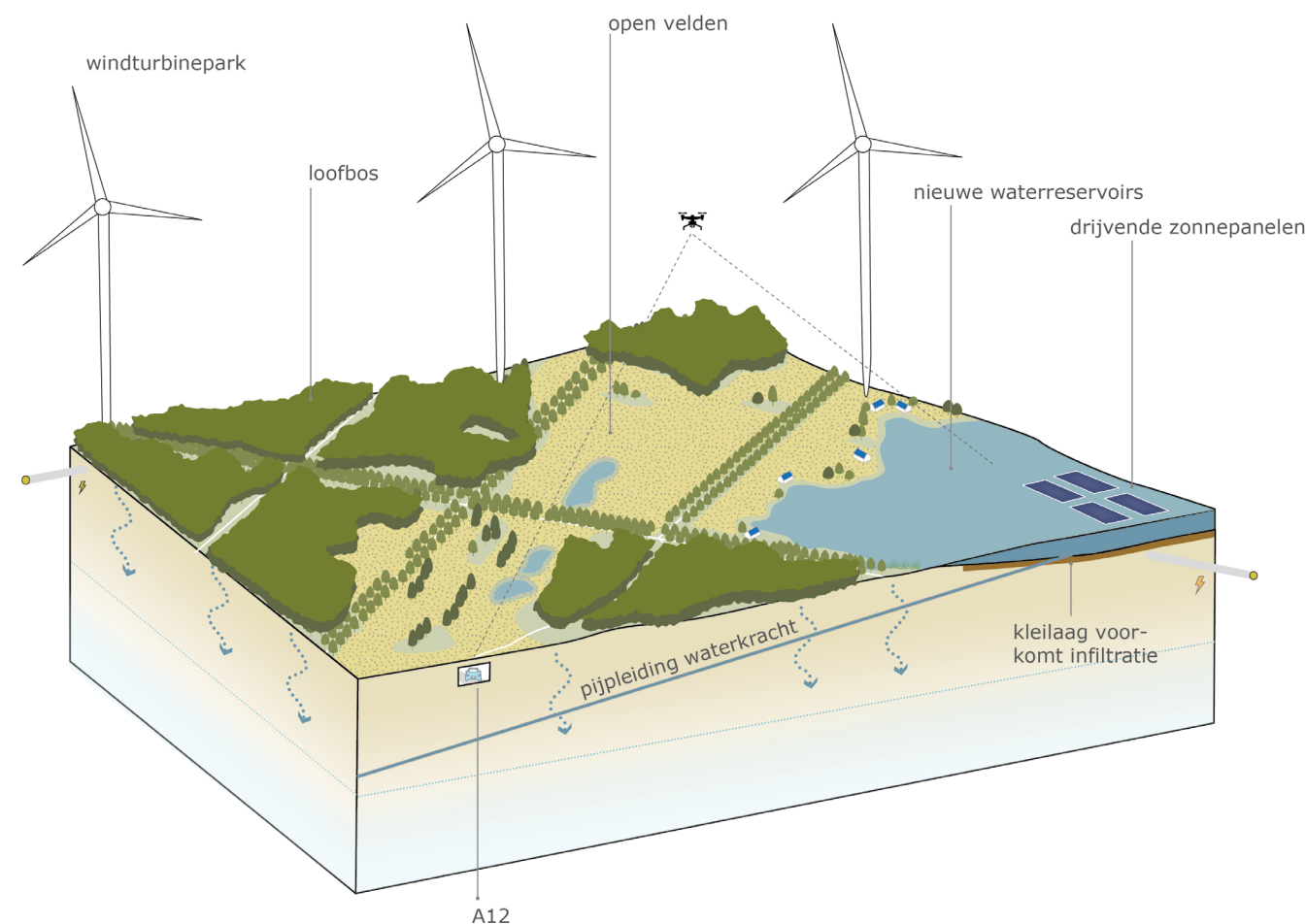
Naaldbomen op de Veluwe slurpen nu nog veel grondwater op. Om droogte tegen te gaan, zijn de naaldbossen daarom vervangen door loofbossen en open graslanden waar ook heide groeit. Mooi. Er verdampt minder water. Op de Veluwe groeien geen dennenbomen meer, maar vooral eiken, berken en beuken. Ze worden gebruikt om woningen in de regio mee te bouwen. De zandgrond leent zich ook goed voor natuurlijke waterzuivering. Meer regenwater infiltreert in de grond en komt duurzaam beschikbaar als drinkwater. Welkom in de Veluwse waterleidingduinen!

De grote waterbatterij

Op de Veluwe liggen verschillende waterreservoirs. Bijvoorbeeld op plekken waar al leem in de ondergrond zit. Deze nieuwe meren vormen samen een soort grote 'batterij'. Als we te weinig elektriciteit uit zon en wind kunnen halen, gebruiken we dit water om energie mee op te wekken.



Op de Veluwe ontmoeten de nieuwe stad en de natuur elkaar.



Op de Veluwe vind je in 2120 loofbossen en open velden. We gebruiken het gebied om energie op te wekken én op te slaan.



2. De flanken van de Veluwe

Brede stukken water en groen verbinden Veluwe, stad en rivierengebied. De flanken kenmerken zich door deze 'groene vingers' – stroken natuur van boven naar beneden. Daartussen ligt de stad Arnhem: het historische centrum, landgoederen en sfeervolle wijken en parken. Bestaande en nieuwe bebouwing wisselen elkaar af. Het huidige gebied is zo veel mogelijk behouden.

Koel wonen dankzij groen en water

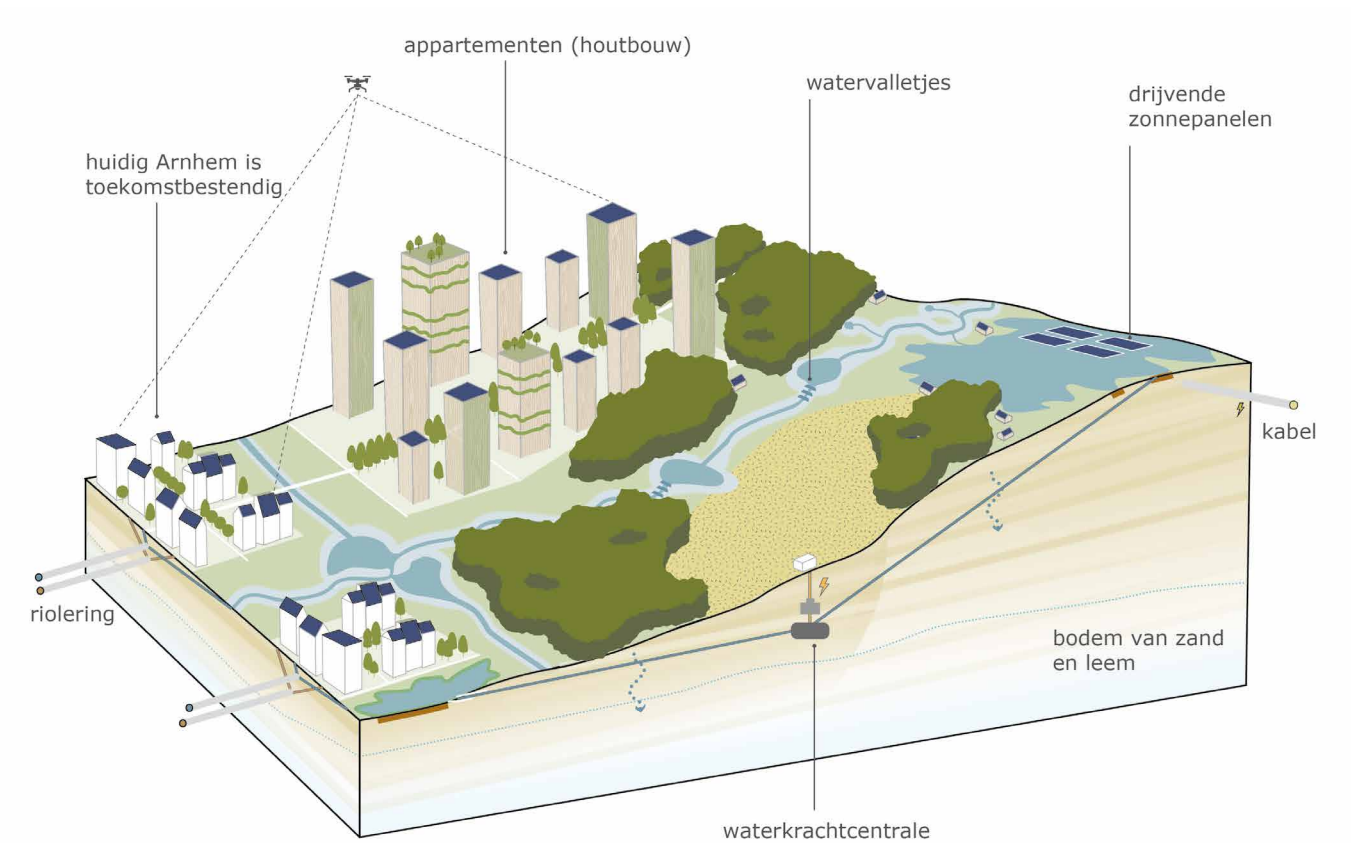
Dankzij de open 'groene vingers', die doorlopen tot in de straten van het centrum, waait in de zomer een verkoelend briesje door de stad. Om deze verkoelende functie goed te laten werken, zijn nieuwe appartementencomplexen zó geplaatst dat de wind lekker tussen de gebouwen door waait.

Bever ontmoet edelhert

De smalle beekjes die van de Veluwe naar de Rijn stromen, zijn flink verbreed. De beken lopen door de stad én daarbuiten. Buiten de stad liggen de beken in een groot, aaneengesloten natuurgebied. Dat bestaat uit stukken bos die zijn doorgetrokken richting de rivier. Edelherten uit het bos en bevers uit het rivierengebied ontmoeten elkaar hier.

Hoogteverschil benutten

We maken slim gebruik van het hoogteverschil op de flanken én van het overtollige rivierwater. Dat water pompen we eerst omhoog. Het wordt verzameld in meren op de Veluwe, die fungeren als 'waterbatterij'. Vervolgens stroomt het ondergronds door buizen weer omlaag, naar een waterkrachtcentrale. Dat heet pumped-storage waterkracht.



Op de flanken lopen de beekdalen als 'groene vingers' door in het stedelijk gebied.



3. Het rivierengebied

Het leven in het rivierengebied deint mee met de standen van het water. Dit gedeelte van de regio kent van nature hogere en lagere delen; dat reliëf is in ons ontwerp versterkt. In de lage gebieden krijgt de rivier alle ruimte. Bij hoog water lopen ze onder. Tussen de overstroombare gebieden liggen oude dorpen, nieuwe terpdorpen en verschillende vormen van landbouw. Langs de rivier drijven honderden waterwoningen – van hoogbouw tot villa's en 'gewone' huizen.

Historische dorpskernen omringd door dijken

Een aantal historische dorpskernen ten zuiden van Arnhem blijven bewaard. Ze liggen eigenlijk te laag, maar worden beschermd door nieuwe superbrede dijken. Via bruggen zijn de dorpen verbonden met de stad. In de dorpen wonen bakkers, advocaten en leraren in dezelfde straat, want je vindt er huur- en koopwoningen in allerlei prijsklassen bij elkaar.

Waterteelt en strokenlandbouw

Voedsel voor de eigen inwoners van de regio produceren we vlak bij dorpen en lokale markten. Of het gebied nu droog is of onder water staat; we kunnen er altijd eten verbouwen. Zo is 'waterteelt' populair: boeren verbouwen

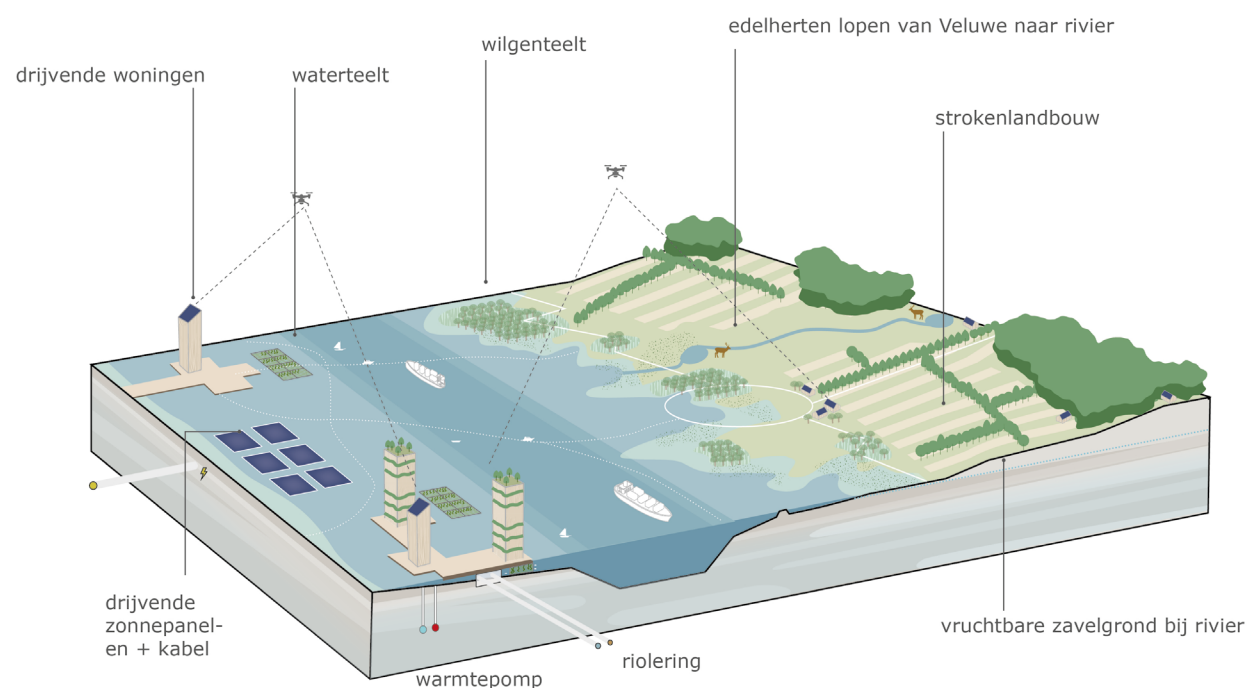
groenten in drijvende bakken op het water. Op de rijke bodems van het rivierengebied vind je strokenlandbouw. Dat is landbouw waar allerlei soorten groenten en granen naast elkaar groeien op rijke, biodiverse akkers. Viskwekerijen voorzien het hele jaar door in voedsel.

Broedplek van leven

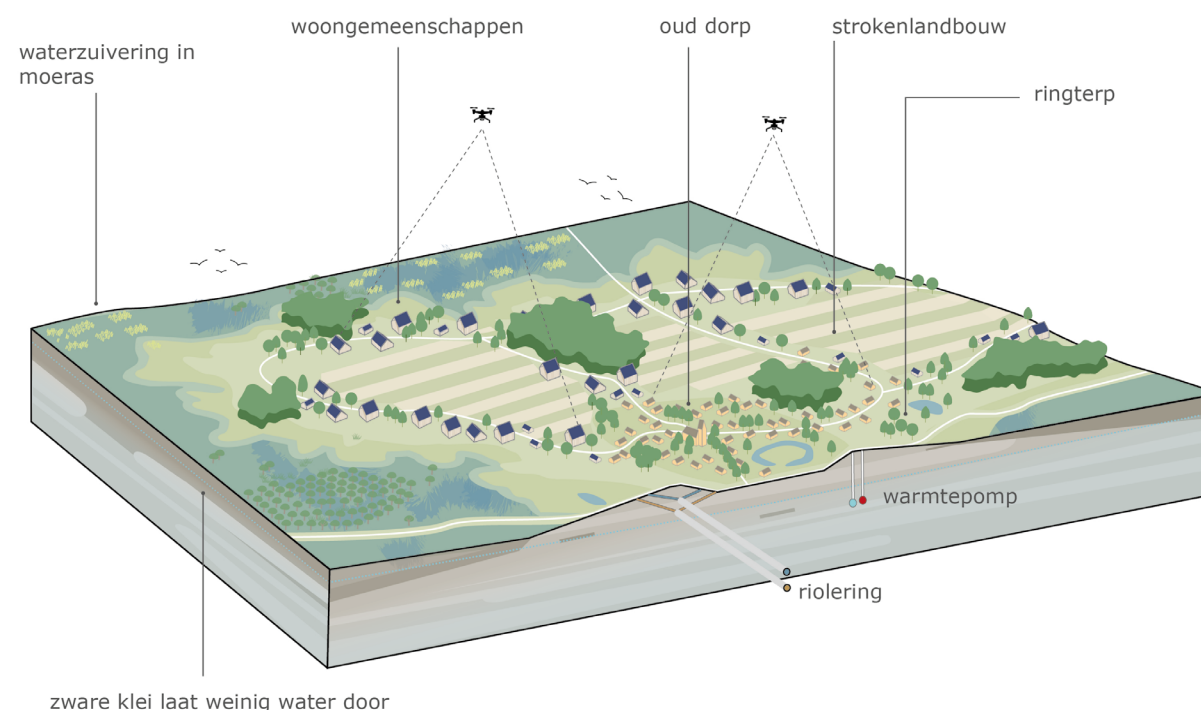
In het rivierengebied vind je een stedelijk moerasgebied met veel verschillende planten en dieren, waaronder otters en reigers. In het moeras zijn grootschalige helofytenfilters aangelegd, een natuurlijk systeem van waterzuiverende planten.

Hightech-voedselproductie en bedrijvigheid op terpen

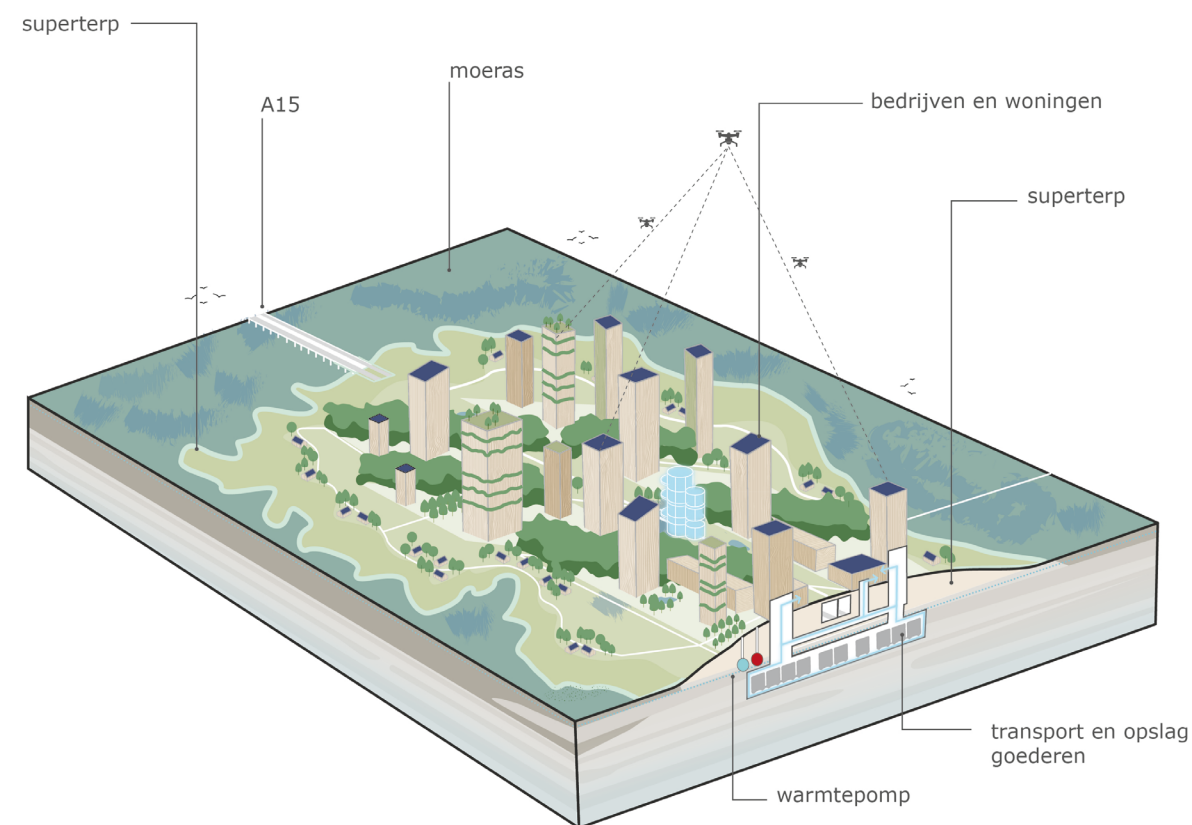
Het rivierengebied wordt doorkruist door de A15, die nieuwe terpen met elkaar verbindt en grotendeels over bruggen loopt. Op de terpen vind je naast woningen ook (verticale) stadslandbouw en bedrijven die zich richten op de internationale markt. Deze bedrijven zijn door de vernieuwde A15 verbonden met Duitsland en de rest van Europa. Voedsel wordt hier los van de grond verbouwd. Denk aan hightech voedsel flats, waar groenten en champignons in gestapelde lagen worden geteeld.



In het rivierengebied bewegen mensen mee met de dynamiek van Rijn en Waal.



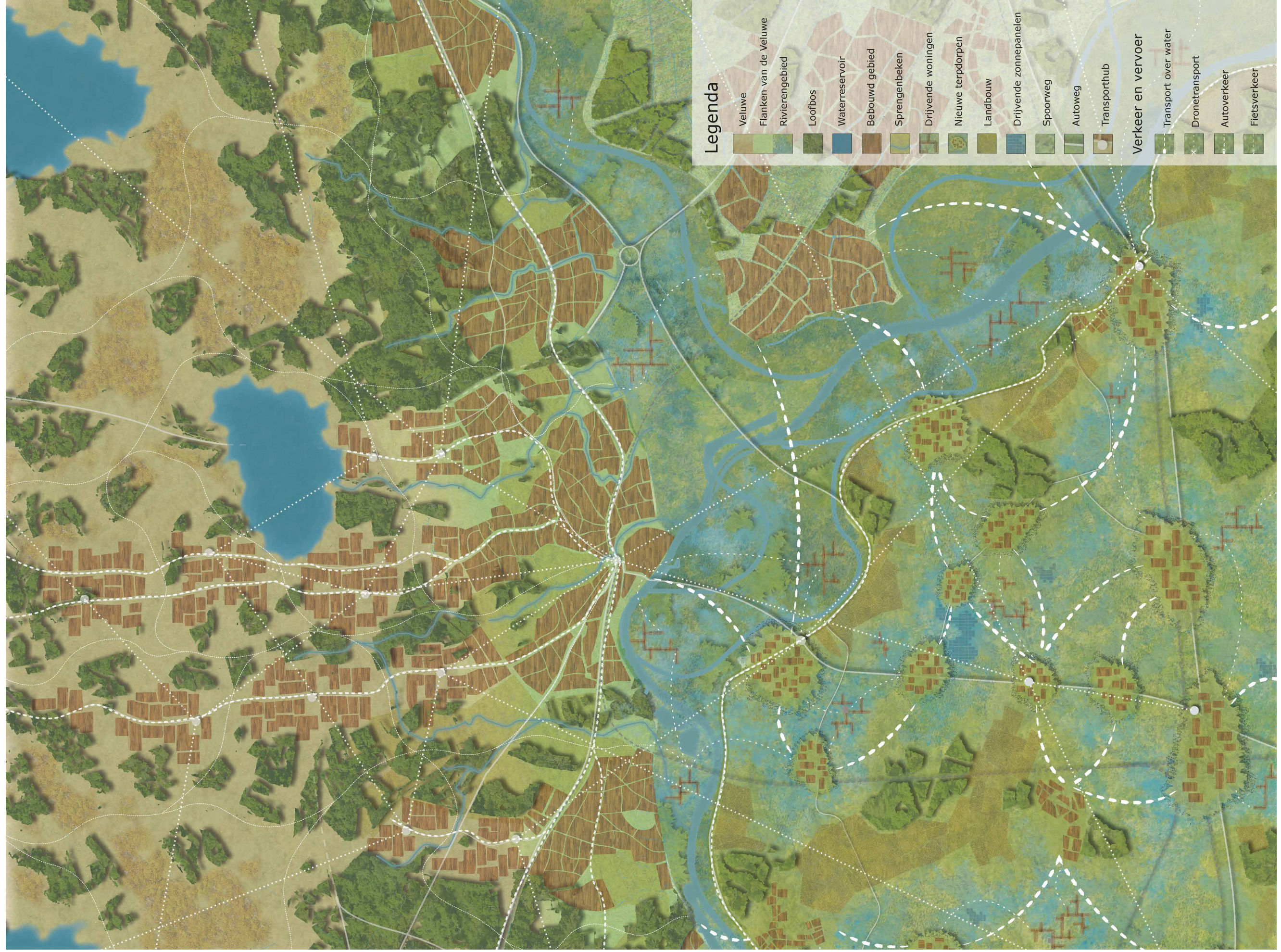
Midden in het rivierengebied zijn historische dorpskernen bewaard gebleven.



Ook op superterpen bij de rivier woon je in een stadse omgeving.

Het jaar 2120: leven in de stad

Hoe ziet het leven in de Nederlandse stad er over 100 jaar uit? In wat voor huizen wonen we dan, hoe verplaatsen we ons? Waar halen we onze energie vandaan? En hoe zit het met de natuur en landbouw? Op de volgende bladzijden laten we aan de hand van 6 thema's zien waar je allemaal over na moet denken bij het ontwerp van zo'n stad.



Wonen

Tweënhalf keer zoveel huishoudens, kleinere huizen

In 2120 is het westen van Nederland minder goed bewoonbaar geworden, doordat we grote delen van het ingepolderde land terug hebben moeten geven aan het water. Daarom zijn duizenden Nederlanders verhuisd naar de hogere gebieden – waaronder Arnhem.

Daar is ruimte voor nodig. Gemiddeld woont een 22^e-eeuwse Arnhemmer in een huis van 65 vierkante meter; bijna de helft van het woonoppervlak in 2021 (113 vierkante meter). Huishoudens zijn bovendien kleiner, doordat in Nederland relatief meer ouderen wonen.

Woontorens van hout

De meeste mensen wonen in appartementencomplexen en hogere flatgebouwen. Meestal zijn die gebouwd van hout en andere natuurproducten. Ze zijn geïsoleerd met *biobased* materialen zoals lisdodde, een plant die lijkt op riet en lokaal wordt verbouwd. Huizen hebben vrijwel altijd

zonnepanelen of kleinschalige windturbines. Regenwater wordt opgeslagen; je gebruikt het bijvoorbeeld om je groene gevel mee te bewateren.

Allerlei soorten wijken

In en rondom de stad vind je verschillende soorten woonwijken, passend bij de omgeving en de wensen van inwoners. Denk bijvoorbeeld aan:

- Woningen uit de 20^e eeuw en daarvoor, op gebieden hoog boven zeeniveau. Het historische stadscentrum en oude dorpen blijven bewaard.
- Ruim opgezette appartementencomplexen op de Veluweflanken, met tussen de gebouwen veel ruimte voor groen.
- Stedelijke milieus op 'superterpen' in het rivierengebied. Dat zijn wijken waar wonen en werken samengaan en waar mensen vooral vanuit huis werken.
- Drijvende woningen op de rivier, van kleine huisjes tot watervilla's en hoogbouw. Ze liggen in groepjes bij elkaar.
- Woongemeenschappen waarin verschillende gezinnen samenleven te midden van het rivierengebied.

Verkeer en vervoer

Een spinnenweb vol vervoersmogelijkheden

Over de stad ligt een 'spinnenweb' van verkeersbewegingen: auto's, drones, bootjes en fietsers. Zelfsturende treinen en robot-boten vervoeren containers door Europa. Op transporthubs komt het verkeer bij elkaar. Die hubs zijn zowel laadstations als grote batterijen. Voertuigen die stilstaan, worden gebruikt om elektriciteit op te slaan. Ze kunnen stroom uit hun accu 'teruggeven' aan het netwerk, zodat die ergens anders gebruikt kan worden. Bijvoorbeeld 's nachts, als er geen zonne- en windenergie is.

Zelfsturende deelauto's

Grote delen van de stad Arnhem zijn autovrij. Zijn er dan nog wel auto's in het jaar 2120? Jazeker! Ze zijn zelfsturend en van iedereen. Zelfsturende auto's weten precies hoe snel de auto voor hen rijdt en blijven altijd strak binnen de lijnen. Ze rijden dicht op elkaar. Heb je een auto nodig, dan bestel je die met je smartphone. De deelauto rijdt zelfstandig naar je toe en parkeert zichzelf na jouw ritje weer op een transporthub buiten de stad.

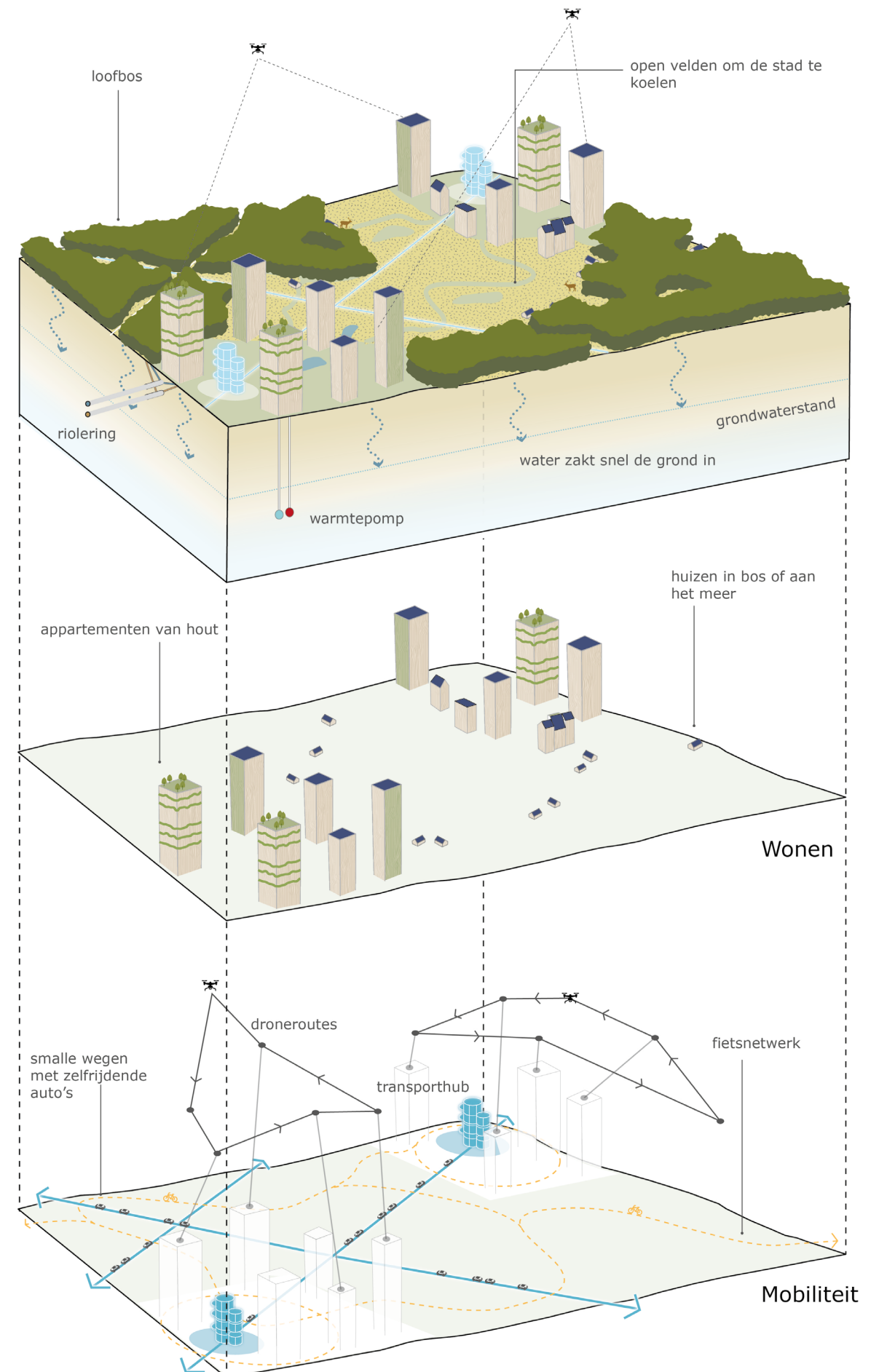
Daardoor is maar liefst 80% van alle parkeerplekken overbodig geworden.

Snelweg ondergronds en over bruggen

Snelwegen zijn vervlochten met het landschap. Wegen lopen zo veel mogelijk ondergronds en over bruggen, zodat een snelweg geen 'muur' meer is die de stad scheidt van haar omgeving. Aan weerszijde van de wegen liggen woonwijken en bossen. Vanuit de stad fiets je zo de natuur in. Paden tussen de bomen zijn breed genoeg voor brandweerwagens. Zo zijn we bosbranden – ontstaan door droogte – snel de baas.

Drones

Of je nou je wekelijkse boodschappen doet of een avondjurk nodig hebt; je bestelt 'm online. Bij de bezorging van al die producten vervullen transportdrones een belangrijke rol. Sterker nog, vrijwel alle transport in de stad gebeurt met drones. Van kleine pakketjes tot grote hoeveelheden goederen. Zelfs als reiziger kun je per drone naar je bestemming; speciale passagiersdrones zijn ontworpen voor langere afstanden.



In de stad van 2120 wonen en reizen mensen op allerlei manieren.



Stadsklimaat

Houd je hoofd koel

In de hete zomers is het een opgave om het stadscentrum aangenaam te houden. Door natuur en gebouwen met elkaar te vervlechten, hebben bebouwde gebieden een prettig klimaat – met voldoende ventilatie en schaduw.

Laat maar waaien

Een verkoelende wind bereikt Arnhem, dankzij de beekdalen. Via die dalen waait vanuit de Veluwe een dalwind door de stad. Nieuwe woonwijken zijn zo vormgegeven, dat van oost naar west 'ventilatiecorridors' ontstaan. Deze 'corridors' leiden het frisse briesje de wijken in. Door hoogteverschillen vormen de beken veel kleine watervalletjes. Ook het opspattende water verkoelt de lucht.

Groen is het nieuwe zwart

Asfalt houdt veel warmte vast. Daarom hebben we het zo veel mogelijk verwijderd uit de stad. Doordat vrijwel alle parkeerplekken weg zijn, kunnen kinderen op straat spelen in het groen. Wandelaars en fietsers vinden hun weg in de schaduw van bomen en zonnepanelen. Tegen de muren van hoge gebouwen groeien klimplanten. Daken zijn bedekt met mossen en andere lage begroeiing. Dat alles draagt ook bij aan de biodiversiteit.

Ommetje maken

Stadsmensen leven veel meer in de natuur. Waar je huis ook staat, je bent altijd zó in een natuurgebied. Na je werk maak je een ommetje door het groen. Of je gaat even kajakken vanuit je drijvende dorp.



Energie

Zon, wind, water en...?

We gebruiken met z'n allen steeds meer slimme technische snufjes, en daardoor groeit ook de vraag naar elektriciteit. In 2021 gebruikte een huishouden gemiddeld 3.000 kWh elektriciteit per jaar. Die hoeveelheid is over honderd jaar meer dan verdubbeld. Gelukkig gaan we in de toekomst efficiënter om met de energie die we opwekken. Gebouwen zijn goed geïsoleerd en we gebruiken alleen wat we écht nodig hebben.

Energie uit zon, wind en bodem

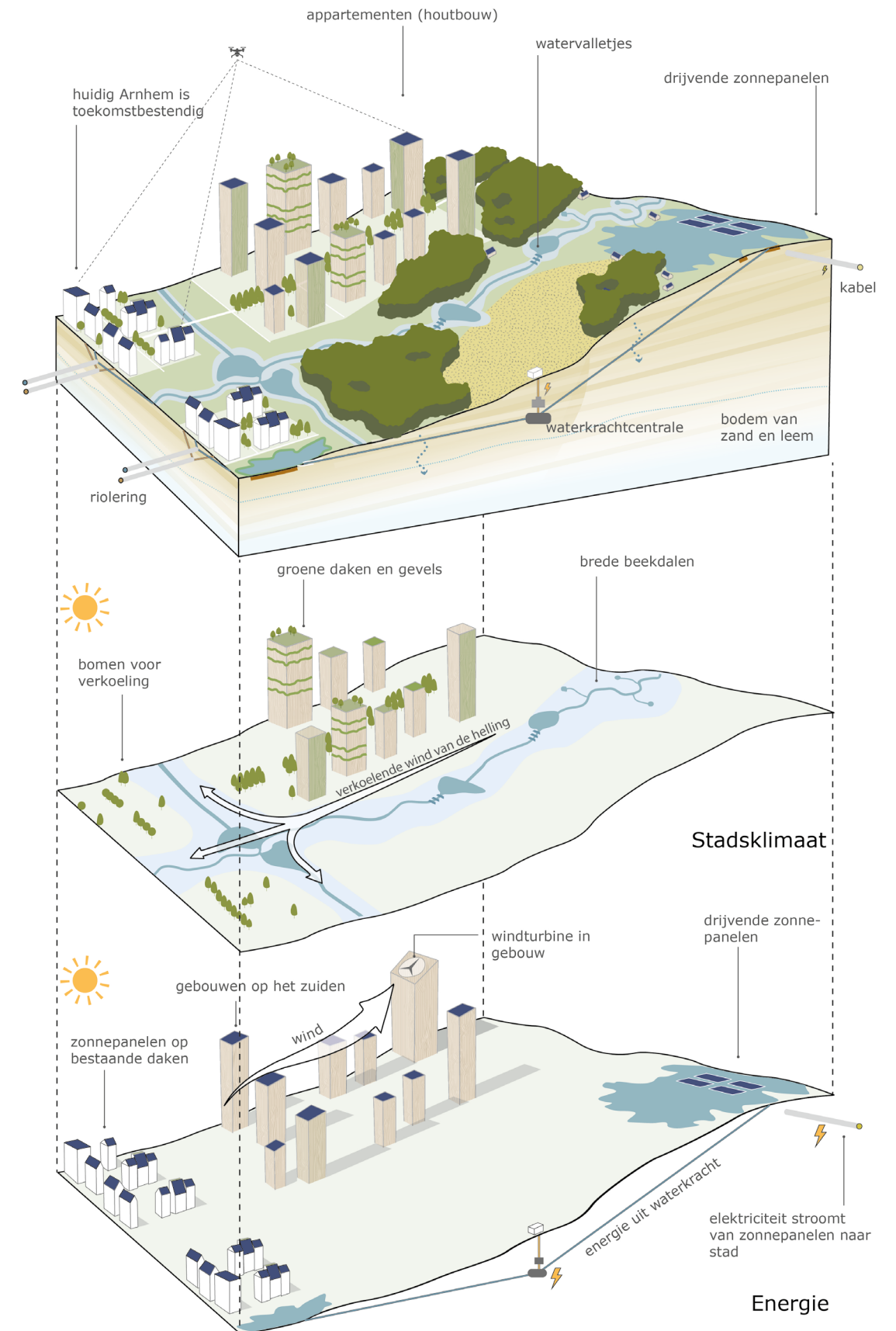
Zonne-energie komt van zonnepanelen op gebouwen, nieuwe meren en daken van snelwegen. Ze kunnen bovendien in het wegdek worden geplaatst, bijvoorbeeld om elektriciteit op te wekken voor straatverlichting. Op de hoogst gelegen gebieden staan grote windturbines. In het ontwerp van hoge gebouwen zijn kleinere turbines opgenomen. Warmte om woningen en andere gebouwen mee te verwarmen, komt van (bodem)warmtepompen. 's Zomers gebruiken we diezelfde pompen om de ruimtes te koelen.

Waterkracht

Waterkracht als energiebron biedt kansen. De Veluwemeren, het ondergrondse buizensysteem, en de waterkrachtcentrale voorzien de stad van elektriciteit als de vraag hoger is dan zon en wind kunnen leveren. Het omhoog pompen van water uit de rivieren kost natuurlijk óók stroom; dat doen we dus alleen op momenten waarop er een overschot aan zonne- en windenergie is.

Genoeg opwekken en opslaan

Met warmtepompen, aardwarmte, windturbines en zonnepanelen wekt de stad z'n eigen energie op. Maar dat is waarschijnlijk niet genoeg – en dan? Toegegeven, dat is geen makkelijke vraag. Zonne- en windenergie zijn in ons scenario de twee belangrijkste energiebronnen, omdat het de voornaamste groene bronnen zijn die we nu kennen. Maar wat doen we als het dagenlang windstil en bewolkt is? Daarvoor moeten we energie opslaan, bijvoorbeeld met een waterbatterij en in transporthubs. Zowel voor meer opwekking als grotere opslagmogelijkheden zijn nieuwe technologieën nodig. Die zullen we nog moeten uitvinden.



We gebruiken het hoogteverschil in de regio om de stad lekker koel te houden. En we wekken er energie mee op.

Water

De stad als spons

Het klinkt misschien gek, maar het klimaat is over 100 jaar natter én droger. Terwijl het rivierengebied regelmatig te maken heeft met een overschot aan water, is het op de hoge zandgronden juist erg droog. De stad is daarom ingericht als 'spons': elke druppel water wordt benut.

Wateroverschot in het rivierengebied

Vlak bij Arnhem liggen de Rijn en de Waal op zo'n 7 meter boven zeeniveau. Als de zeespiegel stijgt, wordt het hoogteverschil tussen deze plek en de zee kleiner. De rivieren stromen daardoor langzamer. In een rustige rivier zakken meer zand, klei en steentjes naar de bodem. Rijn en Waal worden dus steeds ondieper. Om te voorkomen dat ze overstroomden, moeten we ze breder maken. Bovendien stroomt door de rivieren straks meer water dan nu. De hoeveelheid rivierwater verandert sterk door het jaar heen, en is op korte termijn lastig te voorspellen. Tel de ondiepere rivier én het extra water bij elkaar op,

en je begrijpt dat we veel ruimte moeten vrijmaken voor de Rijn en de Waal. De twee rivieren delen een aaneengesloten bufferruimte van zo'n 10 vierkante kilometer. Bij overstromingen kan het water daar naartoe.

Droogte op de zandgronden

Om droogte op de Veluwe tegen te gaan, zijn naaldbossen vervangen door loofbossen en open grasland. Die hebben minder vocht nodig én er verdampt minder water uit. Daardoor kan meer water de grond inzakken. De voorraad grondwater blijft zo beter op peil. De sprengbeken op de Veluwe blijven bestaan. Sprengbeken zijn door de mens uitgegraven beken die grondwater naar de oppervlakte halen. Nieuwe vijvers zorgen ervoor dat deze beken het water niet te snel afvoeren. De vijvers liggen trapsgewijs op verschillende hoogtes. Daardoor stroomt het water langzamer omlaag: onderweg houden de vijvers het tijdelijk vast. Is het te droog, dan kunnen we dit opgeslagen vijverwater gebruiken.



Biodiversiteit en landbouw

Paradijs voor planten en dieren

Veel Nederlandse natuurgebieden die in de 20^e eeuw verloren gingen, zijn weer volledig hersteld. Europese landen besloten in 2020 dat minimaal 30 procent van het grondgebied in elk land moet worden gereserveerd voor beschermde natuur. Voor regio Arnhem betekent dat een gebied van 3.000 hectare.

Aaneengesloten leefgebieden

De natte en droge landschappen zijn ecologisch één groot gebied geworden. Een feest voor de dieren, die in zo'n gebied betere overlevingskansen hebben. Edelherten verplaatsen zich in de nieuwe regio Arnhem vrij tussen het bos, de heidevlaktes en het rivierengebied.

Uniek Europees natuurgebied: de delta

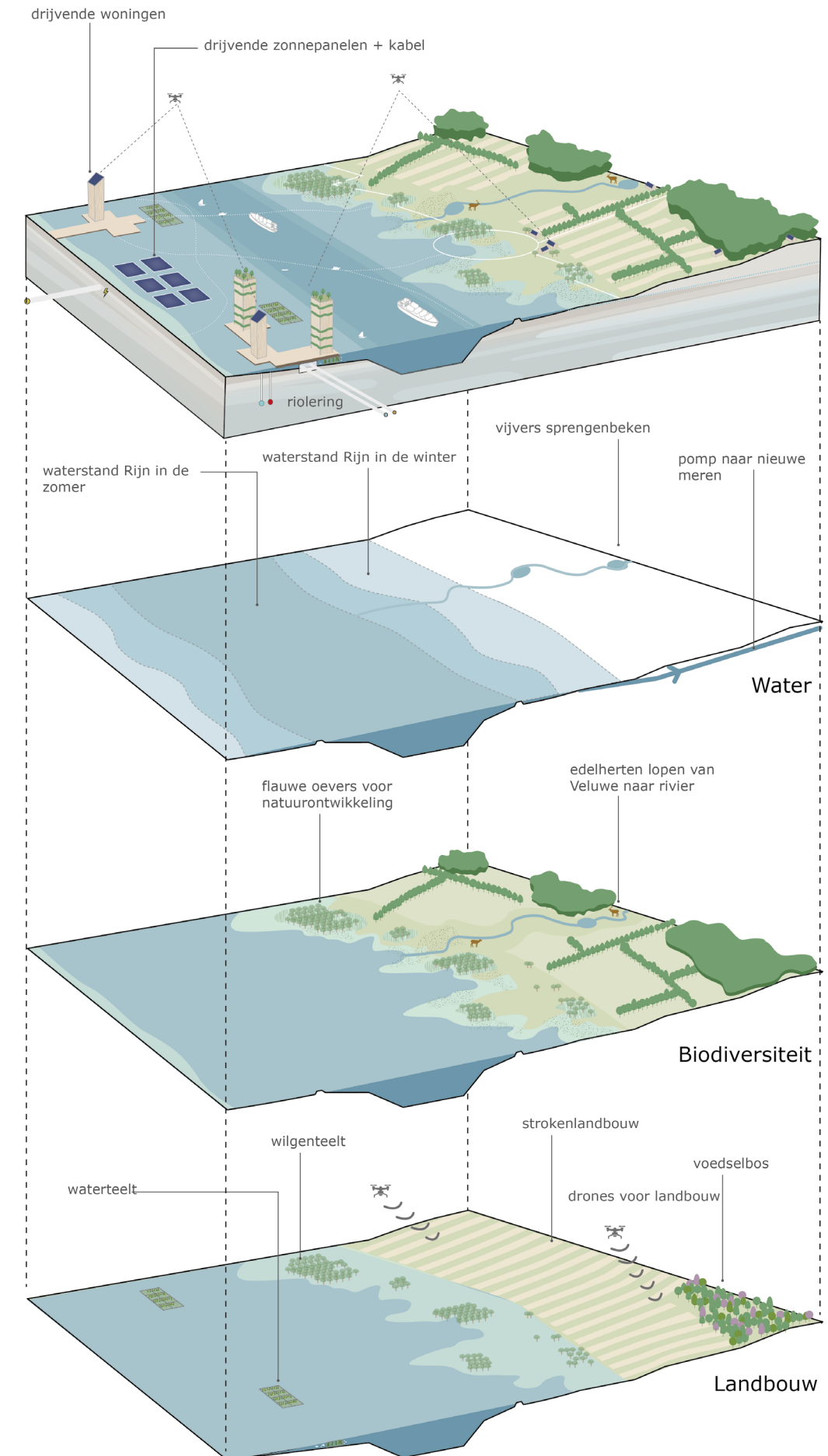
Er is meer ruimte voor natte riviernatuur: water, wilgen, weilanden en ruigtes. Zulke natuur heeft veel waarde, en is uniek in Europa. Deze moerasnatuur kent drogere en nattere stukken. Langs de rivier liggen uitgestrekte uiterwaarden. Ze stromen af en toe over. Vogels en vissen nestelen zich er graag.

Productieve natuur

In delen van het rivierengebied gaan waterzuivering en de productie van bouwmaterialen hand in hand. Lisodde en hout uit bossen langs de rivieren worden gebruikt om woningen te bouwen. Ook wilgen en riet vormen natuurlijk bouw materiaal – wilgenhout is bijvoorbeeld geschikt als drijvende fundering. Diezelfde wilgenbomen en rietplanten zuiveren het water dat voor de landbouw wordt gebruikt.

Landbouw: high-tech én biodivers

Dankzij nieuwe robot-technologie is de landbouw kleinschaliger en efficiënter. Grote landbouwvoertuigen zijn niet meer nodig; speciale drones vliegen boven de velden om gewassen precies genoeg water en voedingsstoffen te geven. Tussen de akkers liggen heggen en bloemstroken. Het zijn belangrijke nestplaatsen – onder andere voor insecten, die helpen om ziektes, onkruid en ongedierte te voorkomen. Op de akkers kunnen daardoor allerlei soorten groenten en granen naast elkaar groeien. Deze rijke, biodiverse akkers worden in stroken geteeld. Vanuit de lucht lijkt het landschap net spekkook!



In het ontwerp benutten we de kracht van de natuur. In en rondom de stad van 2120 is ruimte voor water, natuur en (stads)landbouw.

Zie het al voor je? Wij wel!

We zijn benieuwd naar je reactie op dit toekomstscenario. Wat verwondert je, wat roept vragen op? En waarvan gaan je haren misschien recht overeind staan?

Het is natuurlijk nogal wat. Hoogbouw op de Veluwe, robotisering van de landbouw, één groot natuurgebied van bos tot rivier. Drijvende dorpen, smallere en groenere wegen, windtunnels, transporthubs buiten de stad, brede beeksystemen in plaats van airco's, overal windturbines en zonnepanelen...

Met de 5 uitgangspunten voor de stad van 2120 (zie de pagina hiernaast) zou je ook een ander ontwerp kunnen maken. Hoe zou dat eruitzien voor jouw stad? Welke keuzes we ook maken, we zullen samen oplossingen moeten verzinnen voor de achterliggende vragen die in dit verhaal naar voren komen. Vragen over wonen, energie, het stadsklimaat en verkeer. En vragen over natuur, water en landbouw. Want al lijken dat misschien vragen voor de verre toekomst, ze gaan óók over vandaag. Bij elke keuze die we nú maken, en met elke schop die de grond in gaat, moeten we rekening houden met de lange termijn.

Hoe nu verder?

Het verhaal over de stad van de toekomst een verhaal van én over ons allemaal. Deel dit toekomstscenario gerust met anderen in je omgeving. En praat er samen over: met collega's, vrienden, burens en met je kinderen.

Heb je een vraag of opmerking voor ons? Laat je reactie achter op arnhem2120.nu.

Verder lezen?

Een online versie van het scenario 'Nederland 2120' is te vinden op de website van WUR. Scan de QR-code >



Of bekijk de korte video >



5 leidende principes

Aan de basis van deze toekomstverkenning liggen 5 leidende principes. Deze uitgangspunten zijn gebaseerd op die van het Nederland 2120-scenario. We hebben ze toegespitst op de stedelijke omgeving.

Natuur-inclusief, het landschap is de basis

Het natuurlijke systeem is leidend. We zetten techniek niet in om het landschap te overheersen, maar om samen te werken met de natuurlijke omgeving. We maken bijvoorbeeld gebruik van hoogteverschillen, lokale windstromen en verschillen in de bodem.

Het water in en rondom de stad wordt optimaal benut

Water bereikt Arnhem door neerslag en via de rivier de Rijn. In de stad van de toekomst wordt water opgeslagen, gefilterd, bewaard en hergebruikt. Rondom brede beken tussen de Veluwe en de stad stroomt overtollig water in reservoirs – een soort grote vijvers. Is het een periode extreem droog, dan hebben we voldoende water bewaard.

De stad is circulair en klimaatpositief

Spullen haal je niet van ver, als je ze ook om de hoek kunt krijgen. We (her)gebruiken dus eerst lokale grondstoffen en materialen. Bijvoorbeeld moerasplanten voor rieten daken, of lokaal verbouwd hout om drijvende huizen mee te bouwen. De lucht is schoon: we halen zelfs meer broeikasgassen uit het milieu ('netto-nul emissie'). Duurzame energie wordt lokaal geproduceerd en opgeslagen. Energie-oplossingen maken gebruik van de kansen die het landschap biedt.

Mensen wonen in een bruisende stad, met plaats voor iedereen

Arnhem bruist! De stad is een plek waar je graag wilt én kunt wonen. Wat je situatie of budget ook is. We zorgen voor een sociale stad, waarin iedereen meedoet. Dat betekent dat er veel verschillende woonwijken en vervoersvormen zijn. Zo heeft Arnhem voor elk wat wils.

De stedelijke omgeving is leefbaar en houdt mensen gezond

Ook op een warmere aarde is Arnhem een prettige plek om te zijn. De stad is groen, de lucht ruikt fris en er is genoeg ruimte om uit te waaien. 's Morgens word je wakker met het geluid van de vogels. En 's avonds heb je geen airco nodig om lekker te slapen.

Verantwoording: hoe kwam dit visierapport tot stand?

'De stad van 2120: natuurlijk!' is geschreven door ons team wetenschappers van Wageningen Environmental Research en de leerstoelgroep Landschapsarchitectuur van Wageningen University. Het verhaal komt voort uit wetenschappelijke kennis en inzichten uit verschillende vakgebieden.

Hoe gingen we te werk? Eerst bekeken we welke landschapstypen en deelgebieden Arnhem en haar omgeving kenmerken. Dat deden we met een literatuurstudie en een uitgebreide landschapsanalyse. In het onderzoek richtten we ons op zeven thema's: geomorfologie en water, stadsklimaat, woningbouw, energie, mobiliteit, natuur en biodiversiteit, en landbouw en circulariteit. De opbrengsten vertaalden we in een landschapskaart, met per deelgebied de belangrijkste huidige kenmerken, kansen en risico's.

We maakten per thema ook een overzicht van de verwachte trends en prognoses voor de verre toekomst. Op basis daarvan formuleerden we uitgangspunten voor het scenario. Arnhem heeft in dit scenario bijvoorbeeld ruim 2,5 keer zo veel huishoudens als nu. Klimaatverandering is gebaseerd op de KNMI klimaatscenario's. We vertaalden ook de eerder opgestelde principes uit de visie *Nederland 2120* door naar een stedelijke context.

Daarnaast vormden we ons een beeld van mogelijke oplossingen en de ruimte die ze in beslag nemen. Als we 100.000 nieuwe huizen nodig hebben, is daar dan ook genoeg plek voor? Hoe kunnen we de energie voor nieuwe en bestaande woningen lokaal opwekken en hoeveel ruimte hebben we daarvoor nodig? Deze en andere soorten ruimtebeslag rekenden we uit. Wat bleek? Om alle oplossingen naast elkaar uit te voeren, hebben we niet genoeg landoppervlak. Daarom keken we naar integrale oplossingen, waarbij we het land multifunctioneel inzetten.

De landschapsarchitecten van ons team brachten de kennis uit de verschillende vakgebieden samen en ontwierpen de mogelijke oplossingen in de visie voor Arnhem 2120 die je nu in handen hebt. We maakten eerst een basisontwerp en scherpten dat steeds verder aan. Zo kwamen we tot het toekomstbeeld als kaart, de deelluitwerkingen per gebied en de fotorealistische 3D-visualisaties (pagina 6 en 7).

Literatuur

Attema, J., Bakker, A., Beersma, J., Bessembinder, J., Boers, R., Brandsma, T., ... & Van Zadelhoff, G. J., 2014. KNMI'14: Climate Change scenarios for the 21st Century—A Netherlands perspective. KNMI.

Baptist, M., van Hattum, T., Reinhard, S., van Buuren, M., de Rooij, B., Hu, X., ... & Selnes, T., 2019. Een natuurlijkere toekomst voor Nederland in 2120. WUR.

Bruggemann, W., Dammers, E., Van den Born, G. J., Rijkens, B., Van Bommel, B., Bouwman, A., ... & Roukema, M., 2013. Deltascenario's voor 2050 en 2100: nadere uitwerking 2012-2013. Deltares.

CBS, 2021. Regionale kerncijfers Nederland. <https://opendata.cbs.nl/statline>

Dutch National Programme Regional Energy Strategy (Nationaal Programma Regionale Energie Strategie), 2019. <https://www.regionale-energiestrategie.nl/bibliotheek>

Glas, P.C.G., 2021. Briefadvies Deltacommissaris woningbouw en klimaatadaptatie (Spoor 2). <https://www.deltaprogramma.nl/documenten/publicaties/2021/12/06/briefadvies-deltacommissaris-woningbouw-en-klimaatadaptatie-spoor-2>

Heusden, W. van, Sluiter, H., Tijnagel, M., Vercrujssse, W., & Zuidhof, A., 2021. Ecologische Systeemopgave PAGW-Rivieren _ Naar klimaatbestendige robuuste riviernatuur in 2050. Rijkswaterstaat.

Klimaat-effectatlas, 2019. <https://www.klimaat-effectatlas.nl>

Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, 2020. EXPEDITIE RWS - Trends Gesprekken Scenario's. Rijkswaterstaat. <https://www.expeditierws2050.nl/wp-content/uploads/2020/10/Expeditie-RWS2050-trends-gesprekken-scenarios-lowres.pdf>

PBL, 2019. Statistische Trends PBL/CBS Regionale bevolkings- en huishoudensprognose 2019-2050 - Belangrijke uitkomsten. <https://www.pbl.nl/sites/default/files/downloads/pbl2019-pbl-cbs-regionale-bev-en-hhprognose-2019-2050-belangrijkste-uitkomsten-3812.pdf>

Snellen, D., Hamers, D., Tennekes, J., Nabielek, K., van Hoorn, A., & van den Broek, L., 2018. Scenario's voor stedelijke ontwikkeling, infrastructuur en mobiliteit. Planbureau voor de Leefomgeving.

Weppelman, I., 2021. Arnhem 2120; Analysis to idealtipe 1.0. Internship report Ineke Weppelman. Wageningen University.

Wolters, H. A., Van Den Born, G. J., Dammers, E., & Reinhard, S., 2018. Deltascenario's voor de 21e eeuw, actualisering 2017. Deltares.

Colofon

<https://doi.org/10.18174/565411>

Februari 2022, all rights reserved

Dit onderzoek is mogelijk gemaakt door de directie van de Environmental Sciences Group, Wageningen University & Research en voor wat betreft de communicatie en uitrol vanuit het TKI-project 'Natuurlijk Basissysteem Klimaat Adaptieve Stedelijke Ontwikkeling' (BO-60-003-004), i.s.m. provincie Gelderland.

Auteurs: Wim Timmermans, Sanda Lenzholzer, Ilse Voskamp, Lisanne Struckman, Geertje Maagdenberg, Ineke Weppelman, Bardia Mashhoodi, Shannen Dill, João Cortesão, Wim de Haas, Tim van Hattum, Sitong Luo, Sabine van Rooij, Onno Roosenschoon, Marjolein Sterk, Sven Stremke, Wieger Wamelink

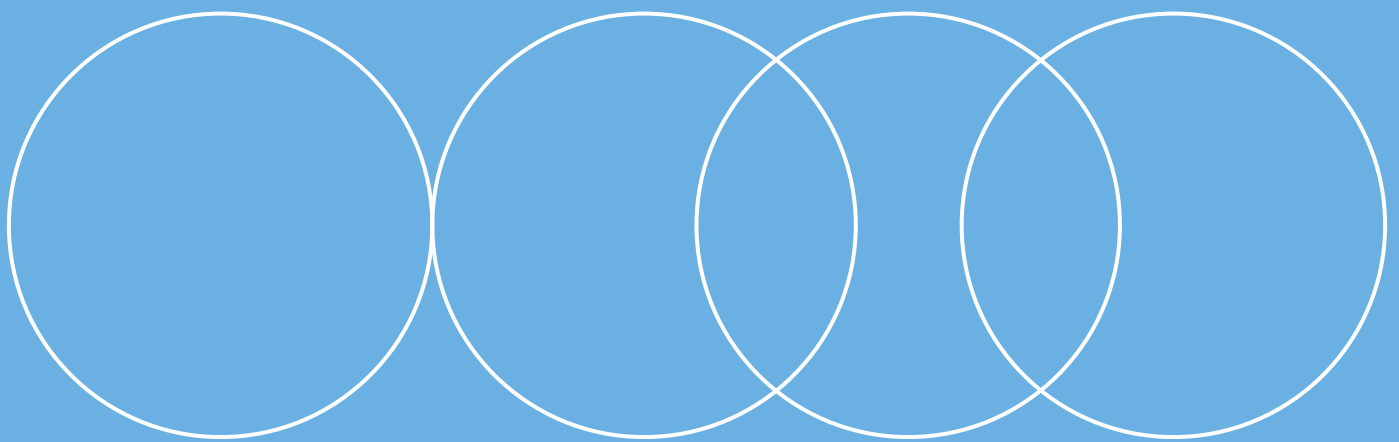
Met medewerking van: Simone Verzandvoort, Tom Harkema

Redactie: Susanne Geuze

Vormgeving: Identim

Drukwerk: Zalsman

www.wur.nl



Wageningen University & Research
Postbus 47
6700 AB Wageningen
T 0317 48 07 00
www.wur.nl

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen Wageningen University en gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 6.800 medewerkers (6.000 fte) en 12.900 studenten behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.
