

EEN KIJKJE IN DE WIJK VAN DE TOEKOMST

# HIGHTECH EN TOCH GROEN

**GROEN DAK**  
Absorbeert regenwater en zorgt voor verkoeling in huis.

**PARKEERTERREIN**  
Autonome deelauto's wachten hier tot ze worden opgeroepen en laden ondertussen bij op zonnestroom.

**VERGISTINGSINSTALLATIE**  
Zet poep en plas van bewoners om in kunstmest, dat wordt gebruikt in de voedseltuin.

**PAKKETPUNT**  
Hier kunnen bewoners te voet of per fiets hun bestelling ophalen. Ook bezorgen autonome en elektrische bestelbusjes pakketjes thuis.

**VOEDSELTUIN**  
Bewoners helpen mee bij het verbouwen van allerlei eetbare gewassen.

**SOLAROAD**  
Zelfs een fietspad wekt stroom op.

**BUURTBATTERIJ**  
Slaat piekstrom van zonnepanelen en windmolens op.

**WATERSTOFFABRIEK**  
Slaat overtollige zonnestroom op in waterstof.

**WONINGEN**  
Er zijn verschillende woonvormen, van individueel tot samen in groepen.

**RECYCLING CENTER**  
Hier worden spullen op industriële schaal uit elkaar gehaald om nuttige stoffen terug te winnen. Ook is er een Repair Café en een 'spullenuitleen'.

**WARMTE-KOUDEOPSLAG**  
Slaat in de zomer warm water op, dat in de winter wordt gebruikt om huizen mee te verwarmen.

**ADAPTIEVE INFRASTRUCTUUR**  
Stroomkabels en buizen liggen in een bak die eenvoudig open te maken is als er iets bij moet.



Voetgangers en fietsers hebben de ruimte. De huizen zijn stuk voor stuk voorzien van zonnepanelen; gasaansluitingen zijn verleden tijd. In tuinen en kassencomplexen verbouwen de bewoners samen voedsel. En alles wordt in goede banen geleid dankzij data die continu wordt verzameld. Zo kan een woonwijk er rond het jaar 2028 uitzien. *De Ingenieur* geeft vast een rondleiding. tekst ir. Jim Heirbaut

### Geen auto voor de deur

Het eerste dat een bezoeker uit het jaar 2018 opvalt als hij de wijk van de toekomst binnenloopt, is hoeveel groen er is. Verder springt het gebrek aan auto's in het oog. Hier en daar rijden elektrische bezorgbusjes, maar de lange rijen geparkeerde wagens voor de huizen zijn verdwenen. Ook hebben de woningen geen garages en opritten meer.

In plaats daarvan staan aan de rand van de wijk autonome deelauto's hutjemutje geparkeerd. Dat kan doordat ze zelfsturend zijn en de deuren hier niet open hoeven om mensen te laten in- en uitstappen. Wie een auto nodig heeft, bestelt hem met zijn smartphone. Na een paar minuten komt die voorrijden bij een opstappunt waar de gebruiker inmiddels naar toe is gewandeld. Doordat auto's niet meer bij alle huizen hoeven te komen, zijn er minder brede straten en is er meer ruimte voor fietsers en voetgangers, die zich tussen veel groen door bewegen.

Op de snelweg zijn files een zeldzaamheid geworden, doordat veel mensen thuiswerken. Ze loggen in op hun werkcomputer en via een supersnelle beeldverbinding kunnen ze overleggen met hun collega's. Die technologie is inmiddels zo goed en laagdrempelig dat werknemers alleen nog maar naar hun werk hoeven voor afspraken waarbij persoonlijk contact onmisbaar is. Het was even wennen, maar het weghalen van veel fysieke werkplekken in kantoren én het schrappen van woon-werkverkeer van miljoenen Nederlanders heeft samen een enorme bijdrage geleverd aan het terugdringen van de CO<sub>2</sub>-uitstoot.

Ook is de tijd voorbij dat de hele dag door dieselbusjes van verschillende bezorgdiensten de woonwijk in kwamen scheuren om pakketjes te

bezorgen bij huizen waarvan de bewoner vaak niet eens thuis was. Het is de bedrijven eindelijk gelukt om goed samen te werken. Grote vrachtwagens – autonoom en elektrisch – droppen hun pakketjes aan de rand van de wijk bij een klein distributiecentrum. Daar worden ze verdeeld over bestelbusjes – eveneens autonoom en elektrisch – die hun lading brengen naar een paar ophaalcentra in de wijk. Hier kunnen de bewoners te voet of per fiets hun bestelling komen ophalen. Buiten werktijden kunnen ze terecht bij een muur met kluisjes die ze met een unieke ID-chip kunnen openmaken. De écht grote pakketten, zoals een nieuw bed of bouwmaterialen, worden nog wel thuisbezorgd.

### Stroom voor de burens

Het energiegebruik van de huizen is zoveel mogelijk geëlektrificeerd. Daarom zitten op alle woningen in de wijk zonnepanelen. Buiten de wijk staan een paar windturbines, op zee zijn hele parken te vinden; een ontwikkeling die tien jaar eerder goed van de grond kwam. 'Het gaat vooral over de beste manieren om energie op te slaan, want energie van de zon is er meer dan genoeg', zegt prof.ir. Elphi Nelissen, hoogleraar aan de TU Eindhoven en mede-initiatiefnemer van Brainport Smart District in Helmond, een hypermoderne wijk van 1500 woningen die dient als proeftuin voor het wonen van morgen. Hier en daar zien we nog een paar ouderwetse losse panelen, maar vooral veel moderne zonnepanelen die strak in het dak zijn geïntegreerd. Er zijn zelfs fietspaden die zonlicht omzetten in stroom, al zie je dat niet direct als je eroverheen fietst. Het is een Nederlandse innovatie, deze SolaRoad, bedacht bij TNO. 'Zulke paden leveren niet de hoogste

De wijk van de toekomst die we in dit verhaal beschrijven, zal waarschijnlijk nooit echt bestaan. Het is een fictieve wijk van over een jaar of tien, waar allerlei technologieën rond duurzaamheid en circulariteit samenkomen die op dit moment in ontwikkeling zijn. Het is echter de vraag of die technologieën allemaal op hetzelfde moment rijp zijn. De volledig autonome auto is bijvoorbeeld waarschijnlijk nog niet helemaal af in 2028. Daar gaat het ons ook niet om; we willen alleen schetsen wat er in de nabije toekomst mogelijk is.



Dankzij het concept PlasticRoad is infrastructuur veel sneller en gemakkelijker aan te passen. In de kunststof bak zijn eenvoudig allerlei kabels en buizen aan te brengen. Ook kan er regenwater doorheen stromen.

illustratie KWS

rendementen op per vierkante meter, maar je hebt wel veel oppervlak, dus ze zetten toch zoden aan de dijk', zegt ir. Joost Laarakkers van TNO.

Er mag dan meer dan genoeg van zijn, wind- en zonne-energie kan wel wispelturig zijn. Daarom slaat de wijk van de toekomst elektriciteit op in een grote buurtbatterij. Die wordt opgeladen wanneer de zon overvloedig schijnt of wanneer het hard waait, en levert 's avonds of bij windstilte stroom aan de huizen. Tientallen elektrische auto's kunnen samen trouwens ook fungeren als buurtbatterij, zo bleek al in 2015 tijdens een eerste proefproject in Utrecht. Verder heeft de wijk een kleine waterstoffabriek, waar met overvloedige wind- en zonnestroom via elektrolyse waterstofgas wordt geproduceerd. Hier kunnen auto's tanken die rijden op waterstof. Die gaat in een brandstofcel die stroom levert voor de elektromotoren.

Ooit was er een salderingsregeling, waarbij je evenveel geld kreeg voor opgewekte zonnestroom die je aan het net leverde als stroom die je gebruikte kostte, maar die is afgeschaft. In plaats daarvan deel je overtollige stroom zoveel mogelijk met burens die daar behoefte aan hebben en krijg je toch een goede prijs. Twee mensen lossen hun probleem zo samen op en de overtollige stroom hoeft niet het stroomnet op. Daardoor is er ook geen overdreven zwaar net nodig met het oog op de fluctuaties van zonne- en windstroom. 'Dat is goedkoper en daar profiteert iedereen van', zegt Laarakkers van TNO. Een tweede manier om het stroomnet slank te houden en toch geschikt om pieken op te vangen, is met financiële prikkels. Een afnemer die per se op een bepaald moment een grote hoeveelheid stroom wil afnemen, betaalt daar iets meer voor dan iemand die daar flexibeler in is.

### Bestand tegen extreem weer

De wijk van de toekomst is niet alleen groen omdat dat zo fijn is om in te leven. Het groen maakt de wijk ook beter bestand tegen het veranderende klimaat, met vaker felle regen- en onweersbuien. Om het overvloedige hemelwater af te voeren, kun je grofweg twee dingen



Impressie van een ReGen Village, een van oorsprong Amerikaans initiatief. Het eerste Nederlandse voorbeeld van deze ecowijken moet in Almere verrijzen.



Illustratie KWS

doen: de riolen wijder maken of zorgen dat de omgeving meer water kan absorberen. In een dichtbevolkte stad ligt de nadruk op de eerste optie. Maar in de wijk van de toekomst is ruimte voor meer groen, doordat er minder auto's rijden en dus minder parkeerplekken nodig zijn. Ook hebben sommige huizen groene daken met plantjes en mos, die een deel van het regenwater kunnen absorberen. Deze daken hebben als bijkomend voordeel dat ze het huis redelijk koel houden in de zomer.

Nu is regen één ding. Tijdens sommige extreme onweersbuien komen zulke grote hagelstenen naar beneden dat ze dakpannen en zonnepanelen kapot kunnen maken. De wake-upcall kwam in 2016, toen uit een heftige onweerswolk boven Zuidoost-Brabant hagelstenen naar beneden vielen zo groot als tennisballen. De ruiten van veel kassen gingen aan diggelen en de totale schade voor bedrijven liep in de tientallen miljoenen. Daarom liggen op de huizen zogeheten 'glas-op-glas'-panelen, waarbij de zonnecellen gesandwich zijn tussen twee lagen glas, wat ze veel sterker maakt dan de 'gewone'.

Een idee dat naar voren kwam bij het ontwerpen van de wijk Brainport Smart District in Helmond

was dat van adaptieve infrastructuur: een soort kabelgoten in de grond. 'Je weet vaak nog niet precies welke buizen en kabels je in de toekomst nodig hebt, dus daar moet je flexibel voor ontwerpen', zegt Elphi Nelissen. Buizen en kabels lagen tot 2022 gewoon in de aarde. Moest er dan iets bijkomen, dan leidde dat tot een boel werk, waarbij de weg lange tijd moest worden afgezet. De 'kabelgoten' zijn een permanente struc-

## Mensen willen elkaar weer meer echt ontmoeten

tuur: bakken met deksels die eenvoudig en snel zijn open te maken op het moment dat er een kabeltje of buis bij moet komen. Aan diezelfde bak zit ook een goot die regenwater opvangt en naar een filterinstallatie op een centrale plek leidt. Daar stroomt het water door membranen heen, waarna het als drinkwater is te gebruiken.

### Zuinig met warmte

De huizen hebben al jaren geen gasaansluiting meer. Ze zijn prima geïsoleerd en voor het verwarmen zijn verschillende oplossingen bedacht. Om te beginnen laten de bewoners zo weinig mogelijk van de warmte weglopen die vroeger met het water van douche, vaatwasser of wasmachine in het afvoerputje verdween. Nu wordt die warmte er eerst uit gehaald en door een warmtepomp opgewaardeerd naar water van

## PROEFTUIN VOOR DUURZAME TECHNIEKEN

**De toekomstige wijk die we schetsen in dit artikel kan alleen maar werkelijkheid worden dankzij de pioniers die nu experimenteren met nieuwe technologieën om groener en duurzamer te wonen. Zoals men van plan is in Ecodorp Boekel.**

Midden in de driehoek Den Bosch, Nijmegen, Eindhoven verrijst binnenkort Ecodorp Boekel, in drie cirkels van elk tien woningen. De bedenkers van het wijkje zijn idealisten die niet streven naar de perfecte woonbeleving, maar juist als proeftuin willen dienen voor nieuwe technieken. 'Ken je de duurzaamheidsdoelen van de Verenigde Naties?', zegt Ad Vlems, een van de initiatiefnemers van het Ecodorp. 'Onze groep bestaat uit mensen die begrijpen dat we op een andere manier moeten gaan wonen. Dus zoveel mogelijk mensen op de wereld zullen hun levensstijl moeten aanpassen.' Daarom gaan de Ecodorpelingen nieuwe technieken uitproberen; in die zin zijn ze proefkonijnen. Misschien gaan de bewoners wel insecten kweken om aan hun eiwitten te komen. En de accu's voor het opslaan van stroom worden waarschijnlijk geen gewone accu's maar zout-

accu's, een techniek die minder belastend is voor het milieu, maar zich nog niet echt heeft bewezen. 'Als je er niet tegen kunt dat je een keertje geen warm douchewater hebt, kun je beter niet bij ons komen wonen.' Om als proeftuin te kunnen fungeren, heeft het Ecodorp een bijzondere status gekregen, zodat het niet op alle vlakken aan de regels hoeft te voldoen.

### Gerecyclede kabel

De proeftuin die Ecodorp Boekel wil zijn, trekt ook bedrijven aan die nieuwe technieken willen uitproberen. 'Onze frisse blik kan heel nuttig zijn voor zulke bedrijven', zegt Vlems. Zo wil draden- en kabelfabrikant Draka een stroomkabel testen die zoveel mogelijk van gerecyclede materialen is gemaakt; zowel het metaal als het plastic omhulsel. En Brabant Water, het waterbedrijf in de regio, denkt vanaf het begin mee over de beste manieren om de bewoners van schoon water te voorzien. Wereldwijd trekken veel mensen naar steden waar ze met miljoenen boven op elkaar wonen. Is de opzet van Ecodorp Boekel daar ook geschikt voor? 'Nee, je kunt dit niet een-op-een naar steden kopiëren', zegt Vlems. 'Maar wij denken wel dat bepaalde aspecten of technieken die wij succesvol testen later zijn te gebruiken in de grote stad. Wij zijn een goede plek om te experimenteren; klein en overzichtelijk. Vanuit een formule 1-racewagen dringen ook soms technieken door naar de reguliere auto's.'

35 °C, waarmee prima een huis is te verwarmen via vloerverwarming. Dit zorgt voor een besparing van zo'n 75 à 80 % ten opzichte van hoe huizen vroeger werden verwarmd. Ook wordt een deel van de huizen op koude dagen verwarmd door restwarmte van de industrie, bijvoorbeeld van datacenters in de buurt.

Ten slotte wordt grif gebruikgemaakt van warmte-koudeopslag. Licht een wijk vlak bij oppervlaktewater, dan is dat in de zomer relatief warm. Pomp dit water de grond in en in de winter kun je daar warmte uit terugwinnen. Met een warmtepomp is daar water van te maken dat heet genoeg is om een huis mee te verwarmen of om mee te douchen.

### Betrokken bewoners

Na decennia van individualisering is de trend dat mensen elkaar weer meer willen ontmoeten, weet Nelissen. De een wil dat zijn dementrende moeder zo lang mogelijk zelfstandig kan blijven wonen, maar wel in de buurt; de ander gaat met een paar jonge gezinnen in een complex rond een gedeeld zwembad wonen. 'Daarom zijn er in 2028 allerlei nieuwe woonvormen.'

Sowieso worden bewoners vanaf het begin betrokken bij het ontwikkelen van ideeën voor een nieuwe wijk. 'Voor het Brainport Smart District kwamen bewoners met het idee van een online platform om spullen van elkaar te lenen. Dat werkt enorm goed als je dat binnen een wijk doet, want dan maak je nog eens een praatje met je mede-

bewoners.' De 'spullenuitleen' heeft ook een fysieke locatie. Daar is een Repair Café, waar technisch onderlegde buurtgenoten je kapotte apparaat een tweede leven kunnen geven.

De mens heeft wel vaak een bepaalde stimulans nodig om nieuw gedrag te gaan vertonen. Nelissen: 'Daar is bijvoorbeeld rekening mee gehouden in een woonproject in Hamburg, waar studenten heel goedkoop kunnen wonen. In ruil daarvoor moeten ze wel bejaarde burens helpen met het aantrekken van hun steunkousen of gewoon een dagelijks praatje met ze maken.' Ook de eerste Nederlandse versie van het Amerikaanse duurzame woonconcept ReGen Villages kent zo'n stimulans. De bewoners van de ReGen Villages in Almere mogen meehelpen met het verbouwen van groenten en fruit tegen een korting op hun maandelijkse servicekosten.

### Gevarieerde voedseltuinen

Het idee van zelf voedsel verbouwen komt terug in de wijk van de toekomst. In de voedseltuin en het kassencomplex helpen bewoners mee met het verbouwen van allerlei eetbare gewassen.



Deze buurtbatterij in het Noord-Hollandse Rijsenhout vangt de piekstroom van zonnepanelen op en maakt handelen op de elektriciteitsbeurs mogelijk.



foto: Llander

Meteen valt de variatie aan planten op. De tuin lijkt in niets op de akkers van grootschalige boerenbedrijven. Lange tijd was in de landbouw monocultuur de norm: slechts één gewas verbouwen en met alle mogelijke middelen proberen de opbrengst daarvan te maximaliseren. Maar hier zien we verschillende gewassen door elkaar heen, op verschillende lagen. Van onder naar boven: kleine plantjes, dan struiken en ten slotte bomen.

Dit concept, permacultuur, zorgt ervoor dat de tuin het hele jaar door groenten, fruit en noten levert. Het is ook niet zo erg als één soort het een keertje wat minder doet, want het risico is gespreid: andere planten zullen wel goed groeien. Ook is een monocultuur slecht bestand tegen het veranderende klimaat, waarbij extremen vaker zullen voorkomen. En dankzij de variëteit van de voedseltuin zal een schimmel nooit in één keer alle planten vernietigen.

Vlak naast de kassen en akkers staan een paar tanks met vissen. Die locatie is niet toevallig, want de vissen maken deel uit van een kringloop. Die begint bij de resten van de gewassen, die door bacteriën in visvoer worden omgezet. Vissen verteren dit en wat ze uitpoepen bevat prima

voedingsstoffen voor allerlei landbouwgewassen. Die worden geoogst en wat daarvan overblijft gaat naar de bacteriën, waarmee de cirkel rond is.

Het verbouwen van gewassen in de wijk heeft duidelijk voordelen. Er is minder transport nodig en de producten bereiken de consument altijd vers. 'Ook past het in de trend dat mensen graag willen zien waar hun eten vandaan komt', zegt Nelissen.

### Poep en plas

De uitwerpselen van de bewoners spelen een veel belangrijkere rol dan vroeger. Elk huis heeft een vacuümtoilet, dat we al lang kennen uit schepen en vliegtuigen, maar dan van keurig wit porselein. Zo'n vacuümtoilet gebruikt zeven keer minder water dan een reguliere wc. Als bonus zijn nuttige stoffen er veel gemakkelijker uit terug te winnen.

Dat gaat als volgt: de poep en plas worden met slechts een liter water weggespoeld en reizen dankzij een vacuüm door smalle buizen naar een grote vergistingsinstallatie aan de rand van de wijk. Daar komt de smurrie in een grote ruimte terecht met een temperatuur van circa 55 °C. Hier verwerken bacteriën de organische materie, wat een gasmengsel oplevert dat grotendeels uit methaan bestaat. Na het verwijderen van de zwavelhoudende component wordt dat gas ter plaatse gebruikt om de installatie te verwarmen en om - een beetje - elektriciteit op te wekken. Na de vergister zorgt een kleine installatie voor het terugwinnen van nuttige stoffen uit het afvalwater, zoals fosfaten, nitraten en kalium. Daar is kunstmest van te maken, die weer is te gebruiken



Mensen komen bij elkaar in een Repair Café om kapotte apparaten te repareren en ze zo een tweede leven te geven.

in de voedseltuin van de wijk. Ook lopen er experimenten om uit het afval eiwitten te winnen, die bijvoorbeeld geschikt zijn als diervoer.

De vergister is een gigantische installatie waar wonderwel geen nare geurtjes uit vrijkomen. 'We hebben deze techniek voor het eerst getest in een project met zeshonderd woningen in Buiksloterham, Amsterdam-Noord', vertelt ir. Marina Gatón González-Anleo van het Amsterdamse waterbedrijf Waternet. 'De techniek bestond al wel, maar wij hebben de temperatuur in de vergistingsinstallatie verder opgevoerd. Het proces werkt dan efficiënter en aan het eind houd je schoner slib over.'

Aan het vacuümtoilet konden de bewoners best wennen, maar ze moeten wel opletten dat ze echt geen zaken als verfresten of schoonmaakmidde-

len meer door de wc spoelen. Dat was bij gewone wc's al niet aan te raden, maar de bacteriën in de vergistingsinstallatie kunnen van dit soort middelen echt last krijgen. 'Van bijvoorbeeld chloorhoudende schoonmaakmiddelen gaan ze simpelweg dood', zegt Gatón González-Anleo. Waar de bacteriën wel blij van worden, is het groenteafval dat de bewoners vermalen en dat ook naar de vergistingsinstallatie gaat. Hierdoor gaat de kwaliteit van het voedsel voor de bacteriën omhoog en maken ze nog beter gas.

### Data als smeerolie

Dat de wijk van de toekomst zo goed functioneert, is voor een behoorlijk deel te danken aan wat onzichtbaar blijft: de data die voortdurend worden verzameld in de wijk. Daar merken de bewoners in de dagelijkse praktijk niets van, maar deze data dienen wel als de smeerolie om verschillende diensten probleemloos te laten lopen en mensen prettig te laten leven.

Zo wordt op veel plaatsen de luchtkwaliteit gemonitord, zowel binnenshuis als op straat. Ook rond de stroomvoorziening wordt van alles ge-





Een groen dak helpt om water te absorberen en maakt de woning in de zomer een beetje koeler.

meten: hoeveel verbruikt een gezin op elk moment en hoeveel levert het aan het lokale net? Idem dito voor het gebruik van de autonome deelauto's die aan de rand van de wijk staan te wachten. Daarvoor wil je weten hoe mensen die auto's gebruiken. Hoe vaak nemen ze er een? Op welke tijdstippen van de dag? Hoe lang rijden ze dan? Enzovoort. Daaruit volgt hoeveel voertuigen per wijk nodig zijn en hoe die het beste zijn in te zetten en op te laden.

De rode draad is: hoe kun je dankzij data de wijk zo efficiënt mogelijk laten functioneren? 'Daarbij moet het niet zo zijn dat algoritmes het gedrag van mensen gaan bepalen. Het gedrag van mensen is altijd leidend', zegt Ron de Gruyter MSc, projectdirecteur Nederland van ReGen Villages, dat in Almere zijn eerste ecowoonwijk bouwde. Maar komt met al die data over het gedrag van mensen hun privacy dan niet in het geding?

Daar werd natuurlijk ook al over nagedacht in 2018, het jaar waarin het grootste sociale medium Facebook onder vuur kwam te liggen. Nelissen van het Helmondse Smart District: 'Juist daarom zijn we van het begin af aan heel transparant geweest over welke soorten data we verzamelen. En de data van mensen wordt sowieso geanonimiseerd. Bewoners hebben dan bij een aantal zaken de keuze of ze hun data wel of niet

delen, en die keuze kunnen ze op elk moment aanpassen. Je kunt je zelfs voorstellen dat je het delen van data op een bepaalde manier beloont, bijvoorbeeld met geld, een wederdienst of een korting op de huur. Voor de echt basale diensten, zoals de stroomvoorziening, moet iedereen gewoon zijn data delen. Maar dat is niets nieuws.'

## Het delen van data kun je belonen met geld, een wederdienst of een korting op de huur

Al met al is het fijn wonen in de wijk van de toekomst. De lucht is er schoon, er is minder verkeersgeluid en mensen leven tussen veel groen. De balans tussen werk en vrije tijd is gunstiger dan nu, mede doordat veel mensen niet meer elke dag naar hun werk hoeven. De energie wordt groen opgewekt en de afvalstromen worden voor een groot deel weer nuttig gebruikt. Achter de schermen verzamelen sensoren allerlei data, waardoor deze processen zo efficiënt mogelijk verlopen.

Zo redt de wijk voor een groot deel zichzelf: hij wekt zijn eigen zonne-energie op, kweekt zijn eigen voedsel, gebruikt zijn eigen afval weer nuttig, mensen gebruiken elkaars spullen. De trend is dus richting zelfredzaamheid en autonomie, en weg van de afhankelijkheid van grote abstracte systemen. Nu maar afwachten of de werkelijkheid net zo mooi wordt. |